

Rotalgen – Zerstörung von Flachdachabdichtungen

Rotalgen sind in der Baubranche weitestgehend unbekannt; es sei denn, sie ärgern irgend jemand im heimischen Aquarium. Auf Flachdächern wurden sie vor etwa 10 Jahren zu erst erkannt ohne allerdings zu wissen, um was es sich dabei eigentlich handelte. Dieses rotbraune oder auch rostrote Etwas war lange Zeit ebenso ein Rätsel wie auch die plötzlich eintretenden katastrophalen Auswirkungen. Wie kann sich eine einst intakte Dachbeschichtung oder auch eine Kunststoffbahn so auflösen, dass sie wie trockenes Laub auseinander fällt?

Erst seit etwa 5 - 6 Jahren ist das Rätsel über das „Was“ mehr oder weniger gelöst, nicht aber der auslösende Wirkungsmechanismus und der Zerstörungstrieb. Ging man früher von organischen Ablagerungen und biochemischen Prozessen mit beispielsweise erhöhter Säurekonzentrationen in Pfützen aus, die den Untergrund angeblich zerstörten, kann man nun das zerstörerische Werk mit einiger Sicherheit den Rotalgen (Rhodophyta) zuordnen. Wobei letztlich nicht geklärt ist, um welche Art oder Typ es sich genau handelt. Eines ist aber unübersehbar: Ihre Zerstörungskraft ist unglaublich (Bild 1). Inzwischen sind weit mehr als 100.000 m² betroffene Dachflächen bekannt geworden und begutachtet. Seit wenigen Jahren wirbt auch ein Kunststoffbahnenhersteller mit Rotalgen resistenter Ausstattung. Ein Zeichen dafür, dass auch Kunststoffbahnen von Rotalgen befallen sind.



Bild 1: Völlig zerstörte Oberfläche auf einem Flachdach, der Untergrund löst sich und rollt sich stellenweise großflächig auf.

In diesem Beitrag soll deshalb das Phänomen „Rotalgen“ etwas näher beschrieben werden. Auf der einen Seite scheint es wichtig zu sein, die Voraussetzungen für den Rotalgenbefall und den zeitlichen Ablauf der Entstehung näher zu kennen. Auf der anderen Seite ist die Frage nach der Vermeidung zu stellen und letztlich wer in einem solchen Schadensfall verantwortlich ist.

Nach allem was bisher bekannt ist, scheint sich das Problem auf die Voraussetzungen zu konzentrieren. Es stellt sich deshalb die Frage, warum einige Dachtypen befallen und zerstört werden und andere verschont bleiben. Offensichtlich besteht ein enger Zusammenhang mit dem Material der Dachoberfläche und den für die Rotalgen notwendigen Bedingungen zum Überleben. Wir schauen uns daher zunächst einmal die Dachoberfläche an und später die Lebensbedingungen der Rotalgen. Vorweg sei bereits erwähnt, dass Rotalgen Wasserpflanzen sind und deswegen vorzugsweise auf Wasser angewiesen sind. Ihre Energie erhalten sie aus der Photosynthese. Da wir keine Biologen sind, beschränken wir uns auf eigene Beobachtungen und Logik.

Das Flachdachproblem

Die Flachdachrichtlinien des Dachdeckerhandwerks bezeichnen Flachdächer mit einem „Nullgefälle“ (Gefälle $\leq 2\%$) als Sonderkonstruktion, die in die Anwendungskategorie K1 eingeordnet sind, weil besonderer Augenmerk auf den nicht vorhandenen vollständigen Wasserabfluss zu legen ist. Aus diesem Grund werden höhere Anforderungen sowohl an den Untergrund (Konstruktion und Statik) als auch an die Auswirkungen von stehendem Wasser gestellt, z. B. an die Anzahl der Gullys. Die Fachregel für Abdichtungen weisen aber auch darauf hin, dass auf Dachflächen mit einer Dachneigung bis zu 5 % Pfützen vorkommen können.

Jede Flachdachkonstruktion neigt nach einiger Zeit zum Durchhang mit der Folge, dass damit der Gully höher sitzt als für den Abfluss des Wassers nötig wäre. Das sich im Durchhang sammelnde Wasser kann nun nicht mehr abfließen. Es bleibt stehen bis es irgendwann verdunstet. Die Wasserlast führt einmal zu einem höheren Lasteintrag auf dem Dach, welche den Durchhang noch weiter verstärken kann, und zum anderen zu einer Vergrößerung der Wasserlache mit deutlich längeren Verdunstungsraten. Das Wasser bleibt also über einen längeren Zeitraum stehen.

Nach einiger Zeit verschlammt die Pfütze. Zunächst bildet sich ein Mix aus biochemische Abfallprodukten, z. B. aus Laub, Staub und anderen organischen Stoffen. Sie verbleiben dort, da normalerweise Dächer nicht gereinigt werden. Irgendwann kommen auch Rotalgen hinzu, die mit dem Wind angeweht werden. Sie finden in den Pfützen des Flachdachs, aber auch auf der trockenen Fläche, ein für sie fast ideales Biotop zum Überleben. Denn: Irgendwann wird es regnen.

Betrifft man zu diesem Zeitpunkt das Dach, ist wahrscheinlich nichts oder wenig zu sehen. Die rötlich braune bis rostrote Farbe der Algen ist erst dann deutlich zu sehen, wenn sie beginnen, Kolonien gebildet haben (Bild 2).



Bild 2: Erste Anfänge eines Rotalgenbefalls

Was sind Rotalgen ?

Vor etwa 20 Jahren war in unseren Breiten zwar der Befall mit Blaualgen bekannt, z. B. am Wärmedämmverbundsystem, nicht aber der Befall mit den weitaus aggressiveren Rotalgen. Es ist zu vermuten, dass sie entweder immer vorhanden waren ohne aufzufallen, oder sie haben sich durch eine starke Vermehrung in für sie neue Gebiete begeben. Letzteres ist aus der Beobachtung heraus zu schließen, weil es in früheren Zeiten auch Flachdächer mit Pfützen gab, die aber algenfrei waren.

Rotalgen sind rot bis violett gefärbte, hoch entwickelte Algen des Meer- und des Süßwassers. Das Hauptverbreitungsgebiet umfasst die küstennahen Zonen aller Weltmeere und Bereiche gemäßigter Zonen, doch kommen sie auch in kalten Gewässern vor. Einige Arten besiedeln Süßwasser, kleinere Tümpel und Pfützen oder auch feuchtes Erdreich. Ihr Aussehen verdanken Rotalgen neben dem Chlorophyll einen roten (*Phycoerythrin*) und in manchen Fällen einen blauen (*Phycocyan*) Farbstoff. Ihre Fortpflanzung geht über Vermehrung durch Abschnürung einzelner Teile über bewegliche bzw. unbewegliche Sporen (Monosporen). Einige Arten benutzen auch die geschlechtliche Eibefruchtung, was jedoch bei dem Rotalgentyp auf Flachdächern wahrscheinlich auszuschließen ist.

Wie kommen Rotalgen auf das Dach ?

Wenn Rotalgen typische Wasserbewohner sind, wie kommen sie dann zum Beispiel auf ein Flachdach? Man geht inzwischen davon aus, dass sich die gemäßigten Zonen durch die allgemeine Erwärmung nach Norden ausgedehnt haben, womit sich auch der Lebensraum der Rotalgen erweitert hat. Sie sind wahre Überlebenskünstler und können

sowohl in kalten Temperaturen als auch bei Hitze von bis zu 70 °C überleben. Einfacher und bequemer ist es verständlicherweise in einem gemäßigten Klima mit geringen Anpassungen. So gesehen hat die Rotalge alles das, was sie zum Leben und Überleben benötigt.

Wie kommen sie nun auf ein Flachdach? Wenn ein Dach neu errichtet oder auch saniert wird, kann man zunächst davon ausgehen, dass Rotalgen noch nicht vorhanden sind. Aus eigenen Beobachtungen ist bekannt, dass etwa 10 – 14 Tage nach einer Sanierung die ersten Algen sichtbar als kleine rostrote Punkte sowohl in Pfützen als auch auf der trockenen Dachfläche auftraten. Auszuschließen ist eine „Bepflanzung“ im Zusammenhang mit dem verwendeten Material. Da sich Rotalgen über Sporen vermehren, ist der Übertragungsweg relativ einfach nachzuvollziehen. Die Sporen werden durch den Wind über die Luft übertragen. Irgendwann landen sie auf dem Flachdach, entweder im trockenen Bereich oder in einer Pfütze. Im trockenen Bereich bleiben sie nicht liegen, sondern werden beim nächsten Windstoß weitergetragen. Diejenigen, die mehr oder weniger zufällig in einer Pfütze gelandet sind, bleiben dort. Trocknet die Pfütze aus, können zwei Fälle eintreten: Sie werden vom Wind verweht, aber nicht völlig weggeweht, oder sie haben sich inzwischen fest mit dem Untergrund verbunden, so dass sie dem Windstoß widerstehen.

Es sind in diesem Zusammenhang mindestens noch eine weitere Frage zu klären. Wie kommt es, dass Rotalgen in einer ausgetrockneten Pfütze oder auch auf der trockenen Fläche verbleiben und nicht vom Wind fortgeweht werden? Nach allem was über Rotalgen bekannt ist, gibt es Arten, die durch „Wurzeln“ oder Wurzelfäden Halt am Untergrund suchen. Es gibt aber auch Arten, die keine Fäden bilden, sondern mit einer Haftscheibe am Untergrund fest verwachsen sind. Eines von beiden scheint bei den „Pfützen“-Rotalgen wirksam zu sein. Alle bisherigen Beobachtungen sprechen für beide Befestigungsmechanismen. Sie sorgen letztlich dafür, dass sie trotz Wind ortsansässig bleiben. Die Praxis zeigt, dass Rotalgen wahre Überlebenskünstler sind. Selbst monatelange Trockenheit verhindert nicht das Überleben. Das lässt sich feststellen, indem man mit einem nassen Schwamm eine ausgetrocknete Pfütze auswischt. Dabei löst sich großflächig eine grellrote Farbe aus den Algen. Übrigens: Mit Lösemitteln lässt sich dieser Effekt nicht erzielen. Mit dem ersten Regen „wachen“ die Rotalgen wieder auf und werden wieder aktiv.

Damit ist geklärt, warum Rotalgen auch in der ausgetrockneten Pfütze oder in der trockenen Fläche haften bleiben. Daraus ergibt sich für die Rotalge ein weiteres Problem. Rotalgen sind Wasserpflanzen und auf Wasser angewiesen. Ihr Nahrungssystem ist wie bei allen Pflanzen üblich auf Photosynthese ausgerichtet. In ausgetrockneten Pfützen ohne Wasser könnten sie eigentlich nicht überleben. Die Beobachtungen zeigen aber, dass dieser Rotalgentyp oder auch andere hochaktiv und aggressiv sind, wenn sie einmal Wurzeln geschlagen haben. Hinsichtlich des Zerstörungsbildes gibt es Pfützenuntergründe, die meistens sternförmige Risse aufweisen. Es könnte eingewendet werden, dass sternförmigen Risse allerdings auch durch Eisbildung im Winter entstehen können. Ein Wirkungsunterschied im Übergang von Nass auf Trocken ist nicht eindeutig zu beobachten. Dazu müssten intensivere Untersuchungen angestellt werden. Für die praktische Auswirkung reicht es aus, zu erkennen, dass Rotalgen in jeder Situation gefährlich bleiben.

Einige Zeit nach Bildung von Kolonien beginnt ihr zerstörerisches Werk mit rasanter Schnelligkeit hinsichtlich Vermehrung und Zerstörung (Bild 3).



Bild 3: Fortgeschrittener Algenangriff in einer trockenen „Pfütze“. Die Oberfläche löst sich ab und beginnt sich langsam aufzurollen. Die Oberfläche sieht dann aus wie welkes Laub.

In diesem Vorgang der bivalenten Lebensgrundlage scheint jedoch ein Widerspruch zu liegen. Wie kann eine Rotalge, der die Lebensbedingungen Wasser und Photosynthese entzogen werden, dennoch überleben und zu dem noch hyperaktiv werden? Da die Antwort auf diese Frage zu biologisch ist, haben wir den Biologen Dr. Christine Oesterhelt und Dr. Wolfgang Gross über die literarische „Schulter“ geschaut.

Nach ihren Erkenntnissen und Laborversuchen fanden sie über das Nahrungsaufnahmevermögen heraus, dass es Rotalgenarten und Unterarten gibt, die sich heterotroph ernähren können. Es gibt Rotalgenarten, die in der Lage sind, sozusagen im Bedarfs- und Notfall ihre Nahrungsaufnahme von der Photosynthese auf eine andere der Situation angepasste Aufnahme umzustellen. Offensichtlich verfügt dieser Typ über die Fähigkeit mittels so genannten „Zuckertransportern“ (Proteine) Nährstoffe in die Zellen einzuschleusen. Aus den Laborversuchen ging als Ergebnis hervor, dass die Rotalge sich wie ein wählerischer Gourmet verhält. Zuerst „verspeist“ sie ihre „Lieblingszucker“ wie Glukose oder Mannose. Wenn diese aufgebraucht und nicht mehr verfügbar sind, kann sie andere Proteine einschalten, um ihren Speisenplan auf andere Zuckerarten oder anderen organischen Grundstoffen zu erweitern, z. B. andere Zucker wie Di- und Trisaccharide, Pentosen, Desoxyzucker, Polyole und auch Aminosäuren. Es soll auch andere Rotalgen geben, die sich auf Blaualgen als Nahrungsmittel spezialisiert haben. Dieser Typ liegt hier nicht vor.

Die durchaus interessante Frage wie die Rotalge bzw. ihre Zellen Zucker überhaupt wahrnehmen und woran sie erkennen, wann sie sich heterotroph ernähren müssen, übersteigt hier den Rahmen und soll nicht weiter verfolgt werden.

Nach dem sich die Rotalgen in der regenarmen Phase sozusagen buchstäblich durchgefressen haben, bleibt vom Untergrund (obere Deckschicht) meistens nur noch ein Rest von hart-spröder Beschichtung oder Dachbahn zurück, jegliche Elastizität ist verloren, die Oberfläche bricht überall auf und löst sich vom Untergrund ab. Der Betrachter gewinnt den Eindruck, trockenes Laub vorzufinden, oder auch ein schachbrettartiges Muster (Bild 4).



Bild 4: Schachbrettmuster – Zufall oder System?

Die hellen Bereiche markieren die darunter befindliche Balkenkonstruktion, die gegenüber der Restfläche eine, wenn auch geringfügig, andere Temperatur aufweist.

Damit nicht ein völlig falscher Eindruck entsteht, dass ein Rotalgenbefall ausschließlich nur auf Oberflächen vorkommt, die aus Kunststoffen (Kunststoffbahnen, Flüssigkunststoffe) bestehen. Bild 5 zeigt ein bekiestes Garagendach, das von Rotalgen befallen ist. Der Zerstörungsgrad ist in diesem Fall gleich Null, da an Kieselsteinen nichts zu zerstören ist. Die darunter liegende Dachbahn kann allerdings angegriffen werden.



Bild 5: Rotalgenbefall auf einem bekiessten Garagendach

Wie kann die Bildung von Rotalgen auf Flachdächern verhindert werden?
Dazu bieten sich zwei Möglichkeiten an, und zwar, einmal am Dach selbst und zum anderen am Beschichtungsmaterial.

Am Dach bieten sich an:

1. Vermeidung von Pfützenbildung auf dem Dach – Abkehr vom sog. „Nulldach“ beim Neubau
2. Regelmäßige Dachreinigung mit Druckwasser und Besen
3. Auswahl geeigneter Produkte zur Dachabdichtung, die aktive Wirkstoffe (Algizide) gegen Rotalgen enthalten

Der beste und wirksamste Schutz vor Rotalgen ist natürlich die Vermeidung von Pfützen auf dem Dach. Bei der Neukonstruktion ist es einfach ein Gefälle von $> 5\%$ auszubilden. Schwieriger wird es bei Dächern im Bestand. Aber auch bei einer Sanierung sollte möglichst das Gefälle verbessert werden, zu mindest sollte über eine Lösung nachgedacht werden. Lösungsmöglichkeiten sind mit dem Auftraggeber zu besprechen und anschließend ist über die Ausführung zu entscheiden.

Wenn eine Gefällelösung nicht möglich ist, müssen Dachabdichtungen mit entsprechenden Chemikalien = Algizide eingesetzt werden. Vorwiegend werden diese ab Werk in das Beschichtungs- bzw. Überdeckungsmaterial eingebaut.

Hinweis: Algizide neigen dazu, im Laufe der Zeit aus der Beschichtung ausgewaschen zu werden. Sie gelangen dann in den Abwasserkreislauf, wo sie sich in biologischen Kläranlagen negativ auf den Reinigungsprozess einwirken können. Die Verwendung von Algiziden sollte daher ausschließlich von Fachleuten unter konsequenter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen erfolgen! Es ist unverantwortlich, dass Algizide bzw. so genannte „Biozide“ für „Selbstanwender“ angeboten werden.

Was ist bei bestehenden Dächern, die kein oder kein ausreichendes Gefälle haben zu beachten? Flachdächer sollten regelmäßig begangen werden. Wenn im Rahmen regelmäßiger Begehungen Rotalgenbefall festgestellt wird, sollte dieser möglichst schnell mit einem Hochdruckreiniger entfernt werden. Als Kontrollintervall genügt erfahrungsgemäß eine Begehung im Jahr. Günstig dafür ist das Frühjahr.

Rotalgen lassen sich sehr einfach mit Wasser lösen, bevor sie den Untergrund angegriffen haben. Sind sie einmal am Untergrund angehaftet, ist es meistens schon zu spät. Hartnäckige Rückstände lassen sich durch mehrmaliges Wiederholen noch mit Besen und Wasser unter hohem Druck rückstandsfrei lösen. Bei oberflächlicher Reinigung, bei der nicht alle Rotalgen auf dem Dach entfernt werden, überleben diese. Sie überleben auch unter einer neuen Beschichtung bzw. Überdeckung und durchdringen diese bereits nach relativ kurzer Zeit.

Wenn die Rotalgen das Dach bereits angegriffen haben und das Dach nach der Reinigung wie auf dem Foto (Bild 1) oben aussieht, hilft nur noch eine Dachsanierung. Das gilt sowohl für Kunststoffbeschichtungen als auch für Kunststoffbahnen. In vielen Fällen ist die darunter liegende Schicht schon so stark angegriffen, dass sie Wasser durchlässt und das Bauteil unbrauchbar ist. Undichtigkeiten bei Kunststoffbahnen wirken sofort großflächig; bei Beschichtungen sind sie zunächst lokal begrenzt.

Bei Nichtbeachtung: Totalsanierung

Die hier genannten Empfehlungen, aber auch die Empfehlungen der Lieferanten oder Verarbeiter sollten unbedingt beachtet werden. Besonders bei Dächern im Bestand. Wird dieser Empfehlung nicht gefolgt, muss damit gerechnet werden, dass am Ende eine Totalsanierung fällig wird. Eine aufwendige und teure Dachsanierung ist dann kaum mehr zu umgehen.

Ausführungsvorschläge für Kunststoffbeschichtungen

Es bietet sich z.B. an, mit geeigneten Flüssigkunststoffen in Gewebe-vollarmierung gemäß ETAG 005 (Europäisch Technische Allgemeine Zulassung) das Dach zu beschichten. Das Prüfprozedere zum Erhalt der ETAG garantiert allerdings nicht den Rotalgenschutz, da dieser im Rahmen der Zulassung nicht geprüft wird. Dennoch ist es ratsam, das Beschichtungssystem mit einem Algizid zu versehen, der eine Algenbildung verhindert. Entsprechende Systeme sind bereits auf dem Markt. Um die Wirkung von Algiziden abzusichern, wurde bereits vor etwa 5 Jahren ein Feldversuch mit

Kunststoffbeschichtungen gestartet. Die auf dieser Probestfläche angesiedelten Rotalgen konnten bisher keinen Schaden anrichten. Die Oberfläche ist bisher einwandfrei.

Empfehlung an den Bauherrn

Ganz gleich, ob das Dach mit Kunststoffbahnen oder mit Kunststoff-beschichtungen geschützt ist, mit Rotalgen ist immer zu rechnen. Daraus folgt zwangsläufig die Pflicht, das Dach regelmäßig zu inspizieren und nach Veränderungen an der Dachoberfläche zu suchen. Dazu ist kein handwerkliches Geschick erforderlich, sondern nur das Wahrnehmungs-vermögen, um Veränderungen an der Oberfläche frühzeitig zu erkennen.

Sollen Kunststoffbahnen oder Kunststoffbeschichtungen eingesetzt werden, ist es ratsam den Lieferanten oder Verarbeiter zu fragen, ob das zu verwendende Material gegen Rotalgenbefall geschützt ist. Auch einzelne Dachbahnenhersteller setzen inzwischen Algizide zum Schutz gegen Rotalgen ein.

Fällt der Schaden unter Gewährleistung ?

Die Frage ist nicht nur interessant, sondern auch für alle Betroffenen wichtig. Vorab sei allerdings darauf hingewiesen, dass dieser spezielle Fall (noch) nicht durch ein Gericht entschieden wurde. Deswegen sind vielleicht einige Argumente anzuführen, die das Problem eingrenzen. Wir unterstellen, dass die Leistung „Erneuerung der Dachoberfläche“ mangelfrei war, und sie deswegen durch den Auftraggeber abgenommen wurde. Nach kurzer Zeit oder auch nach Jahren tritt Rotalgenbefall auf. Sofort stellen sich Fragen, wie z. B. nach der Hinweispflicht, Kenntnisstand. Da dieses Phänomen noch wenig bekannt ist, kann eine allgemeine Kenntnis nicht vorausgesetzt werden.

Hätte trotzdem mit Rotalgenbefall gerechnet werden müssen? Der Befall ist zufällig, also nicht gewollt und nicht vorhersehbar; es gibt Dächer, die befallen sind, während das Nachbardach (noch) algenfrei ist. Es ist also nicht möglich, für den Befall eine Prognose abzugeben. Man könnte dem Hersteller/Verarbeiter vorwerfen, sein Material nicht ausreichend gegen Rotalgen oder andere Organismen geschützt zu haben. Dieses Argument zieht aber nur dann, wenn der Verarbeiter ausreichende Kenntnis über diese Zusammenhänge hat. Bei neu auftretenden Phänomenen dürften diese Kenntnis nicht vorhanden sein, wobei es nicht ausreichend ist, das Phänomen zu kennen, sondern auch zu wissen wie es zu behandeln ist.

Rotalgenbefall kann wegen seiner Zufälligkeit zum Beispiel mit Hagelschlag verglichen werden. Sein Auftreten ist auch nicht bekannt und ein besonderer Schutz wird seitens des Herstellers/Verarbeiters auch nicht vorgesehen. Es wird demzufolge allgemein als höhere Gewalt eingestuft. Ähnlich dürfte auch der Rotalgenbefall behandelt werden, zumindest so lange, bis Juristen eine andere Zuordnung oder Lösung finden. Hagelschlag wird in der Regel versichert, Rotalgenbefall dagegen nicht bzw. noch nicht. Für eine Absicherung des Risikos wäre ein Gespräch mit der Versicherung sicherlich nützlich.

Zusammenfassung

Rotalgenbefall auf Flachdächern ist ein relativ neues Phänomen, das allgemein auch in Fachkreisen weitestgehend unbekannt ist. Welches Dach sich die Rotalgen für ihren Lebensraum aussuchen ist rein zufällig. Haben sie sich aber einmal auf ein Dach festgesetzt, dann beginnt in Abhängigkeit von wechselweise stehendem Wasser und Trockenphasen ein unaufhaltsames Zerstörungswerk. Nach allem was an bescheidenem Wissen vorliegt, entziehen die Rotalgen organische Verbindungen – vorzugsweise

Glukose - aus der Oberfläche. Das Material verliert nach und nach an Stabilität bis nur noch für die Rotalge nicht verwertbare Substanzen übrig bleiben. Als zur Zeit beste vorbeugende Maßnahmen sind regelmäßige Begehung und Reinigung zu empfehlen.

Entwicklungsstadien des Rotalgenbefalls

Bild 6 zeigt eine Teilfläche von ca. 6.000 m² Gesamtfläche. Das Bild zeigt viele kleine einzelne dunkle Flecken. Es handelt sich teilweise um Rückstände vom Regen, aber auch schon um den Beginn einzelner Rotalgenkolonien.



Bild 6: Erste Ansätze von Rotalgen

Bild 7 zeigt einen Ausschnitt aus Bild 6. Deutlich ist eine leichte Vertiefung mit Wasserrändern auf der ausgetrockneten Fläche zu erkennen. In der Vertiefung ist die Fläche dunkel bzw. dunkelbraun gefärbt. Es handelt sich um den Beginn des Rotalgenbefalls. Die Rotalgen beginnen in dieser Phase Kolonien zu bilden und sich langsam flächig auszubreiten.



Bild 7: Eine einzelne trockenliegende Pfütze mit erstem Rotalgenbefall



Bild 8: Ausbreitung von Rotalgen in einer Pfütze

In Bild 7 waren die Fläche trocken, zeigten aber auch auf Grund von Wasserrändern den ausgefüllten Bereich. Bild 8 zeigt nun eine mit Wasser gefüllte Pfütze, die vollständig mit Rotalgen bedeckt ist. Am Pfützenrand sind umlaufende Wasserränder zu sehen.

Rotalgen setzen sich nicht nur in Vertiefungen ab, sie sind über der ganzen Dachfläche verteilt. In Vertiefungen haben sie günstigere Bedingungen als auf der Fläche. Dennoch können sie sich auch auf der ebenen Flächen halten, wenn der Wind es zulässt. Dazu reicht bereits eine feuchte Oberfläche aus. In Bild 8 ist ein flächiger Ansatz dargestellt. Wird in diesem Anfangsstadium der Befall nicht entfernt, dauert es meistens nicht lange bis das Stadium in Bild 11 erreicht ist.



Bild 9: Flächiger Befall

Am unteren Bildrand (Bild 10) sind deutlich die kleinflächigen Risse und Aufbrüche zu sehen. Der Aufbruch in der oberen Hälfte des Bildes zeigt bereits eine intensive kleinflächige Zerstörung der Oberfläche.



Bild 10: Aufbruch der Oberfläche nach einem Rotalgenbefall

Bild 11 zeigt das Endstadium. Die Oberfläche hat sich vollständig aufgelöst. Einzelne Teile der Oberfläche sind noch zu sehen. Mit dem zerstörerischem Werk geht auch eine Vermehrung der Rotalgen einher. Immer mehr Rotalgen greifen mit zunehmender Geschwindigkeit den Untergrund an. Übrig bleiben Rotalgen, fein zerkleinerte Überreste, ein defektes Dach und eine kostenträchtige Sanierung.



Bild 11: Endstadium: Die betroffene Oberfläche hat vollständig aufgelöst.