Schäden bei Verputzarbeiten

Autor(en): **Pfefferkorn, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **107 (1989)**

Heft 16

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77086

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

Schäden bei Verputzarbeiten

Bei den in den letzten Jahren aufgetretenen Putzschäden zeigt sich deutlich, dass der schnelle Baufortschritt und die dabei veränderten Baupraktiken sowie mangelnde Beachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse in den Baustoffen die Hauptursachen darstellen. Der Beitrag behandelt das Austrocknungsverhalten verschiedener Baustoffe bei unterschiedlichen Bedingungen, die entsprechenden Risiken sowie die technischen und finanziellen Folgen bei einem Schadenereignis.

Einleitung

Gegenüber früheren Jahren haben sich in der Bauwirtschaft wesentliche Veränderungen ergeben. So sind schon in

VON J. PFEFFERKORN, VOLKETSWIL

der Planungsphase nebst den sich verändernden architektonischen Betrachtungsweisen vor allem die vom Gesetzgeber gemachten, sehr wesentlichen Auflagen deutlich sichtbar. Am einschneindendsten haben sich die zunehmend verschärften Wärmedämmvorschriften bei der Wahl einer Aussenwandkonstruktion ausgewirkt. Ohne sich über die höheren Anforderungen an die Ausführung des Mauerwerkes und die Konsequenzen über die grössere thermische Beanspruchung einer Aussenwand klar zu werden, wurden einerseits Mauersteine mit wesentlich geringerem Wärmeleitvermögen und andererseits zusätzliche Wärmedämmmassnahmen, z.B. beim Zweischalen-Mauerwerk, für die Aussenwandkonstruktion eingesetzt. Aufgrund von Erfahrungen, welche ich in den vergangenen Jahren als Experte bei der Abklärung von sehr zahlreichen Schadenfällen sammeln konnte, kann gesagt werden, dass sich Fehler bei der Ausführung des Mauerwerkes infolge der wesentlich erhöhten thermischen Beanspruchung der Aussenwand und des Putzsystems deutlich stärker auswirken als bei früheren, schlechter wärmegedämmten Aussenwandkonstruktionen. Mauersteine mit einem hohen Luftporenanteil verhalten sich, um nur ein Beispiel zu geben, beim Austrocknen völlig anders als kompakte Materialien mit einer guten kapillaren Leitfähigkeit.

Bei zweischaligen Mauerwerken kann als wesentliche Auswirkung der zusätzlichen Wärmedämmung das veränderte bauphysikalische Verhalten erwähnt werden. Leider werden auch bei Dämmstoffdicken von 6 cm und mehr immer noch Wärmedämmplatten ohne Dampfbremse bzw. Dampfsperre eingesetzt. Diese Massnahme wird sich in einigen Jahren bitter rächen, weisen doch die hochisolierten zweischaligen Konstruktionen bezüglich der Wasserdampfkondensation und der Austrocknung, berechnet nach SIA 180, relativ viel Kondensatanfall auf. Werden nun diese Konstruktionen in einigen Jahren mit einer dichteren Beschichtung, z.B. einem Dispersionsanstrich, versehen, wirkt sich die fehlende Dampfbremse der Wärmedämmplatte ungünstig aus. Das Mauerwerk wird aus bauphysikalischer Sicht kritisch.

Nebst den veränderten Wärmedämmvorschriften hat sich aus wirtschaftlichen Überlegungen - finanziellen Einsparungen beim Baukredit oder auch Konkurrenzfähigkeit des Planers und Unternehmers etc. - eine ungünstige Entwicklung in Richtung verkürzter Bauzeit ergeben. Die in sehr vielen Fällen wesentlich zu kurz angesetzte Bauzeit bringt momentan sicher den gewünschten Erfolg [1]. Die Bauten können unter relativ geringen Bauzinsbelastungen realisiert werden und sind nach kurzer Zeit schon nutzbar. Langfristig gesehen entstehen durch die zu kurz angesetzten Bautermine je nach Jahreszeit, Witterung, Lage der Bauten, verwendeten Materialien, gewählten Konstruktionen usw. diverse Probleme, wie Rissbildungen unterschiedlichster Art, Fleckenbildungen und Verfärbungen sowie verschiedene vermeidbare Beanstandungen im Zusammenhang mit Verputzen und Anstrichen. Oft wird auch von Fachleuten nicht erkannt, oder man will es nicht eingestehen, dass sehr viele der manchmal erst nach mehreren Jahren auftretenden Mängel und Schäden eng im Zusammenhang mit der zu kurzen Bauzeit, mit allen Nebeneffekten wie z.B. Schwindverformungen, zu hohen Feuchtigkeitsgehalten der Materialien usw. stehen. In vielen Fällen müssten der zu schnelle Baufortschritt und das nicht Beachten der grundsätzlichen Regeln der Baukunst als Hauptursachen der Mängel und Schäden genannt werden.

Was hilft es, wenn im Normenwerk der SIA, in Merkblättern von Berufsverbänden und von Herstellern immer wieder auf diese Regeln der Baukunst hingewiesen wird, und diese Erkenntnisse dann aus wirtschaftlichen Überlegungen sowie Konkurrenzgründen in den Wind geschlagen werden? Man muss sich daher nicht wundern, wenn der prozentuale Anteil von Schäden an ausgeführten Bauten nicht nur stagniert, sondern tendenziell zunimmt. Der Hinweis auf früher erstellte, ältere Bauten, welche weniger Schäden aufwiesen und die Äusserungen, dass die heutigen Materialien, welche im Bau eingesetzt werden, nicht mehr von gleicher Qualität wie früher seien, muss zurückgewiesen werden. Auch mit modernen Materialien, unter Einsatz aller wissenschaftlicher Erkenntnisse hergestellt, können bei unsachgemässer Anwendung und nicht ausreichend fachmännischer Verarbeitung Schäden und Mängel auftreten.

Betrachtet man die in den letzten Jahren aufgetretenen Schäden und Mängel im Bereich der Verputze, kann deutlich erkannt werden, dass der schnelle Baufortschritt und die dabei veränderten Ausführungspraktiken sowie das nicht ausreichende Beachten der Feuchtigkeit in den Baustoffen eine Hauptursache darstellen.

In den nachfolgenden Abschnitten soll aus diesem Grunde auf das Austrocknungsverhalten verschiedener Baustoffe bei unterschiedlichen Bedingungen und die Risiken, welche man eingeht, wenn auf zu feuchtes Mauerwerk verputzt wird, sowie auf die technischen und finanziellen Folgen bei einem Schadenereignis eingegangen werden.

Durchfeuchtung und Austrocknungsverhalten von Baustoffen

Das Austrockungsverhalten der am Bau verwendeten Materialien sollte idealerweise unter Berücksichtigung des jeweiligen Einsatzgebietes im Bauprogramm eingeplant werden. Dies ist aber eine Forderung, die kaum je erfüllt werden kann, herrschen doch auf jeder Baustelle immer wieder andere Bedingungen. Zur besseren Verständlichkeit dieser Aussage gilt es zu überlegen, welche Faktoren das Austrocknungsverhalten eines am Bau eingesetzten Materials beeinflussen. Trägt man nur die wesentlichsten Einflüsse zusammen, kommt man schon auf eine ansehnliche Menge, die nachfolgend aufgeführt ist.

Einflüsse auf die Materialfeuchtigkeit

a) *bei der Herstellung und Lagerung von Mauersteinen*

Anmachwasser bei zementgebundenen Mauersteinen (z.B. Zement- und Holzspanstein) und Autoklavenfeuchtigkeit (z.B. bei Gasbeton- und Kalksandsteinen sowie Betonelementen). Die Verpackung in Schrumpffolie lässt die Materialien bis zur Verarbeitung auf der Baustelle nur wenig austrocknen. Bei der Lagerung von gebrannten Materialien (Backsteine) kann häufig beobachtet werden, dass Teile der Schrumpffolie aufgerissen und bei Niederschlägen einzelne Steine sehr stark durchfeuchtet werden (Bild 1).



Bild 1. Durchfeuchtung einzelner Backsteine bei unsachgemässer Lagerung während Arbeitsunterbrüchen

b) *während der Verarbeitungs- und Rohbauphase*

Ausführung der Mauerwerke auch bei regnerischem Wetter. Unzureichender Schutz der jeweiligen Mauerkronen bei Arbeitsunterbrüchen. Ungenügende Abdeckung von Öffnungen und Weglassen von provisorischen Entwässerungsmöglichkeiten. Fehlende Mörtelbränder auf Betondecken entlang der Mauern, wodurch das auf den Betondecken liegende Wasser an die Mauern gelangen kann und von diesen aufgesaugt wird (Bilder 2+3).

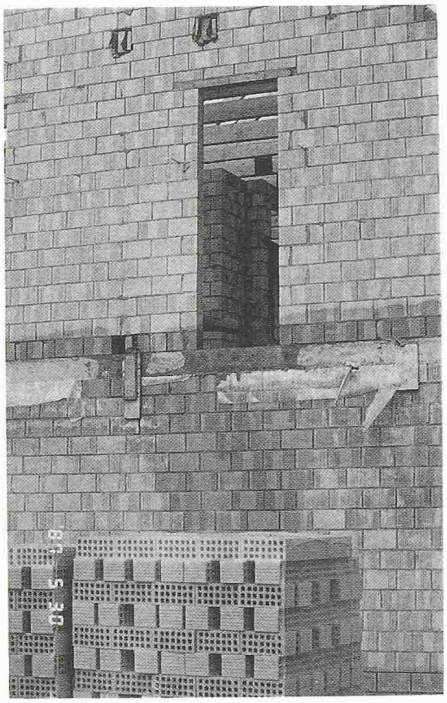
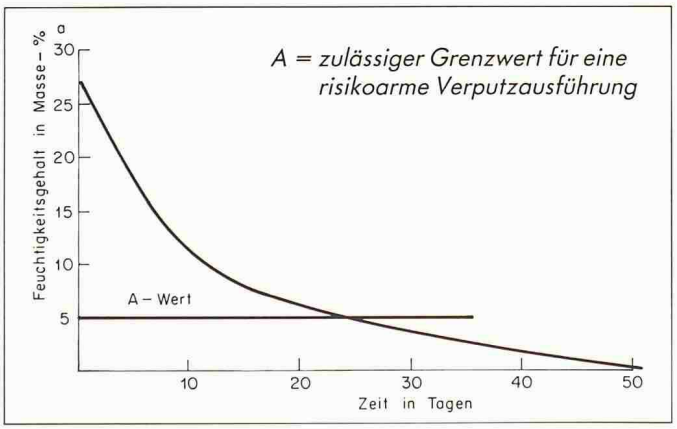


Bild 2. Starke Durchfeuchtung des Mauerwerkes infolge unzureichender Vorkehrungen zum Schutze des Mauerwerkes

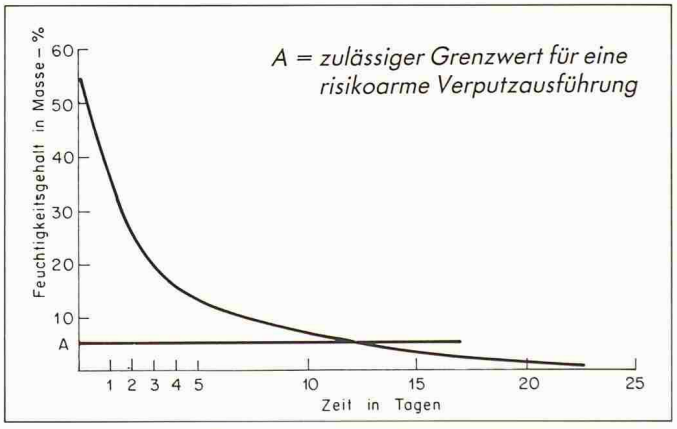
c) *durch klimatische Einflüsse*

Nebst den eigentlichen Witterungseinflüssen wie Sonne, Regen, Schnee, usw., sind die Temperaturen, die relative Luftfeuchtigkeit und die Windgeschwindigkeit massgeblich. Während des Innenausbaus spielen Faktoren wie das Vorliegen der Fensterverglasung, die Häufigkeit des Lüftens sowie der Stand der übrigen feuchtigkeitsbringenden Arbeiten eine Rolle.

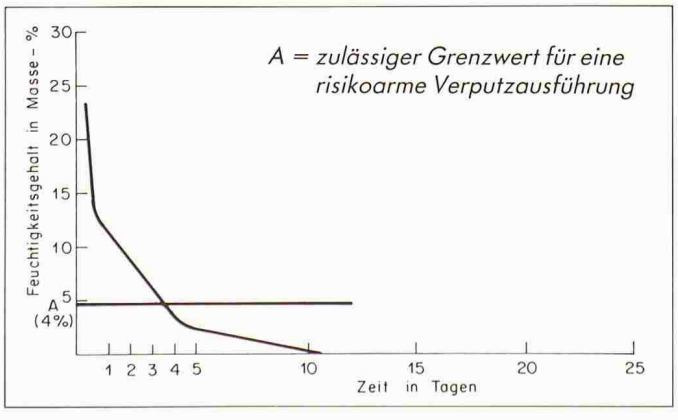
Aus der Vielzahl der Faktoren geht hervor, dass im Labor anhand von Modellversuchen nur bei idealisierten Bedingungen das Austrocknungsverhalten



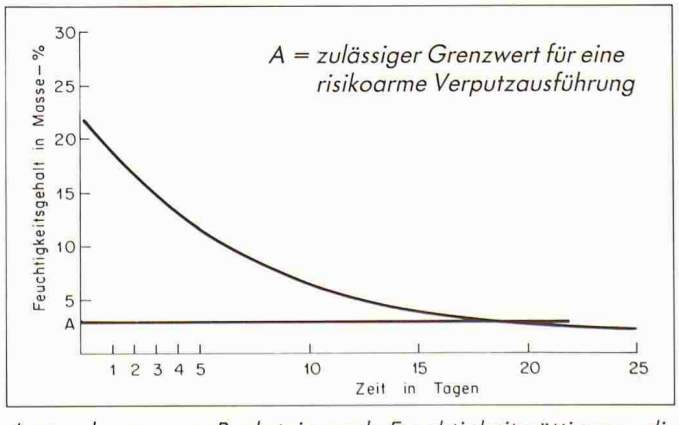
Austrocknung von Gasbetonsteinen, Grösse 25×25×62 cm



Austrocknung von Gasbetonsteinen, Grösse 10×25×62 cm



Austrocknung von Holzspanbetonsteinen



Austrocknung von Backstein nach Feuchtigkeitssättigung; die Austrocknung erfolgte über zwei Flächen, die übrigen Seiten waren mit einer Plastikfolie geschützt

der Baustoffe untersucht werden kann. Für die Praxis ist es trotzdem wertvoll, aufgrund des idealen Austrocknungsverhalten bestimmte Anhaltspunkte für die Beurteilung der Austrocknungszeit zu erhalten. Um einen Quervergleich im Austrocknungsverhalten der verschiedenen Baustoffe möglich zu machen, wurden häufig zum Einsatz kommende Mauerwerksmaterialien entweder im Anlieferungszustand ab Baustoffhändler oder nach Sättigung mit Wasser untersucht. Die Mauersteine konnten jeweils bei 23° C und etwa 50% relativer Luftfeuchitkgiet nach fünf Seiten austrocknen. Diese Art der Austrocknung ist gegenüber einem vermauerten Stein, welcher nur auf zwei Seiten austrocknen kann, wesentlich günstiger.

Die Ergebnisse der untersuchten Materialien Gasbeton (zwei verschiedene Grössen), zementgebundener Holzspanstein und Backstein sind in den Graphiken 1–4 ersichtlich. Beim Versuch mit dem Backstein ist zu bemerken, dass die Austrocknung nur nach zwei Seiten erfolgen konnte; die übrigen Flächen waren mit einer Plastikfolie abgedeckt.

Wie bereits erwähnt, spielt die Luftfeuchtigkeit im Raum sowie der Aussenluft für die Austrocknung eines Stoffes eine ganz wesentliche Rolle. Bereits vor 45 Jahren wurden an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt EMPA unter Prof. *Haller* diesbezügliche Versuche vorgenommen und publiziert [2] (Tabelle 1a).

Ergänzend zu diesen früheren Untersuchungen wurde die Beeinflussung der Austrocknung eines feuchten Gasbetonstückes durch verschiedene Arten von Deckputzen untersucht. Der Versuch wurde so angeordnet, dass die Austrocknung nur über die Verputzfläche einseitig erfolgen konnte. Als Putzsysteme wurden nebst einem Grundputz (aus einem Werktrockenmörtel hergestellt), ein mineralischer Deckputz einerseits und ein organisch gebundener Deckputz mit einem dichten Dispersionsanstrich andererseits gewählt. Die Austrocknung wurde einmal bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50–55% und ein weiteres Mal bei einer solchen von 70–80% geprüft. Die Resultate dieser Prüfung, welche in der Tabelle 1 ersichtlich sind, zeigen deutlich, wie stark die Austrocknung bei zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit verlangsamt wird.

Als Konsequenz für den Bau kann aus den Ergebnissen der verschiedenen Untersuchungen abgeleitet werden, dass bei einer schlechten Lüftung im Winter generell eine langsame Austrocknung stattfindet, da die Raumfeuchtigkeit sehr hoch ist. Bei verbesserter Lüftung findet in den Ecken sowie in den Bereichen der Anschlüsse Wand/Decke aber immer noch eine langsame Austrocknung statt, da in diesen Abschnitten nur ein geringer Luftwechsel abläuft. Dies kann leicht am Wachstum von Pilzen in ungenügend wärmegedämmten Ecken und bei den Anschlüssen Wand/Decke als Parallele beobachtet werden. Die erwähnten Pilze wachsen bekanntlich erst bei Feuchtigkeiten über ca. 75% relativer Luftfeuchtigkeit.

Nebst den Raumfeuchtigkeiten und den Materialeigenschaften sind für das Austrocknungsverhalten auch die relativen Luftfeuchtigkeiten der Aussenluft massgeblich. Aus diesem Grunde scheint es zweckmässig, die jährlichen Schwankungen der durchschnittlichen relativen Feuchtigkeiten der Aussenluft zu betrachten. Die Werte der letzten 5 Jahre in der Region Zürich sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Es ist absolut klar, dass während der Erstellung eines Gebäudes mit diversen Feuchtigkeitseinflüssen – vor allem durch die herrschende Witterung – gerechnet werden muss. Um die Risiken für die folgenden Verputzarbeiten möglichst gering zu halten, sollte daher dem frühzeitigen Schutz des Mauerwerkes Beachtung geschenkt werden. Dieser Schutz umfasst die Mauerkronen und Maueröffnungen sowie die Mauerteile, welche durch das auf die Betondecke gelangende Regenwasser durchfeuchtet werden können. Weiter ist bei der Planung des Bauprogrammes der Tatsache Rechnung zu tragen, dass einmal

Baustoff	*Dichte kg/m³*	*rel. Luftfeuchtigkeit in %*	*Wassergehalt zu Beginn* l/m²	*Totale Verdunstungsmenge in l/m² einer 12 cm dicken Wand* nach Tagen 3	7	28	56	90	180
Backstein	1460	97		0,1	0,25	1,0	2,2	3,6	6,8
		70	39,2	3,8	10,2	18,3	19,2	*	*
		35		9,3	16,1	19,3	19,4	*	*
Beton P250	2260	97		0,12	0,24	0,8	1,3	1,4	*
		70	14,0	1,5	2,1	3,1	3,5	3,8	4,1
		35		1,7	2,3	3,5	4,1	4,4	4,9
Kalksandstein	2060	97		0,4	0,6	1,7	2,3	2,7	2,8
		70	18,8	2,3	3,1	5,8	6,7	7,1	7,4
		35		4,5	5,5	7,2	8,0	8,2	8,6

* Gleichgewicht bei der betreffenden Feuchtigkeit erreicht; entspricht der Nutzungsfeuchtigkeit bei der angegebenen Luftfeuchtigkeit

Tabelle 1a. Austrocknungsvorgang von Baustoffen, nach Prof. Haller

Systemaufbau	*relative Luftfeuchtigkeit bei der Austrocknung* in %	*Ausgetrocknete Wassermenge in kg/m² in* 14 Tagen	30 Tagen
Gasbeton 100 mm dick, Grundputz 10 mm dick und mineralischer Deckputz 3 mm dick	50–55	2,6	5,2
	70–80	0,83	1,6
Gasbeton 100 mm dick, Grundputz 10 mm, organisch gebundener Deckputz 3 mm dick, mit einem Dispersionsanstrich 400 µm dick	50–55	0,41	0,90
	70–80	0,24	0,51

Tabelle 1. Austrocknungsverhalten unterschiedlich beschichteter, feuchter Gasbetonstücke bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit

	Tageswerte	*Nachtwerte*
Januar	75–86	82–89
Februar	69–74	79–86
März	57–68	81–86
April	49–58	74–81
Mai	54–64	81–88
Juni	52–58	80–85
Juli	46–62	73–88
August	52–63	83–90
September	57–67	85–89
Oktober	67–77	86–88
November	65–82	82–90
Dezember	75–83	84–90

Tabelle 2. Mittlere relative Feuchtigkeiten der Aussenluft in der Region Zürich, in %

durchfeuchtete Wände, insbesondere zweischalig ausgebildete Wohnungstrennwände und Aussenwandkonstruktionen, nur sehr langsam austrocknen. Sowohl durch die Konstruktionsart als auch durch das Mauerwerksmaterial bedingt, kann daher eine Austrocknung bis zu mehreren Wochen dauern.

Viele Bauprogramme sehen während der Wintermonate den Innenausbau vor. Dabei wird aber ausser acht gelassen, dass im Herbst und Winter die Wasserabgabe (Austrocknung) eines Materials infolge der hohen Raumfeuchtigkeit je nach Material recht langsam vor sich gehen kann. Als Beispiel dafür kann die Austrocknung von Leichtbetonwänden angeführt werden. Die als Element eingebauten Leichtbetonwände in den Nasszellen einer Wohnüberbauung wurden im Oktober angeliefert. Da es sich zeigte, dass die Austrocknung nur langsam erfolgte, wurden in den Nasszellen Entfeuchtungsgeräte aufgestellt. Die Temperatur in den komplett verglasten Wohnen, in denen die Unterlagsböden schon ausgeführt waren, betrug 18–20° C. Die Wohungen wurden periodisch gelüftet. Trotz dieser Massnahmen konnte bei den in regelmässigen Abständen vorgenommenen Messungen nur ein langsames Austrocknen, vorwiegend an der Oberfläche der Wände, gemessen werden, wie dies auch aus den Untersuchungsresultaten, aufgeführt in der Tabelle 3, zu entnehmen ist.

Entnahmestellen	*Entnahmetiefe* mm	*Feuchtigkeitsgehalte in Masse-%*				
		Anfangs Dezember	nach 7 Tagen	nach 14 Tagen	nach 35 Tagen	nach 100 Tagen
A	0–20	10,4	9,8	6,3	2,1	2,3
	20–60	16,1	16,4	13,5	13,5	12,6
	60–120	17,6	17,4	13,4	14,9	14,6
B	0–20	7,0	5,9	6,6	7,1	2,5
	20–60	9,6	11,3	13,2	12,0	9,2
	60–120	9,7	14,3	11,6	11,6	10,5

Tabelle 3. Austrocknungsverhalten einer Leichtbetonwand

Risiken und Schäden beim Verputzen zu feuchter Untergründe

Beim Verputzen zu feuchten Untergrunds können sehr verschiedene Schäden und Mängel auftreten. Nicht immer sind diese Mängel schon innerhalb der Garantiefristen zu erkennen. Je nach Art der Materialien, welche zum Verputzen verwendet wurden, sowie

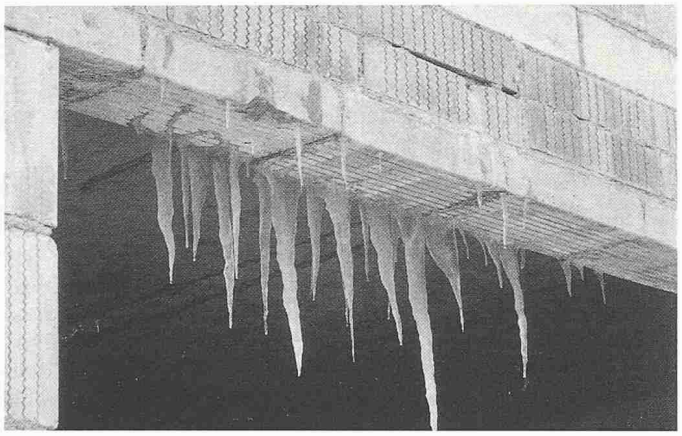


Bild 3. Mangelhafter Schutz des Mauerwerkes im Deckenbereich führte zu einer starken Durchfeuchtung mit Eiszapfenbildung

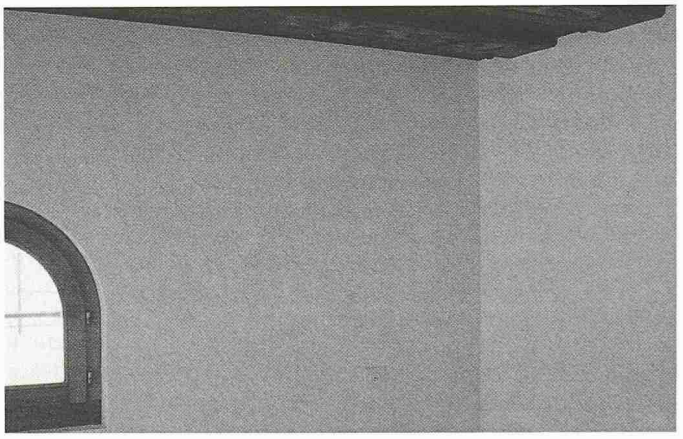


Bild 5. Verfärbungen eines organisch gebundenen Innenputzes infolge einer zu hohen Mauerwerksfeuchtigkeit

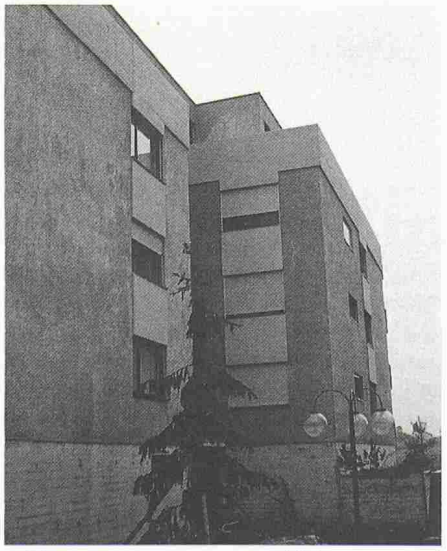


Bild 4. Ausgeprägte Ausblühungen auf einem Mineralputz. Die Ursache liegt bei einem raschen Baufortschritt, wobei das 2-schalen Mauerwerk nicht ausreichend austrocknen konnte



Bild 6. Kalkausblühungen (weisse Flecken) an der Deckputzoberfläche eines mineralischen Putzes mit einem Mineralfarbanstrich. Die Ausblühungen sind eine Folge der zu hohen Mauerfeuchtigkeit vor den Verputzarbeiten

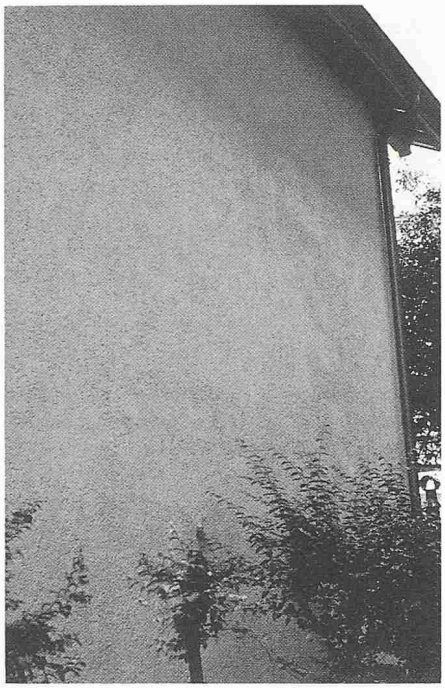


Bild 7. Rötliche Verfärbung eines Silikatputzes durch Einwirkung von alkalischer Feuchtigkeit

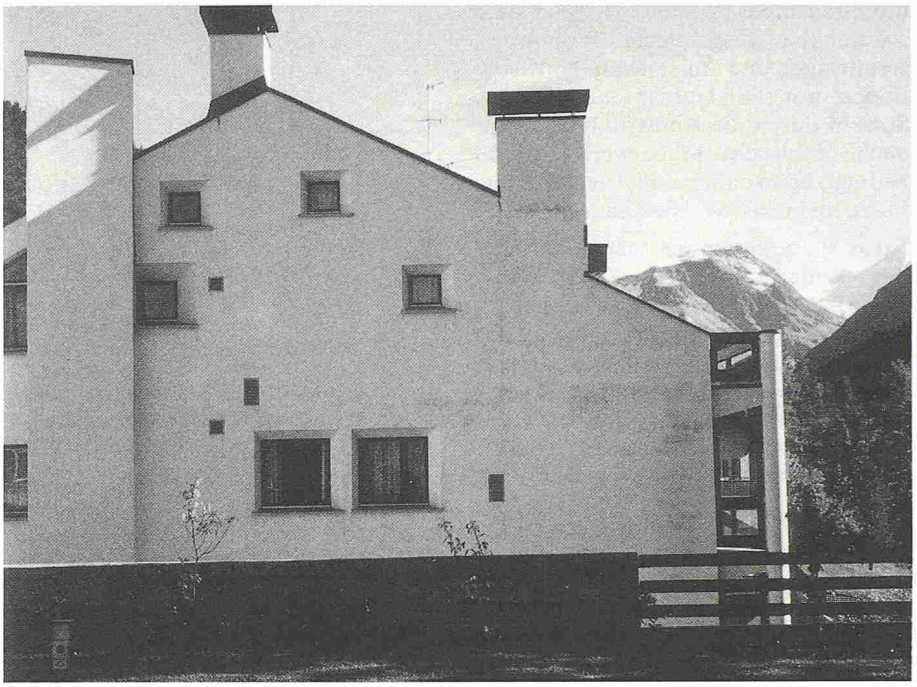


Bild 8. Verfärbungen im Bereich verschiedener Backsteine. Der Putz wurde auf ein zu feuchtes Mauerwerk aufgetragen. Der Backstein enthielt Chromverbindungen, welche mit der Feuchtigkeit bei der Austrocknung an die Putzoberfläche gelangten

der Art des Untergrunds, sind die Mängel abhängig von den jeweiligen Feuchtigkeiten. Abgesehen von verschiedenen, durch baukonstruktive Unzulänglichkeiten verursachten Schäden, sind beim Auftragen des Putzes auf einen zu feuchten Untergrund folgende Schadenbilder und Mängel möglich:

- Ausblühungen und Verfärbungen (Bilder 4–8)
- Hohlstellen zwischen Grundputz und Mauerwerk
- Anstrich- und Putzablösungen durch Kristallisation, von Salzen verursacht (Bild 9)
- Horizontal- und Vertikalrisse, den Steinfugen entlang verlaufend
- Blasenbildungen im Deckputz (Bild 10)

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Risiken für das Eintreten des einen oder andern Schadens mit zunehmender Abweichung von dem in der SIA Norm 242 «Verputzarbeiten und Gipserarbeiten» festgehaltenen, zulässigen Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes von 2,5 Masse-% steigen.

Je nach Beschaffenheit des Untergrundes kann mit unterschiedlich grossem Risiko von diesem Wert abgewichen werden. Ein Schadenseintritt ist nicht in jedem Falle einer Abweichung vom Normwert zwingend. Selbst für sehr erfahrene Unternehmer und Berufsleute ist es aber nicht möglich, mit ausreichender Sicherheit die Risiken eines Schadens bei zu hoher Feuchtigkeit des Untergrundes abzuschätzen. Dies führt immer wieder zu den Situationen, dass von Unternehmerseite darauf hingewiesen wird, an diesem und jenem Bau bei den genau gleichen Voraussetzungen verputzt zu haben, ohne dass ein Schaden eingetreten wäre. Oder dass bei Verwendung des einen oder andern

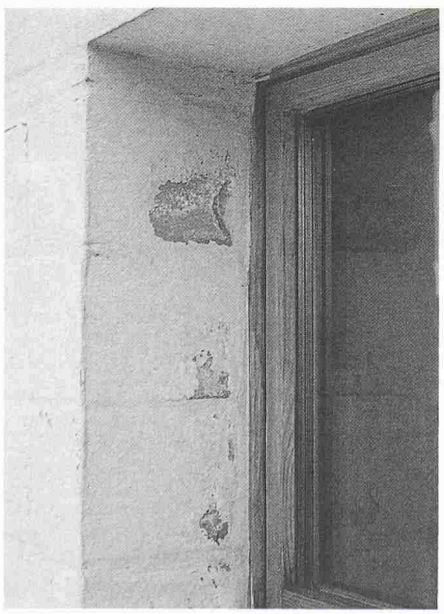


Bild 9. Anstrichablösungen und Ausblühungen auf einem Kalksandsteinmauerwerk

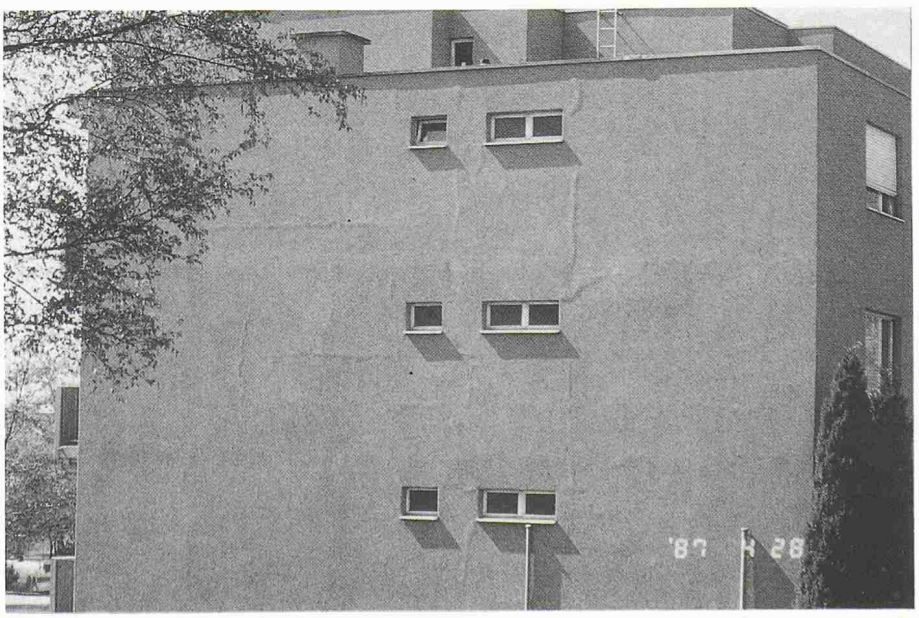


Bild 10. Starke Aufwölbungen im Deckputz, erst mehrere Jahre nach der Fertigstellung sichtbar. Als Ursache konnte eine zu hohe Feuchtigkeit des Mauerwerkes festgestellt werden

Produktes bei gleicher Feuchtigkeit keine Mängel zu verzeichnen waren.

Aufgrund der Ausführungen über die Durchfeuchtung sowie das Austrocknungsverhalten sollte klar werden, dass die Feuchtigkeit im Baustoff ein äusserst komplexes und mit vielen unterschiedlichen Auswirkungen auftretendes Gebiet darstellt. Es ist daher auch nicht möglich, die Verhältnisse zweier Bauten miteinander zu vergleichen.

Oft braucht es nur wenig, dass unter bestimmten Umständen und Materialkombination ein Schaden entsteht, während bei angeblich gleichen, aber doch minimal anderen Verhältnissen kein Mangel entsteht.

Ursachen der Schäden

Die im Kapitel «Risiken und Schäden» erwähnten Schadenbilder können sehr verschiedene Ursachen haben. Für die Gruppe Ausblühungen und Verfärbungen können folgende Erscheinungsbilder und ihre Ursachen genannt werden:

Ausblühungen

Ausblühungen treten bevorzugt bei mineralischen Deckputzen und Anstrichen auf. Besonders ausgeprägt sind die weissen Ausblühungen auf intensiver abgetönten Putzmaterialien sichtbar (Bild 4).

Zahlreiche Untersuchungen von Beanstandungen haben ergeben, dass die Ausblühungen immer im Zusammenhang mit einem schnellen Baufortschritt und ungenügender Austrocknung des Mauerwerkes auftreten. Besonders bei Mauerwerksmaterialien, welche entweder langsam austrocknen oder infolge ungenügender Abedeckarbeiten bei der Erstellung der Bauten stark durchfeuchtet wurden, war eine Häufung der Ausblühungen zu beobachten.

Verfärbungen

Verfärbungen im Putz können auf sehr verschiedene Art und Weise entstehen. Relativ häufig konnte die Einwirkung von zu hoher alkalischer Feuchtikeit auf den Deckputz als Ursache der Bemängelung ausgemacht werden. Dabei kommt es bei naturfarbenen, organisch gebundenen Putzen zu unterschiedlichen Reaktionen zwischen der hochalkalischen Lösung, welche aus dem zu feuchten Untergrund austritt, und Einzelkomponenten des Putzes.

Beim organisch gebundenen Deckputz konnte, wenn eine sehr hohe Alkalität vorlag, d.h. eine Feuchtigkeit im Untergrund von über 5 Masse-% vorhanden war, eine leicht gelbliche bis bräunlichgelbliche Verfärbung einzelner Stellen beobachtet werden (Bild 5).

Bei gewissen Buntpigmenten, welche von einzelnen Pigmentherstellern angeboten wurden, kam es bei alkalischer Feuchtigkeitseinwirkung ebenfalls zu Verfärbungen von Fassadenabschnitten bzw. ganzer Fassaden.

Als weitere Art konnte im Falle der Verwendung von chromathaltigen Baustoffen (z.B. bestimmte Backsteine und Grundputze) eine Verfärbung in Form von relativ stark gelben Flecken an Innenwänden oder blaugrünen Partien an weiss verputzten Fassaden festgestellt werden. Diese Fleckenbildung hängt wiederum damit zusammen, dass der Putz auf eine Wand mit zu hoher Feuchtigkeit aufgebracht wurde bzw. werden musste (Terminprobleme), und anschliessend die wasserlöslichen Chromatverbindungen aus dem Backstein oder Grundputz an die Putzoberfläche gelangen (Bild 8).

In allen Fällen war nachzuweisen, dass der Untergrund zu wenig ausgetrocknet war und der Putz auf diesen noch zu feuchten Untergrund aufgetragen wurde. In der Regel konnten die Mängel nur durch Überstreichen beseitigt werden, was zum Teil sehr hohe Kosten verursachte. Die Hohlstellen zwischen dem Grundputz oder dem Zementanwurf und dem Mauerwerk konnten in vielen Fällen auf ein zu geringes «Anziehen» des Mörtels durch den Backstein, verursacht durch eine zu hohe Mauerfeuchtigkeit, zurückgeführt werden.

Die Putzablösungen, verursacht durch ein Salztreiben, waren einerseits bei im Grundputz eingelegten, verzinkten Rabitznetzen und anderseits bei Natriumsulfat führenden Baustoffen (z.B. Gasbeton) zu beobachten. In allen Fällen war eine zu hohe Feuchtigkeit des Untergrundes vor den Putzarbeiten für die Entstehung der Schäden verantwortlich. Das gleichte gilt auch für Anstrichschäden infolge austretender Salze aus dem zu feucht gestrichenen Mauerwerk (Bild 9).

Bei Mauerwerks-Materialen, welche bei der Austrocknung schwinden, konntes in vielen Fällen steinfugenkonform verlaufende oder in der Nähe der Fugen auftretende Risse beobachtet werden, wenn diese Materialien zu feucht verputzt wurden. Dabei zeigte es sich, dass die beim Austrocknen auftretenden Schwindverformungen der Materialien die Risse im Putz erst nach einigen Jahren verursachen.

Die Blasenbildungen bei organisch gebundenen Deckputzen, welche nicht im Zusammenhang mit undichten An- und Abschlüssen sowie nachträglichen Hin-

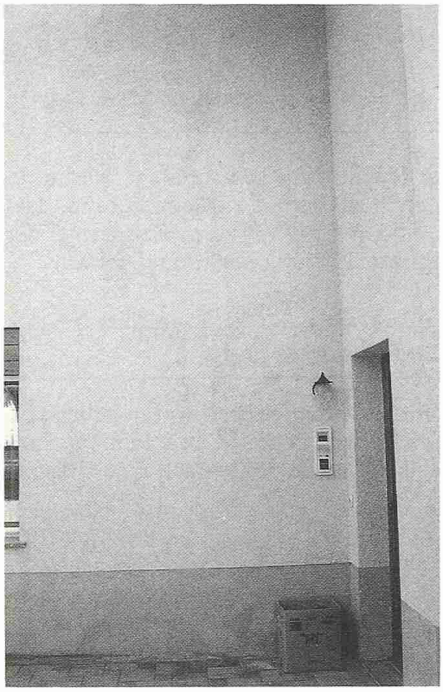


Bild 11. Flecken im mineralischen Deckputz als Folge einer zu hohen Feuchtigkeit des Mauerwerkes bei den Verputzarbeiten

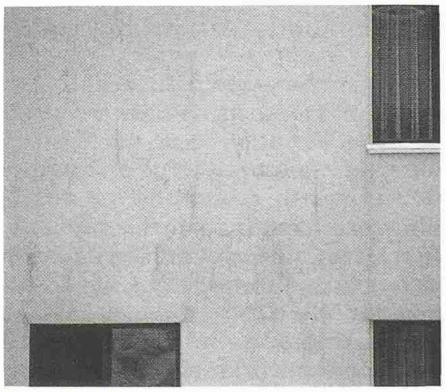


Bild 12. Dunkle Abzeichnungen der Plattenfugen einer verputzten Aussenwärmedämmung. Als Ursache wurde eine 06018zu hohe Mauerwerksfeuchtigkeit vor dem Aufbringen der Polystyrol-Schaumstoffplatten ermittelt

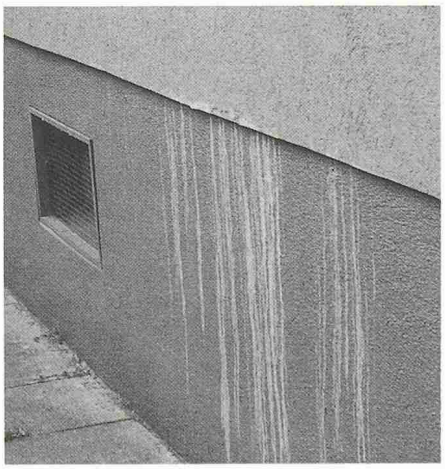


Bild 13. Kalkausscheidungen im Sockelbereich als Folge einer zu hohen Feuchtigkeit vor der Sanierung der Risse im Mauerwerk

Literatur:
[1] *Pfefferkorn, J.*: Element 26, 1986
[2] *Haller, P.*: Publikation EMPA, 1942

terfeuchtungen entstanden, waren in der Regel darauf zurückzuführen, dass der Untergrund zum Zeitpunkt der Putzausführung noch zu feucht war.

Zusammenfassung

In der Vergangenheit waren sehr zahlreiche Schadenfälle und Bemängelungen zu behandeln, welche ihre Ursache in einer zu hohen Feuchtigkeit der Untergrunde hatten. Aus verschiedenen Gründen ist sowohl der Planer als auch der ausführende Unternehmer zu immer höheren Risiken bereit. Für die Austrocknung wird der Feuchtigkeit der Baustoffe sowie der notwendigen Zeit zuwenig Beachtung geschenkt. Man ist zunehmend bereit, allfällige Schäden und Mängel, welche aus dem Verputzen zu feuchter Mauerwerke resultieren, in Kauf zu nehmen und auf einfache Art und Weise zu sanieren. Bei kleineren Objekten mögen diese Überlegungen wirtschaftlich sein, bei grösseren Bauten hingegen scheint dieses Vorgehen aber risikoreich zu sein, können doch ganz erhebliche Kosten für die Beseitigung der Mängel entstehen.

In jedem Falle ist es empfehlenswert, sich wieder auf die Praktiken früherer Zeiten zu besinnen, und der Baufeuchtigkeit wieder den richtigen Stellenwert einzuräumen. Dies wiederum bedeutet, dass im Bauprogramm wieder genügend Zeit für die Austrocknung der Untergründe vorzusehen ist.

Adresse des Verfassers: *J. Pfefferkorn*, Marmoran AG, 8604 Volketswil.

Abdichtungen für Ingenieurbauwerke

Planung und Ausführung

Ingenieurbauwerke brauchen einen dauerhaften Schutz vor schädigenden Einflüssen durch Grund- und Oberflächenwasser. Gleichzeitig müssen die Benützer und die Einrichtungen solcher Bauwerke geschützt werden. Eine weitere Schutzwirkung ist dann erforderlich, wenn das Grundwasser schädigenden Einflüssen aus dem Betrieb ausgesetzt ist. Ein wesentliches Kriterium für diese Schutzfunktion ist die geforderte, lange Nutzungsdauer. Die Abdichtung muss für die geplante Nutzungsdauer ausgelegt werden. Ein Ersatz der Abdichtung, wie z.B. bei der Gebäudehülle (Dach, Fassade) ist bei Ingenieurbauwerken in der Regel ausgeschlossen. Behelfsmässige Massnahmen, wie z.B. nachträgliche Injektionen sind meist Flickwerke und können die nötigen Schutzfunktionen nur teilweise erfüllen. Ebenso unbefriedigend sind Sanierungen, da sie häufig mit wesentlichen Einschränkungen in der Nutzung verbunden sind.

VON PETER ZWICKY, SARNEN

Es lohnt sich, ausreichende Mittel in die Planung und Ausführung von Abdichtungen zu investieren, auch wenn diese Kosten anfänglich hoch erscheinen. Dabei kann festgestellt werden, dass auch hochwertige Abdichtungen bei den Gesamtkosten keine wesentliche Rolle spielen; betragen die Abdichtungskosten doch in der Regel 2–4% der Baukosten, während die Sanierung einer bestehenden Anlage bei mangelhafter oder fehlender Abdichtung, bis zu 50% der Gesamtkosten ausmachen kann [11].

Begriffe und Abgrenzungen

Auf kaum einem Fachgebiet der Bautechnik sind in den letzten Jahren so viele und so gravierende Schäden anzutreffen, wie auf dem Gebiet der Abdichtungen.

Für den Erfolg einer Abdichtungsmassnahme ist es deshalb unerlässlich, sich von Anfang an, d.h. vor Planungsbeginn, über verschiedene Begriffe und Zusammenhänge Klarheit zu verschaffen.

Der Dichtigkeitsbegriff

Der Bauherr erwartet von einer Abdichtungsmassnahme, die er – auf Vorschlag der Fachberater – anordnet und bezahlt, ein trockenes Bauwerk und einen trockenen Nutzraum auf lange Sicht.

Entsprechend der Nutzung setzt er jedoch den Grad der Trockenheit unterschiedlich an. Computerräume erfordern einen höheren Dichtigkeitsgrad als Autoeinstellhallen, Strassentunnels einen höheren als Bahntunnels.

Dr. *A. Haak* von der STUVA [11] macht den Vorschlag, diese Dichtigkeitsgrade im Untertagbau anhand von zulässigen Leckwassermengen festzulegen. Abgesehen davon, dass diese Mengen nicht leicht festzulegen sind (zu welchem Zeitpunkt wird gemessen, z.B. nach starken Niederschlägen?), ist noch auf einen anderen Punkt hinzuweisen:

Verschiedentlich begegnet man der Auffassung, ein «bisschen tröpfeln» schade nichts. Geht diese Auffassung schon vom Bauherrn aus, so wird sie sich über den planenden Ingenieur, den Bauleiter, den Polier, den Abdichtungsunternehmer bis hin zum Facharbeiter fortsetzen, der schliesslich die Arbeiten ausführen muss. Die Folgen können völlig missratene Arbeiten sein, die das ursprünglich tolerierte Mass an Wasserinfiltration weit überschreiten und kostspielige Sanierungsmassnahmen notwendig machen.

Ein Problem ergibt sich daraus, dass eine zuverlässige Abdichtung, welche in der Regel durch eine Fachfirma im Unterakkord für den Bauunternehmer erstellt wird, nicht zwangsläufig zu einem dichten Bauwerk führt. Oft wird der Abdichtungs-Fachmann erst zuletzt in den Entscheidungsprozess einbezogen. Aus der Konkurrenzsituation heraus muss dieser dann auf Bedingungen eingehen, zu denen er eigentlich gar nicht stehen kann.

Bei der Beurteilung von Infiltrationserscheinungen muss auch beachtet werden, dass äussere Einflüsse, wie z.B. von oben eindringendes Oberflächenwasser, welches am tiefsten Punkt als «Grundwasser» aus einer Arbeitsfuge tritt, eine Rolle spielen kann. Ähnliches gilt, wenn einzelne Bauteile gar