KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG
BAUWEISEN • BAUSTOFFE • BAUBETRIEB
DBZ
65. JAHR 1931
19. AUGUST
BEILAGE ZUR DEUTSCHEN BAUZEITUNG NR. 67 • 68
K NR. 14
HERAUSGEBER • REGIERUNGSBAUMEISTER FRITZ EISELEN
ALLE RECHTE VORBEHALTEN • FÜR NICHT VERLANGTE BEITRÄGE KEINE GEWÄHR
BERLIN SW 48

WAND UND DACH

VON DR.-ING. W. LUDOWICI, JOCKGRIM-PFALZ • 14 ABBILDUNGEN

Vorwort. Der klimatische Schutz eines Hauses ist heute ein viel beachtetes Problem. Zahlreiche neue Baumaterialien und viele, zum Teil mißglückte Versuche zur Entwicklung neuer Baukonstruktionen haben das allgemeine Interesse an diesen Fragen verstärkt. Der klimatische Schutz eines Hauses wird durch seine Wände und sein Dach übernommen. So stellen sich uns diese Bauteile als zwei der wichtigsten des modernen Bauwesens vor. Bei dem ersteren sind es vor allem die Frage der Mauerfuge und die des Steinformats, die erhöhte Beachtung gefunden haben. Bei dem Problem des Daches verdient eine sachliche technische Erörterung seiner Aufgaben erhöhte Aufmerksamkeit. Die folgenden Ausführungen sollen hierzu einige Anregungen geben:

1. Die Wand.

Die Mauerfuge ist in den letzten Jahren als wichtiger Bestandteil der Mauer buchstäblich entdeckt worden. Ihre Erforschung ist in Angriff genommen und heute bei weitem noch nicht abgeschlossen. Das Problem der Fuge läßt sich in zwei Fragen zerlegen:

1. Die statischen Eigenschaften des Fugenmaterials.
   Diese müssen auf die statischen Eigenschaften des Mauersteins abgestimmt sein. Es hat ebensowenig Sinn, hochwertiges Fugenmaterial zu verwenden, dessen Festigkeit weit über die des Mauersteins hinausgeht, wie es natürlich auch bedenklich und unwirtschaftlich wäre, im Vergleich zum Stein minderwertiges Fugenmaterial zu verwenden.
2. Die klimatischen Eigenschaften.
   Hierunter ist die Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen von klimatischen Einflüssen in die Fuge und durch die Fuge in das Haus verstanden.

Besondere Beachtung hat in letzter Zeit diese zweite Frage gefunden im Zusammenhang mit den Schäden, die bei Klinkerbauten aufgetreten sind. Die klimatische Widerstandsfähigkeit der Fuge ist wesentlich für jeden unverputzten Bau. Die Gefahren der Fugen bestehen in relativ hoher Luftdurchlässigkeit im Vergleich zu dem verwendeten Mauerstein und vor allem in dem Aufsaugen von Niederschlagswasser, das durch die Fuge hindurch an die Innenwand transportiert wird und sowohl innerhalb des Mauerwerks als auch an dessen Innenfläche durch Ansammlung beträchtlicher Wassermengen schwere Schäden stiften kann. Diese werden um so größer, wenn das Außenmauerwerk aus einem wenig wasserdurchlässigen dichten Material wie z. B. Klinkern besteht, so daß das durch die Fuge aufgesogene Wasser nur noch schwer den Weg nach außen finden kann.

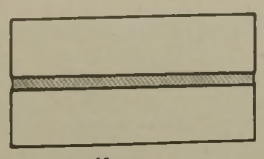
Die Abhilfe kann verschiedene Wege gehen (Abb. 1—4):

1. Das Fugennetz kann durch Wahl großer Mauerkörper verringert werden:
   Dies ist natürlich keine prinzipielle Lösung und führt zu Schwierigkeiten aus anderen, bei der Frage des Mauersteinformats zu erwähnenden Gründen.
2. Die Fuge kann verlängert werden:
   Je länger die Fuge in der Wandtiefe ist, desto größer ist natürlich auch der Widerstand gegen den Durchtransport von Feuchtigkeit und Windanfall. Sehr viele Fugenkonstruktionen, die für sich in Anspruch nehmen, daß sie die Fuge unterbrechen, bedeuten nur eine derartige Fugenverlängerung.
3. Die Fuge wird unterbrochen:
   Dies ist natürlich die wirksamste und natürlichste Abhilfe. Der Durchtransport von Feuchtigkeit durch die Kapillaren des Fugenmaterials kann natürlich nur dann wirksam verhindert werden, wenn die Fuge nach Fall 3 vollkommen unterbrochen wird. Diese Unterbrechung kann dadurch erfolgen, daß die Fuge der Tiefe nach einmal oder wiederholt so stark gebrochen wird, daß eine Überschleppung des Mörtels über den Fugenbruch ausgeschlossen ist oder das Mörtelfallen die gerade durchgehende Fuge unterbrechen.

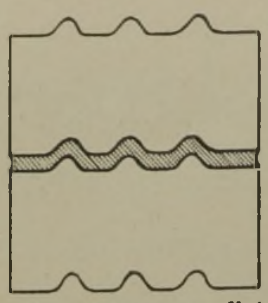
Zu der ersten Klasse von Steinen gehören die Winkelsteine, T-Steine, sowie Nut- und Federsteine. Von den zahllosen Steinen, die auch auf dem deutschen Markt erschienen sind, sei nur der von der Interlocking Tile Co., U. S. A., vertriebene T-Stein erwähnt, der heute unter der Bezeichnung Mitoko-Nofo-T-Stein in Deutschland hergestellt wird. Dies ist ein Vertreter der T-Steine. Als Repräsentant der Nut- und Federsteine, die eine tatsächliche Unterbrechung der Fuge herbeiführen, sei erwähnt der Nationalstein. Von den Steinen, die bei gerader Fuge eine Unterbrechung des Mörtelbetts durch eine Falle erreichen, sei erwähnt der amerikanische Denison-Load-Bearing Hohlstein. Dieser Stein wird in Deutschland nicht hergestellt. (Vgl. Abb. 5—14.)

Bei der Betrachtung des Fugenproblems und den zu seiner Lösung vorgeschlagenen Mitteln muß der Stoßfuge in erster Linie Beachtung geschenkt werden. Die Lagerfuge hat an und für sich schon handwerklich den Vorteil, daß der Mörtel leichter auf ihr auszubreiten und in richtiger Verteilung zu erhalten ist. Dazu tritt noch der weitere Vorteil, daß die Fuge unter dem Gewicht der darüber errichteten Mauer an und für sich immer die Tendenz hat, satt zu schließen und unter einem gewissen Druck abbinden kann. Die Stoßfuge wird dagegen oft nicht nur mangelhaft ausgeführt, sondern auch durch nachträgliche Stöße und Spannungen, die in die Mauer kommen, leicht verletzt.

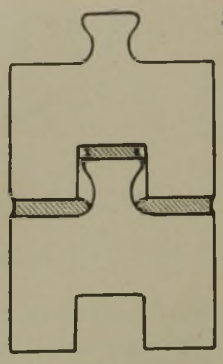
Allseitig geschlossene Hohlsteine. Besondere Aufmerksamkeit wurde in Deutschland in den letzten Jahren dem Problem des allseitig geschlossenen Hohlsteins geschenkt. Obwohl in Amerika der Hohlstein schon seit vielen Jahren erfolgreich und in großem Umfange verwendet wird, ist das Problem in dieser Form niemals aufgetaucht. Unser Hang zu theoretischen und prinzipiellen Lösungen hat dazu geführt, daß man hier über das Ziel hinausgeschossen ist. Zur Vermeidung von Mörtelverlusten bei Hohlsteinen ist es, wie praktische Versuche zeigen, gar nicht notwendig, die Hohlräume vollkommen zu schließen, es genügt vollkommen, deren Querschnitt über ein bestimmtes Maß nicht hinausgehen zu lassen. Denn dann spannt sich der Mörtel nur mit einer geringen Ausbuchtung über diese Hohlräume, ohne in sie hineinzufließen. Diese Hohlsteinfläche hat sogar noch den Vorzug einer besseren Bindung des Fugenmaterials an die Steinflächen.

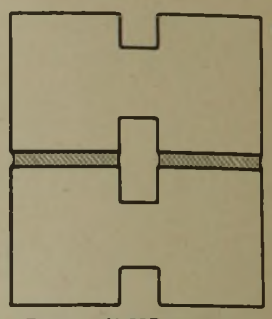


1 Normalfuge
2 Verlängerte Fuge
3 u. 4 Unterbrochene Fugen

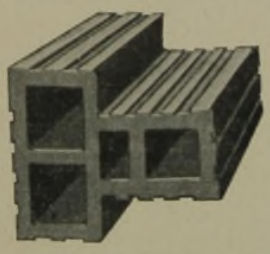


3 Fuge mit Falz u. Nut

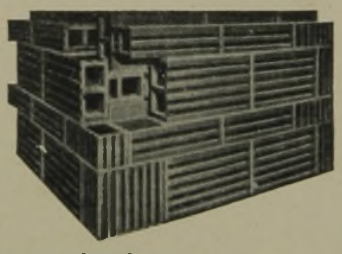




Fuge mit Mörtelfalle



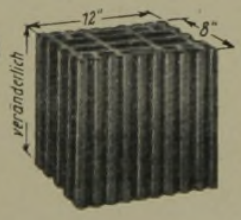
Einzelstein



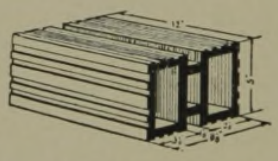
Eckverband

Standard-Wandstein für Trennwände. Art der Rippung

5 bis 7. T-Stein der Interlocking-Tile-Co., Nord-Amerika

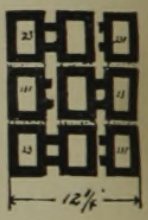


Zu 8: Doppelwandiger Natco-Hintermauerungsklinker zur Verwendung mit Verblendziegeln



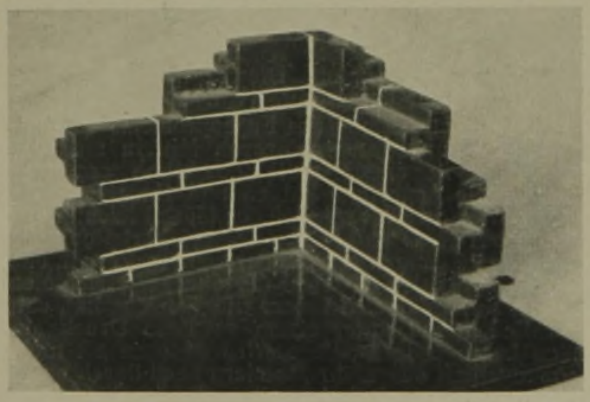
Einzelstein

6" Wand

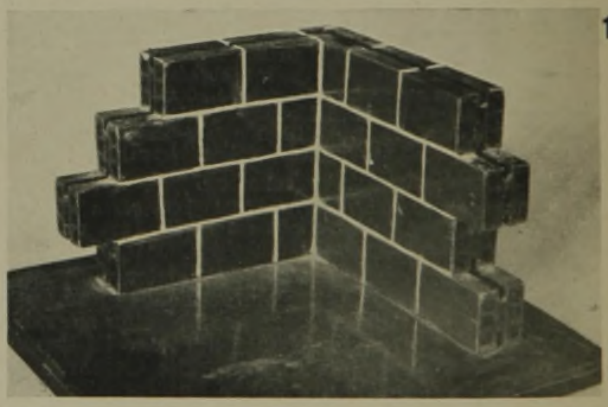


12" Wand

9 u. 10. Denison-Load-Bearing Hohlstein



Mauerecke mit T-Stein der Interlocking-Tile-Comp.



Mauerecke mit Hohlstein der Denison-Load-Bearing-Comp.

Man ist in Amerika in verschiedenen Fällen in dieser Überlegung weitergegangen und vermauert solche Hohlsteine mit lotrechten Hohlräumen. Hierbei wird das ganze Steinmaterial zum Tragen herangezogen, während dasjenige in den waagerechten Zwischenstegen ja nicht zur Geltung kommt.

Diese kleinen Hohlräume haben noch den Vorteil, daß sie einen wirklichen Wärmeschutz der Mauer ermöglichen. Die Ermittlungen der Forschungsinstitute haben ergeben, daß Hohlräume, die ungefähr über 1 cm groß sind, kaum mehr einen Gewinn an Wärmeisolation mit sich bringen. Wesentlich größere zeigen im Gegenteil ein Sinken des Isolationseffekts.

Für die Herstellung hat der allseitig geschlossene Hohlstein noch den Nachteil, daß er verhältnismäßig komplizierte Maschinen verlangt und im Trocken- sowie Brennprozeß zu Schwierigkeiten führen kann.

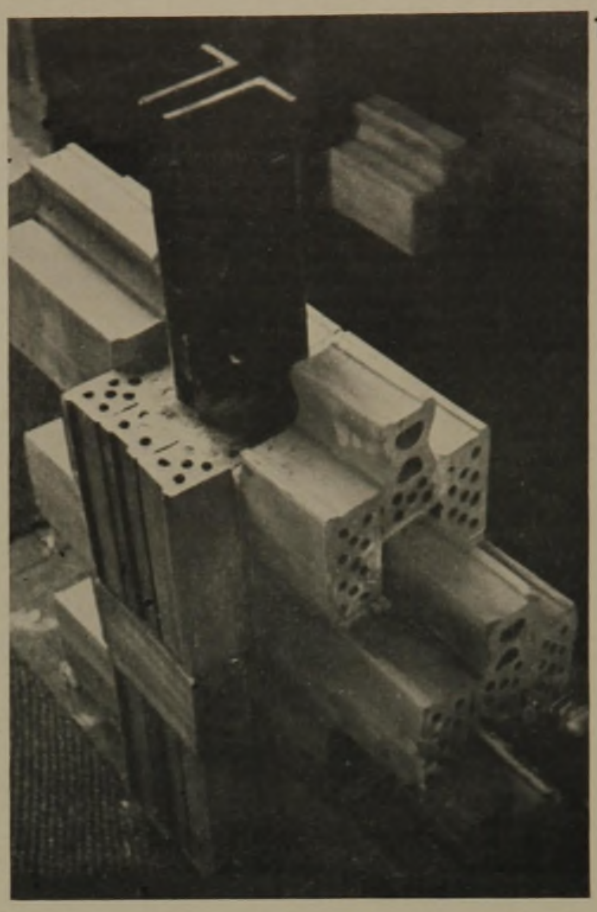
Zusammenhang zwischen Steinform und -höhe und Handarbeit. Eine Bauform ist immer bedingt durch das Baumaterial und die Bautechnik. Zu alten Baumaterialien sind in den letzten Jahren neue, teils im Wettbewerb, teils als Ergänzung für neue Aufgaben, getreten. Daneben hat eine neue Bautechnik, sowohl die Verwendungsart der alten Baumaterialien wie auch die der neuen beeinflußt und bedingt.

Betrachten wir zunächst den Einfluß der neuen Bautechnik auf das bekannte Material. Das grundlegende, nie entbehrliche Bauwerkzeug ist die menschliche Hand. Wir haben zwar Maschinen erfunden, die ungeahnte Leistungen ermöglichen, sie werden aber nie die menschliche Hand ersetzen. Soweit wir also von der menschlichen Hand als Arbeitswerkzeug ausgehen und bisher bekannte Materialien benutzen, haben wir offenbar an den zwei

13

Eckausbildung und Fensteranschluß mit Nationalstein

14



Dgl. Verbandgerechte Ummauerung einer Stütze

oben angeführten grundlegenden Bedingungen, die die Bauform bestimmen, nichts geändert.

Wenden wir diese Überlegung auf den Mauerstein an, so folgt: Unter Belassung des althergebrachten Vermauerungsvorganges mit der menschlichen Hand müssen auch seine Bedingungen eingehalten werden. Der betreffende Stein muß

1. von der Hand leicht gegriffen werden können;
2. von einer Hand als Einhandstein gehalten werden können, wenn wir die althergebrachte Auftragung des Fugenmörtels beibehalten wollen;
3. ein bestimmtes Gewicht einhalten, das eine gute Mauerleistung ermöglicht.

Man kann das gleiche Mauervolumen in bestimmten engen Grenzen in der gleichen Zeit mit einem leichteren Stein leisten, der schnell versetzt wird, oder einem schweren Stein, der infolge der stärkeren Ermüdung nur langsamer versetzt werden kann. Diese Grenzen müssen beachtet werden.

Daraus ergäbe sich, daß wir bei Einhaltung eines durch Punkt 3 gegebenen Höchstgewichtes das Steinformat nur um soviel größer machen dürfen, als wir durch irgendwelche Mittel das Steingewicht für die Raumeinheit verringern können. In dieser Richtung haben sich auch die Bedingungen auf der Materialseite geändert. Wir sind in der Lage, durch die fortgeschrittene Maschinentechnik poröses Material und Hohlsteinmaterial herzustellen mit einer beträchtlichen Gewichtsverminderung für die Raumeinheit.

Bei der Vergrößerung des Steins ist es nicht gleichgültig, in welcher der drei Dimensionen wir die Vergrößerung vornehmen. Nur selten haben wir es mit großen geschlossenen Flächen zu tun. Wir müssen für Fenster- und Türöffnungen, Eckenausbildung, Pfeiler- oder beispielsweise Stützenanschlüsse beim Stahlskelett in kurzen Abständen Unterbrechungen der geschlossenen Mauerwand vorsehen. Die Länge des Mauersteins müßte also im Idealfall das größte gemeinschaftliche Vielfache all dieser verschiedenen Mauerfelder darstellen. Das ist aber natürlich ausgeschlossen. Ohne weiteres ergibt sich aber hieraus die Forderung, die Länge des Steins nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehen zu lassen. Je länger der Stein, desto schwerer wird es sein, Anschlüsse herzustellen, ohne zu einem Behauen des Steins gezwungen zu sein. Je größer der Stein ist und zur Gewichtsverminderung Hohlräume aufweist oder aus porösem Material hergestellt ist, um so schwieriger ist sein Behauen. Gerade viele neue Materialien gehen hierbei zu Bruch.

Die Länge unseres Reichsformats von 25 cm scheint aus langjährigen, wenn auch zum Teil unbewußten Erfahrungen heraus unter den normalen Bedingungen ein günstiges Längenmaß darzustellen. Steine dieser Abmessungen finden wir schon zu römischen Zeiten. Allerdings waren damals auch zahlreiche längere Formate im Gebrauch, wobei zu bedenken ist, daß die alte römische Bauweise viel mehr mit geschlossenen Mauerflächen rechnen konnte.

Das Steinformat. Sind uns so in der Steinlänge aus praktischen Gründen enge Grenzen gezogen, so müssen wir das größere Steinvolumen durch eine Vergrößerung seiner Höhe und seiner Tiefe erreichen. Insbesondere ist der Gedanke verlockend, der Tiefe nach nur mit einem Stein auzukommen. Auch der Höhe nach sind uns ja in der Bemessung des Steins aus ähnlichen Gründen Grenzen gesetzt, wie sie für seine Verlängerung bestehen. Es ist interessant zu sehen, wie stark die Höhenabmessungen der Steine in der Geschichte schwanken, viel stärker als die Steinlänge. Dies ist vielleicht dadurch zu erklären, daß bei der Steinhöhe am leichtesten die Möglichkeit gegeben ist, sei es aus ästhetischen Gründen oder zur Bestimmung des Steingewichts, Änderungen vorzunehmen, die den Mauervorgang an und für sich wenig beeinflussen. Die Steintiefe kann zwar, wie oben vorgeschlagen, vergrößert werden, doch kann dies nur sprunghaft dermaßen erfolgen, daß mit einem Stein eine der üblich notwendigen Wandstärken erzielt werden kann. Bei der Vergrößerung der Steinhöhe ist dagegen weitester Spielraum gelassen, wenn

nicht die Möglichkeit der Mitverbindung des normalen Reichsformats für Anschlüsse gefordert wird.

Zahlreiche Vertreter der großformatigen Steine, die heute auf dem deutschen Markt sind, zeigen neben einer Grundform noch zahlreiche Sonderformen, die für die Eckenbildung, sowie Fenster- und Türenanschlüsse dienen sollen. So verlockend diese Sonderformen erscheinen, so vorsichtig muß man ihre Wirtschaftlichkeit beim Vermauerungsvorgang beurteilen. Die mit der Vermauerung eines größeren Formats verbundenen Vorteile können sehr leicht verlorengehen, wenn wir die Bereithaltung eines Sortiments verschiedener Sonderformate an der einzelnen Baustelle verlangen.

Es erscheint deshalb wichtig, bei der Konstruktion von großen Steinformaten zu beachten, daß sie in irgendeiner Form auf das Reichsformat abgestimmt sind, damit sie dann zusammen mit dem normalen Reichsformat zur Lösung jeder Maueraufgabe geeignet sind. Bei der Dimensionierung des Nationalsteins z. B. wurden diese Grundsätze beachtet. —

2. Das Dach.

Allgemeines. Die Versuche der letzten Jahre, das geneigte Dach durch eine vollkommene flache Abdeckung zu ersetzen, ergaben große Schwierigkeiten. Die technisch zweifellos mögliche einwandfreie Herstellung ist meist zu teuer. Für den Wohnhausbau ist die Flachdachrichtung daher schon wieder im Abflauen. Einen beachtlichen Vorteil hat diese Mode aber für das tiefere Verständnis der Funktion des Daches gebracht. Seine wesentlichen Aufgaben sind:

1. Als Hauptaufgabe der Schutz des Hauses gegen klimatische Einflüsse.
2. Verschiedene Nebenaufgaben.
3. Verschiedene Anforderungen an die Konstruktion.
4. Diese hat wirtschaftlichen Forderungen zu entsprechen.
5. Die Form soll auch gewissen künstlerischen Anforderungen genügen.

Von diesen fünf Punkten sollen hier namentlich die drei ersten besprochen werden.

1. Hauptaufgabe des Daches. Unter klimatischen Einflüssen sind vor allem Temperaturschwankungen und Niederschläge zu verstehen. Der Schutz gegen erstere setzt eine gewisse Wärmeisolierung voraus, die durch den Baustoff bzw. isolierende Luftschichten gegeben sein kann. Die alte Methode des Schutzes der Wohnräume durch einen Lagerraum unter der Dachhaut war jedenfalls billiger als durch die neuen Wärmeschutzmaterialien, wenn sich diese auch technisch bewähren.

Um die Niederschläge vom Hause abzuleiten, ist es das Natürlichste, diesem ein gewisses Gefälle zu geben. Das Dach soll auch die Umfassungsmauern schützen. Bei den Bauten der neueren Zeit, bei denen aus Geschmacksgründen das Dach oft hinter den Mauern erst angesetzt wird, hat mangelhafte Sorgfalt in der Abdichtung der Mauerkrone oft zu Feuchtigkeitsschäden geführt.

Schließlich soll das Dach, namentlich in geschlossenen Siedlungen, das Haus auch in Brandfällen gegen Flugfeuer schützen.

2. Die Nebenaufgaben des Daches. Die wichtigste ist die Entlüftung des Hauses sowohl beim Neubau als später im Gebrauch. Das Dach muß schädlichen Dünsten und Gasen den Weg nach außen gestatten.

Über die Frage der Lüftung herrscht noch vielfach Unklarheit. Man spricht z. B. von atmenden Wänden, durch Versuche ist aber nachgewiesen, daß der Luftdurchgang durch die Wände gegenüber Fenster und Türen eine untergeordnete Rolle spielt. Dagegen hat die innere Wandfläche eine wichtige Aufgabe beim Ausgleich der Luftfeuchtigkeit, indem sie bei zu hoher Feuchtigkeit des Inneren solche aufnimmt, bei zu geringer abgibt. Kann sie das nicht, treten Niederschlagserscheinungen mit allen ihren Folgen auf.

Ähnliches gilt vom Dach. Es darf weder undicht sein, sonst regnet es durch, aber auch nicht zu dicht, sonst bildet sich an der Innenseite Kondenswasser, das unter Umständen größeren Schaden anrichtet, als eindringender Regen. Das Dach soll vielmehr so dicht sein, daß es Regen und Schnee nicht einläßt, Ausdünstungen aber heraus läßt.

3. Anforderungen an die Konstruktion. Das Dach muß elastisch sein, um Veränderungen des Baukörpers durch Setzungen, Verschiebungen, Temperatureinflüssen folgen zu können. Auch die Erschütterungen des Straßenverkehrs sind zu beachten. Es sind also nicht nur die statischen Verhältnisse, die ruhenden Lasten zu berücksichtigen. In dieser Beziehung haben Steildach und Flachdach ganz verschiedene technische Grundlagen, die wieder auf die Wirtschaftlichkeit von Einfluß sind.

Bei dem Steildach haben wir eine aus Einzellamellen zusammengesetzte, in sich elastische Dachhaut, beim Flachdach eine starre Dachplatte, der man die Möglichkeit geben muß, unter Last bzw. Wärme Formveränderungen auszuführen, ohne den Baukörper darunter zu gefährden.

Im übrigen lassen sich große Flachdachflächen auch nicht ganz horizontal ausführen, sondern müssen ein gewisses Gefälle haben, um das Wasser abzuführen*). Andererseits kommen heute Dachziegel auf den Markt, mit denen Dächer mit nur 15° Neigung einwandfrei hergestellt werden können. Diese können also auch dem modernen Geschmack genügen.

Neben den Ansprüchen an die Elastizität stehen als nächst wichtige diejenigen nach sicherer Ableitung der Niederschläge. Dabei ist zu beachten, daß die Temperatur unter dem Dach im Inneren des Hauses und nahe der Traufkante recht verschieden sein kann im Winter, so daß Schnee auf dem Dache bereits schmilzt, während er in der Traufe eine Barriere findet. Sorgfältige Ausbildung der Traufe und des Schneefanges sind besonders wichtig.

Was die Form des Dachdeckungsmaterials anbetrifft, so haben sich die alten Formen des Tondachziegels behauptet. Auch Ziegel aus Asbestzement, Stahlblech usw. werden heute vorwiegend in der Form des alten gefalzten Dachziegels hergestellt. Aus dem alten Mönch- und Nonnendach, das zunächst durch den aus Frankreich kommenden Biberschwanz verdrängt wurde, ist heute ein verfalzter Tondachziegel als technisch hochwertiges Produkt entwickelt worden. Der Forderung nach vollkommener Elastizität kann das alte Verfahren der Abdichtung der einzelnen Schuppen durch Mörtel nicht entsprechen, während die Verfalzung eine gegenseitige Bewegung der Dachziegel ermöglicht, ohne die Dichtung aufzuheben, und dabei eine Lüftung nach außen gestattet.

Es ist eine noch vielverbreitete, aber irrtümliche Ansicht, daß das ideale Dach, aus einem vollkommen dichten Dachziegelmaterial, verlegt mit ebenso dichten Verfalzungen, also in einer vollkommen geschlossenen Dachhaut bestehe. Das ist namentlich in künstlich auszutrocknenden Neubauten nicht der Fall, denn wie soll dann die mit Wasser gesättigte Luft aus dem Dachraum entweichen, in den sie durch ihren Auftrieb hineinsteigt? An einem solchen dichten Dach muß sich vielmehr die Feuchtigkeit als Kondenswasser niederschlagen. Bei künstlicher Austrocknung müssen allerdings alle Dachluken geöffnet, im Notfall sogar provisorische Dachlüftungen angelegt werden. Erst später im Gebrauche des Hauses ist poröses Dachziegelmaterial allein in der Lage, den Feuchtigkeitstransport zu bewirken.

Es ist überhaupt ein Irrtum, daß ein Ziegel nicht porös sein soll und um so besser sei, je wasserundurchlässiger er sich erweist. Es stehen vielmehr den Vorteilen des wasserundurchlässigen Klinkers auch schwerwiegende Nachteile gegenüber. Der schweren Wasseraufnahme entspricht auch schwere Wasserabgabe und damit Frostempfindlichkeit. Eine wissenschaftliche Klärung der Zusammenhänge zwischen Porosität, Wasserdurchlässigkeit, Wasseraufnahme ist bisher noch nicht gegeben, jedenfalls lassen sich diese nicht unter ein einfaches Gesetz bringen. —

*) Erwähnt sei, daß die Hochbaudeputation in Frankfurt a. M. in letzter Zeit sich dahin entschieden hat, Flachdächer nicht mehr auszuführen wegen der hohen Herstellungskosten und der mit hohen Unterhaltungskosten gemachten schlechten Erfahrungen.

VERLAG: DEUTSCHE BAUZEITUNG G. M. B. H., BERLIN
FÜR DIE REDAKTION VERANTWORTLICH: FRITZ EISELEN, BERLIN
DRUCK: W. BÜXENSTEIN, BERLIN SW 48