

## **Rohre und Einlagen in Decken und Wänden**

### **Problematik und praxisorientierte Lösungsansätze**

#### **Inhalt**

|  |    |
|--|----|
| Einleitung   | 2  |
| Statik, Verständnisgrundlage   | 3  |
| Die Materialisierung   | 8  |
| Zwischenbilanz / Schlussfolgerungen aus Statik und Materialisierung                  | 10 |
| Bedeutung von Rohren und Einlagen in Decken und Wänden                               | 11 |
| Praxisorientierte Lösungsansätze bei Rohrleitungen und Einlagen in Decken und Wänden | 12 |
| Schlussbemerkung   | 17 |

## Einleitung

Alle am Bau beteiligten Planer und ausführenden Handwerker kennen das Problem. Wir werden förmlich „erschlagen“ mit den vielen Leitungen und Aussparungen in Decken und Wänden - Tendenz stark zunehmend. Dabei kann man sich nicht dem Eindruck erwehren, jeder sei nur auf sein Medium fixiert und zwar in der Planung als auch auf der Baustelle. Dem Bauingenieur kommt dann die „ehrenvolle“ Aufgabe zu Teil, die verschiedenen Handwerker aufzufordern, ihre Leitungen zu verschieben oder im Falle der Elektroleitungen, diese besser zu verteilen. Leider werden die Aufforderungen des Ingenieurs oftmals missmutig aufgenommen und nur sehr widerwillig oder gar nicht umgesetzt. Oftmals werden Unmutsbekundungen wie „was macht ihr den für Planungen“ oder „ich muss da durch, und zwar auf dem kürzesten Weg“, aber auch „das hast du doch gewusst, wieso kommst du erst jetzt mit diesem Mist“ losgelassen. Zunehmender Zeitdruck in der Planungsphase und auf der Baustelle mag mit ein Grund für dieses missmutige Verhalten sein. Auf der anderen Seite sicherlich auch das fehlende technische Verständnis.

Dabei sind Werkleitungen oftmals Auslöser für spätere Bautenschäden, für welche der Ingenieur oftmals (mit)verantwortlich gemacht wird.

Für mich als Bauingenieur stellen sich hieraus grundsätzlich einige wichtige Fragen:

- Ist es die alleinige Aufgabe des Ingenieurs, auf der Baustelle zu schauen, dass die verschiedenen Gewerke richtig verlegt werden (Höhenlage, Abstand zwischen den Rohren etc.)?
- Muss sich ein Fachplaner, aber auch ein Installateur, lediglich um sein Medium kümmern, oder darf er sich auch weitergehende Gedanken, beispielsweise hinsichtlich der übrigen Gewerke oder sogar zur Gebäudestatik machen?
- Ist ein Fachplaner von seiner Verantwortung entlassen, sobald der Bauingenieur Einsicht in seine Pläne erhalten hat?

Diese Fragen beantworte ich für mich persönlich, ohne mich hinter einer Norm zu verstecken oder durch einen Dschungel von juristischen Paragraphen zu wühlen, mit einem eindeutigen **NEIN**. **Selbstverständlich darf und soll sich der Fachplaner gleichermassen Gedanken zu den übrigen Gewerken bis hin zum Gesamttragwerk machen, wie dies der Ingenieur mit seinem Medium tut.**

Der vielzitierte Hinweis auf einschlägige Normen und Verbände mit einer Unzahl an Artikeln und Verweisen ist zwar absolut zulässig und gültig, nur leider nützen sie wenig, wenn sie niemand kennt und noch weniger versteht.

Aus all diesen oben aufgeführten Gründen ist der vorliegende Versuch entstanden, Probleme im Zusammenhang mit Rohren und Einlagen in Decken und Wänden aufzuzeigen und leicht verständliche, praxisorientierte Lösungsansätze hierfür anzubieten.

## Statik, Verständnisgrundlage

Statische Berechnungen und daraus folgend die Bauteilbemessungen und Materialisierungen bilden die elementaren Grundlagen eines jeden Bauwerkes. Entsprechend hoch ist der Stellenwert der statischen Bemessungen bei einem Bauwerk. Dieser Umstand ist allseits bekannt und löst entsprechend bei vielen auf dem Bau tätigen Menschen eine gewisse „Ehrfurcht“ aus.

Dabei ist es gar nicht so schwierig wie viele glauben, statische Erkenntnisse zu erhalten. Es geht auch gar nicht darum, am Ende lauter „Ingenieure“ auf den Baustellen vorzufinden. Es ist schon vollkommen ausreichend, ein Gefühl für die Situation entwickeln zu können. Wenn ein Fachplaner oder Installateur nur schon abschätzen kann, wo grössere oder kleinere Kräfte, unabhängig ihres tatsächlichen Wertes, wirken, kann er schon sehr viel zu einem möglichst schadenfreien Bauwerk beitragen.

Einfaches Grundlagenwissen hilft somit schon sehr für das Verständnis. Es ist deshalb empfehlenswert, einen kleinen Exkurs in die Statik zu unternehmen. Die nachfolgenden Erläuterungen und Skizzen sollen auf einfache Weise zu einem besseren statischen Verständnis verhelfen. Für Interessierte wird auch noch ein wenig tiefer in die Materie „eingetaucht“.

Abbildung 1

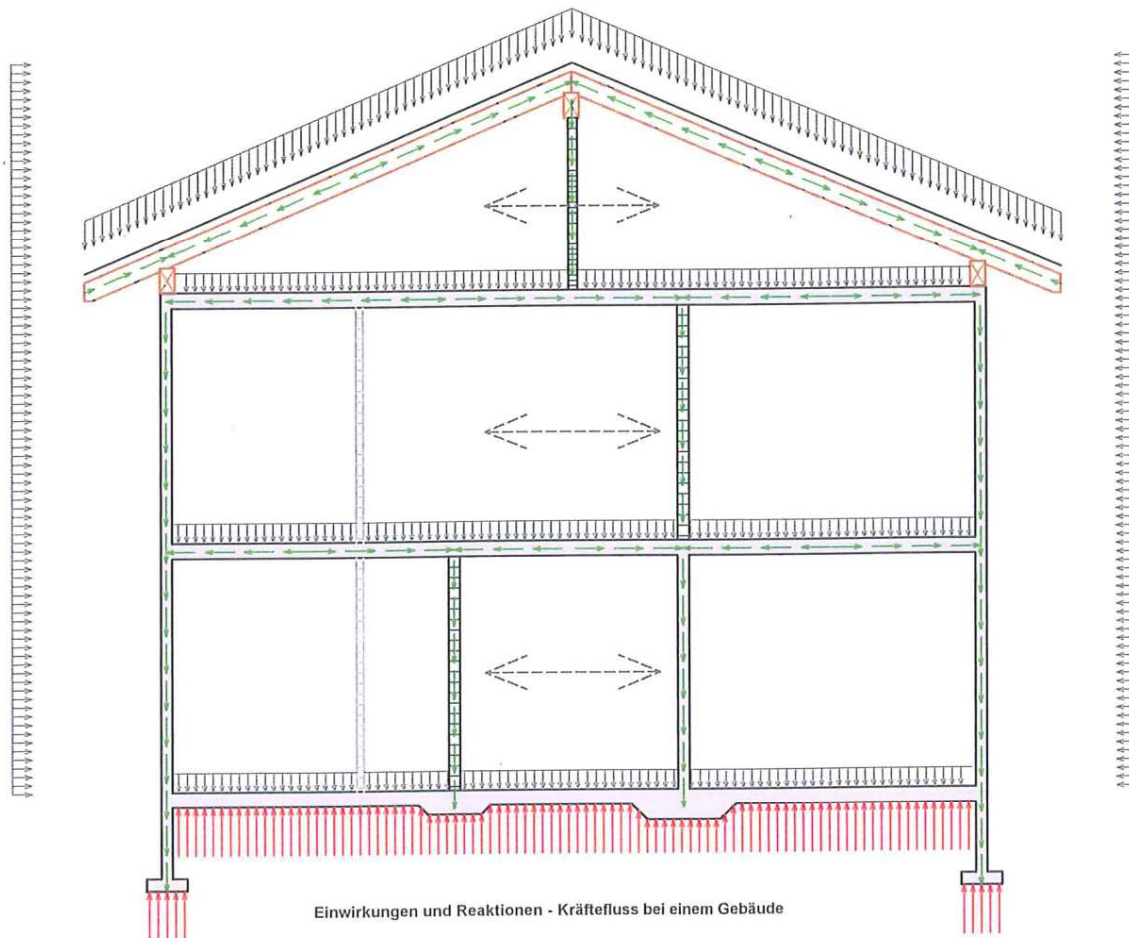


Abbildung 1: Ein Gebäude besteht hauptsächlich aus Wänden, Stützen, Decken, sowie Unter- und Überzügen. Bei Wänden wird unterschieden zwischen „tragenden“ und „nichttragenden“ Wänden, neu gemäss SIA Normen auch „primär“ und „sekundär“ Bauteile genannt. Welche Wände tragend oder nichttragend erstellt werden, entscheidet der Ingenieur im Zuge seines statischen Entwurfs. Optisch sind die beiden „Wandtypen“, mit Ausnahme der Deckenlager auf den Wänden, vor Ort nicht zu unterscheiden! Auf den Plänen sollten sie jedoch eindeutig zu verifizieren sein.

Decken nehmen vertikale Einzel- (bsp. Stützen von darüber liegenden Stockwerken), Linien- (Wände von darüber liegenden Stockwerken) und Flächenlasten (Beispiel Möbel, Menschen etc.) auf und übertragen diese Lasten auf die Wände und Stützen der darunterliegenden Stockwerke.

Die Aufgabe der Stützen und tragenden (primär) Wände besteht hauptsächlich darin, die aus den Decken anfallenden Lasten von Stockwerk zu Stockwerk „nach unten“ zu leiten bis sie am Schluss via der Bodenplatte oder Fundamente ins Erdreich eingeleitet werden. Eine weitere Aufgabe von Wänden besteht darin, horizontale Kräfte, wie sie vornehmlich aus Wind und vor allem aus Erdbeben entstehen, aufzufangen und ebenfalls in den Baugrund einzuleiten. Erdbebenwände bestehen ausschliesslich aus Stahlbeton. Es gibt zwar Bestrebungen und Versuche, erdbebensichere Mauerwerkswände zu entwickeln. In der Praxis haben sich aber die duktilen (verformungsfähigen) Stahlbetonwände klar gegenüber den spröden Mauerwerkswänden durchgesetzt. Erdbebenwände sind vor Ort meistens daran zu erkennen, dass die Wandenden über eine Verbügelung mit starker Längsbewehrungen in diesen Bügeln verfügen. Auf den Plänen sollten Erdbebenwände zudem als Solche gekennzeichnet sein (ist jedoch nicht Pflicht!).

Abbildung 2: Einfeldträger, Momenten- und Querkraftverlauf

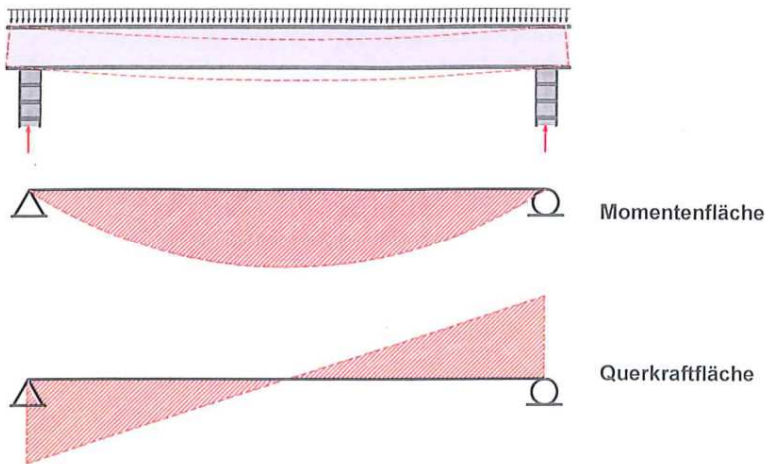
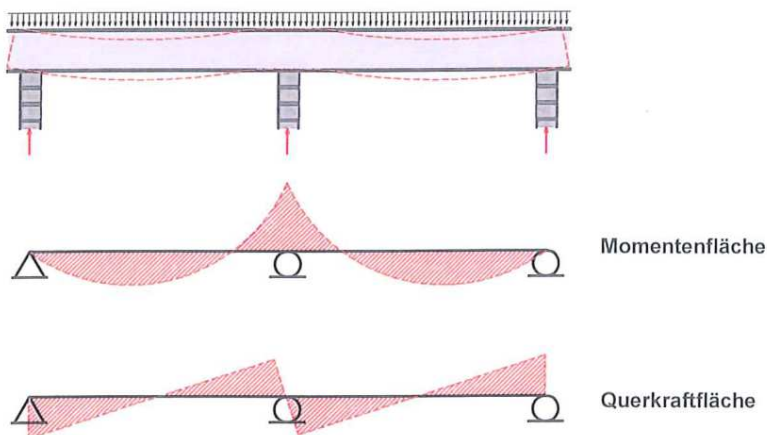


Abbildung 3: Mehrfeldträger, Momenten- und Querkraftverlauf



Betrachten wir nun einmal eine Decke, einmal zwischen zwei tragenden Wänden aufgelegt (also ein „Einfeldträger“, Abbildung 2) und einmal über zwei Räume verlaufend (ein „Zweifeldträger“ Abbildung 3). Diese Situation trifft man bei jedem Hochbau etliche Male an. Die Decke erhält, wie vorher erwähnt, Lasten von oben. Dabei biegt sich die Decke durch. Die Grösse der Durchbiegung hängt, nebst der Lastgrösse, vom Material der Decke (Beton, Holz, Stahl etc.), deren Querschnitt (bei Decken einfach ausgedrückt der Deckenstärke) und der Spannweite zwischen den tragenden Auflagern (Wände oder Stützen) ab.

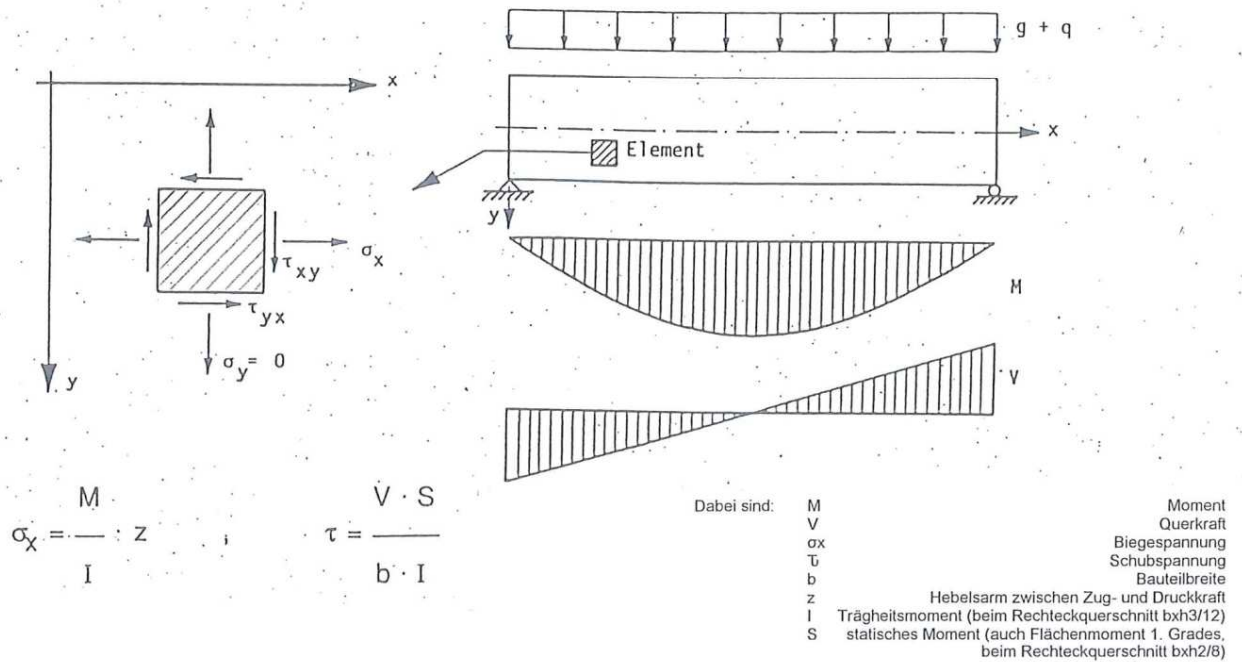
Als Folge der Durchbiegung entstehen in der Decke Biegemomente und Querkräfte. Der Verlauf dieser Momente und Querkräfte lässt sich sehr einfach und gut darstellen (siehe Abbildung 2 und 3).

**Aus den Abbildungen 2 und 3 sollte man sich vor allem folgende Punkte merken:**

**Wo sind die Momentenflächen gross, wo die Querkraftflächen? Die Momentenflächen sind beim Einfeldträger in Feldmitte und beim Zweifeldträger über der Mittelwand und teilweise auch in Feldmitte gross. Die Querkraftflächen sind jeweils in der Nähe der Auflager am grössten.**

Für alle Interessierten und lediglich zur Information, möchte ich noch einen Schritt weiter gehen, indem wir ein kleines Element in der Decke anschauen. An diesem kleinen Element lassen sich nämlich die sogenannten Schubspannungen erklären. Der Ingenieur spricht ja bei Besprechungen oder auf der Baustelle oftmals von Schub- und/oder Durchstanzbewehrung, welche verlegt werden muss.

Abbildung 4.1: Beanspruchung eines Elementes in der Decke:



Mit dem Biegemoment und der Querkraft errechnen sich die Biegespannungen  $\sigma_x$  und die Quer- und Längs- Schubspannungen  $\tau_v$  und  $\tau_n$  ( $\tau_v = \tau_n$ ). Diese sind Rechenhilfswerte, die sich ergeben, weil die x-Achse des Koordinatensystems parallel zur Balkenachse angenommen wird. Tatsächlich wirken im Balken nur die Hauptspannungen  $\sigma_1$  (Zug) und  $\sigma_2$  (Druck).

Die Querschubspannungen sind wie die Längsschubspannungen nicht gleichmässig über die Querschnittsfläche verteilt; sie erreichen bei konstanter Querschnittsbreite in der Nulllinie ihren Grösstwert und nehmen bis zu den äusseren Fassern, auf null ab.

Abbildung 4.2:

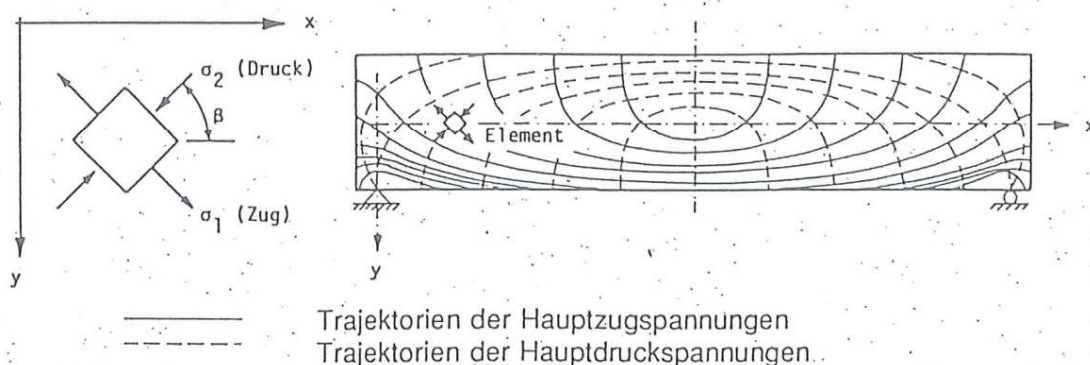


Abbildung 4.2: Im Bereich der Biegeschubbeanspruchung stehen die Hauptspannungen schief zur Balkenachse. Überschreitet die Hauptzugspannung  $\sigma_1$  die Zugfestigkeit des Betons, dann entstehen Schubrisse. Damit die Hauptdruckspannungen  $\sigma_2$  weiterwirken können, müssen die auftretenden Zugkräfte durch eine Schubbewehrung aufgenommen werden.

Für die Berechnung einer Schubbewehrung vereinfacht der Ingenieur das Berechnungsmodell, indem er die Decke als Ständerfachwerkmodell (oder teilweise als Strebenfachwerkmodell) betrachtet, wo im Bereich der Schubspannungsrisse vertikale Bügel (oder bei Strebenfachwerkmodell schräge Bügel) als Zugstäbe eingesetzt werden. Im Bereich von Stützen, Wandenden oder einspringenden Ecken, wo die Schubspannungen derart hoch sind, dass ein Durchstanzen der Decke möglich wird, werden spezielle Durchstanzsysteme eingesetzt (z.B. DURA Körbe der Firma Aschwanden) oder „Zapfenleisten“ (z.B. ancoPLUS der Firma ancotech). Die Durchstanzsysteme beruhen auf den gleichen Bemessungsgrundlagen wie die Schubbewehrung.

Abbildung 5, Ständerfachwerkmodell:

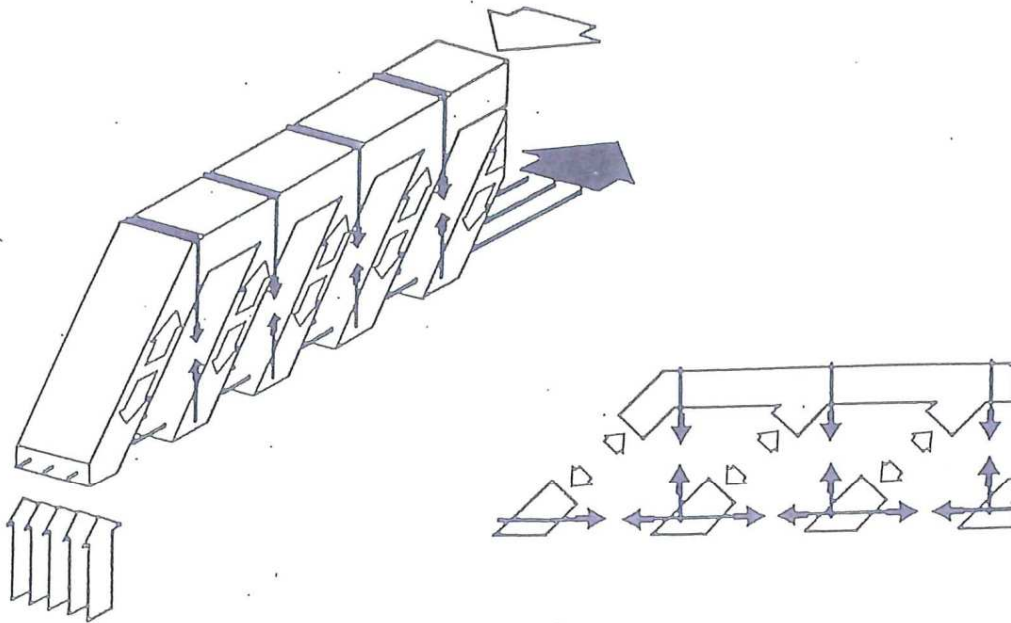
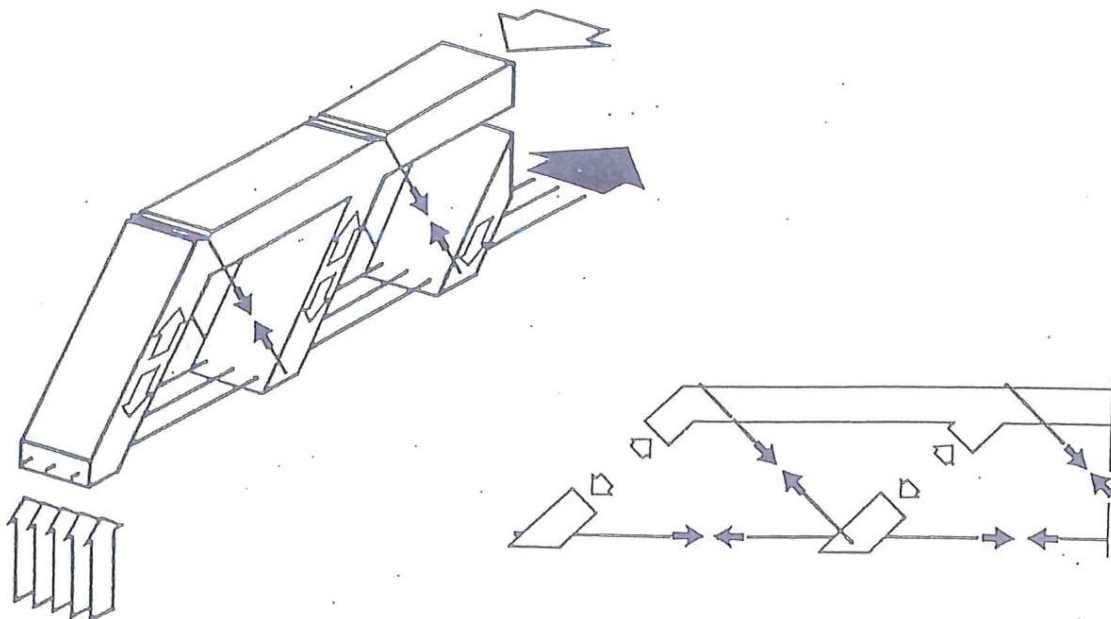


Abbildung 6, Strebenfachwerkmodell:



**Am liebsten verzichtet der Ingenieur natürlich auf den Einsatz einer Schubbewehrung! Deshalb ist es umso ärgerlicher, wenn eine Schubbewehrung auf Grund zu vieler oder lagemässig falsch eingelegter Leitungen angeordnet werden muss!**

## Die Materialisierung

Nun gehen wir einen Schritt weiter, von der Statik zur Materialisierung. Wenn von Materialisierung die Rede ist, ist die Wahl des Werkstoffes und dessen Abmessungen gemeint, aus der ein Bauteil besteht. Der meistverwendete Werkstoff im Hochbau ist für Decken Stahlbeton, für die Wände Backstein- oder Kalksandsteinmauerwerk bzw. ebenfalls Stahlbeton (Erdbebenwände). Selbstverständlich stehen auch Holz oder Stahl als Werkstoff zur Auswahl. Da das Thema dieser kleinen Abhandlung Rohre und Einlagen in Decken und Wänden behandelt, wird auf die letztgenannten Werkstoffe nicht weiter eingegangen (bei Decken und Wänden aus Holz und Stahl werden Rohleitungen in Zwischenhohlräumen der eigentlichen Tragstruktur geführt).

Decken und Wände aus Stahlbeton:

Stahlbeton, also die Kombination aus Beton und Bewehrungsstahl, ist eine geniale Erfindung, welche erstmals an der Weltausstellung in Paris 1900 mit einem betonierten Blumentrog(!) gezeigt wurde. Stahl und Beton verfügen über einen ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, das bedeutet, sie verhalten sich unter Temperatureinfluss nahezu identisch. Gleichzeitig ergänzen sich die beiden Materialien ausgezeichnet, indem sich der Beton bestens zur Aufnahme von Druck-, und die Bewehrung zur Aufnahme von Zugspannungen eignet. Ein weiterer wichtiger Pluspunkt des homogenen Werkstoffes Stahlbeton ist die Fähigkeit, Lasten in verschiedene Richtungen abtragen zu können.

Schwachpunkt von Stahlbeton stellen einzig die, im Vergleich zur Druckfestigkeit geringen aufnehmbaren Schub- oder Scherspannungen dar, also jene unter der Rubrik Statik aufgezeigten Spannungen, welche quer zu den Bauteilflächen auftreten. Dies kann mit den nachfolgenden Werten verdeutlicht werden:

Werte eines durchschnittlichen Stahlbetons, wie er im allgemeinen Hochbau oftmals verwendet wird:

- |  |     |                       |
|--|-----|-----------------------|
| • Betondruckfestigkeit                                       | ca. | 25 N/mm <sup>2</sup>  |
| • Betonzugfestigkeit   | ca. | 2.5 N/mm <sup>2</sup> |
| • Stahlzugfestigkeit   | ca. | 435 N/mm <sup>2</sup> |
| • Schubtragfähigkeit Beton unbewehrt                         | ca. | 1.0 N/mm <sup>2</sup> |
| • Schubtragfähigkeit Beton mit entsprechender Schubbewehrung | ca. | 3.5 N/mm <sup>2</sup> |

Zu den oben aufgeführten Werten gilt es noch einen wichtigen Aspekt zu erwähnen. Wenn die oben aufgeführten Werte im Bauteil als Folge einer Belastung erreicht bzw. überschritten werden, entstehen im Bauteil Risse!!

Risse nach überschreiten der Betonzugfestigkeit sind bewusst gewollt. Die Risse entstehen in langsamer Folge. Die freigesetzten Zugspannungen werden durch die im Beton eingelegte Biegebewehrung kontrolliert aufgenommen.

**Im Gegensatz zu den Biegezugspannungen sind (zu grosse) Schubspannungen im Beton nicht erwünscht. Schubspannungen entladen sich innerhalb von Sekundenbruchteilen und zerstören dabei das Bauteil in diesem Bereich, sofern keine entsprechende Schubbewehrung vorhanden ist!**

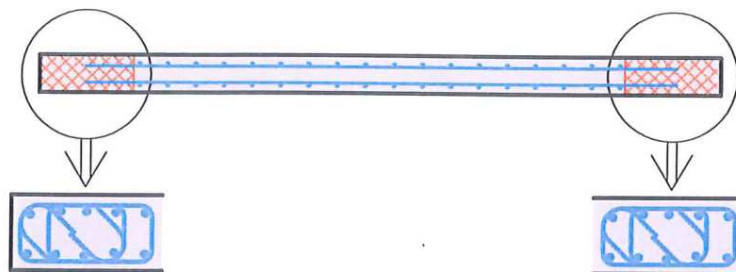


Wände aus Mauerwerk bzw. Stahlbeton:

Die bei Wänden oftmals verwendeten Backsteine und Kalksandsteine verfügen gegenüber Stahlbeton über bessere bauphysikalische Eigenschaften, dies vor allem dank des verhältnismässig grossen Hohlraumanteils im Mauerstein. Demgegenüber ist die Druck- und Biegezugfestigkeit sowie die Wasserdichtigkeit von Mauerwerk wesentlich schlechter als beim Stahlbeton.

Während Beton ein homogener Baustoff darstellt, weisen Mauerwerke je nach Richtung grosse Festigkeitsunterschiede auf. Auch die jeweiligen, durch die Verarbeitung bedingten Stoss- und Lagerfugen zwischen den Steinen (statisch gesehen Gelenke!), wirken sich nachteilig auf die Belastbarkeit von Mauerwerken aus. Insbesondere horizontal auftretende Kräfte aus Erdbeben können verheerende Auswirkungen auf den im Vergleich zu Beton spröden Werkstoff Mauerwerk ausüben. So wird Mauerwerk auch vorwiegend nur in eine Richtung und auf Druck (vertikale Normalkraft) belastet. Erdbebenwände werden normalerweise, wie bereits mehrfach erwähnt, in Stahlbeton ausgeführt unter Verwendung einer starken Längs- und Bügelbewehrung in den Wand-Endbereichen (Abbildung 7). Im Falle eines Erdbebens werden diese Wandenden abwechseln starken Zug- und Druckkräften ausgesetzt. Die Bügelbewehrung verhindert dabei, dass die starken Längseisen in der Druckphase aus der Wand ausbrechen (ausknicken) können.

Abbildung 7, Ausbildung einer Erdbebenwand (Grundriss und Detail)



## Zwischenbilanz / Schlussfolgerungen aus Statik und Materialisierung

Bislang haben wir uns mit einfachen, aber wichtigen statischen Grundlagen und der Materialisierung von Bauteilen beschäftigt.

Nachfolgend eine stichwortartige Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus diesen beiden Bereichen:

- Bei einem Bauwerk treten im Bereich von Decken immer Biegezug- und Biegedruck sowie Schubspannungen auf.
- Biegezug- und Biegedruckspannungen erreichen bei einer Einfelddecke in Feldmitte zwischen zwei tragenden Auflagern (in der Regel tragende Wände) die höchsten Werte. Bei einer Decke über mehrere Felder werden die höchsten Werte jeweils in Feldmitte und über den Auflagern (tragende Wände oder Stützen) erreicht.
- Schubspannungen erreichen nahe den tragenden Auflagern die höchsten Werte. Im Bereich der grössten Biegespannungen tendiert ihr Wert hingegen gegen null.
- Tragende Mauerwerkswände werden vorwiegend durch vertikalwirkende Normalkräfte auf Knicken (seitliches Ausbrechen der Wand) belastet.
- Erdbebenwände werden im Falle eines Bebens nebst den ständig wirkenden, vertikalen Normalkräften, zusätzlich grossen Horizontalkräften ausgesetzt. Sie werden deshalb in Beton ausgeführt mit starker Vertikal- und Horizontalbewehrung in den Randbereichen.
- Stahlbeton ist ein homogener, duktiler (verformungsfähiger) Baustoff mit, im Verbund sehr guten Zug- und Druckeigenschaften.
- Die Schubtragfähigkeit von Stahlbeton ist im Gegensatz zur Biegetragfähigkeit gering.
- Während Risse infolge Biegung akzeptiert werden, sind Schubspannungsrissrisse im Bereich ohne entsprechende Schubbewehrung unbedingt zu vermeiden!

## Bedeutung von Rohren und Einlagen in Decken und Wänden

Rohre und Einlagen in Decken und Wänden üben einen grossen Einfluss auf die Tragfestigkeit dieser Bauteile aus. Insbesondere bei Stahlbetondecken besteht die Gefahr von unkontrollierten Schubspannungsrissen im Bereich der durch Rohre „verjüngten“ Zonen! (Abbildung 8). Dabei sind es nicht nur die grossen Rohrdurchmesser, welche Probleme bereiten können. Auch die in einer Unmenge vorhandenen, oft zu Bündeln vereinten Elektroleitungen können sich negativ auf die Tragkraft einer Decke auswirken. Aber auch ein Ausbrechen der Betondruckzone im Bereich der grössten Biegedruckspannungen als Folge eines falsch bzw. zu gross eingelegten Rohres ist möglich (Abbildung 9).

Abbildung 8: Schubspannungsriss in Folge Rohreinlage  
(Rohr im stark schubbeanspruchten Bereich verlegt)

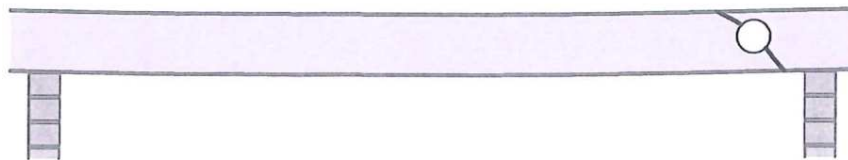
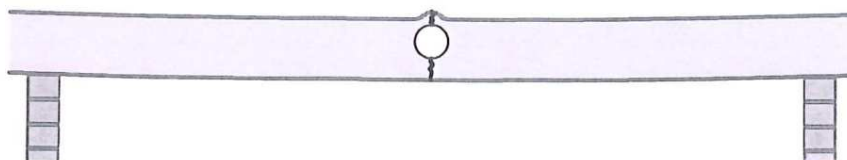


Abbildung 9: Ausbrechen in der Betondruckzone  
(Rohr im Bereich des grössten Biegemomentes in Feldmitte im oberen Deckenbereich verlegt)



## Praxisorientierte Lösungsansätze bei Rohrleitungen und Einlagen in Decken und Wänden

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln versucht worden ist, die Problematik von Rohren und Einlagen in Wänden und Decken aufzuzeigen, folgt nun der wichtigste Abschnitt, nämlich die Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis.

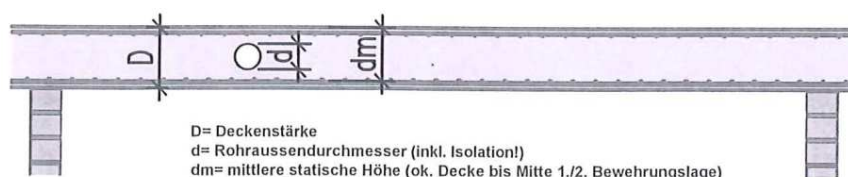
Die Praxis beginnt aus meiner Sicht bei der Planung! Dies gilt insbesondere für die Gewerke Sanitär, Lüftung und Heizung. Aber auch der Elektroplaner sollte sich durchaus Gedanken zu seinem Medium anstellen, sind es doch heute vorwiegend die Elektroinstallateure, welche mit ihrer grossen Menge an Rohren und vor allem auf Grund der „diffusen“ Leitungsführungen auf der Baustelle unvorhergesehene Probleme bereiten. Meistens wird die Situation bezüglich Elektroinstallationen noch verschärft, in dem viele Rohre „bundweise“ verlegt werden!

Auch bei Wandinstallationen führen oftmals unüberlegte Installationen seitens des Elektrikers zu gefährlichen Situationen mit Spätfolgen (Risse im Verputz).

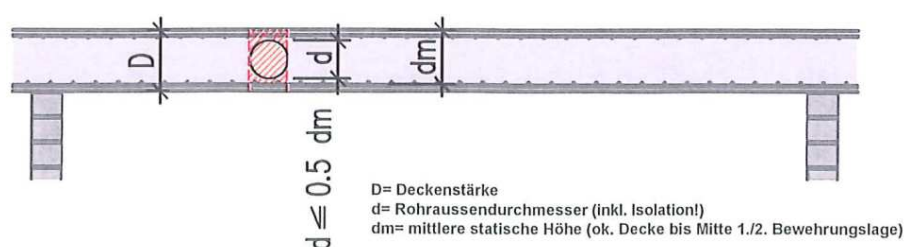
Der Problematik von Rohren und Einlagen in Decken und Wänden leistet die SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) nur sehr stiefmütterlich Rechnung. Weiter helfen da verschiedene Publikationen wie beispielsweise der Firma Basys AG, Kirchberg, welche sich der Problematik schon längere Zeit widmen und auch bereits über ein entsprechendes Wissen verfügen. Und nicht zuletzt spielen die eigenen, bei der Planung und den Bauabnahmen festgestellten Erfahrungen eine Rolle bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen.

**Nachfolgend sind die wichtigsten Erkenntnisse zu Rohreinlagen, vorwiegend für Decken, aber auch für Wände, aufgeführt.**

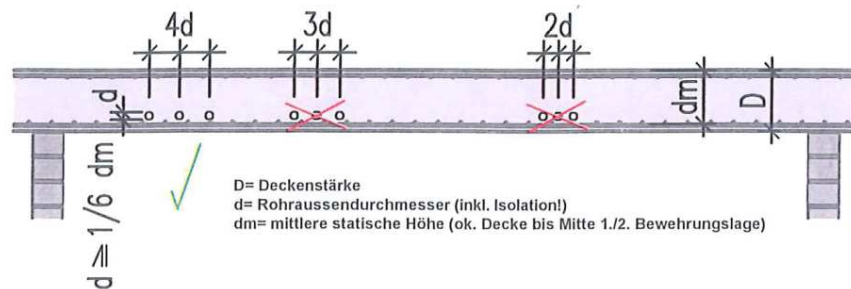
- Der maximale Rohr-Aussendurchmesser (inkl. allfälliger Isolationen!) sollte nicht grösser sein als die Hälfte der mittleren statischen Höhe einer Decke (max. Rohrdurchmesser =  $0.5 \times dm$ )!! Gemäss EU-Norm liegt dieser Wert übrigens bei lediglich  $0.35 \times dm$ , also noch wesentlich tiefer als in der Schweiz!



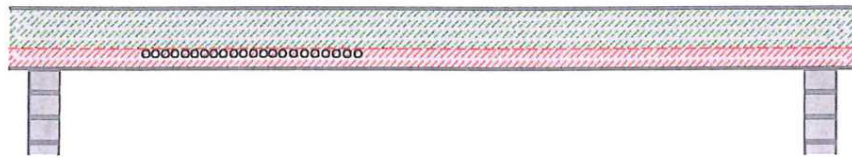
- Befinden sich Rohre  $\geq 0.5 \times dm$  in einer Decke, ist dieser Bereich statisch und rechnerisch als Deckenschlitz zu betrachten!!! Das ist möglich doch leider oftmals nicht umsetzbar!



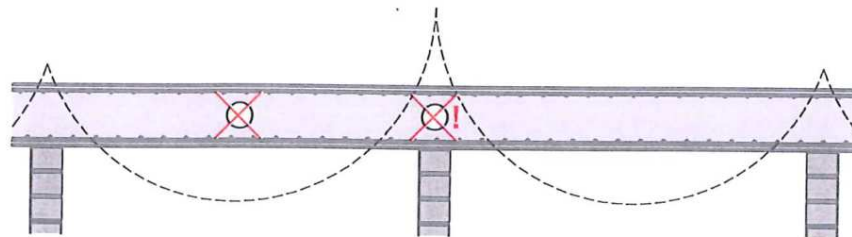
- Rohre  $\leq dm/6$ , also Rohre welche kleiner gleich einem Sechstel der mittleren statischen Höhe einer Decke ausmachen, dürfen bei der Schubbemessung vernachlässigt werden. Dies gilt jedoch lediglich dann, wenn es sich a) um ein einzelnes Rohr handelt, oder b), bei mehreren nebeneinander liegenden Rohren der Abstand der einzelnen Rohre mindestens  $4 \times d$  (Rohrdurchmesser) beträgt!!! Eine Nichteinhaltung dieser Vorgabe führt zu drastischen Reduzierungen der Traglast bei Decken (bei  $3 \times d$  ca. 25% und bei  $2 \times d$  sogar 40% Traglastreduzierung!!) Dies ist eine wichtige Erkenntnis, über welche sich insbesondere die Elektroinstallateure Gedanken machen sollten!



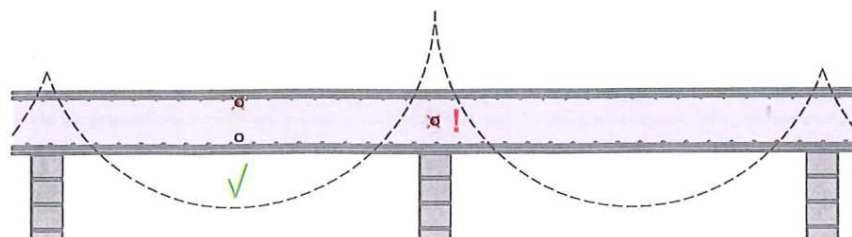
- Bei „flächenhafter“ Verlegung von Rohrleitungen ist die durch die Rohre ausgefüllte Fläche bei der Schubbemessung in Abzug zu bringen! Deshalb ist es immer ratsam, Elektroleitungen, welche nicht bewusst in Schubbewehrungskörben geführt werden, auf der Decke auseinander zu ziehen (vergl. auch oben aufgeführte Regelung)



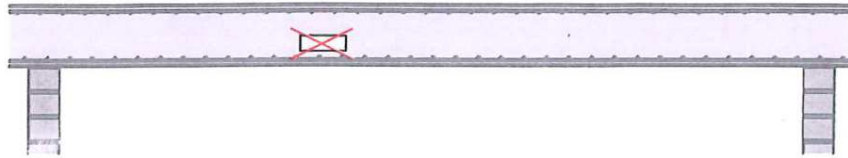
- Rohre sollten nie im Bereich der grössten Biegezug- und Biegedruckspannungen verlegt werden. Dies gilt insbesondere für Rohre mit, im Verhältnis zur Deckenstärke grossen Durchmessern.



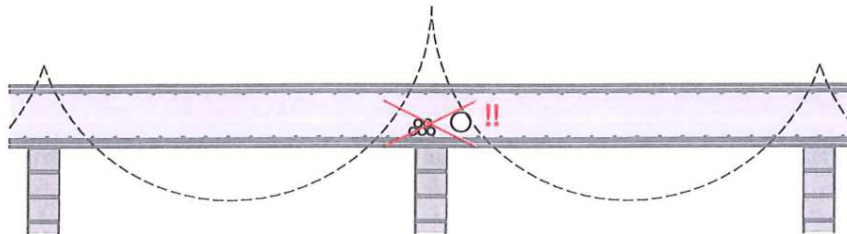
- Werden Rohre mit kleinem Durchmesser im Bereich der grössten Biegezug- und Biegedruckspannungen im „Feldbereich“ (niemals über Auflagern!!) verlegt, sind die Rohre möglichst im unteren Deckenbereich (also der „Zugzone“) zu verlegen, so dass der Beton die Betondruckspannungen weiter aufnehmen kann



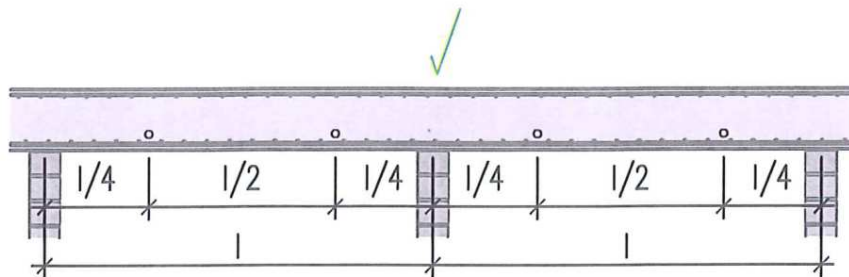
- Auf den Einsatz von viereckigen Kanälen ist wenn möglich zu verzichten! Dort, wo sie zwingend eingesetzt werden müssen (bsp. Küchenabluft) versuchen, die Kanallänge möglichst kurz zu halten (sinnvolle Festlegung von Steigzonen). Grund: Gemäss SIA Norm muss bei der Schubbemessung die längere Seite des Kanals (also bei einem Kanal von 30 cm Breite und 5 cm Höhe das Mass 30 cm!!) von der Deckenstärke abgezogen werden! Ein Kanal ist somit meistens als Aussparung anzusehen!



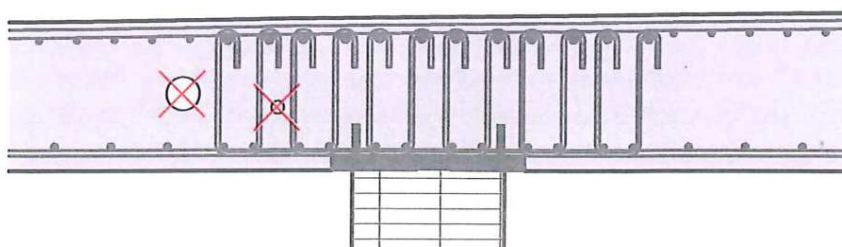
- Rohre, egal welcher Anzahl und Durchmesser, nie über oder nahe entlang von tragenden Wänden und Stützen verlegen!!!



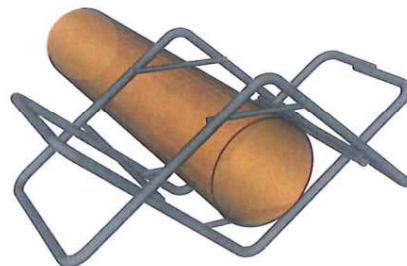
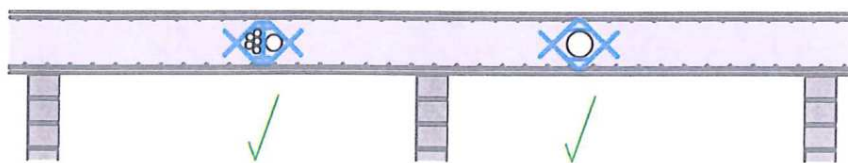
- Der beste Standort für Leitungen befindet sich aus statischer Sicht im Bereich der „halben“ Biegezug- und Biegedruck sowie der „halben“ Schubspannungen, was in etwa einem Viertel einer Deckenspannweite entspricht.



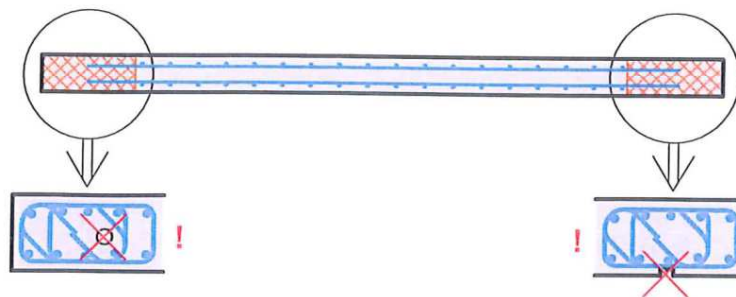
- Im Bereich bzw. in unmittelbarer Nähe von Durchstanzbewehrungen sind keine Rohrleitungen zu verlegen!! Hier gilt es genügend Abstand zur Durchstanzbewehrung zu halten!! Grund: In unmittelbarer Nähe von Durchstanzbewehrungen sind die Schubspannungen immer noch so gross, dass sie nur von einer vollkommen „ungestörten“ Decke aufgenommen werden können!



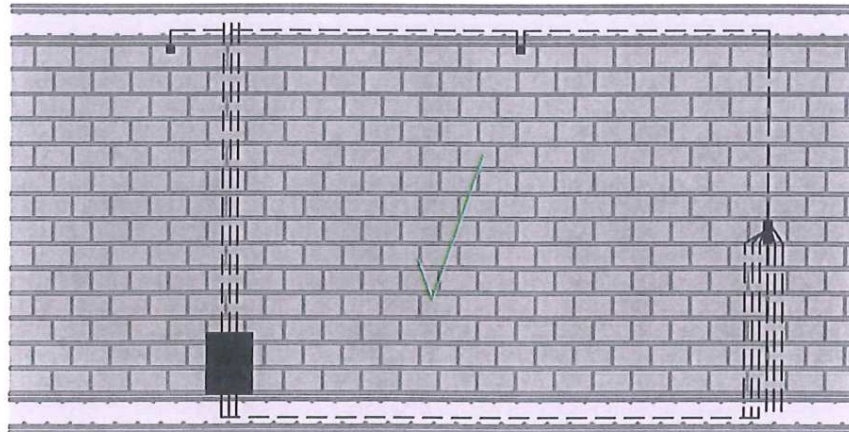
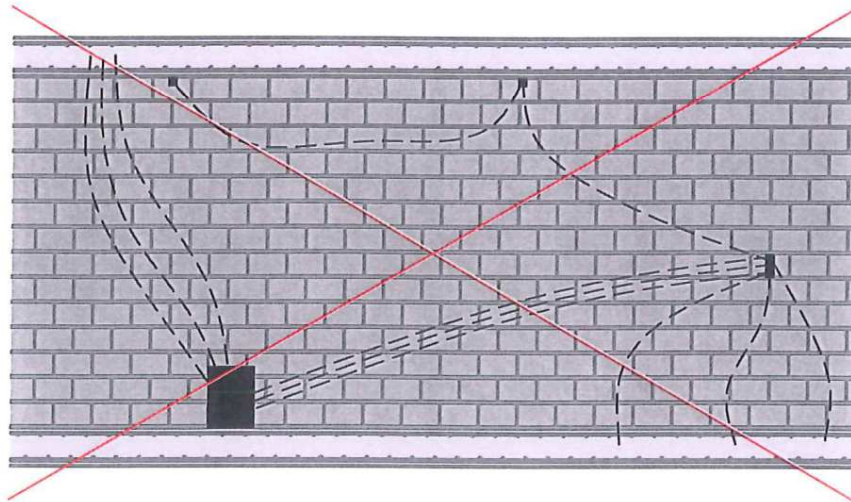
- Lassen sich, trotz gut überlegter Leitungsführungen, keine sinnvollen Lösungen erreichen, sind die Leitungen zusammen mit BASYTUBE Tölpeln Typ V und T (Schubbewehrung für Leitungen) zu verlegen. In diesem Fall ist es sogar wünschenswert, dass speziell der Elektroinstallateur möglichst viele Rohre zu einem „Bund“ zusammenfügt und im Töpel verlegt. Beim Einsatz von Tölpeln wäre es sehr wünschenswert, wenn die jeweiligen Planer die Installateure überzeugen würden, die an den Bauunternehmer gelieferten Töpel selber zu verlegen. Sprüche wie „ich bin Installateur und nicht Eisenleger“ sollten definitiv der Vergangenheit angehören. Schliesslich verursachen sie mit ihren Rohren und Einlagen das Problem und nicht der Bauunternehmer mit der Bewehrung oder dem Beton!! Bei Fragen zur Verwendung und richtigen Anwendung stehen die versierten Ingenieure und Aussendienst-Mitarbeiter der Firma Basys AG jederzeit gerne hilfreich zur Seite (Tel. Firma Basys 071/722 66 90 oder 034/448 23 23)



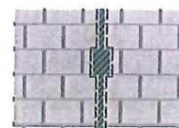
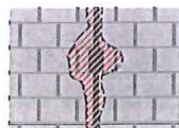
- Bei Erdbebenwänden (meistens Betonwände) sind im Randbereich, also im Bereich der starken Längs- und Bügelbewehrungen, keinerlei Einlagen erlaubt!!



- Rohreinlagen in Wänden sind sorgfältig zu planen. Grundsätzlich gilt: Vertikale Schlitze sind meistens unproblematisch, horizontale Schlitze können dagegen verheerende Folgen haben! Hier stehen vor allem die Elektroplaner und Elektroinstallateure in der Pflicht. Hier darf bei Vorkommen einer sehr grossen Anzahl von Rohren sicherlich auch das Thema einer „Vorwandschale“ eingebracht und diskutiert werden.



- Bei der Erstellung von Wandschlitzen und Aussparungen darauf achten, dass diese möglichst klein gehalten werden. Grosse Aussparungen, welche nach dem Versetzen einer Armatur mit viel Mörtel zugespachtelt werden müssen, führen später unweigerlich zu Rissen im Verputz. Meistens ist dann niemand schuld und der Kunde „darf zahlen“.





- Schneiden von Bewehrungen auf der Baustelle: Leider ist es unvermeidbar, dass auf der Baustelle auch Bewehrungsseisen geschnitten werden müssen, dies meistens im Bereich von Deckendurchdringungen mit Rohren und Aussparungen. Hier ist es sehr wichtig, zuerst zu überlegen, ob der Bewehrung im zu schneidenden Bereich eine spezielle Aufgabe zukommt! Es soll schon Handwerker gegeben haben, welche ohne zu überlegen eine konzentrierte Bewehrung mit Eisendurchmessern von 40 mm geschnitten haben, nur um ein kleines Ableitungsrohr zu versetzen. Deshalb gilt: Eisen bis  $d=12$  mm dürfen in der Regel geschnitten werden, sofern es sich um einzelne Stäbe in einer Decke handelt. Wenn möglich sollten Bewehrungsseisen bei Aussparungen jedoch beidseits der Aussparung konzentriert verlegt werden anstelle sie zu schneiden. Bei Eisen ab  $d=12$  mm zu Sicherheit besser den Ingenieur um Erlaubnis fragen. Bügel schneiden ist generell schlecht, weil damit die Wirkungsweise von Bügeln zerstört wird! Bügel deshalb wenn möglich immer leicht verschieben.

### Schlussbemerkung

Mit der vorliegenden kleinen Abhandlung ist der Versuch unternommen worden, die verschiedenen Fachplaner für die Problematik zu sensibilisieren, welche „ihre“ Rohre und Einlagen in Decken und Wänden verursachen. Gleichzeitig verbinde ich damit die Hoffnung, dass die Fachplaner künftig ihrerseits ihre ausführenden Installateure auf die Problematik der vielen Installationen aufmerksam machen und so alle ihren Teil zur Lösungsfindung beitragen.

**Lenz, Voneschen und Partner AG**



Markus Voneschen  
Dipl. Bauingenieur HTL/FH