

KONSTRUKTION UND BAUAUSFÜHRUNG

MASSIV-, EISENBETON-, EISEN- UND HOLZBAU

SCHRIFTLEITUNG: REG.-BAUMEISTER a. D. FRITZ EISELEN

Alle Rechte vorbehalten. — Für nicht verlangte Beiträge keine Gewähr.

Neuere wasserwirtschaftliche Grundsätze und Bauformen der Wasseraufspeicherungen.

Von Ob.-Reg.- u. Baurat Mattern, Prof. a. d. Techn. Hochschule zu Berlin. (Schluß aus No. 21. Hierzu die Abb. S. 181.)

Bisher hatten wir uns mit Zweck, Entwicklung und Methoden der Wasseraufspeicherung befaßt und kommen nunmehr zu den Bauformen und neueren Auffassungen darüber. Zunächst seien einige technisch-geologische Betrachtungen vorausgeschickt:

1. Technisch-geologische Forderungen an den Untergrund sind: dieser muß dicht und fest sein. Im Gebirge soll es Felsgestein sein, aber auch hier liegen oft Gründungsschwierig-

keiten vor. Im Flachlande ist dichter Untergrund (Ton, Lehm) erforderlich. Es besteht die Gefahr von Wasserverlusten im Sandgelände (Mark, Pommern). Die Erfahrungen mit den Aufspeicherungen im sandigen Gelände Pommerns sind günstig. In der Roßnower Anlage hat sich im Jahre 1922 die Füllung des Staubeckens in wenigen Wochen vollzogen. Das ist eine neue durch die Pommer'schen Stauungen gewonnene Erkenntnis, die Zweifel beseitigt hat und für die Weiterentwicklung der Wasseraufspeicherungen im Flachlande von größter Bedeutung ist.

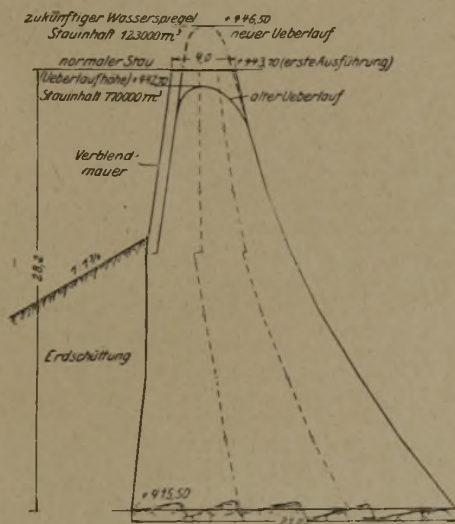


Abb. 10. Querschnitt der Mauer vor der Erhöhung.

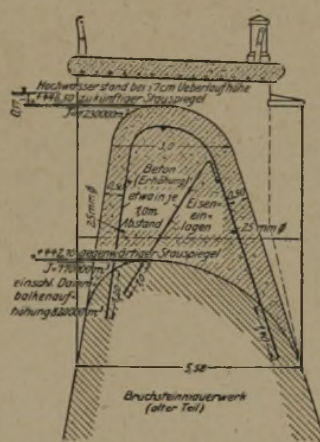


Abb. 11. Querschnitt der Erhöhung.

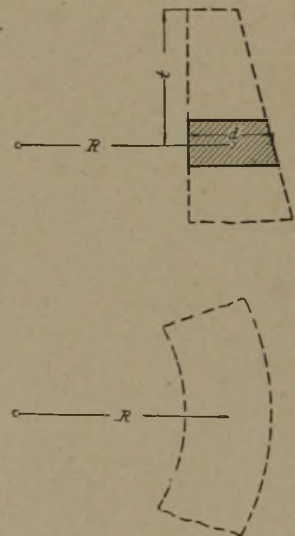


Abb. 12 (rechts oben). Bogenwirkung der Mauer.

Die Beanspruchungen sind nach der Ringspannungsformel $\sigma = \frac{R \cdot t}{d}$ zu berechnen. Darin ist d die Stärke der Mauer in irgend einer Tiefe in m. R der Krümmungshalbmesser der Mauer in m, t der Wasserdruck in der zugehörigen Tiefe in t/m^2 , σ die Beanspruchung des Baustoffes in t/m^2 .

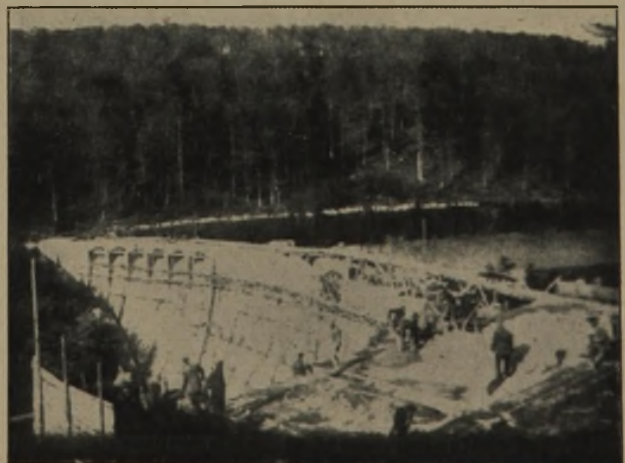


Abb. 13 u. 14. Aufhöhung der Nordhausener Talsperre während der Ausführung. (Fertige Talsperre vor der Erhöhung Abb. 1 in Nr. 21)

2. Grundsätzliches zur Lage der Sammelbecken: a) im Flußlauf; ist das Gewöhnliche in nicht schotterführenden Flüssen, b) seitlich des Flußlaufes. Die Erkenntnis von der Verschlämmung der Stauweiher in Bayern hat zu der Notwendigkeit geführt, die Becken tunlichst seitlich neben den Flußläufen herzustellen. Am Sallachwerk (Staubecken $J=2$ Mill. cbm) ist die gemessene Ablagerung jährlich = 200 000 cbm .

Dieser Ausweg hat die Pläne für Talsperren in Bayern erst aufkommen lassen, da auf diese Weise die Verschotterungsgefahr hintangehalten oder gemindert wird. Bei den Stauanlagen in der Schweiz wird der gleiche Grundsatz wie in Oberbayern verfolgt, die Staubecken außerhalb der eigentlichen Flußläufe anzulegen und das Speicherwasser den in den Bergen gebildeten Stauseen durch Tunnelanlagen zuzuführen.

3. Die Bauweise: a) Massiv, b) Staudämme, darf im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden. Beide Bauarten sind geschichtlich begründet. Die wichtigsten Punkte seien nachstehend besprochen.

a) Ausbildung der Staumauern. Grundsätze der Berechnung für massive Staumauern.

Die alten Standsicherheitsbedingungen (vgl. Abb. 15 u. 16, S. 179; de Sazilly, klassisches Beispiel: Fürenstalsperre) sind:

1. Drucklinie muß bei gefülltem und leerem Becken im mittleren Mauerdrittel liegen, damit kein Zug im Mauerwerk entsteht (Navier).

2. Die Spannungen dürfen die zulässigen Beanspruchungen nicht überschreiten.

3. Es muß Sicherheit gegen Gleiten (Abscheren) vorhanden sein $N \cdot f = W$; $f = 0,75$ ($N = \Sigma V = \text{lotrechter Druck}$, $W = \text{Wasserdruck}$).

Diese Bedingungen, nur in schärferer Durchdringung und Ergänzung nach Maßgabe theoretischer Erkenntnis, sind auch heute noch gültig.

Die neueren Gesichtspunkte (Abb. 15, S. 179) betreffen vor allem den Unterdruck (Auftrieb, Sohlendruck), der bei älteren Anlagen in der Regel nicht berücksichtigt ist. In gewissem Umfange wurde auf den Unterdruck zuerst bei der Solinger Talsperre (1901—1903), später in Marklissa und Mauer (Schlesien 1905—1912) Rücksicht genommen. Die ganze Frage ist endgültig noch nicht geklärt. Versuche mit Manometer (Oester, Möhne, Lister, Waldeck) ergaben Unterdruck. Zu unterscheiden ist: Höhe des Druckes und Größe der Druckfläche. Beides ist verschieden je nach Beschaffenheit des Untergrundes. Für die Druckhöhe ist die übliche Annahme bei nicht entwässerter Sohle: Trapez, Wasserseite = h , Luftseite = $0,5 h$ ($h = \text{Stauhöhe}$). Bei entwässerter Sohle: Dreieck, Wasserseite = h , Luftseite = 0 . Für die Druckfläche wird gesetzt: nach vielfacher Annahme die volle Fläche F . Doch ist das als eine unmögliche Annahme anzusehen. Nach meinen Beobachtungen beim Bau von Talsperren beträgt die Druckfläche = 5 bis 10, im Maximum 20 v. H. der Gesamtgrundfläche. Bei größerer Undichtigkeit und Klüftigkeit ist der Fels als ungeeignet zur Gründung anzusehen. Die Kerntheorie bleibt dabei gültig: die Drucklinie darf nicht aus dem mittleren Drittel heraustreten. Eine planmäßige Entwässerung der Gründungssohle der Sperrmauern ist zweckmäßig.

Bezüglich der Beanspruchungen gilt Folgendes:

Randspannungen. Bisher werden meist nur lotrechte Beanspruchungen berücksichtigt, jene in den äußersten Randfasern des Querschnittes gleichlaufend mit der Begrenzung. Die Randspannungen können gleich dem 2— $\frac{1}{2}$ fachen der lotrechten Beanspruchung, je nach Neigung der äußeren Mauerböschung, werden, wobei eine Randbeanspruchung bis 30 kg/cm^2 zulässig erscheint, falls Festigkeitsproben vorgenommen werden.

Die Gleitsicherheit (Scherfestigkeit) ist bisher meist viel zu wenig beachtet. Ausgeführte Mauern sind meist nicht gleitsicher. Weshalb halten sie dennoch? Neben Gleiten kommt Scherfestigkeit zur Wirkung (Auszackung der Gründungssohle und Anmauern am luftseitigen Fuß). Doch kann in schlechtem Felsgrunde lediglich Gleitwiderstand in Betracht kommen. Man hat dafür zwei Bedingungen; Sohle b breit und Eingriff h_1 weniger tief (Abb. 16, S. 179) oder Sohle schmal und Eingriff tief. Der Eingriff in Fels sollte aber mindestens 2 m sein. Kostenvergleiche müssen diese wirtschaftliche Frage entscheiden. Auf alle Fälle sollte man von den Vorteilen der Anmauerung Gebrauch machen. Diese Forderungen sollten bei keinem Entwurfe heute unbeachtet bleiben.

Die Einwendungen gegen die Schwergewichtsmauer sind folgende:

1. Ungenügende Ausnutzung des Widerstandsvmögens des Materials; nur das Gewicht der Masse wird genutzt.

2. Große Massen, infolgedessen hohe Kosten bei an sich schon starker geldlicher Belastung derartiger wasserwirtschaftlicher Unternehmungen.

Neue Vorschläge für Staumauern.

Ausführungen in Eisen. Einige Ausführungen finden sich in Amerika. Die Gefahr liegt im wasserseitigen Fußpunkt, wo sich der ganze Wasserdruck auf knapper Stelle häuft.

Aufgelöste Bauweise: In Mauerwerk oder Eisenbeton, eine bessere Ausnutzung des Materials wird angestrebt, vor allem durch Zug (Platten- oder Gewölbewirkung). Erste Ausführungen finden sich in Amerika, neuerdings besonders in Italien. (Tiriosperre in Sardinien. 416 Mill. cbm , Höhe 61 m.) Diese Bauweise ist bis 87 m Höhe ausgeführt. In Deutschland ist als erste die Vöhrenbach-Talsperre im Schwarzwald in dieser Bauweise hergestellt ($J=1,1$ Mill. cbm , $H=29$ m, Bogen der Einzelgewölbe $R=5,2$ m, Pfeilerstärke 1,70 m, Grundriß gradlinig). In ungesund rascher Weise ging die Entwicklung bis zur Gleno-Katastrophe²⁾.

Nachteile: Klimatische Verhältnisse und Witterungseinflüsse wirken ungünstig (Risse). Es werden hohe Anforderungen an Festigkeit und Wetterbeständigkeit des Materials gestellt (Werksteine oder in Beton-Eiseneinlagen nötig). Sorgfältigere Herstellung als bei Massenmauerung in vollem Querschnitt wird erforderlich. Als Vorteil ist hervorzuheben, daß ein nennenswerter Auftrieb sich nicht entwickeln kann. Genaue Ermittlungen haben ergeben, daß aufgelöste Mauern keine Kostenersparnis bringen, denn gegenüber der Ersparnis am Mauerwerk fällt teure Herstellung, Gerüstbau und Einschalung ins Gewicht. Daran ändert auch nicht die Behauptung amerikanischer Ingenieure³⁾, daß eine Schwergewichtsmauer ein wirtschaftliches Verbrechen sei.

Ich ziehe folgende Schlußfolgerungen:

1. Talsperren mit aufgelöstem Querschnitt sollte man im Grundriß nicht bogenförmig, sondern in gerader Linie bauen,

2. nicht in kaltem, sondern nur in gemäßigttem Klima errichten.

3. Kostenersparnis bei aufgelösten Mauern ist im allgemeinen nicht zu erwarten.

4. Man sollte versuchsweise mit kleinen Höhen vorgehen⁴⁾.

Über die in der letzten Zeit in der Literatur in Vorschlag gebrachten Bauweisen, die Sperrmauern zellen- oder bienenwabenartig auszubauen, will ich nicht eingehen, da sie sowohl vom Standpunkt der Theorie als auch besonders dem der Praxis des Tal-

¹⁾ Vgl. Deutsch. Bztg. Betonbeilage Jhrg. 1922, S. 97 ff. mit zahlreichen Abbildungen. —

²⁾ Vgl. Deutsch. Bztg., Konstrukt.-Beilage Jhrg. 1924, S. 113 ff. —

³⁾ Proceedings of the American Society, März 1924, —

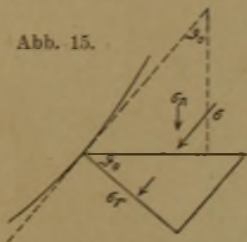
⁴⁾ Vgl. auch meine Darlegungen im Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, Band Talsperren. Leipzig 1913 S. 335 u. 341. Ferner Zentralblatt der Bauverw. 1924, S. 171. —

sperrenbaues einem verantwortungsvollen Ingenieur in den bisher vorgebrachten Formen zunächst noch nicht vertretbar erscheinen können. Ebenso gehe ich nicht ein auf amerikanische Ausführungen mit gleichbleibendem Halbmesser von Krone bis Fuß oder gleichbleibendem Zentriwinkel, wobei im Grunde der Halbmesser immer kleiner wird mit zunehmender Bogenwirkung⁵⁾.

Stand der Frage der aufgelösten Bauweise in Italien. Man könnte Italien nach der Entwicklung der letzten Jahre bezeichnen als das Land der aufgelösten Bauweise. Eine amerikanische Zeitschrift (Proceedings) schreibt im März v. J.: In Italien ist die Schwergewichtsmauer ein Ding der Vergangenheit. Demgegenüber wird interessieren, darüber einiges Neuestes zu hören aus Mitteilungen des

Bogen- oder Gewölbewirkung. Ein weiterer Vorschlag geht dahin, die Bogenwirkung in den im Grundriß gekrümmten Talsperren auszunutzen. Diese Wirkung ist an sich bekannt, aber bisher bei deutschen Sperrmauern rechnerisch nicht berücksichtigt. Sie wurde als Sicherheitsreserve angesehen. Im Auslande — besonders Amerika — bestehen eine Reihe von Talsperren, die lediglich als Gewölbe tragen, nicht als Stützmauern.

Die Zeit drängt, das gesamte Widerstandsvermögen der Baukörper auszunutzen. In den gekrümmten Sperrmauern tritt zusammengesetzte Wirkung auf: Stützmauer und Bogen. Genaue rechnerische Behandlung ist nur möglich mit Hilfe der Elastizitätstheorie. Jeder Teil trägt seinen Anteil nach Maßgabe der Konstruktion. Meist erfolgt mit aus-



$$\sigma = \sigma_r \cdot \cos 9_0$$

$$\sigma_n = \sigma \cdot \cos 9_0 = \sigma_r \cdot \cos^2 9_0$$

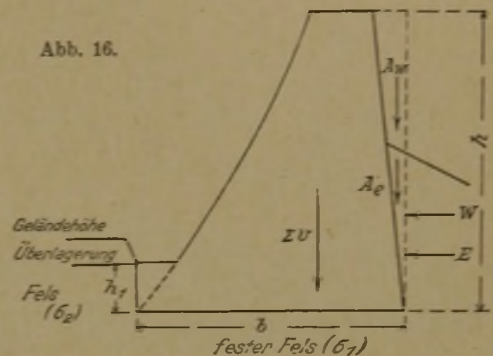
$$\sigma_r = \frac{\sigma_n}{\cos^2 9_0}$$

Die
Randspan-
nungen

Zu Abb. 16.
Gleitsicherheit

- ΣV = Gewicht der senkrechten Lasten.
 W = Wasserdruck.
 E = Erddruck.
 σ_1 = Scherfestigkeit der Mauersohle.
 σ_2 = Druckfestigkeit der Felswand.
 f = Reibungswert = 0.75

Abb. 16.



Gleichgewichtsbedingungen zu Abb. 16. 1) $\Sigma V \cdot f + \sigma_2 \cdot h_1 \geq W$; 2) $b\sigma_1 + \sigma_2 \cdot h_1 \geq W$.

Prof. Fantoli in Mailand an mich. Ende 1923 wurde dort eine staatliche Kommission ernannt, um nach der Katastrophe von Gleno alle fertigen, im Bau und im Entwurf begriffenen Talsperren zu prüfen. Etwa 20 große Talsperren nach aufgelöster Bauweise waren in Ausführung oder im Begriff begonnen zu werden.

Alle alpinen Talsperren dieser Art und fast alle in den Appenninen sind infolgedessen in Schwergewichtsmauern umgewandelt worden.

Nur wenige Sperren kleineren Stauinhalts nach der Reihengewölbe-Bauweise sind geblieben.

Interessierte Anhänger dieser kühnen Bauweise fehlen in keinem Lande, aber in Italien waren sie scheinbar zahlreicher als anderwärts, und es war ihnen gelungen, die öffentliche Meinung einzunehmen. Wenn der Gleno-Vorfall sich nur um ein Jahr verzögert hätte, wäre dort die Lage für immer festgelegt worden.

Wir erkennen hiernach, daß man in Italien den Bau von Talsperren in aufgelöster Bauweise im wesentlichen eingestellt hat, und ohne heute näher auf die Gründe einzugehen, über die sich Prof. Fantoli als Mitglied der erwähnten Kommission inzwischen geäußert hat, darf man doch aus dieser Tatsache schließen, daß nach der Gleno-Katastrophe grundsätzlich andere Auffassungen über die aufgelöste Bauweise Platz gegriffen haben, als sie bisher galten. Man sollte meinen, daß dies in Anbetracht der infolge dieser Vorgänge erneuten lebhaften Erörterungen zum Nachdenken Anlaß gibt.

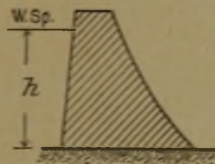
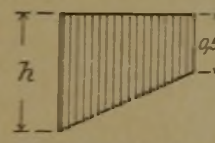


Abb. 17. Annahmen über
Unterdruck bei Talsperren.



nichtplanmäßige
Sohlenentwässerung

planmäßige
Sohlenentwässerung

Annahme über die Höhe
des Unterdrucks nach
Messungen an westdeut-
schen Talsperren.

Gedrückte Fläche =
volle Grundfläche

Annahme des Verfassers über Höhe und Druck-
fläche bei geschlossener Beschaffenheit des Fel-
sens. Druckhöhe = Stauhöhe von Gründungs-
sohle ab. Gedrückte Fläche = 20 v. H. der Grund-
fläche. Sohlenentwässerung in jedem Falle erwünscht.

reichender Sicherheit näherungsweise Berechnung nach der Ringspannungsformel. Das Gewicht der Mauer wird dabei vernachlässigt. Voraussetzung für Bogenwirkung ist kleiner Halbmesser, $R < 150 \text{ m}$. Die Untersuchung des Widerstandsvermögens der Baukörper auf zusammengesetzte Festigkeit ist geboten.

Diese Angelegenheit sei kurz besprochen an der Hand der Erhöhung der Nordhausener Talsperre, bei der die Gewölbewirkung zum erstenmal in Deutschland ausgenutzt worden ist.

Die nachträgliche Aufhöhung von Talsperren ist schwierig. Da die Becken anfänglich viel-

fach zu klein angelegt wurden, so ist dies eine Warnung für die Zukunft. Technisch ist die Erhöhung meist schwer durchzuführen, wenn man die oben erwähnten Standsicherheitsbedingungen wahren will. Es sind verschiedene Lösungen durchgeführt worden. Die Lennep-Mauer ist durch Abstützung mittels Pfeiler und Bögen an der Luftseite erhöht. An der Ennepe-Talsperre ist gegenüber dem stärkeren Wasserdruck das Eigengewicht der Mauer durch Aufsetzen eines Mauerklotzes vermehrt. In Assuan hat man die Mauer durch Dahintersetzen einer zweiten Mauer verstärkt und Eiseneinlagen zwischen altem und neuem Mauerwerk eingefügt (Aufhöhung um 5 m).

In Nordhausen ist nun folgendermaßen verfahren: Die alte Mauer zeigt Abb. 1 in Nr. 21, außerdem das alte und neue Profil Abb. 10, S. 177. Die Erhöhung dieser Talsperre, die in den Jahren 1904/05 aus finanziellen Gründen zu klein hergestellt

⁵⁾ Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1922, S. 470. —

wurde, ist nach einem Vorschlage des Verfassers in Eisenbeton ausgeführt und auf Unterdruck, Randspannungen und Gleiten berechnet worden. Die Eisen sind im alten Mauerwerk verankert (Abb. 11, S. 177)¹⁾. Der Halbmesser der Mauer ist 125 m. Die Beanspruchungen lagen an sich in den zulässigen Grenzen. Doch ist als zweite Sicherheit Bogenwirkung in Rechnung gestellt (vgl. Abb. 12, S. 177, und die Bemerkungen dazu). Die Abb. 13 u. 14, S. 177, zeigen die Bauausführung 1921/22.

b) Ausbildung der Staudämme.

Bei richtiger Ausführung sind Staudämme ebenso sicher wie Mauern. Ihre Höhe ist an sich unbeschränkt, sie sind bis 90 m ausgeführt. Die höchste Sperrmauer hat 107 m (Arrowrock).

Mauern stehen auf Fels, Dämme auf dichtem Erd-

(Abb. 25, S. 181). Der Verlauf der Gefällslinie erfährt bei wasserseitiger Abdichtung einen Bruch. Näheren Aufschluß geben darüber die bei Pommer'schen Staudämmen angestellten Beobachtungen an im Dammprofil eingesetzten Standrohren.

Die Betriebseinrichtungen werden tunlichst außerhalb des Dammkörpers gelegt.

Die Hochwasserentlastung ist eine außerordentlich wichtige Frage. In erster Linie werden freie Überfälle angeordnet, die jederzeit offen sind, neuerdings auch Schützenzüge und Heber, die jedoch durch Erfahrungen noch nicht bewährt sind.

Ein doppelter Abschluß ist dort nötig, wo Durchgänge durch den Damm durch Schieber, Schützen usw. abgeschlossen sind (Abb. 29, S. 181).

Ein Rückblick in die Vergangenheit gibt uns Verständnis für die Fragen der Gegenwart und Zukunft. Der

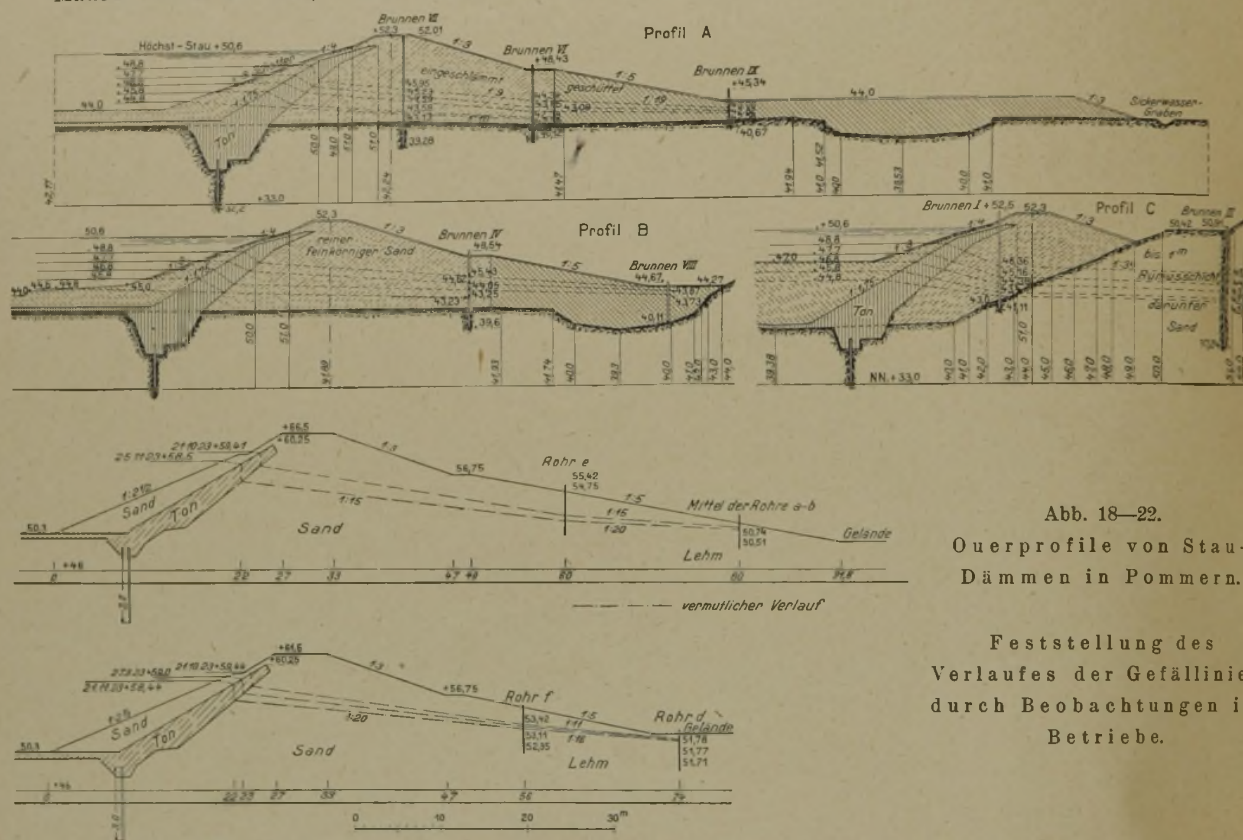


Abb. 18—22.

Querprofile von Staudämmen in Pommern.

Feststellung des Verlaufes der Gefällslinien durch Beobachtungen im Betriebe.

untergrund. Die Kosten der großen Schüttmassen begrenzen die Staudammhöhe. Örtliche Bedingungen können maßgebend sein, z. B. Bodengewinnung aus dem Aushub von Werkkanälen.

Die Bauweise zeigen die Abb. 18—31, S. 181 für verschiedene Verhältnisse. Als Abdichtung werden verwendet: Schürze oder Kern in Beton oder Ton. Beide Arten haben sich bewährt. Als Abdichtung im Untergrunde dienen: Herddamm bis zu 10 m Tiefe oder Spundwände (eiserne, Abb. 23 u. 28). Oft wird die Talsohle oberhalb durch eine Tonlage abgedichtet (Abb. 27, S. 181).

Nach neueren Auffassungen ist für den Verlauf der luftseitigen Böschung die Gefällslinie (zwischen gestautem und Luftwasserstand) maßgebend. Diese ist aber nur gültig für gleichmäßige Bodenschüttung

Überblick, den ich gegeben, zeigt uns eine ständige Entwicklung des Aufspeicherungsgedankens auf hydrographischer, wissen- und wirtschaftlicher Grundlage.

Die theoretische Querschnittsgestaltung der Tal Sperren hat seit Beginn dieses Jahrhunderts eine starke Vertiefung erfahren. Die Berechnungsweise ist heute noch keineswegs endgültig geklärt. Bisher sind nur statische Zustände berücksichtigt. Es scheint, daß die Elastizitätstheorie berufen ist, weitere Klärung zu bringen. Man wird auch die elastischen Formenänderungen der Baustoffe beachten müssen.

Die Gegenwart kennzeichnet sich durch ein lebhaftes Suchen nach neuen Formen sowohl der wasserwirtschaftlichen wie der baulichen Gestaltung auf der Grundlage der Wirtschaftlichkeit und der besten Wasser- und Baustoffausnutzung. —

Wiederkehrende wärmetechnische Mängel in Wohnhausbauten.

Von Ingenieur Flüge, Wittenberg. (Hierzu die Abb. S. 183.)

Die Wärmewirtschaftsfragen des gesamten Wohnungswesens sind in den fachmännischen Kreisen des Hochbaues bedauerlicherweise im allgemeinen nur in geringem Maße bekannt, weshalb sich in den Wohnhäusern mit wenigen Ausnahmen in wärmetechnischer Hinsicht zahlreiche Fehler und Mängel vorfinden.

¹⁾ Näheres Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure 1922, S. 613 —

Letztere sind oftmals auf die Warmhaltung der Räume von so tiefgreifendem negativen Einfluß, daß der Aufenthalt darin wegen vorhandener Zugluft und eindringender Kälte das größte Unbehagen, Krankheiten und dauerndes Siechtum der Bewohner hervorruft. Diese Nachteile sind meistens auch nicht durch beste Heizanlagen und deren intensivste Bedienung auszugleichen; ist es doch keine seltene Erscheinung, daß die Bewohner auf einer



Abb. 28. Abdichtung durch Tonkern und Spundwand.

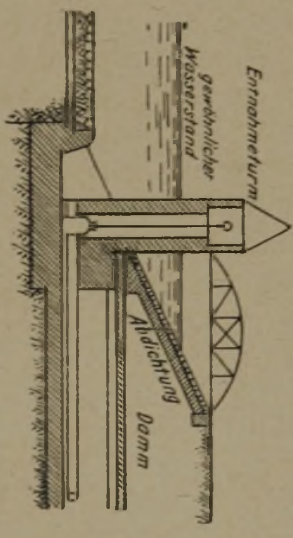


Abb. 29. Entnahme-Schacht außerhalb des Dammkörpers.

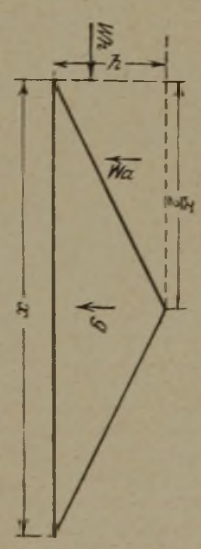


Abb. 30. Berechnung der Gleitsicherheit von Staudämmen.

G = Dammgewicht, W_h = Wasserdruck
 x = Dammbreite, μ = Reibungswert
 W_a = Wasserauflast, zu Gunsten des
 Sicherheitsgrades vernachlässigt, dann ist:

$$\mu \cdot G \geq W_h; G = \frac{h \cdot x}{2} (\gamma_0 - \gamma);$$

$$W_h = \gamma \cdot \frac{h^2}{2}; \gamma = 1, \gamma_0 = 1,5$$

$$\text{für } \mu = 0,5 \text{ wird } x \geq 4h$$

$$\text{Böschung } \geq 1:2$$

$$\text{für } \mu = 0,25, \text{ wird } x \geq 8h$$

$$\text{Böschung } \geq 1:4$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

$$\text{(durchfester Damm),}$$

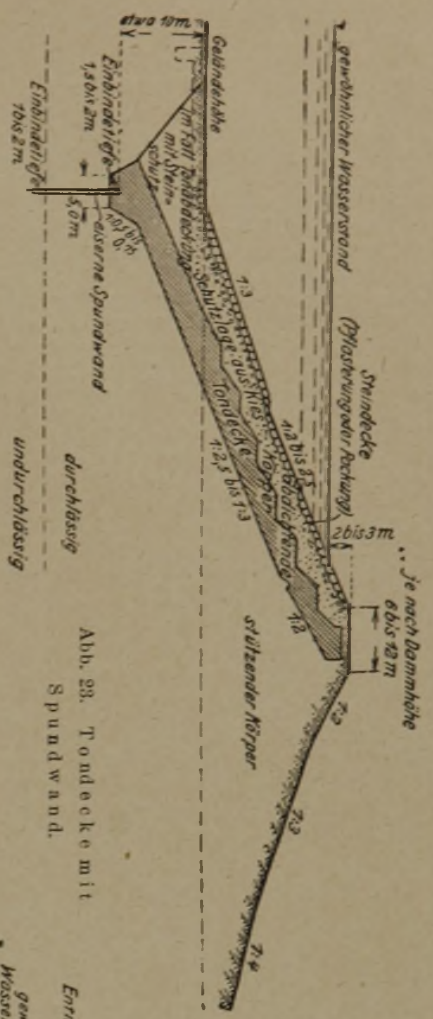


Abb. 23. Tondecke mit Spundwand.

Abb. 24 (linke), Tonkern am wasserseit. Fuß nach Art einer Herd mauer.

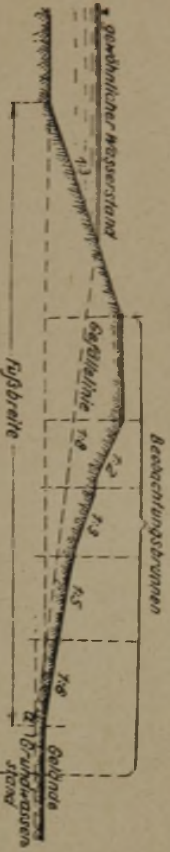


Abb. 25. Gerade Gefällinie im reinem Erdamm.

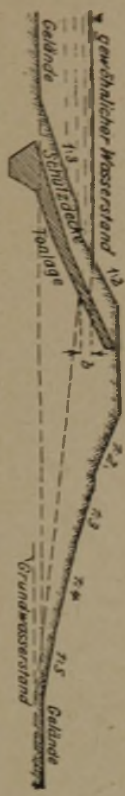


Abb. 26. Durch die Tonlage gebrochene Gefällinie.

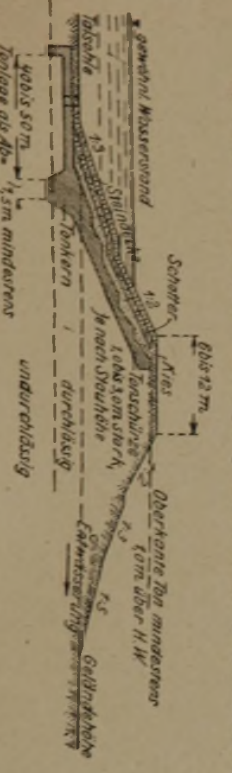


Abb. 27. Tonschürze mit anschl. Abdeckung der Talsohle.

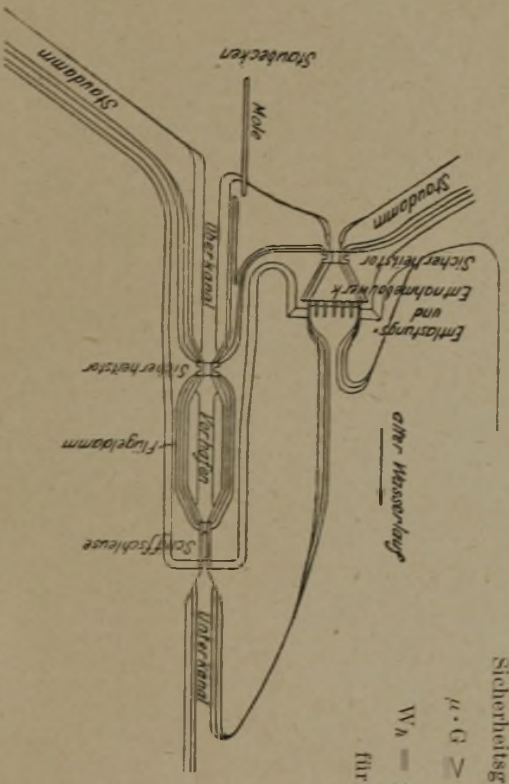


Abb. 31. Lageplan des Stauwerkes mit Ausbau für den Schiffsverkehrsverkehr.

Abb. 23-31. Staudamm mit Schiffschleuse, Entlastungs- und Entnahme-Bauwerk mit Sicherheilstor.

Seite vor Kälte, auf der anderen Seite vor Wärme Schutz suchen müssen.

Zu den gesundheitlichen Schäden kommen als weiterer Übelstand die finanziellen Aufwendungen für den Mehrbedarf an Heizstoffen, die für sich betrachtet allein in keinem Verhältnis zu jenen Kosten stehen, die eine bessere wärmetechnische Durchbildung des gesamten Wohnhauses über die tatsächlich geleisteten Ausgaben hinaus erfordert hätte.

Zuweilen liegen allerdings die Fehler so offenkundig zu Tage, daß mangelhafte Kenntnis ihres Einflusses auf die Warmhaltung des Hauses bei den verantwortlichen Bausachverständigen kaum anzunehmen ist und vielmehr das Bestreben vorzuherrschen scheint, die Baukosten ohne Rücksicht auf das Wohlbefinden der Bewohner recht niedrig zu halten. Anders läßt sich beispielsweise kaum die Wahl von Betonfußboden zwischen T-Trägern, von einfachen Fenstern an der Wetterseite und anderes mehr erklären. Da die Baukosten die natürliche Grundlage für die Höhe des Mietzinses für abzuvermietende Wohnungen bilden und letztere niedrig zu halten, andererseits recht viel daran zu erübrigen, das verständliche Bestreben des Hausbesitzers ist, ist vorgenannte Erscheinung bei Miethäusern fast allgemein zu beobachten.

Die Mängel sind im wesentlichen immer wieder dieselben. Es erscheint daher angebracht, das Augenmerk auf sie zu lenken und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung beim Bau des Hauses bzw. zu ihrer nachträglichen Beseitigung an fertigen Häusern aufzuführen. Natürlich muß angestrebt werden, auch für derartige Verbesserungen die Kosten auf ein Mindestmaß herabzudrücken; andernteils wird der größte Teil der Mieter, und zwar der verständigere, bei entsprechender Aufklärung gern eine ein wenig höhere Miete zu zahlen bereit sein, wenn er sich überzeugt, eine leicht zu erwärmende, leicht warmzuhaltende und somit gesunde Wohnung zu erhalten. Denn Wohlbehagen läßt sich nur in einer angenehm durchwärmten Wohnung empfinden.

Da bildet zunächst der Erkervorbau einen wärmetechnisch recht wunden Punkt des Wohnhauses. Sein Wärme entziehender Einfluß auf das zugehörige Zimmer ist allgemein bekannt, gibt Anlaß zu ewig gleichbleibender Klage über schwere Heizbarkeit des Zimmers und wird als etwas Selbstverständliches hingenommen, das angeblich auf den Windanfall auf die kaum 1 m tiefe Auskragung des Erkers und auf die durch zwei kurze Seitenwände gebildete Verlängerung der Außenwand und die damit verknüpfte verstärkte Wärmeabgabe an die Außenluft zurückzuführen sei (s. Abb. 1 u. 2, S. 183). Der Wind findet jedoch an einer Querwand des Erkers wegen ihrer kleinen Abmessungen nur eine verhältnismäßig kleine Angriffsfläche und kann daher nicht in dem Maße die Abkühlung des Zimmers bewirken, in dem diese tatsächlich erfolgt. Ebenso wenig würden die kurzen Querwände sowie Fußboden und Decke des Erkers in dem auftretenden Maße Wärme leitend an die Außenluft abgeben, wenn sie die wärmetechnischen Eigenschaften der sonstigen Bauteile des Hauses besäßen. Weil letzteres nicht der Fall ist, weil Wände, Decke und Fußboden des Erkers in wärmetechnischer Hinsicht von dem Baumeister nachlässig behandelt wurden, entziehen sie dem Zimmer so ungemein viel Wärme und machen den Aufenthalt darin um so ungemütlicher, je näher er sich dem Erker abspielt.

Betrachten wir einmal die allgemein übliche bauliche Ausführung des Erkers (s. Abb. 1 u. 2).

Der Unterboden des Fußbodens besteht aus Stampfbeton zwischen einem auskragenden Trägergerippe, über dem die Fußbodenbretter auf Unterlagshölzern liegen. Zwischen den Brettern und dem Beton ist meist eine schwache Sandfüllung eingebracht. Diese Ausführung wurde über darunter befindlichem Keller, in dem die Temperatur 0° Wärme nie unterschreitet, allenfalls genügen, wenn sie auch nicht gerade als vorzüglich bezeichnet werden könnte. Bei einem Erker, der zuweilen von Kälte von mehr als -20° C bespült wird, ist sie ungenügend.

Die Wände sind, um die Auskragung nur möglichst wenig zu belasten, 25 cm stark aus Lochsteinen ausgeführt. Für Umfassungswände aus Ziegelsteinen ist eine Stärke von 25 cm wegen zu starken Wärmedurchganges grundsätzlich als zu schwach zu betrachten. Als Mindestanforderung gilt in dieser Hinsicht eine beiderseits verputzte 38 cm starke Ziegelsteinvollwand. Der Wärmedurchgang durch die bei Erkerwänden übliche 25 cm starke Wand aus Hohlsteinen ist nicht als geringer, sondern eher als stärker zu bewerten als eine gleich starke Normalziegelwand, da in den Bindersteinen und den Eckausbildungen die Hohlung der Steine rechtwinklig zur Mauer verläuft, so daß hier der Wärmeausgleich zwischen der Außen- und Innenluft

nur durch die beiderseitigen Putzschichten und der dazwischen eingeschlossenen Luft behindert wird. Der Wärmedurchgang ist infolgedessen wie auch die Wärmeentziehung aus dem Zimmer sehr hoch.

Die Decke des Erkers, die in Abb. 1 gleichzeitig den Fußboden eines im höheren Geschoß gelegenen Balkons bildet, besteht in der Regel aus dichtgestampftem Kiesbeton zwischen einem Eisenträgergerippe und darüber befindlichem Zementestrich. Derartige Kiesbeton ist wie auch der Zementestrich sehr wärmeleitend, weshalb durch ihn in starkem Maße die Wärme an die Außenluft abgegeben wird. Die Ausbildung der Decke muß daher als äußerst mangelhaft bezeichnet werden.

Fußboden, Wände und Decke des Erkers lassen sich ohne erhebliche Kosten wärmetechnisch günstiger ausbilden, wenn entsprechende Sorgfalt aufgewendet wird.

Für die Betonunterlage des Fußbodens sollte man anstatt eines dichten Kiesbetons besser einen Schlacken- bzw. Bims Kiesbeton wählen. Sowohl Schlacken als auch Bims Kies sind sehr porös und daher infolge der eingeschlossenen Luft besser isolierend. Die Sandzwischenlage zwischen dem Betonunterboden und dem Holzfußboden ist, wie bereits bemerkt, mangelhaft und wird gleichfalls besser durch abgelagerte und gesiebte Schlacke oder durch Bims Kies ersetzt (s. Abb. 3). Eine sehr erhebliche Verbesserung läßt sich dadurch erreichen, daß über vorgenanntem Schlacken- bzw. Bimsbeton unmittelbar unter den Holzfußboden wasserabweisend imprägnierte Platten aus Kork oder Torf gelegt werden. Der Wärmedurchgang solcher Stoffe ist außerordentlich gering und entspricht bei einer Plattenstärke von 3 cm etwa demjenigen einer 38 cm starken Ziegelsteinmauer (s. Abb. 4). Ein derart konstruierter Fußboden ist wärmetechnisch einwandfrei und wird nie Anlaß zur Klage geben.

Für die Erkerwände werden in der Regel wegen ihres geringen Gewichtes und des geringen Wärmedurchganges lochporöse Ziegelsteine verwendet. Bedauerlicherweise werden die wärmetechnisch verhältnismäßig günstigen Eigenschaften des Baustoffes insofern vom Maurer gewöhnlich vernachlässigt, als die Lochsteine auch als Binder, in Eckausbildungen usw. verwendet werden. Dadurch gehen die guten Eigenschaften der aus solchen Steinen errichteten Wand wieder verloren. Die Verlegung von Lochsteinen muß senkrecht zur Mauer grundsätzlich vermieden werden. Nötigenfalls müssen für diesen Zweck Steine anderen Materials zur Verfügung stehen. Rheinische Schwemmsteine haben etwa gleichen wärmetechnischen Wert wie lochporöse Ziegelsteine. Da sie nicht gelocht sind, können sie im Gegensatz zu letzteren auch als Bindersteine verwendet werden. Ein wegen seines geringen Wärmedurchganges für die Erkerwände ganz vorzügliches Material ist der aus Molererde hergestellte Sterchamolstein^{*)}. Er wird für besonderen Bedarf in verschiedenen Härtegraden und mit verschieden hoher Wärmeleitfähigkeit hergestellt. Je geringer sein Härtegrad, desto kleiner seine Wärmeleitfähigkeit, desto besser seine isolierende Wirkung. Für Erkerwände genügt mangels nennenswerter Belastung eine Druckfestigkeit von 3 kg/cm², so daß der Sterchamolstein Nr. 24 mit der außerordentlich niedrigen Wärmeleitfähigkeit von nur 0,092 verwendet werden kann. Wenn man vergleicht, daß die Wärmeleitfähigkeit für Schwemmsteine = 0,19, für hochporöse Ziegel = 0,20 und für gewöhnliche Ziegel = 0,40 und mehr beträgt, werden die Vorteile des Sterchamolsteines in die Augen fallend. Er ist offenbar das beste für derartige Ausführungen z. Z. bestehende Material. Bei der Wahl eines anderen Baustoffes als des Sterchamolsteines erscheint auch bei sonst sorgfältiger Ausführung die Anbringung eines weiteren Wärmeschutzes als angezeigt. Dieser wird in Gestalt einer mit Zwischenraum außerhalb oder innerhalb der Mauer befestigten Brettverschalung, außen sichtbar in ästhetischer Ausbildung, innen überputzt, hergestellt. Besser ordnet man wasserabweisend imprägnierte Kork- bzw. Torfplatten an, und zwar entweder an der Innenseite der Wand oder mitten in die Mauer hinein (s. Abb. 5, 6, 7, u. 8). Letztere Ausführung, die Verlegung der Torfplatten mitten in die Wand, hat den Vorteil, daß die Mauer größere Mengen Wärme aufspeichert und nach Verlöschen der Feuerstätte an die Zimmerluft zurückgibt; dadurch wird zu schnelle Abkühlung des Zimmers verhindert. Die Innenbefestigung des Kork- oder Torfbelages begünstigt dagegen eine besonders schnelle Erwärmung der Zimmerluft.

Für die Decke des Erkers wählt man ebenso wie für die Unterkonstruktion des Fußbodens anstatt dichten Kiesbetons porösen Schlacken- oder Bims Kiesbeton. Der darüber befindliche Zementestrich muß selbstverständlich

^{*)} Die Sterchamolsteine werden von den „Sterchamolwerken G. m. b. H.“ in Dortmund aus dänischer Molererde hergestellt. —

Abb. 1.

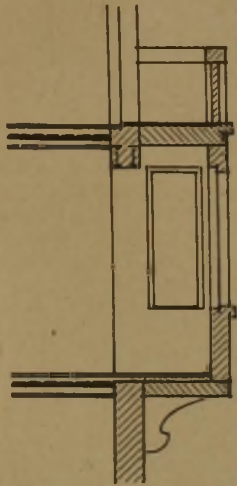


Abb. 2.

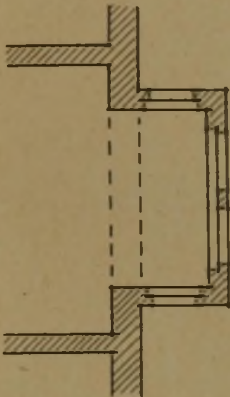


Abb. 5.

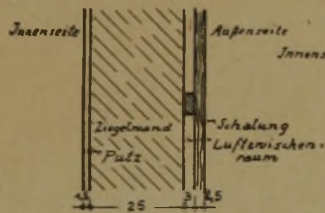


Abb. 3.

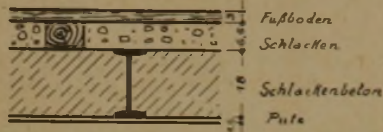


Abb. 4.



Abb. 9.

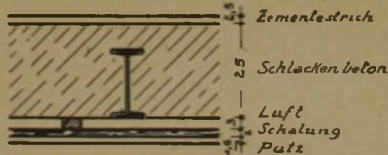


Abb. 10.

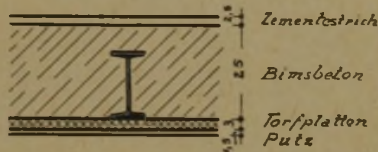


Abb. 16.

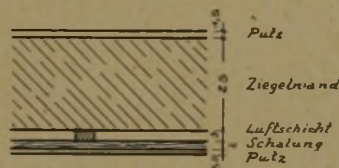


Abb. 12.

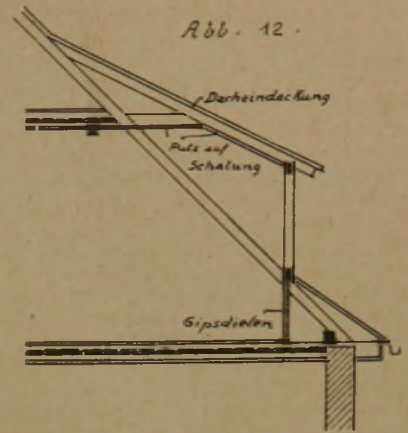


Abb. 11.

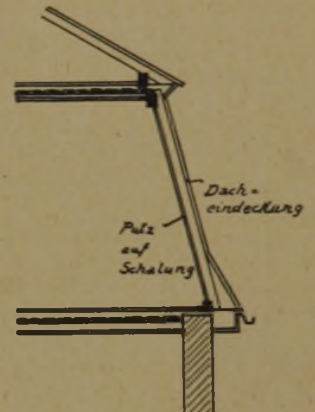


Abb. 6.

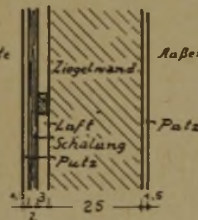


Abb. 7.

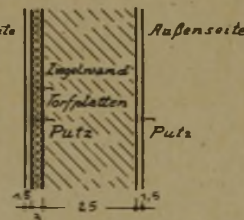


Abb. 8.

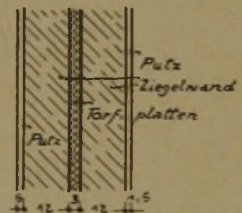


Abb. 13.

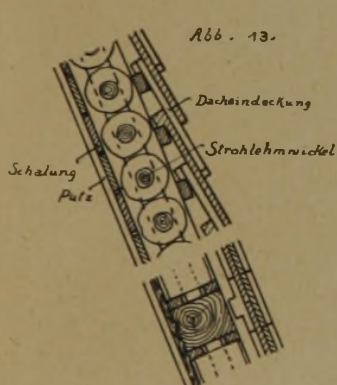


Abb. 14.

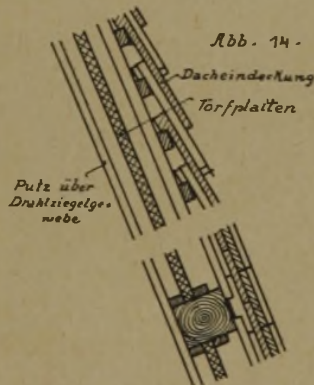


Abb. 15.

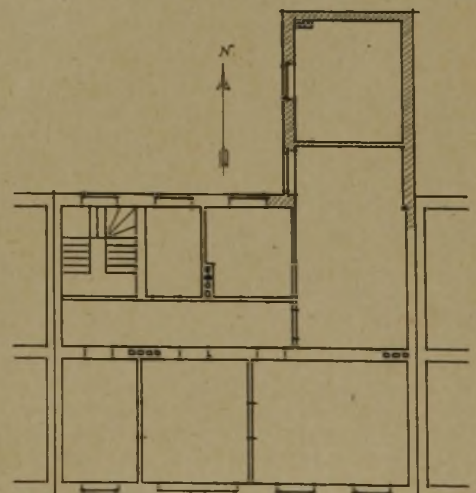


Abb. 17.

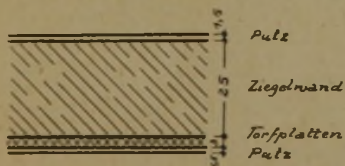
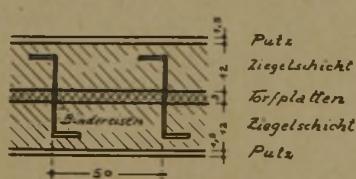


Abb. 18.



Wiederkehrende wärmetechnische Mängel in Wohnhausbauten.

zur Ableitung des Regenwassers völlig dicht ausgeführt werden. Unter den Beton bringt man entweder mit Luftzwischenraum Schalung, Rohrgewebe und Putz, besser noch ohne Luftzwischenraum, die bereits erwähnten wasserabweisend imprägnierten Torf- oder Korkplatten an, die gleichfalls unterputzt werden (s. Abb. 9 u. 10). Ein unter Beachtung vorgenannter Gesichtspunkte mit Sorgfalt ausgeführter Erker wird keine Klagen über schlechte Heizbarkeit des zugehörigen Zimmers aufkommen lassen.

Dachgeschoß- und Mansardenwohnräume sind meist wie Erkerverbauten wärmetechnisch recht mangelhaft ausgebildet. Die Dachflächen pflegt man unterhalb der Sparren nur mit glattem Putz auf angelegelter Schalung zu versehen, ohne noch eine besondere Schutzschicht gegen zu starken Wärmedurchgang anzubringen. Ein derart eine Wand ersetzender Zimmerabschluß, dessen zwischen Schalung und Ziegeln befindliche Luftschicht zudem durch die luftdurchlässigen Ritzen der Eindeckung in ständiger Verbindung mit der Außenluft steht, hat einen sehr hohen Wärmedurchgang. Daher sind die Klagen über schwere Heizbarkeit solcher Zimmer leider zu berechtigt (s. Abb. 11 u. 12). Auch die Anordnung einer Gipsdiele bei stärker geneigten Dächern zur Gewinnung einer niedrigen senkrechten Wand über dem Fußboden ist technisch mangelhaft, wenn weiterer Wärmeschutz fehlt. Ebenso bedürfen die Seitenausmauerungen der Fensteraufbauten von Dachgeschoßwohnungen eines besonderen wärmehaltenden Schutzes.

Mancherlei wärmetechnischen Verbesserungen sind vonnöten und auch ohne große Mühe und Kosten möglich. Die Dachfläche muß, soweit sie als Zimmerabschluß dient, eine Zwischendecke, bestehend entweder aus einem Windelboden, Gipsdielen oder wasserabweisend imprägnierten Kork- bzw. Torfplatten, erhalten. Die beiden letztgenannten Stoffe sind wegen ihrer geringeren Wärmedurchlässigkeit besonders zu empfehlen (s. Abb. 13 u. 14). Die am Fußende der Dachneigungen aufgestellte senkrechte Gipsdielenwand wird besser durch eine solche aus rheinischen Schwemmsteinen oder den bereits erwähnten Sterchamolsteinen ersetzt, und zwar wirken letztere besonders günstig. Ebenso verwendet man zweckmäßiger für die senkrechten Ausmauerungen der Fensteraufbauten letztgenannte Baustoffe anstelle gewöhnlicher Ziegelsteine. Bei Verwendung von gewöhnlichen Ziegelsteinen ist unbedingt eine äußere oder innere Verkleidung nötig. Sie kann, wenn außerhalb angebracht, aus Dachziegeln, Schieferplatten, gefalzten Zinkplatten oder auch aus einer dekorativ ausgebildeten Schalung bestehen. Auf der Innenseite lassen sich über Luftzwischenraum Schalung oder ohne solchen Luftzwischenraum Torfplatten und darüber Putz anbringen. Bei Verwendung imprägnierter Torfplatten wird die Wärme dem Zimmer besonders weitgehend erhalten bleiben.

An Wohnhäuser angebaute Seitenflügel, die insbesondere bei den Reihenhäusern der Städte außerordentlich zahlreich zu finden sind, haben nur die Breite eines einzigen Zimmers, so daß ihr Endzimmer von drei Außenwänden umgeben ist. Da die Giebelwand zudem gewöhnlich nur 25 cm stark hergestellt ist und nicht selten an der Nordseite liegt, wird ein solches Zimmer im Winter sehr stark abgekühlt und sein Bewohnen fast unmöglich gemacht (s. Abb. 15). Bei derart ungünstigen Verhältnissen sollten stets besondere Schutzmaßnahmen zur Warmhaltung des Zimmers getroffen werden. Beispielsweise wird ein solcher Schutz durch äußere Bekleidung der Wände mit Ziegeln, Schiefer, Zinkplatten oder Schalung erreicht. Wirksamer ist eine Ausschalung der Innenwände mit Brettern über Luftzwischenraum und darauf angebrachtem Putz. Eine dekorative innere paneelartige Bekleidung aus gehobelten und gespundeten Brettern anzubringen, ist gleichfalls wärmetechnisch vorteilhaft. Den besten Wärme haltenden Schutz bilden jedoch auch hier die schon mehrfach erwähnten wasserabweisend imprägnierten Torf- oder Korkplatten, die entweder an den Innenseiten der Wände befestigt oder bei der Aufmauerung der Wände in letztere senkrecht hineingestellt werden (s. Abb. 16–18). Letztere Ausführung, die Anordnung der Torfplatten innerhalb des Mauerwerkes, ist, wie schon bemerkt, insofern günstiger, als die neben den Torfplatten an der Zimmerseite vorhandene Ziegelschale Wärme aufspeichert, die nach dem Verlöschen der Brennstelle an die sich abkühlende Zimmerluft abgegeben wird. Dadurch hält sich das Zimmer längere Zeit warm; während bei Anordnung der Torfplatten auf der Innenseite der Wände wohl ein sehr schnelles Erwärmen und eine leichte Warmhaltung der Zimmerluft mit nur wenig Brennstoff erreicht wird, dagegen nach dem Verlöschen des Ofens oder dem Abstellen der Heizung das Zimmer sehr schnell abkühlt.

Bei Eck- und freistehenden Häusern findet man sehr häufig eine Überlastung der Eckzimmer mit Fenstern und die Anordnung der letzteren in beiden Außenwänden. Diese Fensterverteilung mag aus ästhetischen Gründen für die Außenansichten des Hauses zweckmäßig erscheinen und auch einen wünschenswerten Ausblick aus dem Zimmer nach zwei Seiten gewähren, der im Sommer angenehm empfunden wird, muß aber in wärmetechnischer Hinsicht verworfen werden. Ein solches Zimmer wird stets sehr schwer heizbar sein, wirken doch nicht nur die beiden Außenwände, sondern auch die durch die in beiden Wänden gelegenen Fenster strömende Zugluft stark abkühlend. Man glaube nicht, daß sich letztere bei sorgfältiger Ausführung der Fenster vermeiden läßt. Sie wird bei ähnlicher Fensterverteilung immer auftreten, und zwar sowohl durch den undichten Verschuß der Flügel, als auch durch den verhältnismäßig mangelhaften Anschluß der Fensterrahmen an das Mauerwerk strömen. Als Folge der schweren Heizbarkeit läßt sich im Winter eine Flucht aus Eckzimmern beobachten, und wo diese unmöglich ist, schreitet man zur Zuhilfenahme von allerlei Wärme haltenden Sachen, wie Fensterdecken, Fußsäcke, Fußmatten usw., um das gestörte Wohlbehagen wieder herzustellen, doch meist mit wenig Erfolg. Durch Unbehagen während acht, der Zimmerbeheizung bedürftenden Monate, durch allerlei Erkrankungen der Bewohner ist jedoch der Ausblick nach zwei Seiten des Hauses und die ästhetische Ausbildung der Ansichten zu teuer erkauft. Wo nicht zwingende Gründe Anderes erfordern, sollte die Anordnung von Fenstern in zwei Außenwänden bei Eckzimmern vermieden, dagegen eine der Außenwände, und zwar die nach der am wenigsten Wärme spendenden Himmelsrichtung gelegene Wand, durch Schalung oder Torfplatten geschützt werden, wie vorstehend für Seitenflügel an Wohnhäusern bereits empfohlen wurde.

Nun sei noch jenes Bauteiles gedacht, der insbesondere Erdgeschoßbewohnern zu kalten Füßen und damit zu fortgesetztem Unbehagen verhilft: des massiven Fußbodens. Er wird gewöhnlich aus Beton oder aus porösen Ziegeldecksteinen zwischen Doppel-T-Trägern hergestellt und erhält eine Überdeckung aus Linoleum oder einem ähnlichen Fußbodenbelag, der ihn äußerlich ganz angenehm erscheinen läßt.

Für alle Wohn- und Schlafräume sind derartige Fußböden unzweckmäßig und werden besser durch Holzfußböden ersetzt.

Wer Wert auf bes. gute Wärmeisolierung und somit auf besonders warmen Fußboden legt, mag über die Kellerdecke die schon mehrfach erwähnten Torfplatten legen lassen. Er wird mit deren Wirkung zufrieden sein. Soll an einem bereits bewohnten Hause zur Beseitigung des Übelstandes geschritten werden, so wird die nachträgliche Herstellung eines Holzfußbodens nur selten möglich sein. In solchem Falle empfiehlt sich, das Linoleum aufzunehmen, eine Kork- oder Torfzwischenlage, die für derartige Spezialausführungen von den fraglichen Industrien angefertigt werden, über den Beton zu verlegen und darüber das Linoleum von neuem auszubreiten. Auf diese Weise wird man einen angenehmen und wärmehaltenden Fußboden bekommen.

Literatur.

Die Bauverbandslehre. Teil I. Der Maurer. Von Hirsch unter Mitwirkung von Wienkoop. Leipzig. Verlag von H. A. Degener. Pr. M. 2. brosch. —

Kurz und übersichtlich zusammengefaßt, mit muster-gültigen klaren Skizzen geben die Verfasser in einem kleinen Buch von wenig mehr als 100 Seiten alles Wissenswerte der Bauverbandslehre für den Maurer, was für den Unterricht an Fachschulen und für die Ausführung unserer hauptsächlichsten Bauwerke, den Wohnhausbau, erforderlich ist. Es ist eins von den wenigen Baukonstruktions-lehrbüchern, das, anscheinend mit Absicht, alle veralteten, sich oft endlos wiederholenden, doch lediglich Spalten füllende, das Studium dabei aber erschwere Konstruk-tionsbeispiele ausschaltet. Nicht allein den Schülern der Fachschulen, für die es zunächst bestimmt ist, sondern auch den in die Praxis eintretenden und sich dort einlebenden Fachgenossen wird das kleine Buch bei allen normalen Fragen des Maurerhandwerks gewiß immer ein handlicher, dabei aber auch vollwertiger Ratgeber sein. — Weiß.

Inhalt: Neuere wasserwirtschaftliche Grundsätze und Bauformen der Wasseraufspeicherungen. (Schluß.) — Wiederkehrende wärmetechnische Mängel an Wohnhausbauten. — Literatur. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselein in Berlin. Druck: W. Büxenstein, Berlin SW 48.