

Über den Einsatz von Naturwerkstein in Schwimmbädern und anderen Nassbereichen

1 Einleitung

Exklusive Schwimmbäder mit aufwendigen Naturwerksteinarbeiten geben nicht selten Grund zur Beanstandung aufgrund von Wechselwirkungen der verwendeten Natursteine mit Feuchtigkeit, insbesondere dem Schwimmbeckenwasser. Sobald der Einsatz von Naturwerkstein über Wandbekleidungen und den Beckenumgang hinaus geht sind grundsätzlich besondere Überlegungen und Prüfungen erforderlich um unvorhersehbare negative Beeinträchtigungen nach Inbetriebnahme der Schwimmbäder so weit wie möglich zu reduzieren.

Naturwerkstein ist nicht gleich Naturwerkstein, wodurch es zu folgenschweren Fehleinschätzungen bei der Planung und Ausführung der Beckenbekleidungen kommen kann. Der vorliegende Artikel soll Hinweise für den fachgerechten Einsatz von Naturwerkstein im Schwimmbadbereich geben.

2 Kritische Einsatzbeispiele von Naturstein im Schwimmbadbereich

2.1 Kalkhaltige Gesteine als Beckenauskleidung oder als Beckenkopf

Ein häufiger Grund für folgenschwere Reklamationen ist aus diesseitiger Erfahrung der Einsatz von kalkhaltigen Gesteinen wie Marmor, Kalkstein oder kalkigen Sandsteinen als Beckenkopf oder als Beckenauskleidung. Zum Einsatz kommen hierbei sowohl Natursteinplatten als auch Mosaik.

Bereits wenige Wochen nach der Erstbefüllung der betroffenen Schwimmbecken zeigt sich ein weißer Niederschlag im Beckenwasser sowie auf den Beckenwänden und dem Beckenboden. Von Seite der Eigentümer stellt sich dann regelmäßig die Frage, ob der verwendete Naturstein für den Einsatz im Schwimmbecken geeignet ist. Es stellt sich ebenso die Frage ob andere Faktoren für das beschriebene Schadensbild ursächlich sein können.

Oftmals sind die Becken mit einer Überlaufrinne und hochliegendem Wasserstand ausgestattet. Im konkreten Fall waren der Beckenkopf, die Sitzbänke im Becken sowie die Einstiegsstreppe mit Maßplatten aus einem italienischen Kalkstein belegt. Die Oberfläche der Werksteine war sandgestrahlt und anschließend gewachst um eine wasserabweisende Wirkung zu erzielen.

Die Beckenwände sowie der Beckenboden waren mit Mosaik aus demselben Kalkstein bekleidet. Die quadratischen Mosaiksteinchen waren aus 1 cm starken Platten geschnitten und hatten eine Kantenlänge von etwa 2 cm. Die Oberfläche des Mosaiks war nicht mit Wachs endbehandelt. Am Beckenboden befand sich ein aufwendiges buntes Mosaikbild, welches durch die Verwendung von farbigem Glasmosaik erstellt wurde.

Das Material wurde seitens des Lieferanten als bestens geeignet für den Einsatz im Schwimmbecken empfohlen. Die Annahme, dass der verwendete Stein als Bekleidung in einem Schwimmbecken mit moderner Wasseraufbereitung geeignet sei, sollte jedoch im wahrsten Sinne des Wortes baden gehen.

Zum Zeitpunkt der Besichtigung durch den Verfasser dieses Artikels befand sich auf dem Beckenkopf, den Beckenwänden und am Beckenboden ein beige-bräunlicher, mehlig Belag. Vor dem Ablassen des Beckenwassers entnommene Wasserproben enthielten einen weißen Niederschlag. Dieser wurde im Labor als Calcit (Kalk) und Spuren von Quarz analysiert. Das Leitungswasser zum Befüllen des Schwimmbeckens weist eine Gesamthärte von 15,4° dH (deutsche Härtegrade) aus. Im Beckenwasser wurde eine Gesamthärte von 22,3° dH festgestellt.



Bild 2.1.1: Schwimmbecken mit Belägen aus Kalkstein

In den plattierten Werkstücken waren für Kalksteine typische Stylolithen zu erkennen. Diese bilden sich während der Entstehung des Gesteines durch Druck und damit verbundenen Anlösungen im Gestein. Die Stylolithen sind von dunklen Tonhäutchen begrenzt und daher deutlich im Gestein zu erkennen. In den Mosaiksteinchen waren Stylolithen nur vereinzelt anzutreffen, da diese Sollbruchstellen darstellen, an denen die einzelnen Steinchen bei der Herstellung brechen.

Das Mosaik war rückseitig mit einem Netz verklebt. Bei diesem Netz handelte es sich um ein Glasfasernetz mit einer Maschenweite von 6 x 4 mm. Bei genauer Betrachtung der Rückseite des Mosaiks war festzustellen, dass etwa 95 % der Mosaikfläche mit Netzkleber bedeckt waren. Die Lagerung einer Probe des Mosaiks in Leitungswasser zeigte, dass der Netzkleber unter Wasserbelastung quillt und aufweicht. Bereits nach einer Stunde lösten sich erste Mosaiksteinchen vom Netz. Nach 12 Stunden hatten sich alle Mosaiksteinchen vom Netz gelöst.

In den Rückständen des Schwimmbadwassers konnte zweifelsfrei Paraffin nachgewiesen werden. Paraffin ist Bestandteil des Wachses, das nach Aussage des Steinlieferanten für die Endbehandlung der Maßplatten verwendet wurde.

Systemaufbau der Beckenbekleidung

Auf das Rohbetonbecken wurde eine einkomponentige, flexible Dichtschlämme aufgebracht. Hierauf wurde das Mosaik mit einem Dünnbettkleber verlegt. Die Verfugung erfolgte mit einer Epoxidharzfuge.

Schlussfolgerungen

Kalk bzw. Kalkstein ist in bestimmten Mengen in Wasser löslich. Die Ablagerungen auf Beckenwänden und Beckenboden sowie der zweifelsfreie Nachweis von Kalk im Rückstand des Beckenwassers zeigen, dass im Wasser größere Mengen Kalk gelöst sind, die bei entsprechenden Bedingungen wieder als weißer Niederschlag ausfallen.

Der Vergleich des Härtegrades des Füllwassers (15,4° dH) mit dem Härtegrad des Beckenwassers (22,3° dH) zeigt ebenfalls, dass Kalk im Beckenwasser in Lösung geht. Bei einer Wassertemperatur von 10° C (Füllwassertemperatur) ist etwa die doppelte Menge Kalk im Wasser löslich wie bei einer Wassertemperatur von 30° C (Betriebstemperatur des Beckenwassers). Kalk der sich im kühlen Füllwasser wegen des höheren Kohlensäuregehaltes lösen kann muss im warmen Beckenwasser wieder ausfallen und zu den beobachteten Erscheinungen führen.

Bedingt durch die Art der Wasseraufbereitung bei hartem Füllwasser wird dem Beckenwasser regelmäßig Säure, in der Regel Schwefelsäure, zugegeben um den pH-Wert des Wassers im neutralen Bereich (pH 7) zu halten. Schwefelsäure erhöht wie alle Säuren die Löslichkeit von Kalk im Wasser. Dem Beckenwasser werden jede Woche 1,5 bis 2 cbm Frischwasser zugegeben um den hygienischen Anforderungen gerecht zu werden. Mit dem dabei abgelassenen Wasser wird regelmäßig Kalk aus dem System Schwimmbecken entfernt und neuer Kalk aus der Bekleidung gelöst. Der verwendete Kalkstein weist typische Stylolithen auf. Diese Stylolithen stellen Grenzflächen im Gestein dar, welche zusätzlich durch ausgeprägte Tönhäutchen gekennzeichnet sind. Die Stylolithen zeichnen sich daher als deutliche dunkle Linien im Gestein ab. Die angesprochenen Grenzflächen erlauben dem Beckenwasser ein Eindringen in tiefere Gesteinsebenen, wo es ebenfalls Kalk löst. Stylolithen stellen des Weiteren Ansatzflächen für Mikroorganismen dar.



Bild 2.1.2: Stylolithen an der Oberfläche der verwendeten Kalksteine

Sedimentär gebildete Kalksteine enthalten geringe Mengen organischer Substanz (Fossilreste), die sich negativ auf die Wasseraufbereitung auswirken. Da derartige Substanzen eine Chlorzehrung bewirken, stellt sich hierdurch ein erhöhter Chlorverbrauch ein.

Bei Wasserlagerung stellte sich heraus, dass der für die Verklebung des Netzes eingesetzte Kleber aufquillt und aufweicht. Das gleiche Ergebnis zeigte eine mit hydraulisch abbindendem Dünnbettmörtel verklebte Probe des Mosaiks im Labor.

Da Kalksteine aufgrund ihres Porengefüges nicht wasserdicht sind, ist dies als besonders kritisch anzusehen. Auch durch eine Verfugung mit einer Epoxidharzfuge wird niemals eine abdichtende Wirkung erzielt, so dass eine allmähliche Ablösung des Mosaiks unter Betriebsbedingungen nicht ausgeschlossen werden kann.

Durch die teilweise konische und zur Netzverklebung hin verjüngte Form der Mosaiksteinchen können sich Hohlräume bei der Verfugung bilden. In diesen Hohlräumen finden Mikroorganismen ideale Nistplätze.

Das zur Patinierung der plattierten Werkstücke verwendete Wachs enthält unter anderem Paraffin. Paraffin wurde auch im Rückstand des Beckenwassers gefunden. Die Maßplatten aus Kalkstein befinden sich durchwegs in abrasiven Bereichen des Beckens (Beckenkopf, Einstiegstreppe, Sitzbank). Das Wachs wird vom Wasser bzw. durch Benutzung abgetragen und findet sich im Becken und im Wasserstaubsauger wieder.

Bei einem zweiten Ortstermin ca. 52 Stunden nach der Reinigung und Neubefüllung des Beckens zeigte sich erneut ein weißer Niederschlag im Beckenwasser. Die Natursteinoberflächen wiesen bei einer Wassertemperatur von 13°C starke Bläschenbildung auf, was ein Hinweis auf Lösungserscheinungen des Kalksteines ist.

Nach DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser dürfen Materialien, die mit Wasser in Berührung kommen die Wasserqualität nicht beeinflussen. Die genannte Norm bezieht sich grundsätzlich nur auf öffentliche Schwimmbecken. Es liegt jedoch nahe die darin enthaltenen Bestimmungen auch für private Schwimmbecken anzuwenden, zumal für privat genutzte Schwimmbecken keine Regelungen existieren. Zur Erklärung sei gesagt, dass „privat“ im Sinne der DIN 19643 alle Schwimmbecken sind, die ausschließlich von den Mitgliedern eines Haushaltes benutzt werden.

Aus den genannten Gründen ist der eingesetzte Kalkstein, insbesondere das verwendete Mosaik nicht für den Einsatz im Schwimmbecken geeignet. Ein Einsatz in Bädern außerhalb des Schwimmbeckens ist möglich.

2.2 Granit als Auskleidung eines Schwimmteiches im Mörtelbett

Im nachfolgend beschriebenen Fall wurde die Auskleidung eines Naturschwimmteiches mit Granitplatten ausgeführt. Die Natursteinbeläge wurden im Mörtelbett auf einem Gefälle aus Kies hergestellt. Die Teichfolie wurde unterhalb des Kiesbetts eingebaut. Bei dem verwendeten Naturwerkstein handelte es sich um einen grauen Granit. Das Gefälle der Natursteinbeläge im Schwimmteich wurde, abweichend von der ursprünglichen Planung mit Beton, aus Kies hergestellt und die Natursteinplatten in Trasszement auf dem Kiesgefälle verlegt.

An den Fugen der Natursteinbeläge sind helle Ausblühungen zu erkennen. In der Wasserwechselzone am Uferand ist ein heller Belag auf den Natursteinplatten zu erkennen. Im Nichtschwimmerbereich bis zu einer Wassertiefe von 80-100 cm waren ebenfalls helle Ausblühungen im Bereich der Fugen des Granitbelages am Teichboden sichtbar. Die Teichwände in den tieferen Wasserbereichen wurden aus Beton hergestellt und mit der Teichfolie abgedichtet. An der Mörtelfuge zwischen den Teichwänden und den aufliegenden Natursteinblöcken waren deutlich sichtbare Ausblühungen zu erkennen.



Bild 2.2.1: Starke Kalkausblühungen auf der Teichfolie und den Natursteinen

Die Teichfolie wurde im Flachwasserbereich unterhalb des Betonkeils für die Natursteinplatten eingebaut. Im Tiefwasserbereich wurde die Folie unterhalb des Betongefälles für die Kiesschüttung der Uferrandes eingebaut. Der Beton der Natursteinsockel der Sprungtürme steht im Teichwasser. Alle Betonkeile zur Befestigung des Teichrandes aus Granitpflastersteinen und der Treppenwangen aus Granit stehen im Teichwasser.

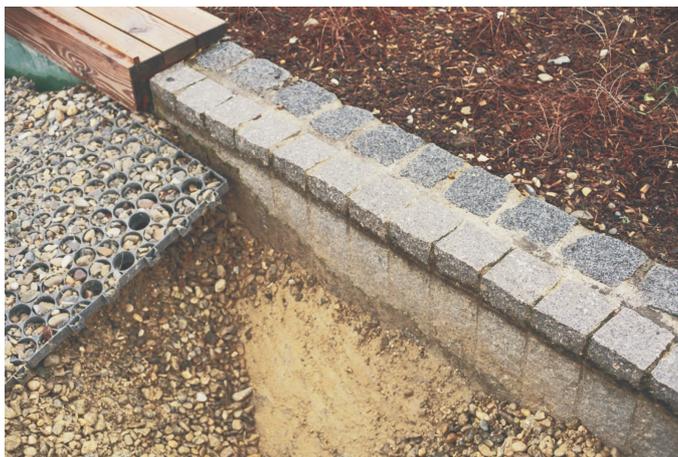


Bild 2.2.2: Teichfolie unterhalb Gefällebeton für Kiesstrand eingebaut

Proben der Ausblühungen wurden zur weiteren Untersuchung im Labor sichergestellt. Zur qualitativen Untersuchung wurde die Substanz mit verdünnter Salzsäure versetzt. Die Substanz löste sich hierbei nahezu rückstandsfrei auf. Die Untersuchung unter dem Polarisationsmikroskop zeigte Carbonat als Hauptbestandteil sowie einzelne Körner von Quarz und Silikatmineralen als Nebenbestandteile. Der zuständige Wasserzweckverband gab eine Carbonathärte von ca. 17° dH (deutscher Härte) für das Füllwasser an.

Schlussfolgerungen

Bei den festgestellten hellen Ausblühungen handelt es sich ausweislich der Laboruntersuchungen um Carbonat (Kalksinter) mit Beimengungen von fein verteiltem Quarz und Silikatmineralen. Die Ausblühungen sind somit als Kalkausblühungen zu bezeichnen.

Die Entstehung der Kalkausblühungen wird im Folgenden kurz skizziert. Im konkreten Fall wird das kalkhaltige Frischwasser beim Befüllen des Schwimmteiches mit weiterem freiem Kalk angereichert. Dieser Kalk stammt in erster Linie aus dem verwendeten Verlegemörtel für die Natursteinplatten und aus den großen Mengen nicht abgedichtetem Gefällebeton. Durch die Verwendung von hochwertigem Trasszement für die Verlegung der Natursteinplatten, wie hier fatalerweise angenommen wurde, kann dieser Vorgang nicht verhindert werden. Die Menge des ausgespülten Kalkhydrates ist lediglich etwas geringer als bei der Verwendung von reinem Portlandzement.

Eine Besonderheit von Kalk ist, dass dieser in kaltem Wasser besser löslich ist als in warmem Wasser. Ursache hierfür ist die Tatsache, dass in kaltem Wasser mehr Kohlensäure gelöst ist als in warmem Wasser. Die im Wasser enthaltene Kohlensäure führt wiederum zu einer Lösung von Kalk. Bei der ersten Befüllung des Schwimmteiches mit relativ kühlem Frischwasser von ca. 10° C wurde also so viel Kalk aus dem Verlegemörtel und dem Beton gelöst, wie das Wasser bei dieser Temperatur aufnehmen konnte. Unter den Natursteinbelägen entstanden im Bereich des Kiesgefälles und des Verlegemörtels gesättigte Kalklösungen. Mit steigenden Temperaturen im Außenbereich hat sich das Teichwasser dann insbesondere in den Flachwasserbereichen langsam erwärmt. Da warmes Wasser aus den oben dargestellten Gründen weniger Kalk lösen kann als kaltes Wasser, musste es im Laufe der Erwärmung zu einem Ausfällen von Kalk im Teichwasser kommen. Durch die Fugen der Natursteinbeläge gelangen die gesättigten Kalklösungen an die Oberfläche der Natursteinplatten. Dort kommt es durch die Entspannung der gesättigten Lösungen in wärmerem Wasser zur Bildung von so genanntem Kalksinter. Gleiches hat an den Fugen zwischen den Teichwänden und den aufliegenden Natursteinblöcken stattgefunden. Aggregate aus feinen Kalkteilchen können an der Wasseroberfläche schwimmen und zu Schleierbildungen an der Wasseroberfläche führen.

Die festgestellten Ausblühungen und Kalkausfällungen müssen bei der vorliegenden Bauweise zwangsläufig entstehen. Aufgrund der verwendeten Baustoffe muss es zu einer Anreicherung von freiem Kalk im Teichwasser kommen, die sich in den festgestellten Beeinträchtigungen manifestiert. Auch bei einer Verlegung der Natursteine im Mörtelbett auf einem Gefällekeil aus Beton, wären die Ausblühungen nicht zu vermeiden gewesen, wie im Falle der Natursteinblöcke auf den Teichwänden aus Beton zu erkennen ist. Der vorliegend verwendete Granit selbst ist kalkfrei und somit für die Kalkausblühungen nicht ursächlich.

Durch die großen Mengen an Beton und Verlegemörtel steht ein nahezu endloses Reservoir an löslichen Kalkverbindungen zur Verfügung. Diese werden immer wieder Ausblühungen im vorgefundenen Maße verursachen. Die Reinigung der betroffenen Flächen gleicht daher einer Sisyphusarbeit. Um die festgestellten Ausblühungen zu vermeiden, müssten alle mit dem Teichwasser in Verbindung stehenden Betonflächen, auch unterhalb der Plattenbeläge und Kiesschüttungen, fachgerecht abgedichtet werden. Diese Arbeiten müssen entsprechend geplant werden. Durch den beobachteten Anfall von Kalkausblühungen werden die technischen Anlagen zur Wasseraufbereitung, insbesondere Abläufe und Rohrleitungen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit geschädigt.

2.3 Einsatz verfärbungsempfindlicher Kalksteine als Beckenumgang

Bei dem besichtigten Objekt handelt es sich um ein exklusives Privatschwimmbad. Für die Naturwerksteinarbeiten wurde ein grauer Kalkstein mit sandgestrahlter Oberfläche verwendet. Die Natursteinplatten wurden im Dünnbettverfahren mit einem speziell für verfärbungsempfindliche Naturwerksteine empfohlenen Klebemörtel verlegt.

Zum Zeitpunkt der Besichtigung wiesen die Natursteinplatten des Beckenumganges auffällige dunkle Flecken von brauner Farbe auf. Das Schwimmbecken verfügt über einen hochliegenden Wasserstand mit umlaufender Überlaufrinne. Bei Badebetrieb wird der angrenzende Beckenumgang regelmäßig mit Schwallwasser beaufschlagt. Die Luftfeuchtigkeit in der Schwimmhalle ist entsprechend hoch.

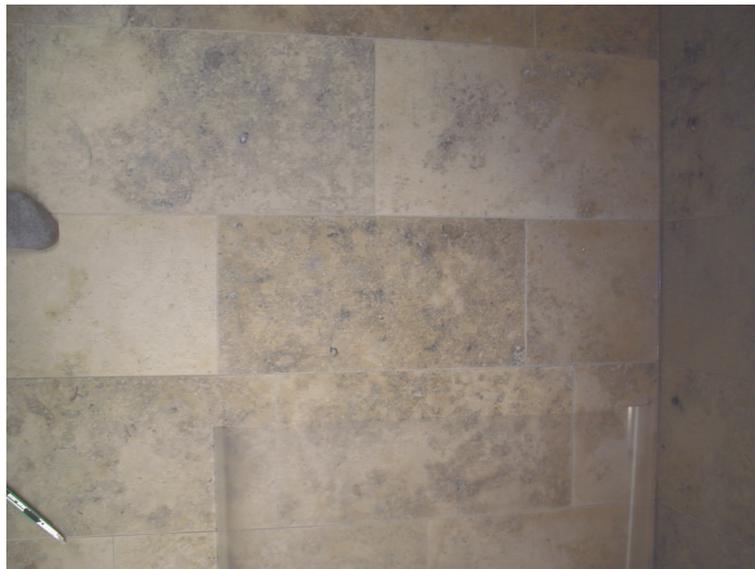


Bild 2.3.1: Durch Feuchtigkeit und Alkalität verfärbte Kalksteine

Schlussfolgerungen

Bei den festgestellten Flecken handelt es sich um irreversible Verfärbungen durch gesteins eigene bituminöse Inhaltsstoffe des eingesetzten Kalksteins. Zementäre Klebemörtel reagieren unter Zugabe von Anmachwasser alkalisch. Die bituminösen Inhaltsstoffe des Kalksteins werden in dem alkalischen Milieu gelöst und an die Gesteinsoberfläche transportiert. Dort führen diese Verbindungen zu den festgestellten Verfärbungen.

Die Verwendung eines ungeeigneten Klebemörtels konnte im vorliegenden Fall ausgeschlossen werden, da in den Wohnräumen des Anwesens der gleiche Stein mit dem gleichen Klebemörtel verfärbungsfrei verlegt wurde. Hohe Feuchtegehalte durch anfallendes Schwallwasser und den Betrieb der Duschen sowie die herrschende Luftfeuchte waren vorliegend schadensursächlich.

Die Verfärbungen sind irreversibel und stellen eine erhebliche optische Beeinträchtigung dar. Die Erscheinungen sind insoweit nicht mehr als hinnehmbar zu bewerten. Eine Entfernung der Verfärbungen ist möglicherweise durch Ausbleichen mit Wasserstoffperoxid oder durch erneutes Sandstrahlen der Beläge zu erzielen. Um dies festzustellen müssen repräsentative Musterflächen angelegt werden. Angrenzende Bereiche müssen hierbei ausreichend geschützt werden, um Beschädigungen zu vermeiden.



Bild 2.3.2: Durch Bleichen teilweise entfärbte Kalksteine

Ist der ursprüngliche Zustand der Natursteinplatten nicht wieder herzustellen bleibt nur der sehr aufwendige Austausch der beeinträchtigten Natursteinplatten. In Bereichen, die regelmäßig mit Wasser beaufschlagt werden (Beckenumgang, Duschen), ist mit einem erneuten Auftreten von Verfärbungen zu rechnen. Verfärbungsempfindliche Kalksteine sind für derartige Bereiche daher nur bedingt geeignet.

2.4 Verwendung eines eisenhaltigen Quarzits als Duschauskleidung

Der Boden und die unteren Bereiche der Duschenwände eines privaten Bades wurden mit gelbbraunem Quarzit versehen, die übrigen Wandflächen mit einer weißen Keramikfliese bekleidet.

Die zementäre Verfugung der Natursteinbeläge sowie der Fliesenbeläge besitzt einen grauen Farbton. Im Bereich der Dusche sind die zementären Fugen zwischen den Quarzitplatten sowie die an den Natursteinbelag angrenzenden zementären Fugen zwischen den weißen Keramikfliesen rostbraun verfärbt, ebenso die Fugen zwischen den Quarzitplatten und den Fliesen. Die an die Quarzitplatten anschließenden weißen Keramikfliesen haben am Rand zum Natursteinbelag einen bis zu 1 cm breiten rostbraunen Belag.



Bild 2.4.1: Rostbraun abfärbende Quarzitbekleidung

An den Fugen zwischen den weißen Keramikfliesen konnte die rostbraune Verfärbung durch Reiben mit dem Fingernagel entfernt werden. Darunter trat der ursprüngliche graue Farbton der Fuge zutage.

Zur weiteren Untersuchung im Labor wurde ein etwa 10/10 cm großes unverlegtes Reststück des streitgegenständlichen Quarzits von der Beklagtenseite übergeben.

Das Quarzitstück zeigt im Plattenquerschnitt einen hellen bis weißlichen Farbton. Oberseite und Unterseite der Steinplatte weisen rostbraune Beläge auf, stellenweise befinden sich diese auch auf dem sichtbaren Plattenquerschnitt.

Im Labor wurde das Probestück zunächst für 12 Stunden in Leitungswasser gelagert. Am Ende der Lagerung war eine leichte Gelbfärbung des Wassers festzustellen. Beim Abreiben des Probestückes mit einem Papiertuch verfärbte sich dieses ebenfalls gelb. Unter Verwendung saurer Reinigungsmittel verstärkt sich dieser Effekt.

Das übergebene Probestück besitzt parallel zur Oberfläche mehrere Spaltflächen. An diesen Spaltflächen wurde der Quarzit mehrfach gespalten. Auch die Spaltflächen besitzen braune mineralische Beläge. Die Wasseraufnahme des Quarzits wurde mit 0,4 Gewichts-% festgestellt.

Schlussfolgerungen

Dass an Spaltflächen von Quarziten aufgrund ihrer metamorphen Entstehung eisenhaltige Beläge entstehen können ist bekannt. Von Bedeutung ist, in welchem Maße sich die festgestellten Eisenverbindungen mobilisieren lassen. Dies ist abhängig von der speziellen Zusammensetzung der Eisenverbindungen sowie deren chemischer Aktivität. Wie die Laborversuche gezeigt haben sind die rostbraunen Beläge des Quarzits bereits in einfachem Leitungswasser löslich, unter Einsatz von sauren Reinigern erhöht sich die Menge des gelösten Eisens. Die ermittelte Wasseraufnahme von 0,4 Gewichts-% ist für Natursteine nicht ungewöhnlich. Bei der vorhandenen Wasseraufnahme kann

allerdings davon ausgegangen werden, dass sich im Gestein ein kapillarer Transport einstellt, der geeignet ist gelöstes Eisen durch den Stein zu transportieren.

Aufgrund der stärksten Verdunstung an den Plattenoberflächen führt der kapillare Transport immer zur Plattenoberfläche. An den durch Wasser benetzten Oberflächen der Duschewände gelangt gelöstes Eisen durch Diffusion auf die angrenzenden Fliesen- und Fugenoberflächen. Durch Spritzwasser und Wischen erfolgt eine zusätzliche Verteilung des Eisens.

Auf den Quarzitoberflächen befinden sich offensichtlich erhebliche Mengen an Eisenverbindungen, so dass die genannten Prozesse in absehbarer Zeit mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht zum Erliegen kommen werden. Zudem kann gelöstes Eisen aus den nicht direkt zugänglichen, im Platteninneren verborgenen, Spaltflächen durch die oben aufgezeigten Mechanismen an die Plattenoberflächen gelangen. Wie eine einfache Prüfung mit dem Fingernagel gezeigt hat, können die Beläge von den Fugenoberflächen mechanisch entfernt werden. Von glasierten Keramikoberflächen lassen sich Rostablagerungen in der Regel durch den Einsatz geeigneter saurer Reiniger entfernen.

Wegen der oben geschilderten Zusammenhänge werden sich die festgestellten Verfärbungen auf den Fliesen- und Fugenoberflächen immer wieder einstellen. Der Reinigungsaufwand ist daher gegenüber Belägen, welche keine wasserlöslichen Eisenverbindungen besitzen, deutlich erhöht. Zur Entfernung allgegenwärtiger Kalkablagerungen auf den Fliesenoberflächen eignen sich speziell hierfür leicht sauer eingestellte Spezialreiniger. Der Einsatz saurer Reinigungsmittel kann bei unsachgemäßem Gebrauch die Lebensdauer zementärer Fugen erheblich verkürzen. Die normale Lebensdauer einer Fuge von 25-30 Jahren kann hierdurch auf wenige Jahre schrumpfen. Der bei sachgemäßem Gebrauch dieser Reiniger entstehende Verschleiß der zementären Fugen ist nicht zu vermeiden und entsteht auch in Duschen mit Belägen die ausschließlich aus keramischen Fliesen bestehen. Im vorliegenden Fall bewirkt der Einsatz jedes sauren Reinigers jedoch ein verstärktes Lösen von Eisenverbindungen im Quarzit.

Die Gesamtumstände führen dazu, dass mit einem wiederkehrenden Auftreten der Verfärbungen auf den Fliesen- und Fugenoberflächen zu rechnen ist. Der Quarzit ist im vorliegenden Fall insoweit für den Einsatz in der Dusche nicht geeignet. In den übrigen Badezimmerbereichen ist das Risiko der in der Dusche aufgetretenen Verfärbungen aufgrund der wesentlich schwächeren Wasserbelastung als gering einzustufen. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Einsatz derartiger Gesteine in Bädern durchaus üblich ist. Allerdings bedarf dies einer besonders sorgfältigen Planung und Beratung des Kunden. Die Kombination der Quarzitplatten mit den weißen keramischen Fliesen in der Dusche führt zu den beanstandeten Verfärbungen in den Übergangsbereichen. Bei einer Ausführung der Dusche ausschließlich mit Quarzitplatten würden die Verfärbungen der Fugen kaum auffallen.

Duschen und Waschtische aus Kalkstein oder Marmor sind beispielsweise weit verbreitet obwohl diese Gesteine beim Einsatz saurer Reiniger komplett zerstört werden können und daher einer speziellen aufwendigen Reinigung und Pflege bedürfen. Ähnlich verhält es sich mit den festgestellten besonderen Eigenschaften des Quarzits im vorliegenden Fall, die dem Kunden im Einzelfall deutlich gemacht werden müssen. Aus technischer Sicht handelt es dabei um eine wesentliche Pflicht des Auftragnehmers. Nur dann kann sich der Kunde auf diese besonderen Umstände einstellen und die Ausführung entsprechend beauftragen. Kein Bauschaffender kann die Eigenschaften aller ihm zur Verfügung stehenden Werkstoffe kennen. Wenn keine speziellen Kenntnisse über einen bestimmten Naturstein und dessen Eigenschaften bestehen, so sollten rechtzeitig Sonderfachleute hinzugezogen werden.

2.5 Eisenhaltige Baustoffe im Schwimmbadbereich

Bei dem untersuchten Schwimmbad handelte es sich um ein exklusives Privatschwimmbad. Die Wasseraufbereitung erfolgte mit einer kombinierten Chlorozonanlage. Nach Angabe der Herstellerfirma wurde die Anlage bei der Inbetriebnahme auf zwei Rückspülungen des Filters in der Woche eingestellt. Bei einer Rückspülung werden dem Beckenwasser ca. 500-1000 Liter Frischwasser zugeführt. Eine Handmessung des Beckenwassers ergab Werte zwischen 0,6 mg/l und 1,0 mg/l freies Chlor an verschiedenen Stellen im Schwimmbecken. Nach Einsatz des Beckensaugers waren bei eingeschalteten Scheinwerfern Schwebstoffe im Beckenwasser sichtbar. Auf dem Beckenboden waren braune Ablagerungen auf den Fugen deutlich zu erkennen. Diese ließen sich zum Großteil ohne Mühe mit dem Handschrubber entfernen.

Das Abdeckrollo im Becken ist mit einem unter dem Wasserspiegel liegenden Rollokasten ausgestattet. Nach dem Öffnen des Rollokastens wurden an beiden Seiten des Beckens starke Rostablagerungen im Bereich der Rollokastenbefestigung sichtbar. Die braunen Rostablagerungen verteilen sich von dort über den Beckenboden. Auf dem hinteren Ablagewinkel des Rollokastens befanden sich ebenfalls starke Rostablagerungen, welche offensichtlich durch eingetragene eisenhaltige Verunreinigungen entstanden sind.

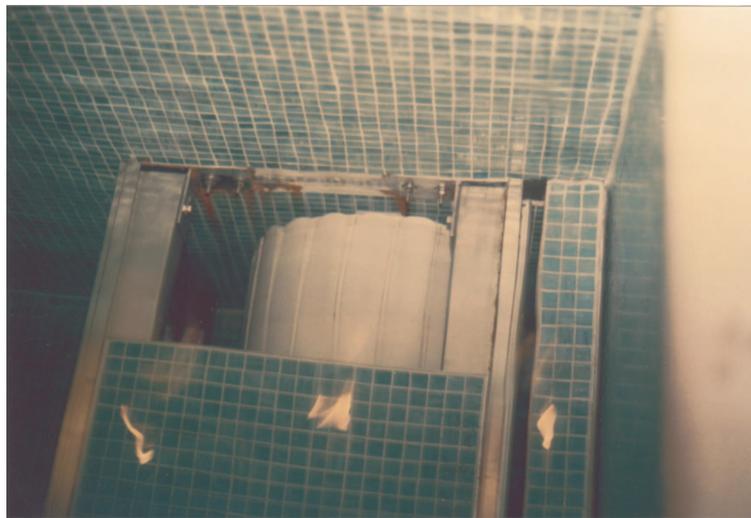


Bild 2.5.1: Starke Rostbildung im Bereich der Rollokastenbefestigung

Bei den braunen Ablagerungen aus dem Bereich des Rollokastens handelt es sich um rostende Eisenverbindungen. Mit dem Elektronenrastermikroskop wurden Oxidationsprodukte der Metalle Eisen, Nickel und Chrom festgestellt. Die Verteilung der Metalle entspricht etwa der Zusammensetzung eines Chrom-Nickel-Stahls.

Schlussfolgerungen

Anhand der analytischen Untersuchungen und der geometrischen Verteilung am Beckenboden ist zu schließen, dass die braunen Ablagerungen aus Korrosionsprodukten nicht ausreichend rostbeständiger Einbauteile und Befestigungselemente des unter dem Wasserspiegel liegenden Rollokastens stammten. Die Untersuchungen ergaben keine Hinweise auf eine verstärkte Bildung von Mikroorganismen am Beckenboden.

Die festgestellten linienförmigen dunklen Verfärbungen am Beckenboden sind mit hoher Wahrscheinlichkeit Korrosionsprodukte aus der Befestigung des Rollokastens, die sich an einzelnen raueren Stellen auf den Mosaikfugen am Beckenboden festgesetzt haben.

Aufgrund des hohen Chlorangriffes dürfen in Schwimmbadbereichen mit chlorbasierter Wasseraufbereitung ausschließlich hierfür geeignete und zugelassene Edelstähle verwendet werden. Für den Einsatz von Naturwerksteinen im Schwimmbecken ist hieraus leicht abzuleiten, dass jeder eisenhaltige Naturstein ein potentielles Risiko für Aurostungen in sich birgt. Auch vermeintlich unverwüsthliche Hartgesteine wie Granite und Gneise sind hiervor nicht gefeit. Die allgegenwärtigen Erzanteile in diesen Gesteinen bestehen nicht aus Edelstählen. Eine Prüfung vorgesehener Steine auf ihre Neigung zum Rosten unter Chloratmosphäre sollte daher vor dem Einsatz durchgeführt werden. Es ist sicherlich immer angezeigt den Auftraggeber auf mögliche Verfärbungen und Ausrostungen beim Einsatz von Naturstein im Schwimmbecken hinzuweisen, da eine diesbezügliche Vorhersage nicht mit völliger Sicherheit möglich ist.

3 Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wird gezeigt, dass der Einsatz von Naturwerksteinen im Schwimmbadbereich einer besonderen Sorgfalt bei der Planung und der Auswahl der verwendbaren Naturwerksteine erforderlich macht. Insbesondere in Verbindung mit modernen Systemen zur Wasseraufbereitung können unerwartete Wechselwirkungen zwischen den Steinen und dem Beckenwasser auftreten. Pauschale Empfehlungen hinsichtlich bestimmter Gesteinsgruppen sind daher risikobehaftet und nicht zielführend. Vielmehr sollten in jedem Einzelfall die in Betracht gezogenen Gesteine einer speziellen Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der geplanten Art der Wasseraufbereitung für ihren Verwendungszweck unterzogen werden. Auf verbleibende Restrisiken muss ausreichend hingewiesen werden.