

**R. Grengg:** Verwitterungserscheinungen an Bauwerken.\*) Mit 1 Tafel.

Verwitterungs- und Zerstörungserscheinungen an Bauwerken können vom Standpunkte der Ingenieurwissenschaften, der Chemie, der Petrographie, der Meteorologie usw. Behandlung finden. Arbeitstechnik und Endergebnis werden hiedurch weitgehend beeinflusst. Die Zahl der Studien, welche sich mit Verwitterungserscheinungen an Baustoffen befassen, sind seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in starker Zunahme begriffen. In seinem Buche „Verwitterung in der Natur und an Bauwerken“ hat Vinzenz Pollack zahlreiche ältere Arbeiten dieser Richtung der Vergangenheit entrissen und aus seiner langjährigen Gutachterpraxis verschiedene wertvolle Hinweise gegeben. In einer kleinen Studie „Über Zerstörungserscheinungen an Bauwerken aus natürlichem und künstlichem Gestein“\*\*) hat Verfasser die neueren Ansichten über diesen Gegenstand kurz zusammengefaßt. Im nachstehenden seien hiezu, besonders soweit es sich um allgemein geologische, aber an Bauwerken besonders gut verfolgbare Phänomene handelt, einige Ergänzungen gebracht.

Wesentlich verwitterungsfördernd wirkt das im betreffenden Medium (Mauerwerk aus natürlichem Gestein, Ziegel, Mörtel usw.) zirkulierende, fast immer mit Salzen beladene Wasser. Dasselbe wirkt einerseits lösend und korrodierend, andererseits auch sedimentierend. Es gelangt als aufsteigende Bodenfeuchtigkeit, durch Regen und Schnee oder durch Kondensation ins Mauerwerk. Je nach Reinheit der Luft, Baustoffart und Untergrundbeschaffenheit, ist die Zusammensetzung der zirkulierenden Lösungen und deren Umlagerungsfähigkeit eine verschiedene. Bei Einwirkung von Salzlösungen auf Gesteine bzw. Mörtel und Beton stellt

---

\*) Auszug aus einem am 27. Februar 1931 im Rahmen der Geologischen Gesellschaft in Wien gehaltenen Vortrag.

\*\*) Korrosion und Metallschutz, 1929, 5. Jahrgang, Sonderheft S. 57 ff.

sich ein Gleichgewicht zwischen den löslichen Bestandteilen des Gesteines und den zugewanderten Salzen einerseits und den Reaktionsprodukten andererseits im Sinne des Massenwirkungsgesetzes ein. Besonders bei Einwirkung von Magnesiumsalzen auf die Bestandteile des Mauerwerkes (Kalziumkarbonat, Kalziumhydroaluminat, Kalziumhydrosilikat usw.) liegt dasselbe stark auf Seite der Reaktionsprodukte. Weitgehende Substanzverlagerungen können vor allem bei Vorhandensein von freiem CaO eintreten.

Durch Verdunstung wandern die mit den Reaktionsprodukten bzw. mit den aus dem Mauerwerke aufgenommenen Bestandteilen beladenen Wässer zur Oberfläche und erzeugen hier infolge Ablagerungen von Kalziumkarbonat, Kalziumsulfat, seltener von Kalziumsulfid, eine Verdichtung und Verhärtung der Oberfläche bzw. oberflächliche Krusten. Die stärkste Stoffzufuhr aus dem Inneren empfangen Kanten, Vorsprünge, porösere Partien, Klüfte, Mauerfugen usw. Andererseits können auf Klüften, in Poren usw. auskristallisierende Salze auch physikalisch zerstörend wirken. Sie erweitern vorhandene Klüfte und Sprünge und können Absprengungen, Absandungen usw. bewirken. Besonders an den sich wenig verrückenden Grenzen der Infiltrationsbereiche gehen Kristallisation und teilweise Wiederauflösung in häufiger Wiederholung vor sich und sind dementsprechend hier die Zerstörungen am auffälligsten. Sind mehrere Salze zugegen, dann erfolgt die Ausscheidung entsprechend den vorhandenen Mengenverhältnissen und der Wasserlöslichkeit. Im allgemeinen gilt die Ausscheidungsfolge Kalziumkarbonat, Kalziumsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumchlorid, Natriumnitrat, doch ist sie im einzelnen lediglich aus den Zustandsdiagrammen der betreffenden Systeme zu entnehmen. Dabei sei erwähnt, daß gewisse Salze (wie zum Beispiel einzelne Sulfate) je nach Jahreszeit (Luftfeuchtigkeit, Temperatur) mit verschiedenem Kristallwassergehalte in Erscheinung treten.

Durch Vorhandensein hygroscopischer Mauersalze (zum Beispiel Mauersalpeter) kann eine beträchtliche Wasseraufnahme aus dem Luftraume erfolgen. Eine normale Isolierung gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit wird damit hinfällig.

Auch infolge von Schmutzablagerung und Übersinterung von außen her kann es zur Krusten-, Leisten- und Rindenbildung oder Verhärtung der Oberfläche kommen. Auch hier sind Abscheidungs-

rhythmen nicht selten. Durch gleichzeitige oder nachträgliche Verwitterung werden die infolge Lösungsumsatzes verstärkten Teile ebenso wie die ursprünglich vorhandenen festeren Partien aus ihrer Umgebung herausmodelliert. Dabei sind die äußere Form, das Verhältnis Volumen zu Oberfläche des Materiales, Himmelsrichtung, Umgebung usw. von Einfluß. Die lediglich von außen her erfolgende Rinden- und Krustenbildung ist gewöhnlich an keine bestimmte Porosität, Haarrissigkeit und dergleichen gebunden, sondern von Oberflächenrauigkeit, Oberflächenform, Neigungswinkel usw. abhängig. Durch charakteristische Farbänderungen kommt das Wechselspiel zwischen Erosion in den stärker überronnenen Gebäudepartien und Sedimentation in den Gebieten geringerer Strömungsgeschwindigkeit sichtbar zum Ausdrucke. Neben solchen Überfärbungen treten durch Metalle (vorwiegend Eisen, Kupfer, Bronze), die als Baumaterial mit Verwendung finden, auch braune und grüne Tönungen auf, die durchaus nicht auf die Oberfläche beschränkt sind. Äußerlich schwerer erkennbar sind Zuwanderung von Kalk aus dem Inneren oder leichte Phosphatisierung infolge jahrelanger Verschmutzung mit Vogelexkrementen.

Die in Verputzmassen verhältnismäßig rasch auftretenden diagenetischen und destruktiven Prozesse sind auch für das Verständnis der Ausreifungs- und Zerstörungsvorgänge an Gesteinskörpern von einer gewissen Bedeutung. Da wie dort sind Schichten, Schichtfugen, Schwindrisse, Absonderungsklüfte usw. vorhanden. Nur ist bis zu einem gewissen Grade bei einer Mauer horizontal und vertikal gegenüber einem Schichtpaket in ursprünglicher Lagerung vertauscht. Die Einwirkung der Atmosphärien und der biologischen Faktoren führt zu ähnlichen Ergebnissen. Besonders unterstrichen zu werden verdient aber die an sich selbstverständliche Tatsache, daß Risse und porösere Partien, also ursprüngliche Schwächestellen, substanzführende Lösungen bereitwillig leiten und so durch Inkrustation fester werden als die ursprüngliche Umgebung. Salomon (Grundzüge der Geologie, S. 587) führt die netzförmige Verwitterung, zum Beispiel im Pfälzerwalde, auf die Herauspräparierung von Sickerwegen zurück. Bei derselben scheint aber die erhöhte Stoffzufuhr nach Ecken, Kanten und sonstigen Erhabenheiten eine größere Rolle als zumeist angenommen wird, zu spielen. An alten Bruchwänden einzelner burgenländischer Kalk-

sandsteinbrüche ist diese Erscheinung deutlich beobachtbar. In gleicher Weise können durch Diffusion von Lösungen in Verputzmörteln längs Rissen Systeme von Netzleisten entstehen, wobei durch rhythmische Fällungen oft sehr zierliche konzentrische Schichtungen auftreten. Auch Ziegelfugen bilden sich zuweilen an der Maueroberfläche durch Versteinung der über der Fuge liegenden Putzfläche ab, während die Ziegelfläche selbst eine Zone stärkerer Korrosion des Verputzes darstellen kann. Auch die so häufige Ausbesserung von Mauern mit halben Mitteln, die darin besteht, daß der Anstrich bzw. Feinputz abgekratzt und zur besseren Haftung des neu anzubringenden Verputzes die Unterlage eingepickt wird, führt zufolge der erhöhten Lösungszufuhr durch die Pickstellen zu einem auffälligen Systeme von Inseln und Flecken mit scharfen Konturen gegen die zwischenliegenden, zumeist starke Korrosion erleidenden Verputzteile.

Betreffend der Analogien im Verwitterungsverfall von natürlichen und künstlich erzeugten Steinmassen sei auf das Absanden, das Abblättern und Abschalen sowie den scherbigen Zerfall verwiesen. An verschieden hoch gebrannten bzw. aus verschiedenen fetten Mischungen erzeugten Ziegelsteinen lassen sich gute Anhaltspunkte für den Vorgang des physikalischen Gesteinszerfalles gewinnen.

Dort wo eine Fülle verschiedener Angriffe einem Baustoff gleichzeitig zusetzt, wird das Ergebnis der Verwitterung mitunter schwer deutbar und wenig charakteristisch. Dagegen kommt die Natur des betreffenden Baustoffes bei Türschwellen, Stiegenstufen usw., bei welchen die mechanische Abnutzung überwiegt, gut zum Ausdrucke.

In unserer Gegend wird unter den zerstörenden Faktoren mit Recht dem Froste große Bedeutung zugemessen. Die genaue Analyse der Frosteinwirkung stößt aber auf große Schwierigkeiten, und sind die Verhältnisse noch teilweise strittig. Von besonderer Bedeutung für die Wirkung des Frostes sind die Frosttemperatur und die Wasserfüllung der Poren, was versuchs-technisch bestätigt werden konnte.

Das Gebiet der Verwitterung an Bauwerken ist in seinen Einzelheiten noch keineswegs geklärt. Eine erfolgversprechende Bearbeitung der Gesamtmaterie erfordert die Beherrschung

mehrerer nicht gerade knapp nebeneinander liegender Fachgebiete und Zusammenarbeit über weite Räume\*) hinweg.

**Tafelerklärung:**

**Figur 1.**

**Gartenmauer in Tulln.** (Aufnahme des Verfassers.)

Die Ziegelform und Abdeckungsart der Mauer kommt in der durch den Ablauf des Niederschlagswassers bedingten Verlagerung von Pigmentstoffen (Ruß usw.) zum Ausdruck.

**Figur 2.**

**Mauer zur ebenen Erde in Atzgersdorf.** (Aufnahme des Verfassers.)

Helle Ringe von ausblühendem  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $\text{MgSO}_4$  (mit etwas Gipsgehalt) brechen mit Beginn der trockenen Jahreszeit um jene Stellen der Verputzhaut herum auf, unter der bei der Ausbesserung die Mauer seinerzeit angepickt wurde. Die Pickstelle bewirkt ein besseres Zudiffundieren der Mauerfeuchtigkeit zur Gebäudeoberfläche und damit den Beginn der Zerstörung durch auskristallisierende Salze.

**Figur 3.**

**Lößwand zwischen St. Michael und Weißenkirchen in der Wachau.**  
(Aufnahme des Verfassers, 1930.)

An der Grenze der Lößwand gegen die bewachsene Halde am Fuß derselben verläuft eine Hohlkehle (h). Sie stellt wie bei Tafel IV die Zone stärkster Zerstörung dar.

**Figur 4.**

**Mauerteil der Pfarrkirche in Bozen.** (Aufnahme Schmölzer.)

Der Grödener Sandstein ist durch Salzausblühungen und sonstige zerstörende Einwirkungen des Infiltrationsbereiches weitgehend zerfressen und ausgehöhlt.

**Figur 5.**

**Teil einer alten Steinbruchwand in St. Margarethen (Burgenland).**

Infolge größerer Regsamkeit der wechselseitigen Durchfeuchtung und Wiederaustrocknung in Umgebung der Kante K ist Oberflächenverwitterung, Substanzverlagerung (Kantenverfestigung) hier viel weiter vorgeschritten. Beiderseits der kräftig skulpturierten Teile klingt die Erscheinung ab und beherrschen wieder die Schrammspuren die Fläche.

---

\*) Der erste Kongreß des Neuen Internationalen Verbandes für die Materialprüfung der Technik, welcher im September 1931 in Zürich tagte, hat in seiner Sektion B eine diesbezügliche Gemeinschaftsarbeit beschlossen.

Figur 6.

**Mauerpfeiler (mit Zementverputz), Schwaz, Tirol. (Aufnahme Schmölzer.)**

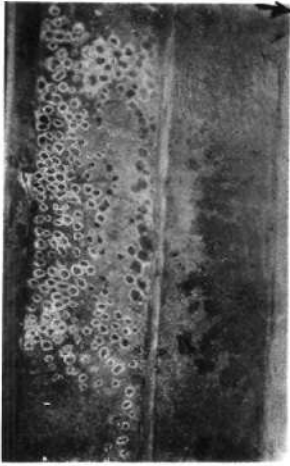
Die Risse sind durch reichliche Kalkabsonderung von selbst ausgeheilt. Der Pfeiler ist an der Oberseite schadhaft, nimmt daher Niederschlagswasser in sich auf, welches sich unter dem Zementverputz anstaut. Bei Durchlöcherung desselben läuft das Wasser aus der Pfeilerwand als Quelle frei ab (Q). Der Anschluß des Eisengitters an den Pfeiler bedingt zum Teil wegen der fortschreitenden Rostbildung dauernde Undichtheit und dementsprechend findet sich hier kräftiger Sinterüberzug und Dunkelverfärbung.

Figur 7.

**Hausmauer in Venedig (Fenstermitte ungefähr 3 m über dem Wasserspiegel)  
(Aufnahme A. Schmölzer.)**

Der Verputz ist im untersten Teile des Bildes großplattig-schalig abgefallen. Über der Fensteröffnung ist er rissig aufgelöst. Die Sprünge zeigen zwar teilweise Ausscheidungsrhythmen infolge früherer Stoffzufuhr aus dem Innern der Mauer, doch überwiegt jetzt die Außenverwitterung, welche die Risse erweitert. Die Steinumrandung des Fensters sowie die freigelegten Ziegeloberflächen erhielten durch Anwitterung eine teils zierliche, vom Steingefüge mitbedingte Oberflächenskulptur.

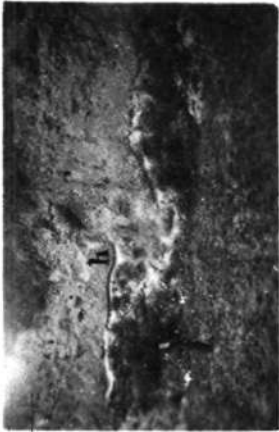
---



Figur 2



Figur 7



Figur 3



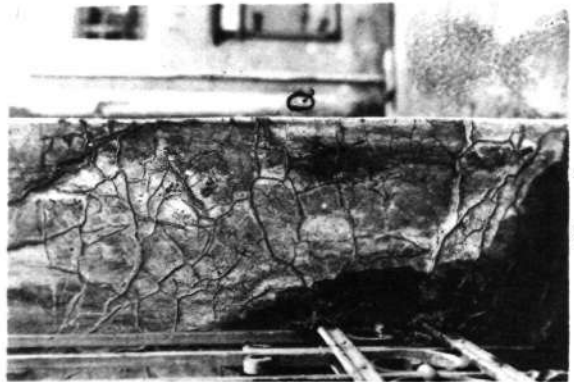
Figur 4



Figur 5



Figur 1



Figur 6