Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 22

Artikel: Ausblühungen an Bauwerken
Autor: Holzach, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61196

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.01.2026

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

Ausblühungen an Bauwerken

Von **Hans Holzach**, Experte für Baumaterialien, Zürich

DK 693.004.6

Die vorliegende Abhandlung entstand auf Grund von Anregungen aus der Praxis, unsere theoretischen und praktischen baustoff-chemischen Erfahrungen mit Ausblühungen zu Handen einer weiteren Oeffentlichkeit zusammenzufassen. Wir haben daher den Versuch unternommen, das Wesen von Ausblühungen zu charakterisieren, ihre Entstehungsmöglichkeiten zu beleuchten und auf ihre praktische Verwertbarkeit bei Untersuchungen von durch Ausblühungen gekennzeichneten Bauteilen hinzuweisen. Wir haben vor allem versucht, eine spezielle physikalisch-chemische Untersuchungsweise zum zahlenmässigen Erfassen und damit zum Vergleichen der Ausblühungstendenzen von Baumaterialien untereinander zu entwickeln. Dadurch konnte eine auch in der Praxis bisher stets empfundene Lücke bei der qualitativen und quantitativen Beurteilung von Ausblühungstendenzen der verschiedenen Baustoffe geschlossen werden. Diese Untersuchungsweise gestattet auch dem Baumaterialfabrikanten, einen tieferen Einblick in sein Material zu gewinnen, und er erhält dadurch bestimmte praktische Hinweise zur Verbesserung seiner Fabrikate im Sinne einer Erhöhung ihrer Ausblühfestigkeit. Der vorliegende Aufsatz ist vor allem für jene bestimmt, die im Kampfe mit Mauerausblühungen stehen; er bezweckt, ihnen ihren Kampf erleichtern zu helfen. Selbstverständlich ist damit der ganze Fragenkomplex noch nicht erschöpfend behandelt.

A. Allgemeiner Teil

1. Allgemeine Charakteristik der Ausblühungen

Als Ausblühungen bezeichnet man jene meist weissen, gelblichen oder grünlichen, krusten- oder schimmelartigen Ausscheidungen, die an künstlichen, mineralischen Bauelementen oder Mauerwerken auftreten und diese verunstalten. Ausblühungen sind im allgemeinen äusserliche Anzeichen meist nur partieller innerer Zerstörungen an künstlichen, mineralischen Bauteilen durch materialschädigende *fremde Stoffe*. An Baumaterialien auftretende, stofflich zu Unrecht gefürchtete Ausblühungen vermögen deshalb an derartigen Materialien keine physikalisch-chemischen Schädigungen mehr anzurichten. Denn Ausblühungen erweisen sich stets als chemische Endprodukte (Wirkungen) von chemischen Aggressionen (Ursachen), die auf Baumaterialien bereits vor deren Ausblühen sich vollzogen haben. Eine auch noch mögliche chemische Baumaterialienbeeinflussung durch Ausblühungen von aussen her, z. B. in statischer Hinsicht, kann nur eine untergeordnete Rolle spielen.

2. Grundlagen für das Entstehen von Ausblühungen

Damit Ausblühungen an einem Baumaterial überhaupt auftreten können, müssen einige Voraussetzungen an ihm erfüllt sein: Das Baumaterial muss ein bestimmtes Mindestmass an Porosität aufweisen. Dabei ist hier seine offene Porosität massgebend. Diese ist bei allen Stoffen vorhanden, die aus einer breiig-wässerigen Phase des Ausgangsmaterials entstanden sind. Materialien, die nur geschlossene Poren enthalten, oder die gar nicht porös sind, oder die eine intakte, völlig undurchlässige Oberschicht besitzen (Oberflächendichtungen, Glasuren usw.), können nicht ausblühen.

Auch muss das fertige Baumaterial wenigstens einmal wasserhaltig gewesen sein, was z. B. bei Backsteinen der Fall ist, die im Regen offen gelagert oder sonstwie durchnässt oder in Regenzeiten vermauert worden sind. Bei Betonwaren dient das Wasser zur Aufbereitung des frischen Betons sowie zur Abbindung (Hydratation) des Portlandzementes und ist daher immer reichlich vorhanden.

Das poröse Baumaterial muss in Wasser lösliche Salze enthalten. Dabei kann die Anwesenheit derartiger Salze bereits vom Ausgangsmaterial herrühren. So enthalten z. B. Rohtone gewisse Verunreinigungen (Pyrit), die bei ihrem Brande und Lagern der Fertigwaren unter Mitwirkung von Luftsauerstoff und Wasser ausblühbare Salze ergeben. Ferner können die Erdalkalien der Rohtonformlinge mit sauern Atmosphärilien zu ausblühbaren Salzen zusammentreten.

Auch können wasserlösliche Salze durch irgendwelche Wasserläufe (Rinnsale) mit Ausgangsmaterialien zur Baustoffabrikation zusammenkommen, wobei die chemische Zusammensetzung dieser Salze nach der Herkunft des Wassers und seinen chemischen Bestandteilen verschieden ist. Ferner gibt es in Wasser lösliche organische Substanzen, die in Materialgruben eingeschwemmt werden und sich durch Faulprozesse irgendwelcher pflanzlicher Reste oder tierischer Kadaver oder Auswürfe gebildet haben. Auf diese Weise entstehen in solchen Gruben Nester aus organischen Substanzen, wie Humusstoffe, Ausläufe aus Düngergruben, Jauche, Mist aus Aeckern usw., die den Beton infizieren.

Gelangen gar Abwässer aus grösseren Gemeinden oder Industriebezirken in Bäche und Flüsse hinein, deren Wasser vorschriftswidrigerweise zur Betonbereitung verwendet wird, so findet man nachher eine ganze Reihe materialschädigender, ausschlagbildungsfähiger Stoffe aller Art in derartig zubereitetem Betonmaterial.

Es gibt ferner auch Salze, die erst nachträglich in fertige Baumaterialien oder Mauerwerke gelangen und so ausblühen können. So geht z. B. der Harnstoff aus Ställen oder andern stickstoffhaltigen Substanzen mit der Bodenfeuchtigkeit ins Mauerwerk hinein, die in solchen Lokalen stets reichlich vorhanden ist, wo sie der Oxydation durch den Luftsauerstoff anheimfallen und Mauersalpeter bilden. Natürlich dürfen nur Salze der Salpetersäure als Mauersalpeter angesprochen werden, nämlich Calcium- und Magnesium-Nitrat. Auch können Metalle, wie z. B. Eisen oder Kupfer (Geländer, Rohrschellen, Blitzableiter, Traufen, Bedachungen usw.), die ungeschützt an der Oberfläche eines Bauwerkes liegen und daher mit den Atmosphärilien, mit Regenwasser sowie mit dem Mauerwerk in ständiger Berührung sind, an ihnen Verfärbungen und Ausblühungen hervorrufen (Rost, Patina, Grünspan).

Sind Grundmauern von Häusern nur ungenügend gegen Bodenfeuchtigkeit isoliert worden, so dass diese ins Mauerwerk gelangen kann, so resultieren beispielsweise in der Nähe der Kellerfenster jene bekannten Ausblühungen aus Salzen des Erdbodens, aus Humusstoffen usw. Ausblühungen können auch an Gebäudemauern infolge plötzlichem Ansteigen des Grundwasserspiegels sowie an Stützmauern und Verbauungen von Strassen und Bahnkörpern durch Bergwasserdruck entstehen. Mauerausschläge sind daher auch Folgen von Wasserschäden. Ferner weisen die Mauerwerke gewerblicher und industrieller Betriebe nicht selten Ausblühungen auf. Hier entstehen sie unter Mitwirkung von Feuchtigkeit aus dem Betriebe, an Aussen- und manchmal auch an Innenmauern der Fabrikations- und Lagerräume, wo mannigfaltige Rohstoffe, Zwischenprodukte und Fertigwaren oder Abfallstoffe jeden Aggregatzustandes, wie Schlacken, Abwässer, Abgase, Rauchgase usw. mit nur ungenügend oder nicht geschützten Bauteilen in Berührung gekommen sind. Die Zusammensetzung der Ausblühungen im einzelnen wird hier naturgemäss von der Art des Betriebes bestimmt.

Mauerausschläge können auch durch die Besonderheiten des Standortes eines Bauwerks verursacht sein. Diese Besonderheiten können die chemische Zusammensetzung der Ausschläge massgeblich beeinflussen. Umgekehrt lassen sich aus dieser Zusammensetzung Schlüsse auf die Ausblühursachen ziehen.

Ausblühungen entstehen in allen Fällen in der selben Weise: Das auf irgendeine Weise in poröse Bauelemente oder Mauerwerke gelangte Wasser löst die in mineralischen, künstlichen Bauteilen enthaltenen, wasserlöslichen Salze auf. Im Laufe der Zeit trocknen diese Bauteile aus, indem das in ihnen enthaltene, tropfbare Wasser, infolge der Porenkapillarität, von innen her an die Oberfläche dieser Teile gelangt und dabei die in ihm gelösten Salze mittransportiert. Das verdunstende Wasser hinterlässt an der Oberfläche der Bauteile die nach aussen mitbeförderten Salze, die an ihnen als Ausblühungen ausgeschieden werden. Die häufigsten Ursachen sind:

1. Die besondere chemische Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien, die zur Herstellung von Baustoffen verwendet wurden, sowie die diese Zusammensetzung beeinflussenden Bedingungen, unter denen diese Materialien in der Natur lagerten.

2. Das Verarbeitungsverfahren dieser Ausgangsmaterialien sowie dessen Durchführungsweise im konkreten Fall, die bei der Fabrikation der Baustoffe angewendet wurde.

3. Die Behandlungsweise des fertigen Baumaterials auf dem Weg zu seiner Verwendung sowie die Umstände, unter denen die einzelnen Baumaterialien zu Bauwerken zusammengefügt wurden.

4. Das Materialgefüge eines Bauwerkes sowie die Art und Weise der praktischen Ausführung eines solchen Gefüges durch Kombination der verschiedenartigen Baumaterialien zu einem Ganzen, wobei naturgemäss deren gegenseitiger, chemischer Verträglichkeit eine besondere Rolle zukommt.

5. Die innern und äussern Umstände, denen ein Bauwerk im Verlaufe seines Bestehens ausgesetzt ist.

II. Besonderer Teil

1. Die chemische Untersuchung der Ausblühungen

Zur Probeentnahme von Ausblühungen bedient man sich mit Vorteil nicht eines Messers, sondern eines Hornspatels, mit dem man die Ausblühungen von den Baustoffen sorgfältig abkratzt. Auf diese Weise wird vermieden, dass Eisen und wesentliche Mengen der Baustoffe selbst in die Probesubstanzen geraten. Die Untersuchung der Ausblühungen im konkreten Fall erfolgt nach den Vorschriften der qualitativen und quantitativen Analyse, die z. B. im «Lehrbuch der analytischen Chemie» von W. D. Treadwell nachgelesen werden können.

2. Physikalisch-chemische Beurteilung von Ausblühungen

Bei der Beurteilung der Ausblühungstendenz von Baumaterialien genügt es nicht, lediglich über die chemische Zusammensetzung der Ausblühungen orientiert zu sein. Als wesentlicher Faktor ist hier bereits auf die Porosität ausblühfähiger Materialien hingewiesen worden. Die Methoden, nach denen sich die Gesamtporosität sowie die offene und geschlossene Porosität bestimmen lassen, werden hier als bekannt vorausgesetzt. Um Ausblühungen und die Tendenz zu ihrer Bildung beurteilen zu können, ist naturgemäss in jedem Fall die umfassende Kenntnis aller Faktoren erforderlich, die mit Mauerausblühungen im Zusammenhange stehen. Daher haben wir das folgende Verfahren zur Erfassung der Ausblühungstendenz eines Materials entwickelt:

a) Man bestimmt die Anzahl der offenen Poren im fraglichen Baumaterial. Sie ist direkt proportional den Wasserquantitäten und damit aber auch dem Quantum ausblühbarer Salze, das mit dem Wasser im Material transportiert wird. Je kleiner sie ist, desto geringer ist die Möglichkeit zu Salzausscheidungen an Materialien. Die prozentuale offene Porosität eines Stoffes wollen wir mit p_0 bezeichnen.

b) Man bestimmt die Anzahl der geschlossenen Poren. Geschlossene Poren schliessen mit dem Wasser auch die in ihm gelösten, ausblühbaren Salze mit ein und verhindern auf diese Weise deren Ausblühen. Je grösser diese Zahl ist, desto grösser sind die wasserzurückhaltenden Momente, d. h. die Anzahl der geschlossenen Poren in einem Stoff ist umgekehrt proportional seiner Ausblühwahrscheinlichkeit. Die prozentuale geschlossene Porosität sei p_g.

c) Man berechnet die Ausblühungstendenz des fraglichen Baumaterials, das ist das Verhältnis der Anzahl der offenen zu der der geschlossenen Poren, also der Wert p_o/p_g.

d) Man ermittelt die grob- oder feinporige Struktur des Baumaterials. Diese ist für sein Verhalten gegenüber den Einflüssen des Wassers massgebend. Es geht hier also um die Fragen nach dem Porendurchmesser und der Grösse der Kapillarkräfte. Grobporige Materialien saugen Wasser viel weniger begierig auf und geben es daher auch wieder viel leichter ab als feinporige Materialien, die darum entsprechend hygrokopischer sind. Bei nassen Materialien, die sehr grobporig sind, ist der Durchmesser der Poren so gross und damit ihre Kapillarkraft so klein, dass das Austrocknen der Stoffe schneller vor sich geht als der träge Nachschub des Wassers aus dem Materialinnern, weshalb in solchen Fällen der Trockenprozess der Stoffe bereits unter ihrer Oberfläche fortschreiten kann und damit die wasserlöslichen Salze schon unter der Materialoberfläche im Innern der Stoffe abgeschieden werden.

Als relative Masszahlen für den Porendurchmesser verwendet man mit Vorteil die Ergebnisse der «spezifischen Einsaugzeit» z_1 eines Baumaterials. Es ist dies die Zeit, die von einem porösen Stoff benötigt wird, um auf einer Normalfläche 1 g Testflüssigkeit einzusaugen. Aus Kapillaritätsgründen ist z_1 naturgemäss umgekehrt proportional dem Porenduurchmeser.

e) Man ermittelt das Gewicht der wasserlöslichen Salze, die es vor ihrem Ausblühen beherbergt, bezogen auf das Gesamtgewicht eines Bausteins. Man erhält so die Ausblühungszahl α eines Baumaterials. Diese ist natürlich direkt proportional der Ausblühtendenz eines Bausteins; denn je grösser die ausblühbare Salzmenge in einem Stein ist, desto grösser ist auch die Wahrscheinlichkeit für die Bildung von Mauerausschlägen, sobald dafür günstige Bedingungen eintreten.

f) Bei einem bereits vermauerten Bauelement blüht nun aber nicht seine gesamte Oberfläche aus, sondern erfahrungsgemäss nur seine, an einem Bauwerk nach aussen gekehrte Fläche. Aus diesem Grund wird die Ausblühtendenz eines Baumaterials (Bausteins) auch vom Gewicht der wasserlöslichen Salze bestimmt, die z. B. auf 1 dm² Steinaussenfläche aus der Ausblühungszahl α (Gesamtsalzmenge) anfällt. Diesen Salzanteil bezeichnen wir als «spezifische Ausblühzahl» α_1. Sie ist bestimmend für die höchstmögliche Konzentration an wasserlöslichen, ausblühbaren Salzen pro dm² Aussenflächen eines porösen Bausteins. Handelt es sich indessen um die Bestimmung der Ausblühtendenz eines einzelnen, noch unverbauten Bauelementes, so bezieht man die «spezifische Ausblühungszahl» α_1 auf seine gesamte Oberfläche, abzüglich seiner Auflagefläche.

g) Bezeichnen wir die Ausblühtendenz eines porösen Baumaterials mit A, so ergibt sich aus allen erörterten Gesichtspunkten die auch für die Praxis geltende Beziehung:

$$(1) \qquad A = \alpha_1 \cdot \frac{p_o}{p_g} \cdot \frac{1}{z_1}$$

Beispiel 1.

Ein verbautes Bauelement enthielt 0,961 % ausblühbarer Salze. Das Gewicht des Elementes betrug 2,5 kg. Ferner hatte seine Aussenfläche eine Ausdehnung von 2,5 × 0,6 dm = 1,5 dm²; p_o betrug 44,06 %, p_g war 0,1 % und z_1 wurde zu 20,8 s/g bestimmt.

$$\alpha = 2{,}5 \cdot 0{,}961 = 24 \text{ g/pro Stein von 2,5 kg}$$
$$\alpha_1 = 24/1{,}5 = 16 \text{ g/dm}^2 \text{ Aussenfläche}$$

$$A = \frac{16 \cdot 44{,}06}{20{,}8 \cdot 0{,}1} = 338{,}9 \text{ g/dm}^2\,\text{s}$$

Beispiel 2.

Ein anderes verbautes Bauelement war durch folgende Grössen charakterisiert:

Ausblühbare Salze: 0,508 %, Steingewicht: 7,5 kg, Aussenfläche: 2,5 × 1,35 = 3,375 dm², p_o = 44,35 %, p_g = 0,99 % und z_1 = 12,8 s/g.

$$\alpha = 7{,}5 \cdot 0{,}508 = 38{,}1 \text{ g/pro Stein von 7,5 kg}$$
$$\alpha_1 = 38{,}1/3{,}375 = 11{,}3 \text{ g/dm}^2 \text{ Aussenfläche}$$

$$A = \frac{11{,}3 \cdot 44{,}35}{12{,}8 \cdot 0{,}99} = 39{,}5 \text{ g/dm}^2\,\text{s}$$

Das heisst nun, dass die Ausblühtendenz beim zweiten Material 338,9/39,5 = 8,58mal geringer war als beim ersten Material. Daher blühte das erste Material aus, das zweite dagegen nicht.

*

Für die Ausblühtendenz der selben Bauelemente im unverbauten Zustand ergeben sich folgende Berechnungen:

Beispiel 1a.

Der Baustein nach Beispiel 1 weist folgende Dimensionen auf: 2,5 × 1,2 × 0,6 dm, die Gesamtoberfläche beträgt 10,44 dm², die Auflagefläche 2,5 · 1,2 = 3,00 dm², die ausblühfähige Steinoberfläche somit 7,44 dm². Hieraus ergibt sich:

$$\alpha = 2{,}5 \cdot 0{,}961 = 24 \text{ g/pro Stein}$$
$$\alpha_1 = 24/7{,}44 = 3{,}23 \text{ g/dm}^2 \text{ Aussenfläche}$$

$$A = \frac{3{,}23 \cdot 44{,}06}{20{,}8 \cdot 0{,}1} = 68{,}33 \text{ g/dm}^2\,\text{s}$$

Beispiel 2a.

Steindimensionen: 2,5 × 2,0 × 1,35 dm, Gesamtoberfläche: 22,15 dm², Auflagefläche 2,5 × 2,0 = 5,00 dm², ausblühfähige Steinoberfläche: 17,15 dm².

$\alpha = 7{,}5 \cdot 0{,}508 \quad = 38{,}1$ g/pro Stein
$\alpha_1 = 38{,}1/17{,}150 \quad = 2{,}222$ g/dm² Aussenfläche

$$A = \frac{2{,}222 \cdot 44{,}35}{12{,}8 \cdot 0{,}99} = 7{,}78 \text{ g/dm}^2\text{ s}$$

Das heisst, dass die Ausblühungstendenz beim zweiten Material 68,33/7,78 = 8,79 mal geringer war als beim ersten Material. Daher blühte das erste Material aus, das zweite Material dagegen nicht.

Die Formel (1) präsentiert sich in ihrer einfachsten Form. Zur genauern Beurteilung von A ist es notwendig, wenn man z. B. bei Isolier- und Kammersteinen das Prozentualverhältnis v ihres Materialvolumens v_M zu ihrem Hohlraumvolumen v_H und bei Backsteinen ihren Prozentualgehalt e an Erdalkalien der Rohtonformlinge kennt. In diesen Fällen hat man den Wert noch mit v und e zu multiplizieren. Daraus geht nun hervor, dass die Formel für A weiter ausbaufähig ist und an besondere Anforderungen angepasst werden kann.

Die vorliegende physikalisch-chemische Erfassungsweise der Ausblühtendenz mineralischer, künstlicher Bauelemente erübrigt alle bisherigen Mutmassungen, Schätzungen, allgemeine Erklärungen und Diskussionen, indem es diese Methode gestattet, auch einen speziellen Fall genau zu beurteilen. Sie liefert daher für jeden Einzelfall konkrete, objektive und daher untereinander vergleichbare Zahlenwerte. Diese Methode gestattet ferner alle jene Faktoren zahlenmässig zu berücksichtigen und zusammenzufassen, die bei der Bildung von Ausblühungen auch in der Praxis wirklich massgebend sind.

3. Massnahmen zur Verhütung von Ausblühungen

Die Massnahmen, die zur Verhütung von Ausblühungen ergriffen werden können, haben naturgemäss den besondern Charakter sowohl des Baumaterials selbst als auch die Umstände zu berücksichtigen, denen es in der Praxis ausgesetzt sein wird. Bei Betonerzeugnissen können hauptsächlich etwa folgende Massnahmen ergriffen werden:

a) Verwendung eines chemisch völlig einwandfreien Aufbereitungswassers.

b) Richtige Zusammensetzung des Betons, derart, dass sie chemisch möglichst ausgeglichen ist. Dadurch werden seine Bestandteile beim Abbinden und Erhärten chemisch weitgehend gebunden.

c) Sind Angriffe auf Beton zu erwarten, so sorge man für eine dichte Oberfläche, nötigenfalls durch Bindung des freien Kalkes im Beton mittels porenschliessender Schutzmittel, wie Si-Stoff, wasserlösliche Silikate, Trass, Sika usw. Dadurch wird die Bewegung des Wassers unterbunden, das Ausschläge herbeiführen könnte.

d) Wird Beton z. B. zur Herstellung von Behältern für aggressive Produkte verwendet, so muss er mit säurebeständigen keramischen Wandplatten mittels eines säurefesten Kittes verkleidet werden.

e) Wird Beton dort verwendet, wo mit nur leichten Angriffen zu rechnen ist, verwendet man mit Vorteil kalkarme Hüttenzemente.

In allen diesen Fällen sind es in erster Linie immer die Erdalkalien im Beton, die des Schutzes bedürfen, da sie durch zerstörende Stoffe besonders gefährdet sind.

Bei gebrannten Baustoffen können vor allem etwa folgende allgemeine Massnahmen empfohlen werden:

a) Auswahl möglichst solcher Ausgangstoffe, die arm an wasserlöslichen Salzen sind. Die Untersuchungen haben zwar ergeben, dass z. B. Backsteine relativ reich an ausblühbaren Salzen sein können und bei ihnen die Tendenz zum Ausblühen besteht, trotzdem der betreffende Rohton äusserst arm an Salzen ist. Daraus geht hervor, dass der Salzreichtum in Backsteinen im allgemeinen erst durch ihren Brand zustande kommt.

b) Möglichst geringer Gehalt des Rohtons an Erdalkalien z. B. durch Beimischung erdalkaliarmer Tone, um sie gegen saure Bestandteile der Atmosphäre (Ofenatmosphäre) zu immunisieren.

c) Verzicht auf die Rauchgastrocknerei der Tonformlinge und Uebergang zur Grossraumtrocknerei.

d) Anwendung möglichst schwefelarmer Brennkohle. Eine Tonne Kohle mit nur etwa 1 % Schwefel vermag mit dem Kalk im Rohton beim Verbrennen etwa 50 kg Gips zu erzeugen.

e) Erzeugung möglichst grossporiger Backsteine, z. B. durch Beimischung von Kohlengriess zur Tonmasse selbst und zeitweises Brennen der Backsteine in einer reduzierenden Ofenatmosphäre, bei besonders auffälligem Gehalt des Tons an Pyrit.

f) Durch etwas scharfen Brand der Tonformlinge kann erreicht werden, dass die Oberschicht der Backsteine dicht wird, wodurch die Bewegung des Wassers in den Steinen unterbunden wird.

g) Schützen der Backsteine beim Lagern vor Regen durch deren genügende Abdeckung mit Dachpappe, Bauläden und dgl., unter gleichzeitiger Vermeidung einer direkten Berührung der Steine mit dem Erdboden. Verzicht auf Vermauerung ausblühfähiger Backsteine in ausgesprochenen Regenzeiten.

Adresse des Verfassers: Hans Holzach, Altwiesenstr. 142, Zürich 11.

Das Innkraftwerk Simbach-Braunau

Mitgeteilt von der **Innwerk Aktiengesellschaft**, Töging am Inn, Bayern

DK 621.29

Fortsetzung von Seite 303

IV. Das Krafthaus und die zusätzlichen Bauten

a) Das Krafthaus

Krafthaus, Montageraum und Krafthausanbau liegen, bedingt durch die Flachbauweise mit den durchlaufenden Portalkranen, in der Flucht der Wehranlage. Die Länge der Gesamtanlage von Wehr und Krafthaus erforderte eine Verbreiterung und Ausbuchtung des Flusschlauches am österreichischen Ufer; am bayerischen Ufer schliesst das Wehrwiderlager unmittelbar an das Leitwerk an. Nach den Modellversuchen ist die Anströmung zum Krafthaus aus der langen Flussgeraden verhältnismässig günstig, so dass auch für die landseitige Turbine die volle Beaufschlagung gesichert ist. Die Ausbauwassermenge von rd. 1000 m³/s wird durch vier Maschinenaggregate verarbeitet. Die Baukörper für diese Aggregate sind durch Fugen voneinander getrennt, die von der Sohle bis zur Krafthausdecke durchgehen; sie konnten durchwegs auf den anstehenden Schliermergel gegründet werden. Der Betonsporn unter der Einlaufschwelle mit davor gesetzter Stahlspundwand sichert den dichten Anschluss an den Untergrund.

Die gewählte Höhenlage des Turbinenlaufrades erforderte eine tiefe Fundierung des Saugrohres; es ergab sich aber hierdurch bei dem hohen Einlaufquerschnitt der Spirale eine verhältnismässig geringe Breite des Aggregat-Blockes.

Die Einlaufsohle der Spirale liegt gleich hoch wie die Wehrsohle. Nachteile für diese Anordnung haben sich bei den bestehenden Kraftwerken am unteren Inn nicht gezeigt, da durch das Staugebiet ja praktisch kein Geschiebe transportiert wird. Die beiden Einlaufpfeiler dienen zur gleichmässigen Verteilung der zufliessenden Wassermenge und zur Abstützung der Dammtafeln und der Rechenträger. Da die Dammtafeln auf die ganze Breite des Spiraleneinlaufs durchgehen, musste der rückwärtige Teil der Zwischenpfeiler in Stahl ausgeführt werden, um die Auflagerkräfte aus der Belastung durch die Dammtafeln aufnehmen zu können.

Werden die Dammtafeln nach Ergänzung durch seitliche Abschlusswände und Abstützkonstruktionen über den Zwischenpfeilern als Portaldammtafeln vor dem Einlaufrechen eingesetzt, dann muss bei den knappen Abmessungen des Rechenpfeilers am oberen Ende des Dammtafelschlitzes eine Abstützung aus Stahl eingesetzt werden, die den Auflagerdruck auf die Spiralendecke überträgt.

Das Rechenpodium wurde mit Rücksicht auf den Wellenschlag, der bei dem in Ost-Westrichtung liegenden Rückstaubecken ziemlich fertig werden kann, 2,00 m über den Stauspiegel gelegt. Die an die Rechenpodestträger anschliessende Spiralendecke stützt sich auf die Umfassungen der Spirale und auf die Stützschaufeln der Turbinen ab. Decke, Sohle und Wände der Spirale mit Ausnahme des Spiralenkegels erhielten einen 1,5 cm starken glatten Torkretputz.

Das Turbinensaugrohr ist durch einen Mittelpfeiler unterteilt, der erhebliche Kräfte aus dem Krafthausmassiv auf die Sohle überträgt. Der Saugrohrauslauf ist durch eine Fuge vom Massiv getrennt, um eine Lastübertragung auf das