

3.2 Tragsysteme und Außenhaut

von Norbert Weickenmeier (aus: *Mauerwerksbau aktuell 2008*, Bauwerk-Verlag)

Wenn heute in der tragenden Baukonstruktion zwei grundsätzliche Bauweisen unterschieden werden, der Wandbau im Zusammenhang mit dem Material Mauerwerk und der Skelettbau mit den Materialien Holz, Stahl und Beton, so ist oft genug die Rede von einer alten, traditionellen gegenüber einer modernen Bauweise oder gar von einer dumpf archaischen gegenüber einer intelligent-rationalen, nicht zuletzt von lowtech und hightech.

Ungeachtet der baugeschichtlichen Entwicklung, ergibt sich diese Differenzierung aus der modernen Baukonstruktionslehre des 19. Jahrhunderts, die das Material Mauerwerk als bekannt und gewöhnlich voraussetzte und zurückdrängte zugunsten der neuen Materialien Eisen und Beton - dies alles im Zeichen einer konsequent geforderten und Schritt für Schritt realisierten Industrialisierung und Vorfertigung im Bauwesen, in der projektierten Ablösung handwerklicher Herstellungsverfahren.

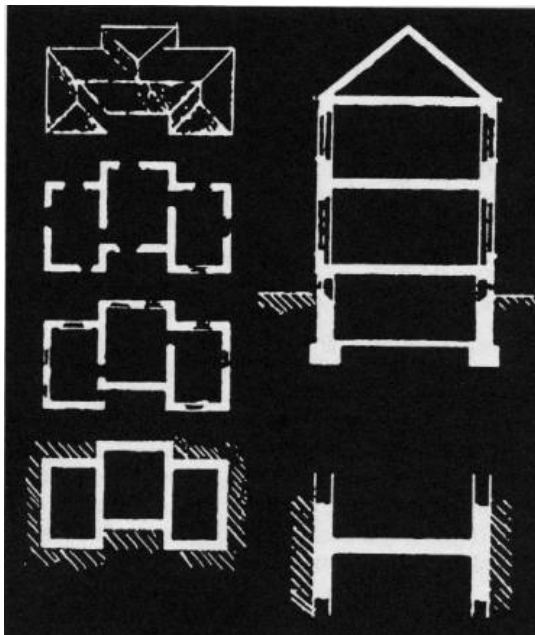


Abb.3.2-1: Historische Mauerwerksarchitektur

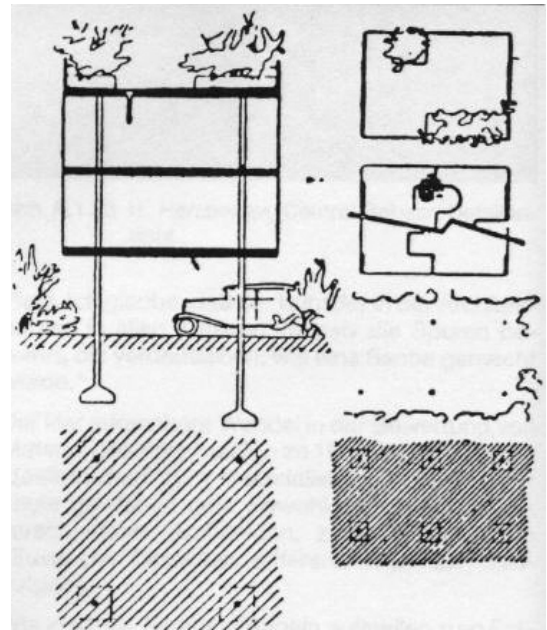
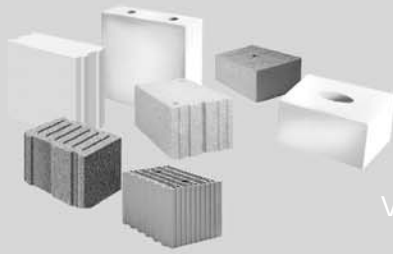


Abb. 3.2-2: Le Corbusier, Plan Libre: „Das Unheil unserer Zeit oder die totale Freiheit des Raumes?“

Le Corbusiers „plan libre“ ist extremes Beispiel dieses als Befreiung empfundenen Aktes, bei dem die historisierende Mauerwerksarchitektur überwunden wurde durch das auf wenige Stützen und Deckenplatten reduzierte Skelett in Beton und Stahl mit freiem Grundriss und leichter, vorgehängter Fassade in Glas und Aluminium (Abb. 3.2-2). Bei genauer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass beide Prinzipien analoge Wurzeln in prähistorischer Zeit haben - der Wandbau in Stein, der Skelettbau in Holz - dass sie entsprechend parallel nebeneinander existierten und dass es allein von daher keine im positivistischen Sinne klare Entwicklungskette oder zumindest zwingende Präferenz für das eine oder andere System gibt; die Frage nach dem modernen im Unterschied zum antiqueren System kann somit in dieser Form nicht gestellt, sie muss vielmehr auf Prinzipialität und Qualität fokussiert werden.

Da beide Prinzipien häufig genug unkontrolliert angewendet werden oder auch sich unsystematisch vermischen auf Kosten der jeweiligen Ein-



zelvegänge, erscheint eine klare Definition und Abgrenzung notwendig mit dem Ziel einer bewussteren und qualitätsvolleren, damit letztlich technisch und ökologisch richtigeren, vernünftigeren Architektur. Wandkonstruktionen aus Mauerwerk und Beton bzw. Stahlbeton werden heute auch begrifflich als Massivbau bezeichnet. Die konstruktiven, statischen Gesetzmäßigkeiten der Massivsysteme ergeben sich aus den Einzelementen und deren Fügung. Der Mauerstein ist besonders auf Druck belastbar, weniger auf Zug und Biegung bzw. Biegezug. Diese Eigenschaften haben prinzipiellen Einfluss auf die Art der Lagerung des Steines in der Wand, auf seine Verwendungsfähigkeit insgesamt. So setzt die hohe Druckfestigkeit voraus, dass Stein auf Stein vollflächig und damit kraftschlüssig lagert; ist dies nicht der Fall und ein Stein liegt hohl, wird er durch die Auflast der darüber liegenden Steine auf Biegung beansprucht. Dies kann den Bruch des Steines auslösen und damit die Reduktion der Tragfähigkeit insgesamt.

Die vollflächige Lagerung kann auf zwei Arten sichergestellt werden. Die erste ergibt sich bei Mauerwerk aus Naturstein aus der sorgfältigen Auswahl unregelmäßiger Natursteine, die so passgenau wie möglich in unterschiedlichen Größen geschichtet werden. Durch eine handwerklich planparallele Bearbeitung der Steine im Bereich der Lagerfugen kann die Passgenauigkeit erhöht und damit die Biegebeanspruchung in den verbleibenden Hohlräumen auf ein Minimum reduziert werden (Abb. 3.2-3).

Die zweite Möglichkeit besteht im Ausgleich der Steinunregelmäßigkeiten durch Mörtel, der sich im Zustand vor der Verfestigung den jeweiligen Oberflächen homogen anpasst: je unregelmäßiger die Steine sind, umso dicker muss der Mörtel sein, je planer in der Oberfläche, umso dünner. Der Mörtelanteil einer Mauerwerkswand kann zwischen rd. 20 % und 1 % betragen (Abb. 3.2-4).

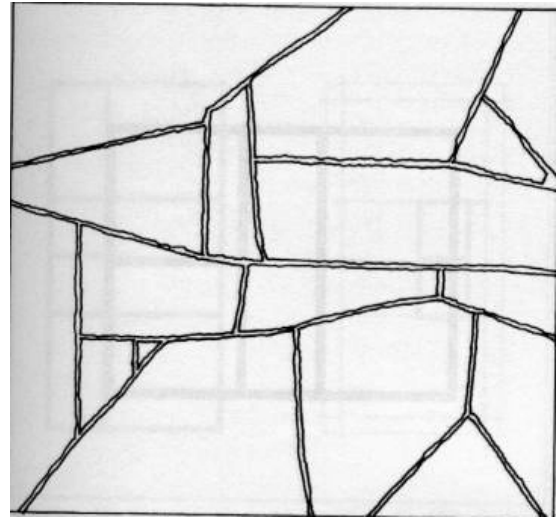


Abb. 3.2-3: Trockenmauerwerk

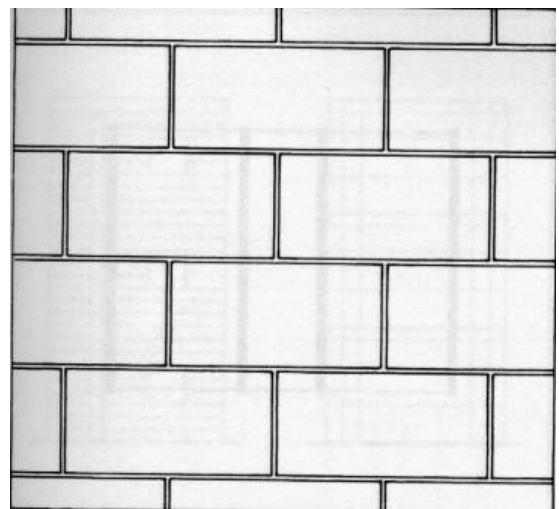


Abb. 3.2-4: Verband mit Stoß- und Lagerfuge

Die seit der Einführung des oktametrischen Maßsystems 1955 durch DIN 4172 vorgesehene Mörtelbetthöhe von 12 mm konnte gerade in den letzten Jahren durch Entwicklung von sogenannten Plansteinen auf 1 bis 3 mm reduziert werden (Abb. 3.2-5).

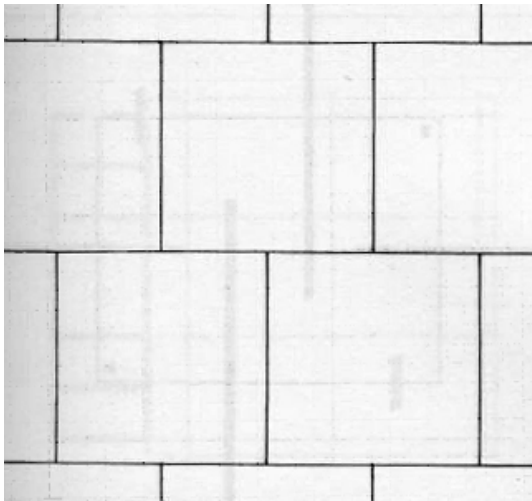
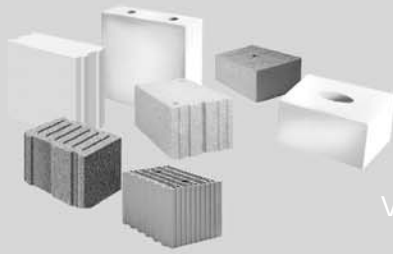


Abb. 3.2-5: Verband mit Dünnbettmörtel

Der Verband von Stein und Mörtel ergibt additiv die geschichtete Struktur, als Pfeiler, als zweidimensionale Wand, als räumliches Gefüge in drei Dimensionen. Massivsysteme in Mauerwerk sind in ihren Dimensionen ohne zusätzliche Hilfskonstruktionen begrenzt; die Fügungsprinzipien lassen sich in verschiedene Grundrissysteme gliedern, die hilfsweise bezeichnet werden können und von denen im Folgenden noch die Rede sein wird: Schachtel, Schotte, Scheibe (Abb. 3.2-6 bis Abb. 3.2-8). Verbunden mit dem Aspekt des Tragens ist beim Mauerwerk der der Außenhaut:

Beide technischkonstruktiven und bauphysikalischen Gesichtspunkte fallen in eins und definieren damit das Charakteristikum des Mauerwerksbaues schlechthin: Tragsystem und Außenhaut, homogen in der Dimension, ein Schichtaufbau nach jahrhundertealten traditionellen Regeln, im Zuge fortschreitender Erfahrung und Verwissenschaftlichung zunehmend intellektuell erfasst, geprüft, in Normenwerken geregelt, eine Einheit, die zunehmenden Anforderungen und Komfortansprüchen genügen muss. Die Anforderungen sind dabei in Bezug auf die Eigenschaften zum Teil gegensätzlich, da bessere Wärmedämmeigenschaften leichtere Steine erfordern, deren Tragfähigkeit dabei aber oftmals geringer ist.

Auch neueste Erkenntnisse und Produktverfeinerungen bei ständig sich verschärfenden Bedingungen haben die monolithische Außenwand - 30 bis 36,5 cm dick - nicht in Frage gestellt, denn sie erfüllt ökonomisch die an sie gestellten Anforderungen. Es gibt auch Alternativen, die abweichend vom monolithischen Aufbau zu einer Auflösung der Außenwand in mehrere Schichten geführt haben, von denen jede eine eigene Qualität und Aufgabe zugewiesen bekommt: die des Tragens, die des Dämmens, die des Feuchtigkeitsaustausches bzw. -schutzes.

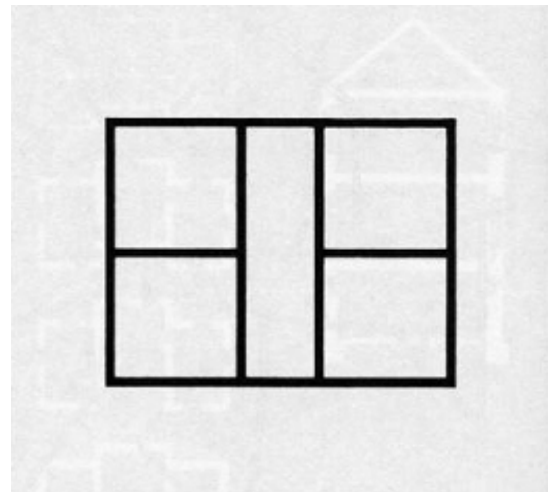
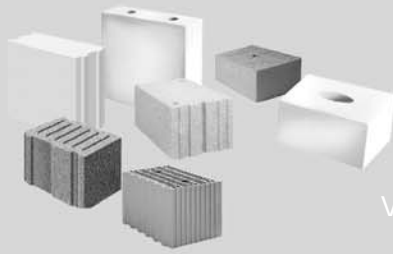


Abb. 3.2-6: Geschlossenes Mauerwerksgefüge

Diese Mehrschaligkeit - gültige Lösung insbesondere für das normierte Bauen mit Sichtmauerwerk - durchbricht die als archetypisch beschriebene Eigenschaft des Mauerwerks, die Einheit von Tragsystem und Außenhaut, und leitet in der Praxis unmerklich in die Kondition des Skelettbaues über, der eben diese Differenzierung zum Prinzip erhebt und zur Verdeutlichung kurz skizziert werden soll.

So zeichnet sich das Prinzip des Skelettbaues grundsätzlich dadurch aus, dass die Außenhaut völlig unabhängig vom Tragsystem fungiert; beide folgen einer Eigengesetzlichkeit, die - anders als beim Mauerwerksbau - je für sich optimiert werden kann: so erfolgt die Abtragung der Lasten



nicht flächen- oder linienförmig, sondern punktuell und konzentriert in Stützen, die hinter der Fassade organisiert sind (Abb. 3.2-9 und Abb. 3.2-11).

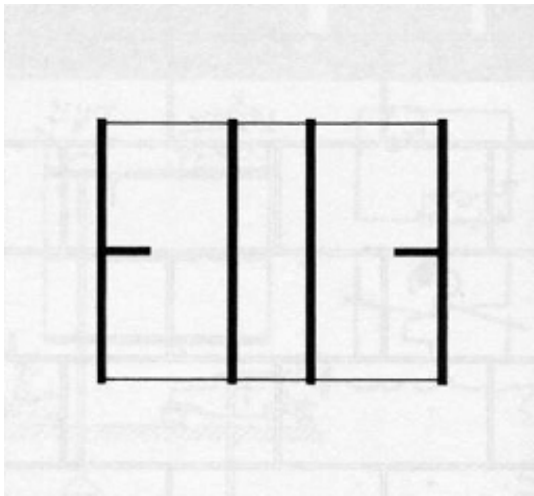


Abb. 3.2-7: Gerichtetes Tragsystem, Schotten

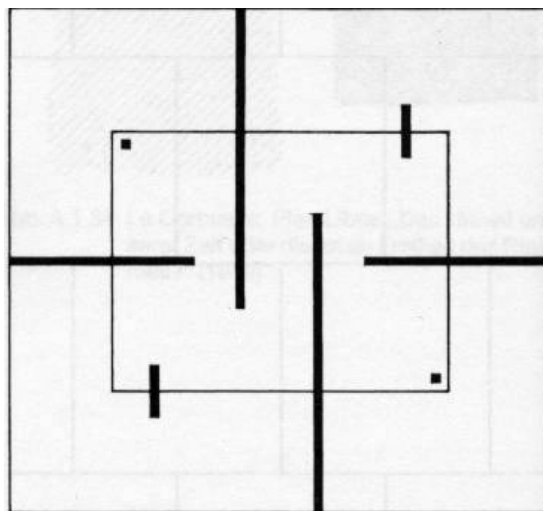


Abb. 3.2-8: Auflösung der Tragstruktur in Scheiben

Aufgrund der Lastenkonzentration in den Stützen scheidet das Material Mauerwerk im Regelfall aus, stattdessen kommen schwere, monolithisch im ureigenen Sinne geprägte Baustoffe in Frage: Stahlbeton und Stahl.

Diesen Traggliedern kommt denn auch eine Beanspruchbarkeit zu, die nicht nur die Übernahme von Normalkräften, sondern bei entsprechender Ausbildung der Knoten auch die Übernahme von Biegebeanspruchungen und Momenten impliziert.

Die Begrenzungsflächen sind unabhängig von den tragenden Gliedern ausgebildet, sie hängen im Regelfall vor den Deckenplatten und bilden im übertragenen Sinne „die Haut vor den Knochen“, „skin and skeleton“. Sie sind optimiert auf ihre Funktion als Hülle: Schutz gegen Wasser und Feuchtigkeit, sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz, Schall- und Brandschutz. Diese bauphysikalischen Anforderungen werden erfüllt in einer oder mehreren integrierten Schichten mit einem Material - wie insbesondere Glas - oder auch wiederum mehreren, spezifischen Materialien.

Dem Skelettbau ist abweichend vom Mauerwerksbau immanent das Prinzip einer größeren, spezialisierten Materialvielfalt.

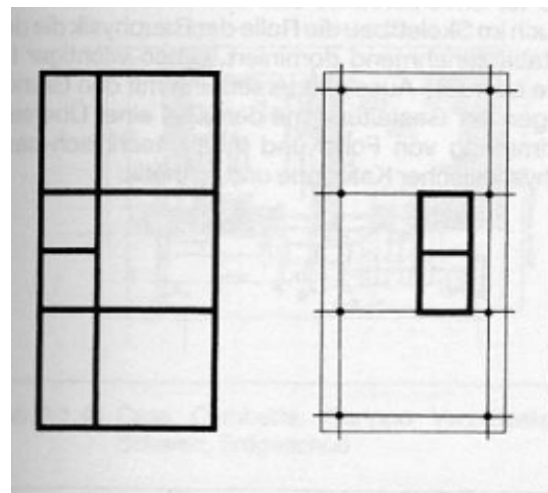
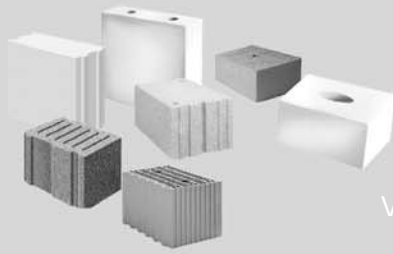


Abb. 3.2-9: Tragsystem in Mauerwerk und Skelettbau, Grundrisse

Die primären Glieder eines Skelettsystems bilden ein dreidimensionales Raster, der einer klaren Konstruktionsordnung entspricht. Diese ermög-



licht erstens die Standardisierung der Teile im Hinblick auf eine wirtschaftlich optimierte Lösung, dies impliziert zweitens in der übersichtlichen Konstruktion eine klare formale, ästhetische Ordnung und damit Gestaltqualität. Die sekundären Teile, die Fassadenelemente, sind formal und funktional vom Tragsystem deutlich unterschieden, sie binden jedoch in das geometrische Raster mit Vielfachen der konstruktiven Teilung ein. Das Grundmodul steht dabei nicht in Abhängigkeit von einem der verwendeten Materialien, es ist im Regelfall rein aus der funktionalen Ordnung des Ausbaues entwickelt.

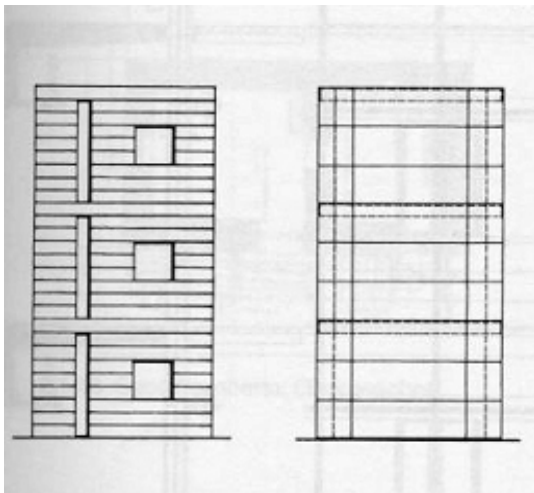


Abb. 3.2-10: Tragsystem in Mauerwerk und Skelettbau, Ansichten

In Auseinandersetzung mit den Grundlagen der Gestaltung erscheint es sinnvoll und unabdingbar, sich diese grundsätzlichen Aspekte zu vergegenwärtigen. Dies gilt auch dann, wenn dieser Gedanke zunächst praxisfern erscheint angesichts irregulärer Mischkonstruktionen in der täglichen Realität: der Mauerwerksbau mit in der Wand eingezogenen Stahlbetongliedern, ein System, bei dem das Mauerwerk zumindest anteilig Tragwerksfunktion verliert oder auch der Skelettbau mit massiver tragender Außenhaut, der das Tragskelett nach außen nur simuliert. Derartige Konstruktionen führen häufig zu Verunklärunen der

Erscheinungsbilder; sie sind das Ergebnis verlorener tradierter Regeln, sind das Ergebnis des anything goes in Unterstützung durch Ingenieurwissenschaft und Produktindustrie, sie sind vor allem das Ergebnis einer Überfülle an Informationen, Anforderungen und Teiloptimierungen,

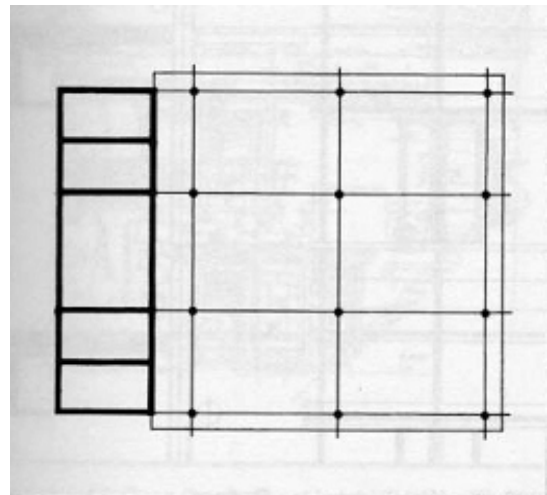


Abb. 3.2-11: Mischkonstruktion, Prinzipdarstellung

die die notwendige Ganzheitlichkeit einer Lösung nicht erreichen, wenn nicht gar als Ziel ignorieren. Es ist unverkennbar, dass sowohl im Wand- als auch im Skelettbau die Rolle der Bauphysik die der Statik zunehmend dominiert. Umso wichtiger ist die bewusste Auseinandersetzung mit den Grundlagen der Gestaltung mit dem Ziel einer Übereinstimmung von Form und Inhalt, technisch-bauphysikalischer Kategorie und Ästhetik.

Stand: 05/2009
Quelle: Mauerwerksbau aktuell 2008