Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 23: Ausstellung Bau und Architektur 73, Bern, 20. bis 27. Juni

Artikel: Bauphysikalische Beanspruchungen an Baufugen
Autor: Kühne, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71898

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: 13.07.2025

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

der Fried. Krupp AG in Essen, deren Vorstand *B. Strauss* war. Mitte 1917 wurde ihm die zur Versuchsanstalt gehörende Abteilung für Stahluntersuchungen und die Vertretung des Vorstandes der Versuchsanstalt übertragen. Hier befasste er sich hauptsächlich mit nichtmetallischen Einschlüssen, mit der Flockenbildung im Stahl und mit den nichtrostenden Stählen. Im Jahre 1919 wechselte Maurer seinen Arbeitsplatz und wurde Vorsteher der chemischen und metallographischen Abteilungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts (heute Max-Planck-Institut) für Eisenforschung und Vertreter des Direktors dieses Instituts; bald hernach wurde er mit der Arbeit «Über das β-Eisen und über Härtungstheorien» Dozent für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Aachen. Von 1922 bis 1925 war er wiederum bei Fried. Krupp AG angestellt, und zwar als Leiter der Versuchsanstalt. Aus dieser Zeit rührt sein Gusseisendiagramm, welches den Zusammenhang zwischen Zusammensetzung und Gefüge des Graugusses darstellt und als Gattierungsgrundlage zu grosser Bedeutung gelangt ist. Im Jahre 1925 folgte er einem Ruf auf den Lehrstuhl für Eisenhüttenkunde an der Bergakademie Freiberg (Sachsen); nach seinen Plänen wurde dort das Eisenhütteninstitut errichtet.

Das Ende des Zweiten Weltkriegs unterbrach vorübergehend die eigentliche Tätigkeit von Ed. Maurer und brachte ihm Schwierigkeiten und Bitterkeiten. Schwer traf ihn der Verlust seiner Frau, die beim Einmarsch der russischen Truppen ins Städtchen Freiberg unter dem Eindruck der Angst vor dem Kommenden freiwillig aus dem Leben schied. Nach wechselvoller Tätigkeit bot sich ihm dann aber wieder die Möglichkeit, seine Arbeitskraft seinem herkömmlichen Gebiet zur Verfügung zu stellen; in Henningsdorf bei Berlin entstand unter seiner Leitung das Eisenforschungsinstitut der DDR, dessen Leiter er dann von 1949 bis 1959 wurde. Seine hauptsächliche Beschäftigung galt hier der Qualitätssteigerung von Schmiedestücken und dem Hochbaustahl St 52. Daneben bot ihm die Humboldt-Universität Gelegenheit zur Entfaltung seiner Lehrtätigkeit auf dem Gebiet der Eisenhüttenkunde. Seinen Lebensabend verbrachte er in Niederschönhausen/Berlin; er ist am 21. Februar 1969 gestorben.

Neben zahlreichen Ehrungen von westlicher und von östlicher Seite erhielt er die Ehrendoktorwürde der Technischen Hochschule Aachen und der Humboldt-Universität in Berlin. Ed. Maurer hat seine ganze Kraft, seine ganze Zeit und auch einen grossen Teil seiner Geldmittel seinem Fachgebiet, der Stahlwissenschaft, zur Verfügung gestellt. Massgebend für seinen Erfolg waren scharfe Beobachtungsgabe, rasches Erkennen der Zusammenhänge, unermüdlicher Arbeitseinsatz und ein eiserner Durchhaltewille bis zur restlosen Erledigung einer Aufgabe. Seine Persönlichkeit war von ganz besonderer Prägung. Schonungslose Offenheit, Rauhigkeit und Barschheit, die nicht selten verletzend wirkten, stellten das Verhältnis zu Mitarbeitern und Gesprächspartnern oft auf eine harte Probe. Man musste die Vorzüge des inneren Menschen kennen, um ihm freundschaftliche Treue halten zu können; dann aber war der Umgang mit ihm ein Gewinn.

Das Nachschlagen zahlreicher für diesen Aufsatz massgebender Literaturstellen erfolgte in der Eisenbibliothek der Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen; ich danke dieser Firma für die Erlaubnis zur Benutzung dieser reichhaltigen Bibliothek.

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. *A. Keller*, Materialversuchsabteilung der Firma Escher Wyss AG, 8023 Zürich, Escher-Wyss-Platz.

Bauphysikalische Beanspruchungen an Baufugen

DK 691.58

Von Prof. **H. Kühne**, EMPA Dübendorf[1])

Allgemeines

Von einer Fugenabdichtung verlangt man in der Regel, dass sie unter allen im Einzelfall vorkommenden Beanspruchungen ausreichend und dauerhaft dichtet. Bei einer Gebäudefassade geht es dabei in erster Linie um eine Dichtung gegen Wasser- und Luftdurchtritt. Dazu tritt in vielen Fällen auch die Behinderung des Schalldurchganges.

Um eine solche Aufgabe zu lösen, muss man sich darüber klar werden, welchen äusseren Beanspruchungen eine solche Fugenabdichtung selbst ausgesetzt ist und welche Bewegungen zwischen den durch die Fuge getrennten Bauteilen auftreten können. In einer Erörterung der Dichtungsausbildung müssen also folgende Einflussfaktoren berücksichtigt werden:

- Aussenklimatische Bedingungen
- Innenklimatische Bedingungen

} und die sich daraus ergebenden Formänderungen und Verschiebungen

- Formänderungen infolge mechanischer Beanspruchungen der Bauteile
- Verschiebungen und Formänderungen infolge Setzungen und Erschütterungen
- Äusserer Schallpegel und seine Schwankungen.

Nicht aus dem Auge gelassen werden dürfen ferner:

- Chemische Beanspruchungen, insbesondere durch Reinigungsmittel und Luftverunreinigungen
- Mechanische Gebrauchsbeanspruchungen durch den Menschen (zum Beispiel Herausklauben von Fugendichtungsmitteln durch Kinder)
- Biologische Einflüsse, wie etwa das Herausholen von Dichtungsmassen durch Vögel und Nagetiere sowie die Beeinflussung oder gar Zerstörung derselben durch Pilze oder Bakterien.

Diese letzteren Fragen seien jedoch hier nur am Rande erwähnt. Hauptaufgabe der vorliegenden Ausführungen sind die aus den bauphysikalischen Beanspruchungen erwachsenden Verschiebungen im Bereich der Fugen.

Aussenklimatische Einwirkungen und ihre Konsequenzen

(s. Tabelle 1a)

Naturgemäss denkt man im Hochbau zunächst an die Dichtigkeit gegen Direkteinwirkung von Wind und Regen. Das Mass der Undurchlässigkeit hängt hier von der Dichtigkeit

- der Dichtungsmaterialien,
- der angrenzenden Baustoffe und
- der Berührungszone zwischen Dichtungsmaterial und angrenzenden Baustoffen ab.

E. Cziesielski [9] hat diese Fragen für deutsche Klimaverhältnisse eingehender analysiert. Für die schweizerischen Bedingungen sei einerseits auf [19/20], anderseits auf *R. Sagelsdorff* [15] hingewiesen.

Wichtig scheint aber in diesem Zusammenhang, dass der Wind gleichzeitig auch Kräfte auf die ganzen Bauelemente ausübt und damit Formänderungen hervorruft, welche zu

[1]) Ergänzte Fassung eines Vortrages, gehalten an der Tagung «Ausbildung von Fugen und deren Abdichtung» der SIA-Fachgruppe für industrielles Bauen (FIB) in Zürich am 25. Januar 1973.

Dimensions- und Winkeländerungen im Bereich der zu dichtenden Fugen führen. Ferner bewirkt auch die Absorption von Wasser bei manchen Baustoffen (Holz, Beton, Putze) Quellerscheinungen, die ebenso zu Änderungen der Fugenabmessungen Anlass geben. Das Absorptions- bzw. Quellgefälle gegen das Innere des Bauelementes bewirkt zudem Biegeverformungen, welche weitere, zusätzliche Winkeländerungen im Fugenbereich mit sich bringen. Wind und Regen beeinflussen die Fugenzonen also auch indirekt.

Lufttemperatur und -feuchtigkeit haben über den Wärmedehnungs- bzw. Feuchtigkeitsquellungskoeffizienten der Baumaterialien einen erheblichen Einfluss auf die Dimensionsbewegungen der Bauelemente linear, aber wegen des Temperatur- bzw. Feuchtigkeitsgefälles nach dem Inneren derselben auch mit Spannungseffekten, welche ein Verwölben und damit Winkeländerungen zur Folge haben (siehe hierzu zum Beispiel [17]). Im weiteren muss hier erwähnt werden, dass der Aushärtungsvorgang mancher Dichtungsmassen und damit u. U. auch die Eigendimension solcher Dichtungsmittel durch die Temperatur und die Anwesenheit von Feuchtigkeit beeinflusst sein kann.

Viele Dichtungsmittel sind auch in ihren mechanischen Formänderungseigenschaften stark temperaturabhängig. Im Extremfall können sie bei hoher Temperatur plastisch fliessend, bei niedriger spröd-hart werden.

Ein sehr bedeutsamer Einflussfaktor ist auch die *Sonnenstrahlung*. Die soeben genannten Temperatureinflüsse der Luft werden durch den *Infrarot-(IR-)Anteil der Sonnenstrahlung* erheblich verstärkt. Während die obere Grenze der Lufttemperatur bei uns um etwa 30 °C liegt, wird durch die Sonnenstrahlung die Oberflächentemperatur der Gebäude-Aussenseiten auf rund 50 °C (bei wenig IR-absorbierenden, zum Beispiel weissen Materialoberflächen), bzw auf etwa 70 bis 90 °C (bei stark IR-absorbierenden, beispielsweise schwarzen Oberflächen) erhöht, mit den entsprechenden Effekten der Dimensions- bzw. Winkeländerungen bei den Fugen. Dabei muss man neben den direkten thermischen Effekten auch mit der sekundären Auswirkung auf die Materialfeuchtigkeit und deren Verteilung rechnen. Auch bei den Dichtungsmaterialien kann eine stark IR-absorbierende Farbe zu erheblich stärkeren Veränderungen der mechanischen Eigenschaften derselben führen.

Ebenso ist dem *Ultraviolett-(UV-)Anteil der Sonnenstrahlung* Beachtung zu schenken. Es gibt unter den Dichtungsmaterialien solche, welche u. U. bleibende Änderungen des mechanischen Formänderungsverhaltens bei UV-Einwirkung erleiden können (meist Erhärtung, Versprödung). Wohl dringen diese Strahlen bei den meist opaken Dichtstoffen nicht tief ein, so dass der ungünstige Effekt sich nur an der Oberfläche auswirkt (Tendenz zu oberflächlicher Erhärtung und Rissbildung). Gefährlicher ist die UV-Strahlung aber dort, wo sie (zum Beispiel durch Glas hindurch) Haftflächen zwischen Dichtungsmassen und Glas oder anderen Baustoffen erreicht. Dabei kann leicht ein Verlust des Haftvermögens eintreten.

Neben der absoluten Grösse dieser Einflüsse spielt die Zeitdauer und Geschwindigkeit des Auftretens und derer Auswirkung eine massgebende Rolle. Es sei hier auf den Vortrag «Rheologische und festigkeitstechnische Probleme bei der Fugenabdichtung» verwiesen[2]).

Innenklimatische Einwirkungen und ihre Konsequenzen
(s. Tabelle 1 b)

Ein Teil der bauphysikalischen Vorgänge und damit auch der Formänderungen der Bauelemente und in den Fugen ergibt sich aus den Temperatur- und Feuchtigkeitsgefällen, welche zwischen dem Aussen- und dem Innenklima auftreten. Das Innenklima, insbesondere Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, ist also massgebend mitbeteiligt. Ausser dem Einfluss auf die Formänderungen sind natürlich auch die allfälligen Gefahren der Kondenswasserbildung einschliesslich Einfrieren im Gebiete der Dichtungsfugen durch entsprechende thermische Isolation und sinngemässe, zusätzliche Abdichtungen zu berücksichtigen.

Ein oft vergessener innenklimatischer Einfluss ist der Luftdruck. Häufig herrschen im Inneren von Gebäuden mit Ventilation oder Konditionieranlagen erhebliche Unter- oder Überdrücke. Bei Unterdruck zum Beispiel treten beträchtliche Regenwassermengen durch kleine Undichtigkeiten in die Innenräume.

Eigenschaften der Bauteile und -materialien und ihre Einflüsse

Aus den bisherigen Betrachtungen ist zu ersehen, dass die Eigenschaften der Baumaterialien bzw. der aus ihnen hergestellten Bauteile an dem Geschehen in den Dichtungsfugen

Tabelle 1. Wichtige bauphysikalische Beanspruchungen

1a Äussere Klimabedingungen

Vorbemerkung: Die hier angegebenen Zahlen sind summarische Werte für Überschlagsrechnungen unter schweizerischen Verhältnissen. Für genauere örtliche Angaben usw. siehe [15] und SIA-Norm Nr. 160, ferner Angaben der meteorologischen Zentralanstalt.

	Maximum	Minimum	Tot. Schwankung
Lufttemperatur und angrenzende Materialoberflächen, wenn keine Besonnung möglich (°C)	+33	—25	58
Temperatur an Materialoberflächen unter Berücksichtigung temporärer, direkter Besonnung (°C)			
– bei wenig IR-absorbierender Oberfläche	+50	—25	75[1])
– bei starker IR-absorbierender Oberfläche	+65	—23	88
bei schwarzer Oberfläche	+85 bis 105	—21	106 bis 126
Relative Luftfeuchtigkeit (%)			
– nahe unbesonnten Materialoberflächen	100	40	60
– nahe temporär besonnten Materialoberflächen	100	25	75

Bei den Niederschlagsbedingungen sind die örtlichen Verhältnisse abzuklären. Über Windgeschwindigkeiten und Staudrücke siehe SIA-Norm Nr. 160.

1b Innere Klimabedingungen (am Beispiel von Wohnbauten)

Raum	*im Februar* Temperatur (°C)	relative Luftfeuchte (%)	*in einem feuchten Juli* Temperatur (°C)	relative Luftfeuchte (%)
Wohnräume	20–25[2])	20–40	18–22	70–90
Bad/Küche	20–25[2])	60–95	18–22	80–95
Korridor	18–22[2])	35–60	18–22	70–90
Windfang	12–18[2])	50–75	18–22	70–90

[1]) Hieraus ergibt sich der Näherungswert von $\Delta t \cong 80$ °C für die erste Kolonne der Tabelle 2.

[2]) Aus diesen Temperaturwerten ergeben sich die kritischen Temperaturgefälle nach dem Klima an der äusseren Bautenoberfläche. Sie erreichen maximale Totalgefälle von etwa 35 bis 50°C.

[2]) Veröffentlicht auf S. 557 der vorliegenden Ausgabe.

Tabelle 2. Übersicht über einige zur Ermittlung der Bewegungen in den Dichtungsfugen massgebende Eigenschaften von Baumaterialien

Baustoff	Ungehinderte, lineare thermische Ausdehnung in mm/m für eine Temperaturdifferenz[1]) $\Delta t = 80\,°C$	Ungehindertes, hygroskopisches Schwinden bzw. Quellen in mm/m für eine Differenz der rel. Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und rund 100 %	Irreversible Dimensionsänderungen möglich[2])
Metalle			
– Aluminium	1,9	0	nein
– Stahl	0,9	0	nein
– Kupfer	1,3	0	nein
Steine			
– Natursteine	0,3–1,2	?	(ja)
– Beton	0,7–1,0	0,1–0,2	ja
– Zementmörtel	0,7–1,0	0,2	ja
– Leichtbetone	0,5–0,7	0,15–0,20	ja
– Backstein	0,2–0,5	0,05–0,10	ja
– Glas	0,1–0,6	0	nein
Kunststoffe			
– Duroplaste ohne Füllung oder Armierung	4,6–6,8	in der Regel sehr klein, jedoch keine allgemein gültigeren Angaben möglich	ja
mit Quarzmehlfüllung	1,5–3,0	(Abhängigkeit von Nebenbestandteilen, z.T. auch von spezifischer Kunststoffart)	ja
mit Glasfaserverstärkung	1,5–4,6		ja
– Thermoplaste	5,3–17,5		ja
– Elastomere	4,5–7,6		ja
Holz			
– Massivholz			
– längs Faser	0,2–0,4	0,5–1,0	nein
– quer Faser	3,8–8,6	10–30	nein
– Sperrholz	0,7–1,5	1–3[3])	(ja)
– Holzfaserplatten hart	?	5–7[3])	ja
– Isolier	?	4–6[3])	ja
– Holzspanplatte	?	2–5[3])	ja

[1]) zwischen Sommer- und Winterextremen.

[2]) Zahlenangaben sind stark von der Vorgeschichte des Materials abhängig, weshalb nur eine allgemeine Aussage erfolgte. Angaben in (–) sagen aus, dass man nur unter besonderen Umständen mit irreversiblen Dimensionsänderungen rechnen muss.

[3]) parallel zur Plattenebene.

Anmerkung: Es ist zu beachten, dass die thermischen und hygroskopischen Dimensionsänderungen zumeist gegenläufig sind und sich daher teilweise aufheben.

massgeblich beteiligt sind. Es sollen daher an dieser Stelle die ausschlaggebenden Materialeigenschaften nochmals getrennt zusammengestellt werden. Einige zahlenmässige Daten sind in Tabelle 2 zu finden.

Wichtige *Materialeigenschaften der Elementbaustoffe* sind

- Wärmedehnung
- Schwinden und Quellen bei Feuchtigkeitswechsel
- Mechanische Verformungscharakteristik
- Festigkeit, u.a. auch der Materialzonen, an welchen eine Dichtungsmasse haften soll
- Porosität und Rissigkeit (u.a. auch Saugfähigkeit für allfällige Lösungs- oder Dispersionsmittel, die zu einem vorzeitigen Erhärten oder anormalen Aushärten von Dichtungsmassen führen kann)
- Nur im Anfangsstadium oder mit der Zeit auftretende Formänderungen, die auf konstitutionelle Stabilisierung oder Alterungsvorgänge zurückzuführen sind.

Bei den *Dichtungsmaterialien* selbst sind u.a. folgende Eigenschaften von Bedeutung

- Mechanische Verformungscharakteristik sowie Festigkeit und ihre Abhängigkeit von Temperatur und Verformungsgeschwindigkeit
- Chemische Beschaffenheit, die u.U. Veränderungen der angrenzenden Baustoffe mit sich bringen kann (zum Beispiel Korrosion, Migration von Bestandteilen des Dichtungsmittels in den Baustoff oder umgekehrt mit der Folge von unerwünschten Eigenschaftsänderungen)

Selbstverständlich ist auch der Einfluss der *Bauteilgrösse und Bemessung* auf die Formänderungen des Bauelementes und damit auch des Fugenbereiches von ausschlaggebender Bedeutung.

Zu Ausmass und Verlauf der im Fugenbereich auftretenden Formänderungen und Verschiebungen

Nachdem nun eine Übersicht der Einflussfaktoren gegeben wurde, stellt sich die Frage nach der Grössenordnung der in Fugenbereich zu erwartenden Veränderungen. Es wurde bewusst vermieden, bei den einzelnen Faktoren bereits Zahlenwerte anzugeben. Infolge der Vielgestaltigkeit der Einflüsse und der Dynamik des bauphysikalischen Geschehens ist bisher eine Detailangabe mit zu viel Vorbehalten zu verbinden und eine rechnerische Integration der Vorgänge noch sehr unvollkommen möglich.

Es sind jedoch in den letzten Jahren zahlreiche Messungen im In- und Auslande an Bauten, Bauteilen und Material ausgeführt worden wie auch Versuche zu theoretischer Erfassung. Ganz knapp zusammenfassend lassen sich daraus folgende Ergebnisse ableiten:

Grössenordnung der Bewegungen

Die Bewegungen hängen nun naturgemäss von den in Frage stehenden Baumaterialien, Konstruktions- und Bemessungsverhältnissen ab. Bisher bekannt gewordene, an ganzen Elementen und Fugen ausgeführte Messungen ergaben Fluktuationen der Fugenbreite, die bei den Schwankungen des Klimas im europäischen Rahmen im Mittel in der Grössenordnung von etwa 0,2 bis 1‰ der Elementbreite lagen. *W. Bartels* hat bei neueren Messungen an Betonelementen festgestellt, dass rechnerische Ermittlungen auf Grund des thermischen

und hygroskopischen Dehnungskoeffizienten nahe an die wirklich auftretenden Verschiebungen herankommen, besonders, wenn man sie mit realen Messungen in einer Ebene vergleicht, die rund 10 mm hinter der Fassadenoberfläche liegt.

Bei diesen Werten sind aber bisher kaum die sich aus statischen Beanspruchungen (zum Beispiel Wind) ergebenden Formänderungen einbezogen, die bei wenig biegesteifen Bauteilen (zum Beispiel Glasscheiben) eine erhebliche Rolle spielen können. Es wird daher ohne weitere, eingehendere Messungen bzw. spezifischere Berechnung kaum das Einführen von ausreichenden Sicherheitsfaktoren umgangen werden können. Auch bestehen bisher fast nur Messungen an Betonelementen.

Verlauf der Bewegungen

a) Infolge der Reibungen verlaufen die sich aus den thermischen und hygroskopischen Dimensionsänderungen ergebenden Bewegungen nicht stetig, sondern ruckweise. Bei normalen Fassadenelemente-Fugen geht dieser Vorgang in vielen kleinen, bei Gebäude-Dilatationen eher in wenigen, grossen Stufen vor sich.

b) Die mittlere Bewegungsgeschwindigkeit liegt im Massivelementbau ganz summarisch gesehen in der Grössenordnung von 0,05 bis 1,0 mm/h, jedoch können während der ruckweisen Stufenbewegung wesentlich höhere, zeitlich begrenzte Bewegungsgeschwindigkeiten auftreten.

c) Aus statisch-mechanischen Beanspruchungen der Bauteile (zum Beispiel durch Wind) und durch Erschütterungen (zum Beispiel aus Strassenverkehr) sind auch hohe Bewegungsgeschwindigkeiten anderer Grössenordnung möglich. Messungen über diese Vorgänge sind im Gang, aber noch nicht greifbar (W. Bartels). Die bisher in der Literatur gemachten Angaben scheinen sich ausschliesslich auf die Einflüsse der Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen sowie irreversibler Vorgänge (Abbindung, Alterung) zu beziehen.

Literaturverzeichnis

[1] *R. von Halasz* und *G. Tantow:* Grosstafelbauten, Konstruktion und Berechnung. Bauingenieur-Praxis, Heft 55. Wilh. Ernst & Sohn, Berlin/München 1966.

[2] *K. Altmann:* Das Verhalten des Betons bei Einwirkung von Feuchtigkeit. Dissertation. Technische Universität, Berlin 1968.

[3] *E. Grunau:* Fugen und Verfungsmassen im Hochbau. «Kunststoffe im Bau» 1967, Heft 5, S. 48–58.

[4] *E. Grunau:* Fassade und Wasserhaushalt in der Wand. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. Köln-Braunsfeld 1967.

[5] *A. H. Walter:* Die Versiegelung von Fugen im Fertigbau. AB Nordstroem & Sjoegren, Malmö 1968.

[6] *H. Künzel:* Die Bewegungen in Fugen zwischen vorgefertigten Aussenwandplatten. Betonstein-Zeitung 34, 1968.

[7] International Council for Building Research, CIB: Studies and Documentation Weathertight joints for walls (12 vorgelegte Berichte mit Diskussionsergebnissen). Norwegian Building Research Institute, Oslo 1968.

[8] *W. Bartels:* Fugenbewegungen, Fugenabdichtungen. «Bau-Gazette» Nr. 5, Sept. 1969.

[9] *E. Cziesielski:* Konstruktion und Dichtung bei Aussenwandfugen im Beton- und Leichtbetontafelbau. Bauingenieur-Praxis, Heft 50. Wilh. Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf 1970.

[10] *G.-W. Misko:* Fugenausbildung bei grossformatigen Aussenwandplatten – Probleme der Fugenausbildung und Materialprüfung. Diplomarbeit an der Fakultät für Bauingenieurwesen, Abteilung Bau- und Verkehrswesen, Technische Universität Berlin, 1970.

[11] *H. Künzel:* Gasbeton, Wärme- und Feuchtigkeitsverhalten. Bauverlag GmbH, Wiesbaden/Berlin 1971.

[12] *W. Bartels:* Prüfung und Beurteilung von Fugendichtungsmassen für den Hochbau. Isotech AG, Winterthur, ohne Datum.

[13] *W. Bartels:* Scherbewegungen der Fugen. «Bau-Gazette» Nr. 6, Nov./Dez. 1971.

[14] *A. H. Walter:* Abdichtung von Bewegungsfugen im Fertigbau. AB Nordstroem & Sjoegren, Malmö 1972.

[15] *R. Sagelsdorff:* Bauphysikalische Grundlagen. Vorlesungsautographie ETH, Juli 1968.

[16] *H. Kühne:* Putty joints on windows. Basic consideration about factors affecting their tightness. Beitrag zum RILEM-Meeting of working group «Synthetic resins in building», 3./4.12.1969 (Vervielfältigung EMPA Dübendorf).

[17] *H. Kühne:* Über das Verziehen von Türblättern aus Holz und Holzwerkstoffen. «Novopan-Nachrichten» Nr. 58/60 (1962/63).

[18] SIA-Normentwurf Nr. 181. Norm für Schallschutz im Wohnungsbau. Ausgabe 1972.

[19] SIA-Norm Nr. 160. Norm für die Belastungsannahmen, die Inbetriebnahme und die Überwachung der Bauten. Ausgabe 1970.

[20] SIA Nr. 180. Empfehlung für Wärmeschutz im Hochbau, Ausgabe 1970.

Fugenabdichtung

DK 691.58

Rheologische und festigkeitstechnische Probleme

Von Prof. **H. Kühne**, EMPA Dübendorf [1])

Um rheologische und festigkeitstechnische Betrachtungen über Fugendichtungen anstellen zu können, ist es notwendig, sich zunächst Rechenschaft über die möglichen Verschiebungen zwischen den gegenseitig zu dichtenden Bauelementen abzugeben[2]). In Bild 1 sind die wichtigsten Fälle von elementaren Bewegungen zusammengestellt, die bei Fugen zwischen Bauteilen vorkommen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich in Wirklichkeit zumeist mehrere dieser Bewegungen überlagern. Zudem kann der Fall (4) sowohl durch gegenseitige Parallel-Verschiebung entstehen, als auch durch Torsions-Bewegungen ausgelöst werden.

Es ergibt sich zunächst, dass *Beanspruchungen des Dichtungsmaterials auf Druck, Zug und Schub* auftreten. Dasselbe gilt natürlich auch für die an den Dichtungsstoff angrenzenden Baumaterialien, sofern eine Haftung zwischen Dichtungsstoff und Baumaterial besteht. Ist dies nicht der Fall, wie beispielsweise bei der Verwendung von nicht in den Baumaterialien verankerten Elastomerprofilen, so kann es sich nur um die Einleitung von Druckkräften handeln, da sonst die Dichtungsfunktion gar nicht erfüllt werden kann. In den *Haftungsflächen* treten Schubkräfte parallel zur Fugenebene und Zugkräfte senkrecht zu derselben auf.

Hinsichtlich Festigkeit sind immer drei Teile zu beurteilen, nämlich das schwächere, angrenzende Baumaterial, der Dichtungsstoff und die Berührungsfläche (Haftfläche) zwischen Baumaterial und Dichtungsstoff.

Von grosser Wichtigkeit sind ferner die Einspannungsverhältnisse des Dichtungsmateriales. Je mehr Bewegungsfreiheit das Dichtungsmaterial hat, um so kleiner sind die auftretenden Spannungen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Dichtungsmaterial in der Regel in Fugenlängsrichtung festgehalten ist, wodurch die Monaxialität der Spannungszustände weitgehend eliminiert wird. Es ist Sache der Fugenaus-

[1]) Ergänzte und erweiterte Fassung eines Vortrages, gehalten an der Tagung «Ausbildung von Fugen und deren Abdichtung» der SIA-Fachgruppe für industrielles Bauen (FIB) in Zürich am 25. Januar 1973.

[2]) Siehe auch «Bauphysikalische Beanspruchungen an Baufugen», Vortrag des gleichen Referenten auf S. 554 dieser Ausgabe.