

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 125/126 (1945)
Heft: 24

Artikel: Regenwasser und Bauwerk
Autor: Venosta, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83683>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

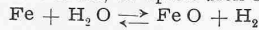
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Oberfläche darbietet. Wird die Temperatur auf einige hundert Grad gesteigert, so kommt die Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit hinzu. Wenn man der Einfachheit wegen nur das eine Oxyd FeO in Betracht zieht, so spielt sich folgende Reaktion ab:



Aus Eisen und Wasserdampf bilden sich also Eisenoxyd und Wasserstoff. Nun ist, wie die beiden Pfeile andeuten, diese Reaktion umkehrbar, d. h. man kann auch aus Eisenoxyd und Wasserstoff metallisches Eisen gewinnen. In einem geschlossenen Raum besteht ein Gleichgewicht, d. h. bei konstanter Temperatur geht die Reaktion nur so weit, bis ein ganz bestimmtes Gemisch von Wasserdampf und Wasserstoff vorhanden ist. Wird dagegen dauernd Wasserdampf zu- und Wasserstoff abgeführt, so läuft die Reaktion so lange von links nach rechts, bis alles Eisen in Oxyd verwandelt ist. Wird umgekehrt Wasserstoff zugesetzt und Wasserdampf entfernt, so läuft die Reaktion so lange im Sinne von rechts nach links, bis alles Eisenoxyd zu metallischem Eisen reduziert ist.

Diese Vorgänge, am Beispiel des Eisens erläutert, aber auch für andere Metalle gültig, sind von grundlegender Bedeutung für die Metallkeramik. Wird ein Formkörper, der aus einem Gemisch von Ton und Eisenpulver gebildet wurde, erhitzt, so gelangt man in einen Temperaturbereich, in dem der Ton Wasser abspaltet. Solange die Entwässerung nicht beendet ist, entsteht im Innern des Körpers immer neuer Wasserdampf. Er strömt nun nicht restlos durch die Poren nach aussen ab, sondern ein beträchtlicher Teil reagiert mit den Eisenteilchen unter Bildung von Eisenoxyd. Will man also einen keramischen Eisenkörper erhalten, so muss das gebildete Eisenoxyd in Eisen zurückverwandelt werden. Man muss also, nachdem alles Wasser aus dem Ton abgespalten, der Formkörper aber noch porös ist, so lange in Wasserstoff erhitzen, bis, im Sinne der Formel von rechts nach links, das Oxyd wieder in Metall zurückverwandelt wird. Erst dann darf die Temperatur weiter gesteigert werden, damit sich die Poren schliessen und ein dichtgesintertes Metall entsteht.

Diese Ueberlegungen, die sich bei unzähligen Versuchen als richtig erwiesen haben, bilden die Grundlage der neuen Metallkeramik. Ein weiterer Schritt kommt hinzu. Wie gesagt, entsteht beim Erhitzen von Massen aus Metallpulver und Ton immer Metalloxyd, das wieder zu Metall reduziert werden muss. Man kann deshalb die rohe Masse ebensogut aus Metall o x y d und Ton bilden, die Formkörper erhitzen, bis die Wasserabspaltung vollendet ist und dann, am porösen Formling, die Reduktion zu Metall durchführen. Diese Arbeitsweise bietet sogar erhebliche Vorteile. Metalloxyde sind sehr viel leichter und billiger in Pulverform zu erhalten als Metalle. Man kann sogar direkt von natürlichen Erzen ausgehen. Zu den Versuchen diene beispielsweise Roteisenstein (Hämatit) vom Gonzen bei Sargans.

Das neue Verfahren überträgt die Arbeitsweise der Keramik auf die Metallurgie. Plastische Massen werden geformt und die Formkörper erhalten ihre endgültigen metallischen Eigenschaften durch einen Reduktions- und Sinterprozess. Durch Veränderung der Zusammensetzung der rohen Masse, d. h. durch Auswahl und Kombination verschiedener Metalle bzw. Metalloxyde und das Mischungsverhältnis mit Silikaten, sowie durch geeignete Sinterbedingungen, kann eine unabsehbare Reihe von Materialien mit verschiedenen Eigenschaften gewonnen werden. Am einen Ende dieser Reihe stehen keramische Erzeugnisse üblicher Art mit geringem Metallgehalt, am anderen Metallkörper mit ganz geringem, fein verteiltem Silikatgehalt. Zwischen diesen Grenzen sind die mannigfaltigen Produkte einzureihen, die in gewünschter Abstufung die Eigenschaften von Metallen mit denjenigen der üblichen keramischen Materialien vereinigen. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, die Eigenschaften derartiger Produkte genauer zu prüfen. Daraus werden sich die Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Verfahrens für verschiedene Zwecke ergeben.

Eine bedeutende Anwendung der Metallkeramik liegt nahe, nämlich die Herstellung von elektrischen Widerständen und Heizkörpern. Dadurch, dass man keramische Materialien mit Metallgehalt versieht, werden sie elektrisch leitend oder — von der anderen Seite her betrachtet — dadurch, dass man metallische Stoffe gewinnt, die von nichtleitenden Teilchen gleichmässig durchsetzt sind, gelangt man zu Erzeugnissen mit reduzierter elektrischer Leitfähigkeit, d. h. zu elektrischen Widerständen. Die Leitfähigkeit solcher metallkeramischer Materialien richtet sich weitgehend nach dem Mischungsverhältnis von metallhaltigen und nichtmetallischen Stoffen in der rohen Masse. Besonders wertvoll ist die ausgezeichnete Formbarkeit des Rohmaterials. Man wird nicht nur kleine Gebilde, wie Heizstäbe, herstellen können, sondern auch

Platten mit grosser strahlender Oberfläche, sowie Rohre und Gefässe, bei denen die Wandung zugleich den elektrischen Heizkörper bildet. Die Oberfläche kann mit einer nichtleitenden Schutzschicht nach Art einer keramischen Glasur versehen werden.

Die Metallkeramik verwendet elektrolytisch gewonnenen Wasserstoff, elektrisch geheizte Reduktions- und Sinteröfen. Ein bedeutendes Anwendungsgebiet ist die elektrische Heizung. Die schweizerischen Verhältnisse sind hierfür denkbar günstig.

Die Grundlagen der Metallkeramik wurden ausgearbeitet in den Jahren 1942/43 im Rahmen einer Untersuchung über elektrisch leitende keramische Materialien. Der Verfasser erhielt an diese Arbeit von der Stiftung der Schweiz, Landesausstellung 1939 für Kunst und Forschung einen Beitrag, den er auch an dieser Stelle bestens verdankt.

Regenwasser und Bauwerk

Von F. VENOSTA, Zürich

Durch Regenaufschlag benetzte Aussenwände eines Bauwerkes verlieren weitgehend an Wärmeisolerfähigkeit; ausserdem kann die Feuchtigkeit bis zur Innenseite durchschlagen und so Schäden verursachen. Eine grundsätzliche Betrachtung der sich hier abspielenden Vorgänge dürfte für die Fachleute von Interesse sein ¹⁾.

a) Meteorologisches

Um Schlüsse auf die durch Regen oder Schnee in ein Bauwerk gelangende Feuchtigkeit ziehen zu können, müssen folgende meteorologische Daten bekannt sein: Die Niederschlagsmenge im betrachteten Zeitabschnitt in mm und die mittlere Luftgeschwindigkeit in m/s während der gleichen Zeit nach Grösse und Richtung. Diese Angaben sind von den meteorologischen Stationen erhältlich oder können ohne grosse Schwierigkeiten auch an Ort und Stelle bestimmt werden. Bei Windmessungen ist darauf zu achten, dass für die Berechnung nicht die maximale Geschwindigkeit eines Windstosses, sondern die mittlere Geschwindigkeit mehrerer Stösse während der Berechnungszeit massgebend ist. Der für die Bestimmung der Mauerbenetzung massgebende Einfallswinkel des Regens ist abhängig von der Fallgeschwindigkeit des Regens und diese von der Tropfengrösse gemäss Tabelle 1.

Tabelle 1: Fallgeschwindigkeit für verschiedene Tropfengrössen ²⁾

Tropfendurchmesser (mm)	0,02	0,2	2,0	5,2	7,8
Fallgeschwindigkeit (m/sek)	0,0013	0,78	5,8	7,9	7,8

Bei Landregen sind die Tropfen kleiner, bei kurzen, intensiven Platzregen grösser. Für die in der Praxis vorkommenden Fälle kann man mit den in Abb. 1 wiedergegebenen Werten rechnen.

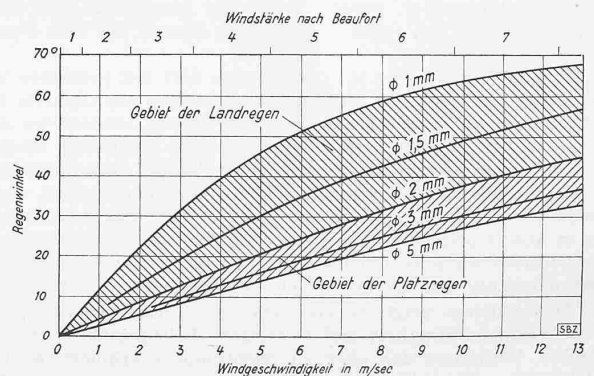


Abb. 1. Fallwinkel des Regens in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit und der Tropfengrösse

b) Die Verhältnisse am Rohbau

Je nach dem Winkel, mit dem der Regen das Mauerwerk trifft, sind eine, zwei oder drei Flächen des Baukörpers an der Wasseraufnahme beteiligt. Beim Rohbau sind die horizontalen Kopfflächen der Mauern der ganzen Intensität des Regens ausgesetzt. Für den prismatischen Mauerkörper sind die senkrechten Flächen auf die Horizontalebene zu projizieren, da die Niederschlagsmengen als lotrechte Höhen gemessen werden. Mit den in Abb. 2 enthaltenen Bezeichnungen ist die wasseraufnehmende Fläche des Körpers in m²:

¹⁾ Siehe auch: «Ziegelblätter» M 3/4 (Feuchtigkeit), Herausgeber: Verband Schweiz. Ziegel- und Steinfabrikanten, Zürich.

²⁾ Hann-Suring, Lehrbuch der Meteorologie, 5. Auflage, 1. Bd., S. 431. Leipzig 1939.

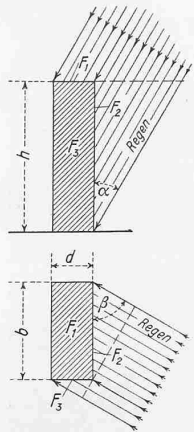


Abb. 2. Benetzung eines prismatischen Mauerkörpers

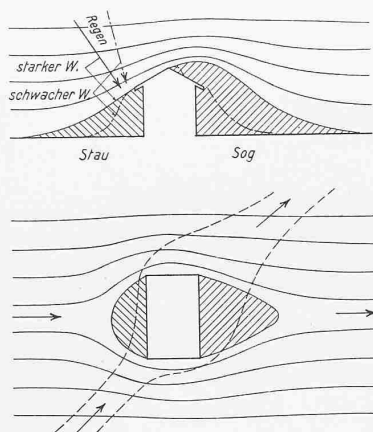


Abb. 4. Schematisches Bild der Windströmungen bei einem Gebäude in offenem Gelände

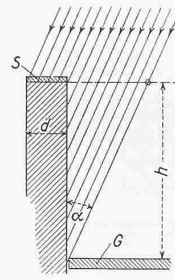


Abb. 3. Mauerkrone S Regenschutz G Gerüst

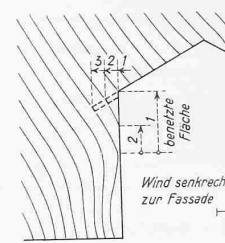


Abb. 5. Wegkurven der Regentropfen im Windstaugebiet von Gebäuden. Dachvorsprung: 1 keiner, 2 ungenügend, 3 richtig

darin sind:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \dots (1)$$

$$F_1 = b \cdot d$$

$$F_2 = h \cdot \text{tg } \alpha \cdot b \cdot \sin \beta$$

$$F_3 = h \cdot \text{tg } \alpha \cdot d \cdot \cos \beta$$

Ist n die gefallene Niederschlagsmenge in mm während einer bestimmten Zeit, so beträgt die auf den betrachteten Körper auftreffende Wassermenge in l : $W = n \cdot F$. Davon wird der Teil cW vom Baustoff aufgenommen, während der Rest $(1-c)W$ verdunstet oder aussen abfließt. Der «Wirkungsgrad» c hängt von der Saugfähigkeit, also von den Kapillareigenschaften des Materials ab. Leichte, stark poröse Baustoffe saugen rasch und viel Wasser auf, schwere und dichte Stoffe dagegen nur langsam und wenig. Bei sehr intensiven Niederschlägen ist ferner zu berücksichtigen, dass der Wirkungsgrad mit zunehmender Sättigung des Materials abnimmt. Wie Versuche zeigen, steigert der Winddruck die Wasseraufnahmefähigkeit von Baustoffen³⁾. Ein Teil des Wassers verdunstet an der Oberfläche, bevor es Zeit findet, in das Material einzudringen. Diese Verdunstung hängt von Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit des Luftzuges, sowie von der Temperatur des Materials ab. Die Oberflächenbeschaffenheit der Wand (Rauigkeit) dürfte eine untergeordnete Rolle spielen. Der Wirkungsgrad der Kopfflächen kann in erster Annäherung gleich eins gesetzt werden, da selbst bei Uebersättigung der horizontalen Flächen das Wasser an den vertikalen Flächen herunterfließt und von diesen aufgesaugt wird.

Es ist üblich, die Feuchtigkeit eines Baukörpers wie bei der Luftfeuchtigkeit auf sein Volumen zu beziehen. Macht man im vorliegenden Fall die vereinfachende Annahme, das Wasser habe sich im Inneren des betrachteten Körpers gleichmässig verteilt, so ergibt sich mit den Bezeichnungen der Abb. 2 für den prismatischen Mauerfeiler folgende Feuchtigkeit:

$$f = \frac{n}{10 \cdot b \cdot d \cdot h} \cdot (F_1 + c \cdot F_2 + c \cdot F_3) \dots (2)$$

Bei eingerüsteten Rohbauten sind die über den obersten Gerüstgang oder über die oberste Decke hinausragenden Mauerteile dem Regen vollkommen ausgesetzt. Die darunterliegenden Teile dagegen sind ziemlich geschützt. Um sich ein Bild über die an einer Mauer auftreffenden und vom Mauerwerk aufgenommenen Regenmengen machen zu können, sei ein Mauerausschnitt von der Länge 1 m und der Höhe h m betrachtet (Abb. 3), bei dem im einen Fall die horizontale Kopfseite in geeigneter Weise von direkter Beregnung geschützt ist, während der sie im zweiten Fall ungeschützt bleiben soll. Im ersten Fall vereinfacht sich die Gleichung 2 zu

$$f_g = \frac{n}{10 \cdot d} \cdot c \cdot \text{tg } \alpha \cdot \sin \beta \dots (3)$$

Im zweiten Fall erhält man

$$f_u = \frac{n}{10 \cdot d \cdot h} \cdot (d + h \cdot c \cdot \text{tg } \alpha \cdot \sin \beta) \dots (4)$$

Um maximale Werte zu erhalten, wird darin vorausgesetzt, der vom Wind getragene Regen treffe die Mauer im rechten Winkel ($\beta = 90^\circ$) und die ganze Menge werde von ihr aufgenommen ($c=1$). Die Dimensionen der Mauer sollen praktischen Verhältnissen entsprechen, wir wählen: $h=2,0$ m, $d=0,3$ m. Mit diesen Werten und den Gleichungen 3 und 4 ist die Tabelle 2 berechnet worden, die ein Bild vermittelt soll, von welcher Grössenordnung die durch Regen anfallenden Wassermengen im Mauerwerk sein können.

³⁾ Palmer, «Journ. Clay Products Inst.», Sept. 1931.

Tabelle 2: Vom Mauerwerk aufgenommenes Regenwasser in Vol. %_n

α	$n=10$ mm		$n=15$ mm		$n=25$ mm		$n=50$ mm	
	f_g	f_u	f_g	f_u	f_g	f_u	f_g	f_u
0	—	0,5	—	0,8	—	1,3	—	2,5
5	0,3	0,8	0,4	1,2	0,7	2,0	1,5	4,0
10	0,6	1,1	0,9	1,6	1,5	2,7	2,9	5,4
15	0,9	1,4	1,3	2,1	2,2	3,5	4,5	7,0
20	1,2	1,7	1,8	2,6	3,0	4,3	6,1	8,6
30	1,9	2,4	2,9	3,6	4,8	6,0	9,6	12,1
45	3,3	3,8	5,0	5,7	8,3	9,5	16,7	19,2

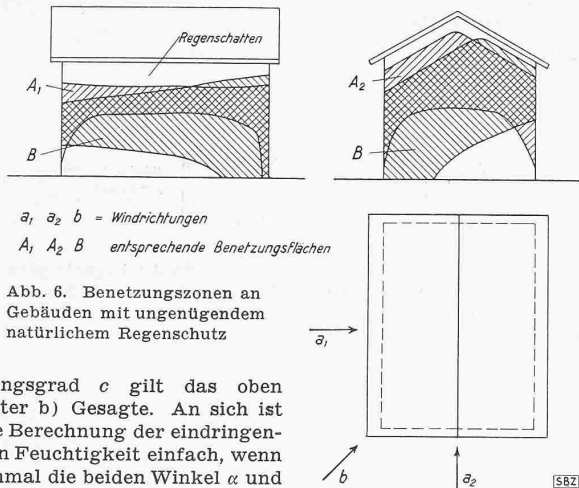
Ein vollkommener Schutz des Rohbaues gegen Regenwasser lässt sich nur mit grossen und kaum zu verantwortenden Kosten aufwendungen bewerkstelligen. Hingegen zeigt der Unterschied zwischen den Tabellenwerten f_g und f_u sehr eindrücklich, dass allein schon das Abdecken der Mauerköpfe eine erhebliche Verringerung der eindringenden Feuchtigkeit herbeiführen kann. Bei senkrecht fallendem Regen (Windstille) ist der Schutz fast vollkommen. Ein Platzregen von 25 mm Niederschlagsmenge bei einer Windstärke von 2 m/s (durchschnittliche Windgeschwindigkeit von Zürich) würde die Mauer unter einem Winkel von $\alpha=6^\circ$ treffen. Diesen beiden Werten entspricht eine maximale Feuchtigkeit von rd. 0,9 Vol. %_n bei geschütztem, und rd. 2,1 Vol. %_n bei ungeschütztem Mauerkopf.

Zum Vergleich sei noch erwähnt, dass die zwangsläufig mit dem Fugenmörtel eingeschleppten Wassermengen rd. 5 Vol. %_n bei Normalstein-, rd. 4 Vol. %_n bei 1½ Normalstein- und rd. 3 Vol. %_n bei Doppelnormstein- bzw. Isoliersteinmauerwerk betragen. Ein m² Putzfläche enthält rd. 4,5 l Wasser. Diese Wassermengen sind sehr gross; umso eher ist ein Schutz gegen Regenwasser erwünscht.

c) Die Verhältnisse am gedeckten Bauwerk

Scheinbar sollten die Verhältnisse am fertigen Bauwerk einfacher sein als am Rohbau, da hier nur eine Fläche an der Wasseraufnahme beteiligt ist. Dies trifft jedoch nicht zu, denn die Windverhältnisse sind komplizierter und eine Benetzung der Fassadenflächen ist nur bei Wind möglich. Beim Rohbau können nur die obersten Mauerteile beregnet werden; die Gebiete der Stau- und Sogwirkungen sind klein, sodass der Regen kaum stark von seiner Bahn abgelenkt wird. Dies gilt besonders für Tropfen mit grösseren Fallgeschwindigkeiten. Beim gedeckten Bau schaffen die grossen Gebäudehöhen ohne Gerüste, die Dachform und der Dachvorsprung sehr verwickelte Strömungsformen, sodass die Regentropfen ihre Fallrichtung fortlaufend ändern. Für das Mass der Abweichung sind nicht nur die Richtung und die Stärke der Windkomponenten, sondern selbstverständlich auch die Zeit, während der diese auf die Tropfen einwirken können, mitentscheidend. In mittleren und bodennahen Partien werden die Windschichten meistens von der Form der Umgebung — Bodenform, Nachbarbauten, Bäume usw. — beeinflusst. Sie sind dann sowohl in der Richtung als auch in der Stärke anders geartet als die Luftschichten der oberen Lagen. Aus all dem geht hervor, dass es unmöglich ist, die Windverhältnisse und die Regengeschwindigkeiten nach Grösse und Richtung durch mathematische Formeln auszudrücken.

Durch eine grössere Anzahl von Beobachtungen und durch ergänzende Modellversuche liessen sich vielleicht für einige typische Fälle gewisse Richtlinien ermitteln. Im übrigen kann aber nur die Erhebung an Ort und Stelle zu einigermaßen brauchbaren Ergebnissen führen. Bei der Bestimmung der Winkel α und β ist, wie schon eingangs erwähnt, darauf zu achten, dass der Wind kein Luftstrom von konstanter Geschwindigkeit ist. Beim Winkel β sind seine Abweichungen meistens so klein, dass er als konstant angenommen werden kann. Für den Wir-



kungsgrad *c* gilt das oben unter b) Gesagte. An sich ist die Berechnung der eindringenden Feuchtigkeit einfach, wenn einmal die beiden Winkel α und β bekannt sind; sie erfolgt nach Gleichung (3). Bei mehrschichtigen Wänden, deren einzelne Lagen durch Hohlräume getrennt sind, ist *d* die Stärke der äussersten Schicht.

Ist der Wind senkrecht zu einer Fassadenfläche gerichtet, so entstehen meistens Luftströmungen, die in den unteren Partien der Fassade von ihr abgekehrt sind. Diese Wirbel erklären die Form der Benetzungsf lächen *A₁* und *A₂* in Abb. 6, die für solche Fälle typisch ist (vergl. auch Abb. 4 und 5). Gebäude, die schräg zum Wind stehen, ermöglichen eine bessere Abströmung der Luft (Abb. 4). In diesem Fall ist die Bildung von grösseren, tropfenablenkenden Staugebieten und Wirbeln weniger möglich. Unter gleichen Bedingungen werden daher schräg zur Hauptwindrichtung stehende Bauten stärker benetzt als solche, die senkrecht zu ihr stehen (Flächen *B* in Abb. 6).

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf die Fliessvorgänge im Inneren des Baustoffes einzutreten. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass das Wasser an den Aussenflächen kapillar aufgenommen wird und dass die Kapillargesetze auch für seine Fortbewegung im Inneren massgebend sind. Risse bis zu Grössen von rd. 1 mm sind ebenfalls Kapillaren. In grösseren Hohlräumen, wie künstlichen Löchern der verschiedenen Steinarten, nicht gefüllten Fugen, Spalten u. a. m., kann sich Wasser erst ansammeln, wenn das Material gesättigt ist. Solche Hohlräume sind harmlos, solange sie nicht gegen die Aussenflächen offen sind. Neben den Kapillarkräften stellt der Winddruck eine weitere Ursache für die Wasserbewegung von aussen nach innen dar. Für den Wasserdurchschlag ist nicht nur die Wassermenge, sondern auch die Zeitdauer der Benetzung wichtig. Ist z. B. die Benetzung stark, aber von kurzer Dauer, und folgen darauf günstige Trocknungsbedingungen, so werden wohl die äusseren Schichten stark befeuchtet, aber die darauf einsetzende Austrocknung wirkt der Verteilung des Wassers über den ganzen Mauerquerschnitt entgegen. Bei wenig intensiver, dafür aber anhaltender Beregnung ist ein Durchschlag des Wassers bis an die innere Oberfläche bei gleichen Feuchtigkeitsmengen wie im ersten Fall viel eher möglich. Im zweiten Fall sind die Austrocknungszeit und die Wärmeleitung grösser als im ersten. — Dies sollen Andeutungen sein, die die Beurteilung von Schadenfällen erleichtern.

Anschliessend seien noch einige Regeln des Wetterschutzes angeführt. Innen kommt insbesondere beim Siedlungsbau vermehrte Bedeutung zu. Gerade die vielen Schadenmeldungen des vergangenen, aussergewöhnlich niederschlagreichen Herbstes, da das eindringende Wasser nicht nur Tapeten löste, sondern sogar an den Wänden herunterfloss, berechtigen einige aus guter Beobachtung abgeleitete Grundsätze unserer Vorfahren aufzufrischen:

1. Bei der Wahl des Baugeländes auf natürlichen Windschutz achten.
2. Künstlichen Windschutz durch Anpflanzen von Bäumen, die auch im Winter wirksam sind, schaffen.
3. Gebäude wenn möglich mit dem First senkrecht zur Hauptwindrichtung orientieren.
4. Bauhöhe (bis zur Traufe) an den Wetterseiten möglichst klein halten.
5. Ausladung des Dachgesimses an den Wetterseiten grösser, als an den windabgekehrten Seiten ausführen (Gesimsvorsprung bei zweigeschossigen Bauten mindestens 0,8 bis 1 m).
6. Vorbauten mit Terrassen und dergleichen an den Wetterseiten möglichst vermeiden.

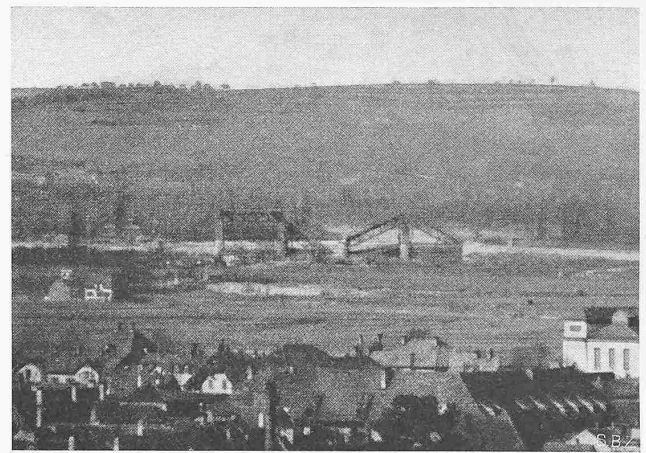


Abb. 1. Stauwehr Kembs, Teleaufnahme von Hannsu. Christen (Basel) von der Schweizergrenze aus, Anfang April 1945.

7. Fensterbänke, Gesimse, Gurten usw. mit Wassernasen versehen. Die Tropfkante soll mindestens 6 cm von der Fassadenflucht abstehen. Bei Endigungen sollen die Nasen bis an das Bankende durchgehend sein. Der Oberteil des Bankendes soll aufgekropft sein. Auf das zusätzliche Rückschlagwasser durch Aufprallen der Regentropfen auf solche Vorsprünge muss Rücksicht genommen werden.

8. Oberflächenschutz durch Verkleidungen, Verputze, Anstriche usw. (künstlicher Fassadenschutz).

d) Der Oberflächenschutz

Kann der Regen aus zwingenden Gründen nicht von der Fassade ferngehalten werden, bleibt nichts anderes übrig, als Vorkehrungen zu treffen, die ein Eindringen des Wassers in die Wandkonstruktion verhindern. Die beste und ausschliesslich hierfür bestimmte Art ist die schuppenartige Fassadenverkleidung. Diese Schutzhaut hat den Vorzug, dass das Eindringen des Regenwassers verunmöglicht wird, ohne jedoch das Wandern von Feuchtigkeit von innen nach aussen zu hindern. Weiter wird der Oberflächenschutz erreicht durch Anwendung von wenig durchlässigen Konstruktionsmaterialien, so durch dichte, mit Mörtel versetzte Fassadenbeläge, oder durch wasserabweisende oder wasserdichte Verputze oder Anstriche. Ihrer Durchlässigkeit entsprechend, lassen sich einige dieser Stoffe wie folgt einreihen:

- praktisch: Backsteine, Holz (in dünnen Abmessungen), durchlässig: Kalkverputze, Gipsverputze, Kalkfarbanstriche
- 1/2 durchlässig: Kalksandstein, Mineralfarbanstriche
- 1/4 durchlässig: Beton (Arbeitsfugen), Zementsteine, Kunststeine, Zementverputz
- praktisch dicht: Natursteine (ohne Bims, Kalktuff, Sandstein), keramische Platten (glasiert oder gesintert), Glas, Eternitplatten, wasserdichte Verputze, Oel-, Lack-, Emailfarbe, Bitumen, Paraffin usw.

Die Durchlässigkeit von sichtbarem Mauerwerk aus künstlichen oder natürlichen Steinen richtet sich auch nach den Eigenschaften des Fugenmörtels und der Art der Arbeitsausführung.

Die Baustoffe für Aussenwandkonstruktionen müssen zum Ableiten der Feuchtigkeit von Innenräumen, also in der Richtung von innen nach aussen, in beschränktem Masse durchlässig sein. Wasserdichte Fassadenanstriche, Verputze und Beläge sind gefährdet, wenn die Wand viel Feuchtigkeit aus dem Innern abzuführen hat, weil sich das Wasser hinter der dichten und im Frostbereich liegenden äusseren Schichte staut, was zur Zerstörung oder Ablösung solcher Teile führt. Um diesen Schwierigkeiten auszuweichen, soll beim Entwerfen von Neubauten ein natürlicher oder künstlicher Regenschutz angestrebt werden. Der Oberflächenschutz ist ein Notbehelf, er soll nur auf die gefährdeten Flächenteile beschränkt werden und nicht stärker sein, als es der Grad der Gefährdung erfordert.

e) Die Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit feuchter Baustoffe lässt sich angenehert aus der Gleichung berechnen:

$$\lambda_f = \lambda_t (1 + 0,35 \sqrt{f}) \dots \dots \dots (5)$$

Darin bezeichnet λ_t die Wärmeleitfähigkeit des völlig trockenen Baustoffes (Angabe der meisten Prospekte) und *f* seinen Wassergehalt in Vol. %⁴⁾. Im «normal» trockenen Zustand steht der Baustoff

⁴⁾ Vgl. J. S. Cammerer, Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie, zweite Auflage, J. Springer, Berlin, 1938. Seite 119 bis 126.

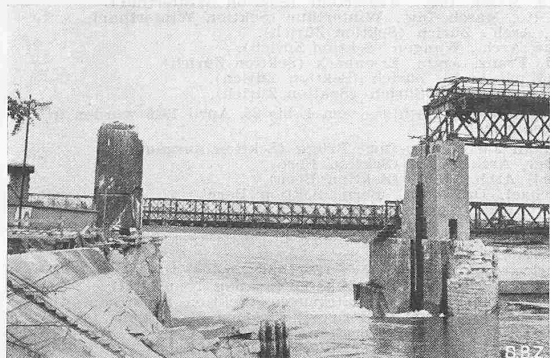


Abb. 2. Stauwehr Kembs vom Oberwasser aus, Oeffnung 1 am elsässischen Ufer. Zerstörung von Widerlager links durch Sprengung und Schütze 1 durch Bomben. Anschliessend Oeffnung 2. Im Hintergrund Notbrücke über Oeffnung 1

Abb. 3. Stauwehr Kembs vom Oberwasser aus, Oeffnung 2 (am wenigsten beschädigt), Oeffnung 3, 4 u. 5. Aufbau Pfeiler III und Widerlager rechts durch Sprengung zerstört. Windwerks- und Strassenbrücke eingestürzt, Oeffnung 5 oberwasserseitige Dammbalken eingesetzt. Unterwasserseitig Kriegsnotbrücke

im Gleichgewicht mit der umgebenden Luft, d. h. sein Wassergehalt passt sich je nach Porositätsverhältnissen und chemischem Aufbau der Luftfeuchtigkeit an⁵⁾. Die normalen Feuchtigkeitsschwankungen der Aussen- oder Innenluft haben auf die Wärmeleitfähigkeit des Materials mit wenigen Ausnahmen einen vernachlässigbar kleinen Einfluss. Selbst Nebel oder Dampf in sichtbarer Form (Küchen, Bäder, Waschküchen usw.) vermögen daran nicht viel zu ändern. Die letzte Erscheinung ist aber deshalb gefährlich, weil die gesättigte Luft bei geringster Abkühlung Wasser ausscheidet. Was die Feuchtigkeit in einer Mauer und damit die Wärmeleitfähigkeit stark verändert, ist also nicht die relative Luftfeuchtigkeit, sondern der Schlagregen auf der Aussen- und das Kondenswasser auf der Innenseite. Dieses wird vom Baustoff aufgenommen, bewirkt eine Verschlechterung der Isolation und die Folge ist intensivere Kondensation auf der Innenseite.

⁵⁾ P. Haller, Der Austrocknungsvorgang von Baustoffen, EMPA-Bericht Nr. 139, S. 21 und P. Haller, Natursteine, künstliche Steine, Leichtbaustoffe. Schriftenreihe zur Frage der Arbeitsbeschaffung, Zürich 1943.

MITTEILUNGEN

Die Zerstörungen am Kraftwerk Kembs¹⁾ infolge kriegsrischer Handlungen sind gesamthaft genommen glücklicherweise weniger schlimm, als auf Grund der verschiedenen, während der letzten dem Kriegsabschluss vorangehenden Monate eingegangenen Berichte befürchtet werden musste. Die Maschinen in der Zentrale sind grösstenteils intakt, die Schaltanlage allerdings ist im Nahkampf ausgebrannt. Die Schleusen sind als solche unversehrt bis auf die Strassenbrücke, jedoch ist die Schiffdurchfahrt durch eine versenkte Peniche gesperrt. Die grössten Zerstörungen erlitten die beweglichen Abschlüsse am Wehr, die Windwerkbrücken und die Strassenbrücke aus Eisen. Bei einem Bombardement durch alliierte Flieger wurde am 7. Oktober 1944 die Schütze 1 am elsässischen Ufer zerstört, was bekanntlich eine starke, seither andauernde Senkung des Rheinwasserspiegels in Basel und die Trockenlegung des Hafenbeckens II zur Folge hatte. Die vier intakten Schützen ermöglichten jedoch noch einen gewissen Wasserzufluss zum Kraftwerkkanal, der einen reduzierten Schiffahrtsbetrieb als im Bereich des Möglichen liegend erhoffen liess. Diese Hoffnung machten nun aber die seitherigen Sprengungen des Wehres durch die Deutschen selbst

¹⁾ Siehe SBZ Bd. 77, S. 246* (1921); Bd. 96, S. 177*, 189*, 201* (1930); Bd. 99, S. 79*, 234* (1932); Bd. 100, S. 339* (1932); besonders Bd. 105, S. 1* (1935).

zu Nichte. Die Sprengung vom 10./11. Febr. 1945 brachte den Pfeiler III zum Einsturz und beschädigte die Windwerkbrücken und Schützen der Oeffnungen 3 und 4. Durch eine weitere Sprengung am 31. März litten auch noch das rechtsrheinische Widerlager und die Windwerkbrücke der fünften, ans rechte Ufer anschliessenden Oeffnung (Abb. 1). Den heutigen Zustand des Wehres zeigen deutlich unsere am 29. Mai 1945 aufgenommenen Bilder 2 und 3. Die erste der fünf Wehroeffnungen von je 30 m Lichtweite am elsässischen Ufer ist vollkommen frei, die Doppelschütze ist zerstört und liegt irgendwo im Unterwasser. Bei den übrigen Oeffnungen befanden sich einzelne Schützen in teilweise gehobenem Zustande, der Einsturz der Windwerkbrücken, hervorgerufen durch die Sprengung des Aufbaues von Pfeiler III und Widerlager rechts, bewirkte natürlich ein ebenso plötzliches Einsacken der gehobenen Schützen, wodurch deren Endvertikalträger mit Rollenwagen stellenweise aus den Nuten sprangen und zudem teilweise beschädigt wurden. Immerhin scheint der untere Teil der Pfeiler und Widerlager mit Ausnahme von Widerlager links nicht gelitten zu haben. Das Fehlen von Sprengschächten verhinderte die Durchführung tiefergehender Sprengungen. Trotzdem wird es umfangreicher und angesichts der Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung zeitraubender Reparaturarbeiten bedürfen, bis der für die Schifffahrt notwendige Aufstau und anschliessend der Normalstau erreicht sein werden. Mit diesen Arbeiten ist bereits begonnen worden.

Die Laxgrabenbrücke an der Furkastrasse zwischen Fiesch und Grenchols im Wallis wurde 1941/42 nach Plänen von Ing. A. Sarrasin (Lausanne) erbaut. Alle wesentlichen Abmessungen und Einzelheiten des eleganten Bauwerks gehen aus Abb. 4 hervor; auffällig ist vor allem die direkte Auflagerung der als Pilzdecke ausgebildeten Fahrbahnplatte auf den Ständern ohne Vermittlung von Längs- oder Querträgern; auch sind die Abmessungen der Pilzköpfe auf ein Minimum gebracht worden. Als Nutzlast war eine Dampfwalze von 20 t bzw. ein Lastenzug von 13 t bzw. gleichmässig verteilte Last von 500 kg/m² zu Grunde gelegt; die Steifigkeit der beiden kurzen Ständer nächst dem Scheitel wurde in der Berechnung berücksichtigt.

WETTBEWERBE

Sanierung der Altstadt von Bellinzona. Nebst den Bebauungsvorschlägen kommt in diesem Wettbewerb der Führung der Hauptdurchgangstrasse Nord-Süd die grösste Bedeutung zu, so-

