Die gleitende Anstricharmierung

Autor(en): **Kapser, Siegfried**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 12

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73654

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die gleitende Anstricharmierung

Von **Siefried Kapser**, Essen

Die Bautechnik wurde in früheren Zeiten weitgehend empirisch betrieben. Heute dagegen werden in ihr wissenschaftliche Methoden angewandt. Die Kenntnisse, die unsere Väter aus jahrhundertealten Erfahrungen hatten, und der Begriff «nach den Regeln der Baukunst» gelten zum Teil nicht mehr. Im Streben nach wirtschaftlicheren Methoden und infolge veränderter Wohnbeanspruchung der Bauten sind eine *Reihe von neuen Baustoffen und Wandelementen* geschaffen worden, die *verhältnismässig hohe Festigkeiten und Wärmedämmwerte aufweisen,* aber nur *geringe Wand- und Mauerstärken* verlangen. Der schnelle Fortschritt, besonders auch auf dem Sektor «Fertigbau», hat nicht immer den gleichen Fortschritt in der Verputztechnik gebracht.

Beim Arbeiten mit neuen Werkstoffen kommt es vor, dass ein Problem beseitigt wird, viele andere Probleme jedoch neu entstehen. Man kann zwar Baustoffe untersuchen und prüfen, die ihre Verhaltensweise in vielen Jahren der Bewitterung und das Zusammenwirken mit anderen Baustoffen im Labor aber nur nachahmen.

Neue Bauweisen erfordern auch ein neues Denken. Durch die Vielzahl der heute auf dem Baumarkt vorhandenen Materialien fällt die richtige Auswahl und Zusammensetzung der geeigneten Baustoffe oft schwer. Fehler in der Verarbeitung kommen hinzu. Die Folgen können Fehldispositionen und Bauschäden sein.

Die häufigsten Auswirkungen solcher Bauschäden sind die *Rissbildungen in den Aussenfassaden.* Da ihre nachträgliche Verkleidung mit Elementen aus Asbestzement, Kunststoff, Metall o.ä. ästhetische, konstruktive, statische oder wirtschaftliche Probleme mit sich bringen können, wird immer wieder die Frage nach einer dauerhaften und preiswerten Beschichtung gestellt.

Rissbildungen und ihre Ursachen

Neben der Bezeichnung «Haarrisse» und der meist falschen Benennung «tote Risse» haben wissenschaftliche Untersuchungen die Risse oft ihren Ursachen zugeordnet und sie in Schwind-, thermische und Spannungsrisse eingeteilt. Aus Gründen einer einfacheren Information sollen daher nachstehend die Risse nach ihrem *optischen Erscheinungsbild* unterteilt werden.

Haarrisse

Bild 1 zeigt Risse, die in der Praxis oft als *Haarrisse, Krakeleerisse* oder auch *Schwindrisse* bezeichnet werden. Gemeint sind *spinnwebartige* Risse in Glattputzen, die sich meist gleichmässig etwa 1 bis 2 mm tief über die ganze Fassadenfläche verteilen.

Ursache: Durch zu starkes Reiben oder gar Filzen des Oberputzes erfolgt eine Anreicherung des Bindemittels an der Oberfläche. Hierdurch entsteht eine stark bindemittelhaltige Zone (Sinterhaut). Der Putzauftrag hat dann eine unterschiedliche Spannung, die beim Trocknen zwangsläufig zur Rissbildung führen muss. Der Umfang der Rissbildung hängt vom Feuchtigkeitsschwund und von der Trocknungsgeschwindigkeit ab.

Die oft in Betonwänden sichtbaren Rissbildungen beruhen meist auf ähnlichen Ursachen. Bei der Verwendung von nichtsaugenden Kunststoffschalungen oder bei der Anwendung ungeeigneter Schalungsöle entsteht durch die Anreicherung von Zementleim ebenfalls eine Zone mit einem grösseren Spannungsfeld.

Netzrisse

Bild 2 zeigt grössere, im weiteren Verlauf sich kreisrund schliessende Risse, die meist *netzartig* über die ganze Putzfläche verteilt sind und durch die gesamte Putzschicht gehen.

Ursache: Zu fette (bindemittelreiche) Mischungen mit einem durch Verdichtung entstehenden starken Spannungsfeld und feuchtigkeitssperrender Wirkung oder lehm- und tonhaltige Sande, die beim Austrocknen ein starkes Schwindvermögen zeigen. Aber auch durch das bei Gipsern beliebte Aufziehen des Putzes mit dem Glättspan können zwischen Putz und Mauerwerk durch ungenügende Haftung Hohlräume entstehen, in denen sich bei Unterschreitung des Taupunktes ebenso wie in bestimmten Teilen des Mauerwerks

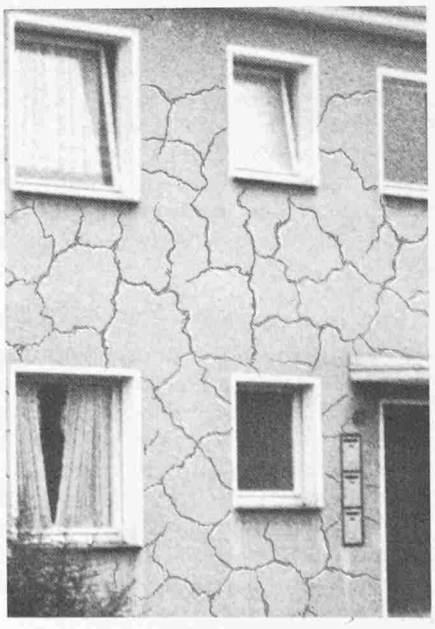
Bild 1. Haarrisse



Bild 2. Netzrisse



Bild 3. Spannungsrisse



Kondenswasser bildet. Bei Sonnenaufstrahlung wird dann das sich hinter der Putzschicht befindliche Kondensat verdampfen. Es entstehen unterschiedliche Spannungen innerhalb der Putzschicht oder an den Grenzschichten. In den Wintermonaten besteht die Gefahr der Eisbildung und Absprengung des Putzes durch die Volumenvergrösserung des gefrorenen Wassers.

Spannungsrisse

Bild 3 zeigt waagrecht in Höhe der Lagerfugen eines Mauerwerks verlaufende Risse, die aber auch über den Stossfugen auftreten können.

Ursache: Es handelt sich um Spannungen zwischen Stein und Fuge. Querschnittsfeuchtigkeit, Kapillargefüge und Zellenstruktur der Baustoffe ergeben unterschiedliche Austrocknungsgeschwindigkeiten. So können beim Bauen stark feuchtgewordene Steine diese Baufeuchtigkeit je nach Struktur bis zu mehreren Jahren festhalten. Der Fugenmörtel dagegen trocknet infolge seiner meist günstigen Kapillarstruktur sehr schnell aus. Bei Sonnenaufstrahlung erwärmt sich dann die trockene Fuge sehr viel schneller als das Steinmaterial, so dass Spannungsdifferenzen auftreten können.

Bei Sichtmauerwerk aus Klinkersteinen kann dieser Vorgang übrigens in umgekehrter Reihenfolge ablaufen.

Ebenso kann aber auch eine zu starke Saugfähigkeit der Steine dem Fugenmörtel das Anmachwasser entziehen und damit einen zu schnellen Schwindprozess auslösen, der ebenfalls zu Schwindrissen führen kann. Auch nicht vollfugiges Vermauern der Steine kann (wie schon in Bild 2 beschrieben) zu Abrissen führen.

Deckenrisse

Bild 4 zeigt in den Deckenzonen verlaufende Risse.

Ursache: Die seit Inkrafttreten der neuen Mauerwerksnorm im Jahre 1952 erlaubten dünnen Wandstärken erfordern in statischer Hinsicht die gesamte Steinbreite als Deckenauflager. Durch die unterschiedlichen Schwindvorgänge zwischen Wand und Decke und nicht fachgerechte Deckenauflager entstehen Spannungen, die zu Rissen im Bereich der Deckenzonen führen können.

Thermische Risse

Auf Bild 5 ist ein fast gradlinig verlaufender Riss in der Ecke einer Öffnung im Mauerwerk zu sehen. Solche Risse können auch im Drittelpunkt eines Giebels oder an anderen Stellen des Bauwerkes auftreten. Die Risse sind nicht nur im Putz, sondern auch im darunterliegenden Mauerwerk sichtbar.

Ursache: Spannungen im Bauwerk infolge dauernder Temperaturänderungen erzeugen z.B. in den Eckpunkten von Öffnungen Zug- und Druckspannungen. Das Produkt der Ausdehnungskoeffizienten von Baustoffen ist nämlich in der Ebene von grossen Öffnungen sehr viel geringer als in der Ebene des Vollmauerwerks.

Die von den Deckenzonen aus senkrecht verlaufenden Risse können ihre Ursachen in den thermischen Spannungen der Decke haben. Auch bei Mischmauerwerk entstehen unter dem Putz Spannungen. Vereinzelt können senkrechte oder im Winkel von etwa 60° verlaufende Risse die Folge von nachträglichen Setzerscheinungen des Untergrundes sein. Das trifft vor allem in Kohleabbaugebieten zu.

Alle im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Rissbilder treten meist kombiniert auf.

Gibt es ein dauerhaftes Anstrichverfahren zur Rissüberdeckung?

In der Vergangenheit unternommene Versuche, den immer häufiger auftretenden Rissbildungen mit anstrichtechnischen Mitteln zu begegnen, war leider nur mässiger Erfolg beschieden. Wissenschaftliche Untersuchungen an Gebäuderissen führten dann zu folgenden Erkenntnissen:

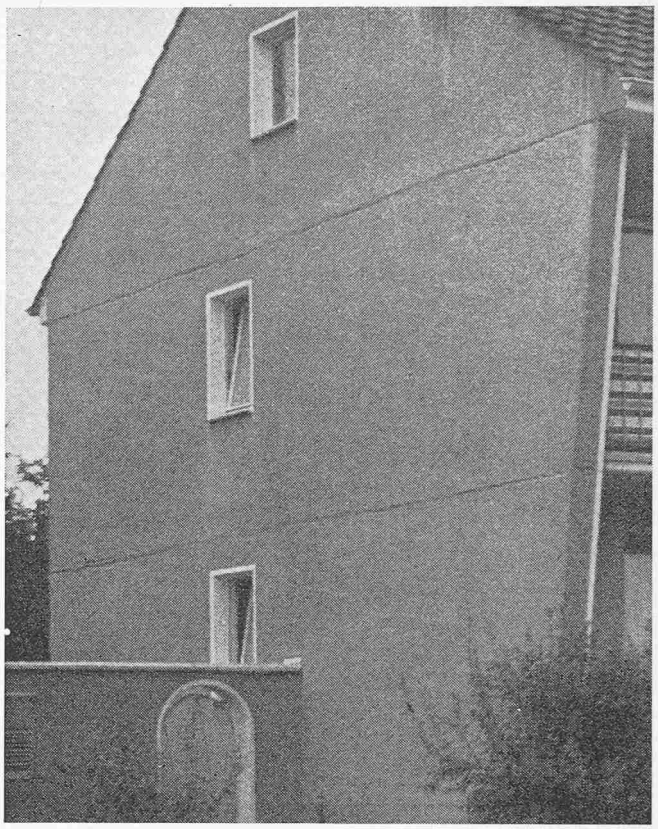
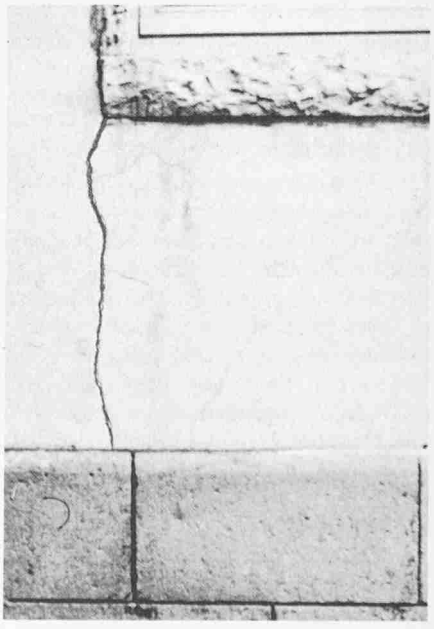


Bild 4. Deckenrisse

1. Einmal entstandene Risse sind infolge der sich ständig verändernden thermischen Beanspruchung dauernd in Bewegung. Das heisst also, es gibt keine Risse, die nicht mehr arbeiten oder zur Ruhe gekommen sind.

2. Die Breitenänderung eines Risses hängt nicht von seiner Grösse, sondern allein vom Ausdehnungskoeffizienten des Putzes und von seinem Abstand zum nächsten Riss ab. Diese Breitenänderung kann bei 100 °C Temperaturdifferenz nach

Bild 5. Thermische Risse



einer mathematischen Formel berechnet werden, wenn man die Zusammensetzung des Putzes und damit den Ausdehnungskoeffizienten und den Abstand der Risse zueinander kennt. Sie kann im Mittel 400–600% betragen (Beratungs- und Materialprüfungsstelle für Farben und Lacke, 8 München 50).

3. Jeder Putzriss hat eine konzentrierte Kapillarsaugfähigkeit, durch die sich Feuchtigkeit sehr schnell bis in die tieferen Zonen verteilt. Es entstehen Quellungen und damit verbundene unterschiedliche Spannungen, die bis zu Ablösungen und Absprenungen von Putzschichten führen können.

Nach diesen interessanten wissenschaftlichen Erkenntnissen nahm man nun auch die bisher angewendeten Anstrichtechniken unter die Lupe. Dabei kam man zu folgenden Ergebnissen:

Überdeckung mit normalen Fassadenfarben

Das Bindemittel-Pigment-Füllstoffverhältnis von Aussenanstrich-Dispersionsfarben ist in der Regel so gewählt, dass diese ein Optimum an Wetterbeständigkeit und Verarbeitbarkeit ergeben. Bedingt durch das Kunststoff-Bindemittel und der sich daraus ergebenden dünnen Filmstärke besitzen sie ein ausreichendes Mass an Dehnungselastizität und Feuchtigkeitsschutz für normal verputztes und nicht gerissenes Mauerwerk. Der durch den Fassadenanstrich von innen nach aussen diffundierende Wasserdampf kann ungehindert durch die dünnen Schichtstärken des Anstrichfilmes entweichen. Bei gerissenen Fassaden überfordern die thermischen Veränderungen am Riss durch Zug- und Druckkräfte die Elastizität des Anstrichfilmes aber bei weitem. Nimmt man einmal an, dass ein Riss sich nur von 0,1 auf 0,2 mm ausdehnt, so müsste sich jeder Fassadenanstrich (da er unmittelbar rechts und links am Riss haftet) um 100% seines Eigenvolumens ausdehnen, d.h. die Schichtdicke eines Filmes von 0,1 mm würde dann nur noch 0,05 mm betragen.

Auch Vorspachtelungen mit Fassadenspachtel ändern an diesen physikalischen Tatsachen wenig, da die Spachtelmassen im allgemeinen durch den höheren Füllstoffanteil noch weniger Elastizität besitzen. Auch die höhere Schichtstärke kann die entstehenden Bewegungen nicht kompensieren.

Überdeckung der Risse mit Glasfaservlies

Durch Einbettung von Glasfaservlies erreicht man zwar eine höhere Schichtstärke, aber keine grössere Elastizität, da die Glasvliese selbst keine Dehnung besitzen. Ein Überdeckungserfolg wird sich dann einstellen, wenn es sich um feinste Sinterrissbildungen handelt. Wo aber die Grenze eines Überdeckungserfolges ist, das vermag niemand mit Bestimmtheit vorauszusagen, da es in der Praxis schwierig ist, die Wirkungsweise der einzelnen Rissbildungen genau zu bestimmen.

Überdeckung der Risse mit Glasseidengeweben

Glasseidengewebe halten infolge ihrer Fadenstruktur höhere Belastungen aus, aber auch hier fehlt die Dehnungselastizität. Glasseidengewebe haben daher in armierungstechnischer Hinsicht nur Bedeutung, wenn sie zur Stabilisierung von Beschichtungsoberflächen herangezogen werden.

Bei einer längeren Belastungszeit kann sich das Glasseidengewebe durch Zugkräfte in der Nähe des Risses vom Untergrund lösen und liegt dann hohl, oder es kann bei plötzlich auftretenden hohen Zugkräften ohne Dehnung reissen. Dadurch kommt es wieder zu Rissbildungen.

Überdeckung der Risse mit Anstrichmaterialien mit eingebetteten Kurzfasern

Bei diesen Materialien gelten m.E. die schon bei den Fassadenfarben und Glasfaservliesen gemachten Aussagen. Hinzu kommt die Schwierigkeit, dass diese Farben und Spachtelmassen absolut gleichmässig aufgetragen werden müssen, was in der Praxis so gut wie unmöglich ist. Bei ungleichmässigen Schichtstärken entstehen nämlich unterschiedliche Spannungen, Dehnungen und Quellungen.

Die Einbettung von Kurzfasern hat keine armierende Bedeutung. Abgesehen von den sehr kurzen Faserlängen (technisch können keine grösseren Fasern verwendet werden) kann man aus physikalischen Gründen nur etwa 3% Faservolumen in eine Farbe einbringen. Kurzfasern können zwar für die Schichtdicke und Verstärkung eines Anstriches eine gewisse Bedeutung haben, die Elastizität erhöhen sie jedoch kaum.

Imprägnierungen und Grundierungen

Mit Imprägnierungen werden unpigmentierte Anstrichmittel bezeichnet, die aus Lösungsmitteln und darin gelöstem Kunststoff bestehen. Beiim Aufstrich auf die Fassade dringen diese Imprägnierungen in die Kapillaren des Baustoffes ein, und das Lösungsmittel verdunstet. Dabei lässt es den Kunststoff als Festkörper zurück, der sich dann an den Kapillarwänden ablagert. Mit diesem Vorgang soll die Saugfähigkeit der Kapillare abgestellt werden. Es entsteht im Bereich der Grenzschicht eine sogenannte Trockenzone, die für den nachträglichen Feuchtigkeitshaushalt und für die Haftung sehr wichtig ist.

Es liegt auf der Hand, dass der Erfolg einer tiefenwirkenden Imprägnierung oder Hydrophobierung im wesentlichen von dem Prozentsatz des gelösten Kunststoffes, der Eindringtiefe und den hydrophobierenden Eigenschaften abhängt. In der Praxis wird oft die Meinung vertreten, dass man bei geeigneter Imprägnierung eines Untergrundes einen Feuchtigkeitsschutz auch im Rissbereich erreichen kann. Vor dieser Ansicht muss dringend gewarnt werden. Imprägnierungen und Hydrophobierungen vergrössern nur die Oberflächenspannung gegen Wasser. Bei grösseren und tiefergehenden Rissen aber entstehen durch Schlagregen und Bewegungen des Baukörpers nach wie vor Feuchtigkeitsschäden, wenn die Risse nicht zusätzlich durch eine geeigente Beschichtung überdeckt werden.

«Elastische» Anstrichsysteme

Es hat in den letzten Jahren nicht an Versuchen gefehlt, sogenannte «elastische» Anstriche, d.h. Anstriche ohne Einlage eines Armierungsgewebes, über die Risse zu streichen. Diese Verfahren haben jedoch Rissbildungen zu einem gewissen Teil wieder sichtbar werden lassen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Entgegen aller Werbung gibt es bis heute keine «elastischen» Anstriche, sondern nur «thermoplastische» Anstriche. Sie gehen aufgrund ihres Fliessverhaltens nicht in ihre Ursprungsstellung zurück, und ihr Dehnvermögen richtet sich nach der jeweiligen Lufttemperatur. So kann z.B. ein thermoplastisches Material, dessen Dehnfähigkeit etwa 350% beträgt, bei 0 °C nur noch eine Dehnfähigkeit von 10 bis 20% haben. Man spricht hier von dem Glaseffekt der Thermoplaste.

2. Entstehen Risse in einem Baukörper, z.B. Putz oder Stein, so geschieht dies immer unter einem gewissen Spannungsdruck, d.h. also, die Fläche reisst auf, weil sie unter einer Vorspannung steht. Da der darüberliegende Anstrichfilm infolge seiner Flankenhaftung dabei ruckartig gedehnt wird, reissen die in diesem Film vorhandenen Poren auf. Der Feuchtigkeit wird damit die Möglichkeit gegeben, in die Poren einzudringen. Die Folge davon sind Quellprozesse im Anstrichfilm. Bei den ständigen Bewegungen des Risses in der Bewitterung ermüdet der Anstrichfilm schnell. Da er schon vorgespannt und dünner geworden ist, wird er bei tieferen Temperaturen in sich reissen.

3. Laborversuche haben gezeigt, dass Anstrichfilme in den üblicherweise aufgetragenen Stärken, wenn sie über Risse gestrichen werden mit einer Grössenordnung von 10^{-6}, also 0,000001 mm (das sind Risse, die mit blossem Auge gar nicht sichtbar sind), eine Überdehnung erfahren, wenn sich diese Risse bis 1 mm aufweiten.

Die gleitende Anstricharmierung

Die geschilderten wissenschaftlichen Untersuchungen wurden von Fachleuten ausgewertet und führten zu der *Entwicklung von zwei neuen,* interessanten *Werkstoffen:*

- einem *unverseifbaren Armierungskleber auf der Basis eines Acryl-Co-Polymerisates* mit speziellen bauphysikalischen und elastischen Eigenschaften in einem weiten Temperaturbereich, für gleitende Anstricharmierungen;
- einem *Armierungsgewebe in einer bestimmten Fadenstärke und Maschenweite* und *sehr geringer Wasserquellung.* Das Trevira-hochfest-Gewebe besteht aus durchlaufenden, nicht verknoteten oder verwirkten Fäden und ist mit einer speziellen Imprägnierung versehen. Die Herstellung des Gewebes ist durch einen in der Mitte der Gewebebahn verlaufenden roten Faden geschützt.

Diese Werkstoffkombination ist unter dem Namen «gleitende Anstricharmierung» (D.B.P.) im Handel.

Wie bereits ausgeführt, wird eine Anstrichbeschichtung als Rissüberdeckung in den meisten Fällen überfordert, weil sie an den Risskanten haftet und somit die z.T. sehr grossen Rissdehnungen unmittelbar aufnehmen muss. Da man nicht in der Lage ist, den Bewegungen der Risse eine Kraft entgegenzusetzen, die ihnen ausreichend entgegenwirkt, ging man bei der Entwicklung der gleitenden Anstricharmierung davon aus, Risse dauerelastisch so zu überbrücken, dass sie an der Oberfläche nicht mehr sichtbar werden. Dies ist dann möglich, wenn man die über dem Riss auftretenden Dehnungen auf eine grössere Fläche verteilt, so dass die Dehnungen in der Flächeneinheit so gering werden, dass sie von der Kleberschicht aufgenommen werden können. Grundlage der Entwicklung ist die Erkenntnis, dass zwei unterschiedlich dehnfähige Materialien durch Schichtdicke und Flächenverteilung ihr gemeinsames Dehnverhalten ergänzen und vergrössern können. Die relative Dehnung beider Materialien wird niedrig gehalten, damit die Reissdehnung eines der Materialien nicht überschritten wird. Darum muss der angewendete Armierungskleber aus Gründen der Verteilung der gedehnten Fläche eine deutlich höhere Dehnfähigkeit besitzen als das Gewebe.

Obwohl alle technischen Erklärungen mit Hilfe der Mechanik versagen, da es sich bei diesem System um eine Dehnung handelt, die nicht mehr durch die Materialeigenschaften bestimmt wird, sondern durch die Reserven, die aus dem Material durch das Spannungs-Dehnungs-Verhalten unter Zeiteinwirkung entstehen, kann man sich diese Wirkungsweise angenähert nach dem *Hookeschen Gesetz* vorstellen:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \text{Dehnung} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Elastizitätsmodul}}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \text{Dehnung} = \frac{\text{gesamte Längenänderung}}{\text{ursprüngliche Länge}}$$

Diese der Baustatik geläufige Formel besagt, dass die Spannung im linearen Bereich der Dehnung proportional ist, wobei Dehnung das Verhältnis der Längenänderung zur ursprünglichen Länge ist. Machen wir ΔL, also die Längenänderung konstant, dann wird die Dehnung kleiner, je grösser L ist, also die Länge, auf die eine Dehnung übertragen werden soll. Diesen Vorgang kann man an einem einfachen Experiment deutlich machen.



Bild 6. Einlegen des Elastic-Gewebes in den Armierungskleber

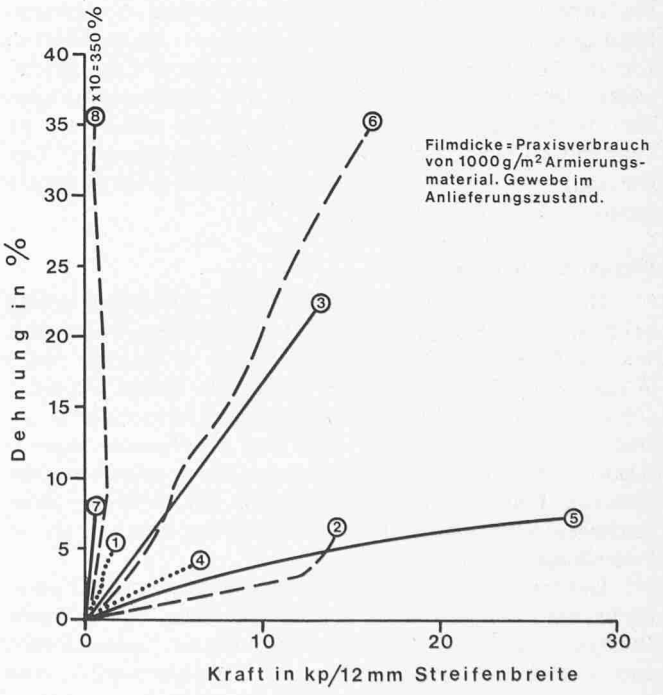


Bild 7. Spannungs-Dehnungs-Diagramm (bei Raumtemperatur). 1 Glasvlies, 2 Glasgewebe 6/6, 3 Elasticgewebe 10/10, 4 Glasvlies und Dispersionsfassadenfarbe, 5 Glasgewebe 6/6 und Dispersionsfassadenfarbe, 6 Elasticgewebe 10/10 und Armierungsbasis für gleitende Anstricharmierungen, 7 Dispersionsfassadenfarbe, 8 Armierungsbasis für gleitende Anstricharmierungen

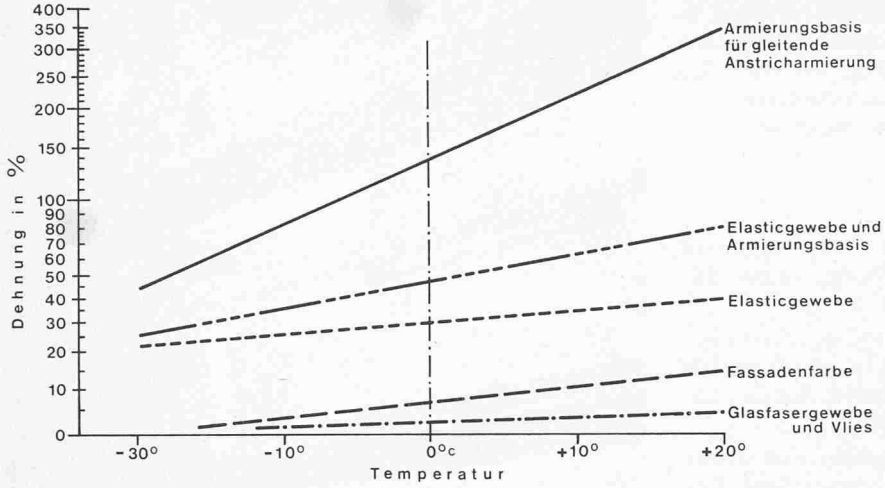


Bild 8. Temperatur-Dehnungs-Diagramm (im Klimaschrank)

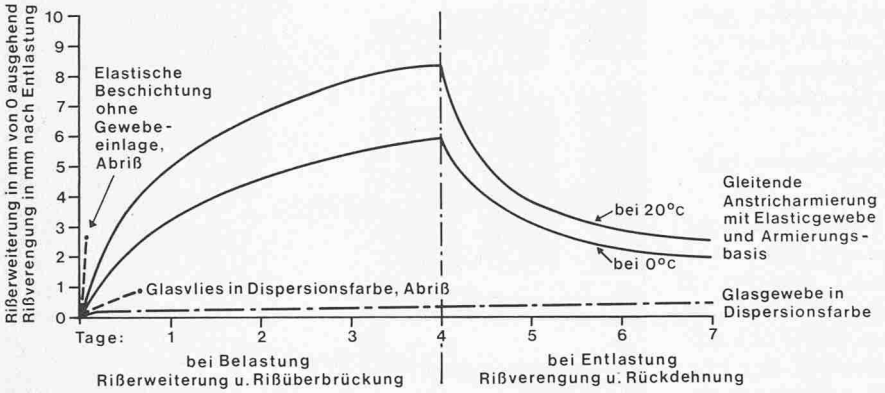


Bild 9. Rissüberbrückung durch eine gleitende Anstricharmierung. Zwei Asbestzementtafeln dicht gestossen und den Riss mit einer Anstricharmierung in 20 cm Breite im Rissverlauf überbrückt. Nach Durchtrocknung und Alterung wurde die Rissüberbrückung mit 100 kg belastet

Man nimmt ein Gummiband und umfasst es mit den Daumen und Zeigefingern in 1 cm Abstand. Nun zieht man dieses Gummiband 1 cm auseinander. Für die sich jetzt in diesem Teil des Gummibandes ergebende Dehnung setzt man den Dehnungsfaktor 1 ein. Darauf umfasst man das Gummiband in genau der gleichen Weise, jedoch in einem Abstand von 10 cm. Man zieht wieder das Gummiband 1 cm auseinander. Jetzt merkt man schon an der Zugbeanspruchung, dass die Dehnung von 1 cm auf der Länge von 10 cm im Gummiband eine weitaus geringere Dehnung hervorruft. Der Dehnungsfaktor beträgt nämlich bei dieser Längenänderung genau noch ein Zehntel = 0,1.

Warum Elastic-Gewebe?

Die Wahl des richtigen Gewebes ist für die Erzielung optimaler Armierungswerte von entscheidender Bedeutung. Wichtig für ein Armierungsgewebe ist der *freilaufende Faden in Längs- und Querrichtung über die gesamte Fläche,* denn das Gewebe hat die Aufgabe, die aufgelegte Schichtstärke in der Oberfläche so zu verteilen, dass sich der darunterliegende Kleber entsprechend der Belastung aus den danebenliegenden Schichten kontinuierlich abbauen kann. Dies wird nur dann geschehen, wenn eine echte Materialdehnung über eine grosse Fadenlänge erfolgt.

Darüber hinaus muss die Maschenweite und die Fadenstärke des Gewebes so beschaffen sein, dass eine optimale Flächenwirkung entsteht. Schliesslich muss das Fadenmaterial und die Imprägnierung des Gewebes so gewählt werden, dass eine sehr gute Haftung und Verbindung mit dem Armierungskleber erfolgen kann und Quellprozesse ausgeschlossen werden. Nach den vorerwähnten Erkenntnissen wurde ein Gewebe konstruiert, das unter dem Handelsnamen «Elastic-Gewebe mit dem roten Faden» auf dem Markt bekannt geworden ist. Da zur Vermeidung von Verziehungsspannungen in der Oberfläche auf eine gleichmässige Imprägnierung und ein gleichmässiges Dehnungsverhalten geachtet werden muss, steht das Gewebe unter ständiger Qualitätskontrolle.

Vereinzelt werden auf dem Markt Gewirke angeboten: das sind verknotete oder verzwirnte Gewebe aus textilen Garnen (keine technischen Garne). Da sie an den Kreuzungspunkten verknotet sind, haben sie keine echte Materialdehnung. Eine Dehnung erfolgt nur von Knoten zu Knoten.

Man kann dies sehr leicht nachprüfen, wenn man zwei Gummibänder rechtwinklig miteinander verknotet. Zieht man an einem Ende des Gummibandes, so beobachtet man, dass die Dehnung am Knoten endet, wenn er eingespannt ist.

Hinzu kommt eine sogenannte Knotenvernagelung des Gewebes auf dem Untergrund. Das Gewebe verhält sich dann über einem Riss ähnlich wie ein Anstrichmaterial in entsprechender Schichtstärke, bei dem ja die Risskanten die Haltepunkte sind. Der Anstrichfilm wird auf der sehr kurzen Stecke zwischen zwei Knoten enorm verjüngt und geschwächt, im Anstrichfilm, insbesondere an den Knotenpunkten, entstehen Hohlräume, die dann zu Quellungsprozessen und vorzeitiger Ermüdung des Anstrichfilmes führen.

Da es sich bei den Gewirken darüber hinaus auch noch um unbeschichtete Polyamid-Gewirke mit einer sehr hohen Wasserbindung und einem sehr hohen Quellwert handelt (jeweils etwa 14%), bei denen es im Laufe der Bewitterung zu Grenzflächenstörungen und Haftungsproblemen kommt, muss vor solchen Gewirken gewarnt werden.

Die Vorarmierung

Die dehnungsübertragende Wirkung einer Anstricharmierung kann in einzelnen Fällen durch eine Doppelarmierung erhöht werden. Dies ist insbesondere bei Rissen mit sehr grossen thermischen Bewegungen zu empfehlen. Hierzu gehören

Deckenrisse, Risse, die von Öffnungseckpunkten ausgehen, sowie Risse, die einen besonders grossen Abstand zum nächsten Riss haben. Früher schnitt man zu diesem Zweck aus den 1 cm breiten Gewebebahnen 40 cm breite Streifen in diagonaler Richtung und legte sie nach vorherigem genügendem Kleberauftrag über die entsprechenden Risse. Die Breite von 40 cm wurde gewählt, damit sich die Rissbewegungen kontinuierlich über eine gewisse Länge hin abbauen konnten.

Ein solches Verfahren war relativ zeitraubend und teuer, darum wurde vor Jahren ein neuartiges Riss-Band (Hoco-Rissband, Hosch & Co., Essen) entwickelt. Es besteht aus einem 12 cm breiten Gewebestreifen aus Trevira-hochfest. In der Mitte verläuft ein etwa 4 cm breiter spezialgewebter und beschichteter Mittelstreifen, der den Armierungskleber nur punktartig durchbluten lässt.

Das Rissband wird trocken über den Riss gelegt und dann überstrichen. Durch die punktartige Durchdringung erreicht man eine gleitende Vorspannung über dem Riss zwischen zwei Kleberpunkten. Arbeitet der Riss zu stark, so schert er die ihm im Wege stehenden Kleberpunkte ab, und er schafft sich dadurch Bewegungsraum. Damit wird eine freie, brückenartige Überdeckung des Risses und die Gefahr krampfartiger Aufwulstungen infolge Dampfdiffusionsdruck vermieden.

Da das Hoco-Rissband in einer Ebene gewebt ist (also keinen doppelten Mittelstreifen hat), gibt es auch bei einer Verwendung ohne nachfolgende Armierung keine Überdeckungsschwierigkeiten.

Auf die «gleitende Anstricharmierung» übertragen, kann man folgendes sagen:

Unter der Voraussetzung, dass die Elastizität des Klebers in einem weiten Temperaturbereich (etwa von –20 °C bis + 80 °C) genügend gross gehalten worden ist, werden die grossen Bewegungen der Risskanten über die Schichtdicke des Klebers auf das Elastic-Gewebe mit dem roten Faden und von da kontinuierlich auf eine sehr grosse Fläche übertragen. Damit wird die Dehnung, auf die Längeneinheit bezogen, so gering, dass die oben aufliegende Schlussbeschichtung nicht mehr belastet wird. Da dabei die Dehnung des Gewebes innerhalb der Elastizitätsgrenze bleibt, erfolgt bei Entlastung über die Rückspannung auch wieder eine Rückdehnung der Beschichtung. Somit bleibt der Riss geschlossen. Die Richtigkeit der vorstehenden Ausführungen wurde im Labor nachgewiesen. Natürlich steht die Schichtdicke des aufzutragenden Klebers und das verwendete Gewebe in einer Beziehung zum Erfolg. Man sollte nur Spezialkleber verwenden, die auf das Gewebe abgestimmt sind und sich in der Praxis über viele Jahre bewährt haben. Das Spezialgewebe, mit dem es möglich ist, optimale Armierungswerte zu erreichen, hat als Gütezeichen in der Mitte der Gewebebahn einen roten Faden.

Übrigens kann man immer wieder beobachten, dass aus wirtschaftlichen Überlegungen nur *Teilarmierungen* im Bereich bereits vorhandener Risse vorgenommen werden. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass die Praxis gezeigt hat, dass in vielen Fällen noch nachträglich an anderen Stellen Risse aufgetreten sind, die dann nicht ausreichend überdeckt waren. Der Nutzeffekt von Teilarmierungen steht aber in solchen Fällen in keinem Verhältnis zu den aufgewendeten Kosten. Darum sollte man aus Sicherheitsgründen in jedem Falle ganzflächige Armierungen ausführen.

Adresse des Verfassers: *H. Kapser,* Ingenieur, Hosch & Co., Billrothstr. 27, D-4300 Essen 1.

Zuschriften

J. A. Hertig: «Untersuchungen über das statische Verhalten einer Kühlturmschale im Windkanal-Modellversuch». SBZ, Heft 9, S. 153–160, 1978.

Der Schreibende hat bereits vor mehreren Jahren darauf hingewiesen [1, 2], dass bei Anordnung vertikaler Rippen nicht nur die Erhöhung des globalen Windwiderstandes (bei gleichzeitiger Reduktion des Oberflächensoges) zu beachten ist. Bei der Bemessung des luvseitigen Meridians der Kühlturmschale wird von der Zugkraft infolge Wind die Druckkraft infolge Eigengewicht abgezogen. Als Folge davon variiert die für die Bemessung massgebende Meridiankraft auf Änderungen des globalen Windwiderstandes *nicht*-linear. Die Auswirkungen dieser Nichtlinearität sind bei grossem Eigengewicht (Stahlbetonschalen) grösser als bei kleinem (Stahlfachwerk mit leichter Verkleidung). Zur Vermeidung von Schadenfällen sollte dieser Sachverhalt gebührend beachtet werden.

[1] *Herzog, M.:* «The effect of wind friction on hyperbolic cooling towers». The Structural Engineer 52, Nr. 11, S. 417–420, 1974.

[2] *Herzog, M.:* «Realistische Näherungsberechnung hyperbolischer Kühltürme». Die Bautechnik 52, H. 2, S. 48–61, 1975.

Max Herzog, Aarau

B. J. Feuersenger: «Verfahren zum Abdichten von Rohrmuffen». SBZ, Heft 8, S. 150–151, 1978.

In Kapitel 2 schreibt die *neue Norm SIA 190* über *Kanalisationen* vor, alle Leitungssysteme müssen unabhängig von der Art der Rohrverbindungen die Anforderungen hinsichtlich Dichtigkeit gemäss dieser Norm vor und nach der Inbetriebnahme erfüllen. Ferner seien beim Verlegen von Spezialbetonrohren im Grundwasserbereich Rohre mit *Glockenmuffen* vorzusehen.

Von den herkömmlichen Rohrverbindungen entspricht die Glockenmuffe mit *Rollringdichtung* am vollständigsten diesen Anforderungen. Während den bald zwei Jahrzehnten ihrer Anwendung hat sich diese Dichtung in zahllosen Fällen bestens bewährt. Sie bietet Gewähr für Dichtigkeit auch bei nachträglichen Bewegungen der Leitung infolge verschiedener Ursachen. Erhebliche Wasserdrücke von aussen oder innen auf die Leitung vermag diese Dichtung ebenfalls aufzunehmen. Auch bei schwierigen Verhältnissen ist der Einbau der Rohre mit dem fertig auf die Baustelle gelieferten Rollring sehr einfach und sicher.

Die in der oben erwähnten Veröffentlichung vorgestellte *plasto-elastische Dichtung* knüpft an die Dichtung von Rohren mit *Spitzmuffen durch Fugenbänder* an. Nun schränkt die eingangs erwähnte Norm 190 die Anwendung dieses Rohrtyps für bestimmte Anwendungen ein. Dieses plasto-elastische Dichtungsmaterial wird bereits im Rohrwerk aufgebracht. So vorteilhaft ein solches Vorgehen erscheint, so muss doch an alle die möglichen *Störungen an diesen vorbereiteten Muffenpartien* gedacht werden beim *Rohrtransport,* bei der *Zwischenlagerung auf der Baustelle* und endlich beim *Verlegen* der Rohre unter allen den bekannten ungünstigen Verhältnissen im Rohrgraben.

Nehmen wir an, die Rohrverbindung sei zustandegekommen mit intakten Dichtungsbändern je auf dem Spitz- und auf dem Muffenteil. Offen bleibt die Frage nach spätern, bereits erwähnten Bewegungen der verbundenen Rohre, die von der Dichtungsmasse aufzunehmen sind. Es ist dies möglich, solange diese Dichtung während der langen Lebensdauer einer solchen Kanalisation ihre plasto-elastischen Eigenschaften bewahrt. *Entscheidend bleibt das Langzeitverhalten* dieses Materials.

P. Bolliger, 3250 Lyss