

Kalkuitslag

Aan het oppervlak van beton of metselwerk is soms een witte uitslag zichtbaar, die kalkuitslag of kalkuitbloei wordt genoemd. Deze kalk wordt gevormd bij de verhardingsreactie van cement met water. En wordt door vochttransport in de poriën naar het oppervlak gebracht. Ondanks alle zorgvuldigheid bij de productie van beton en de uitvoering van betonwerk, is dit verschijnsel niet volledig uit te sluiten. Kalkuitslag heeft geen negatieve invloed op de sterkte of de duurzaamheid van een constructie. Bovendien verdwijnt op de uitslag langere termijn vaak vanzelf. Maar de visuele beleving van een beton-, gevel- of straatoppervlak, kan door kalkuitslag zo negatief zijn, dat een opdrachtgever het onacceptabel vindt. Welke maatregelen beperken het probleem tot een aanvaardbaar minimum?

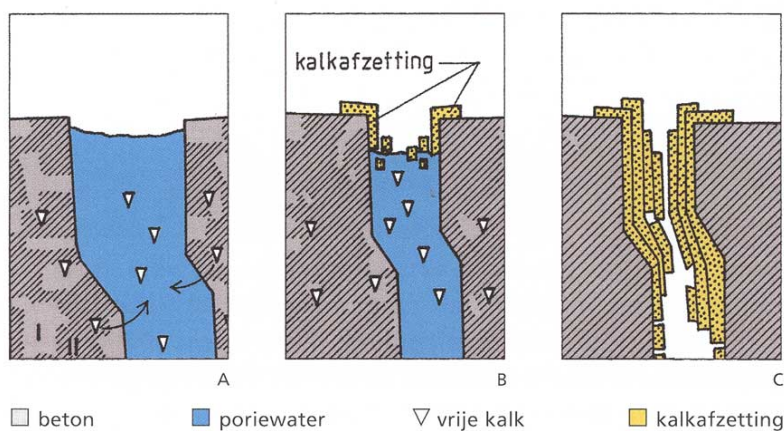
Waar komt de kalk vandaan?

Wanneer water en cement met elkaar in contact komen, reageren ze met elkaar (hydratatie). Er ontstaat cementsteen. Tijdens deze reactie wordt tevens een aanzienlijke hoeveelheid zogenaamde vrije kalk (calciumhydroxide) gevormd. Deze is voor een deel opgelost in het water dat zich in de poriën van het beton bevindt. Als de vrije kalk in het poriewater in aanraking komt met de buitenlucht, dan reageert het met kooldioxide (CO₂) uit de lucht. Deze reactie heet carbonatatie en het product dat ontstaat calciumcarbonaat (figuur 1). Het is wit van kleur en moeilijk oplosbaar in water.

Figuur 1 Het proces van hydratatie en carbonatatie

- (a) Cement wordt omgezet in calciumsilicaathydraten en vrije kalk
- (b) Aan de monding van de capillairen zet zich kalk af: beginnende carbonatatie
- (c) De capillairen groeien dicht: gevorderde carbonatatie

Ontleend aan 'Uitbloeiing en uitslag', FEBELCEM



Of er zichtbare, witte kalkuitslag ontstaat, is afhankelijk van de plaats waar het calciumcarbonaat wordt gevormd. Als de carbonatatie plaatsvindt onder het betonoppervlak, in de (uitdrogende) poriën, is er niets merkbaar.

Als de vrije kalk het betonoppervlak kan bereiken, heeft carbonatatie plaats op het betonoppervlak en is er wel sprake van kalkuitslag.

Verskil tussen cementsoorten

Bij de reactie van hoogovencement of portlandvliegascement met water wordt veel minder vrije kalk gevormd dan bij de reactie met een portlandcement. Dit komt door het verschil in samenstelling. De vrije kalk is de boosdoener bij de kalkuitslag. De mate van kalkuitbloei bij beton met portlandcement lijkt groter dan bij beton met de andere cementsoorten. Uit onderzoek is echter gebleken dat de mate van kalkuitbloei voor de verschillende cementsoorten niet veel verschilt. De reden is dat er maar weinig vrije kalk nodig is om in het poriewater tot een verzadigde kalkoplossing te komen. De gevormde hoeveelheid vrije kalk is bij alle gangbare cementsoorten ruim voldoende om kalkuitslag te veroorzaken.

Aangezien kalkuitslag een witte kleur heeft, zal deze meer opvallen naarmate het contrast met de ondergrond groter is. Zo is er bijvoorbeeld verschil tussen beton met portland- en met hoogovencement. Beton met hoogovencement is over het algemeen (veel) lichter van kleur dan beton met portlandcement. Kalkuitslag op hoogovencementbeton wordt dan ook nauwelijks opgemerkt, terwijl het op gekleurd beton of beton met portlandcement vaak als hinderlijk wordt ervaren.

Vormen van kalkuitslag

Betonspecie en (heel) jong beton is een mengsel van vaste stoffen in water. Dit (aanmaak)water vormt na hydratatie een doorlopend systeem van poriën. De afmetingen van de poriën worden voor een belangrijk deel bepaald door de hoeveelheid aanmaakwater en de verhouding tussen cement en water (water-cementfactor).

In deze poriën kan het water, met de daarin opgeloste vrije kalk, gemakkelijk bewegen. Bij een slechte nabehandeling van het jonge beton, kan het water op het grensvlak beton en lucht betrekkelijk gemakkelijk verdampen. De meegevoerde vrije kalk reageert normaal gesproken net onder het betonoppervlak tot calciumcarbonaat, dat zich afzet rond de uitgang van de poriën. Tegelijkertijd wordt vanuit het dieper gelegen beton, via de poriën nieuw water aangevoerd. Het proces herhaalt zich net zo lang tot de porie verstopt raakt met calciumcarbonaat. Het zogenaamde droogfront bevindt zich hierbij gedurende langere tijd aan het betonoppervlak.

Als het jonge betonoppervlak echter bedekt is met een waterfilm (bijvoorbeeld door nabehandeling met water, regen of zelfs condensvorming) wordt het calciumcarbonaat niet afgezet in de poriën onder het betonoppervlak, maar juist op het betonoppervlak.

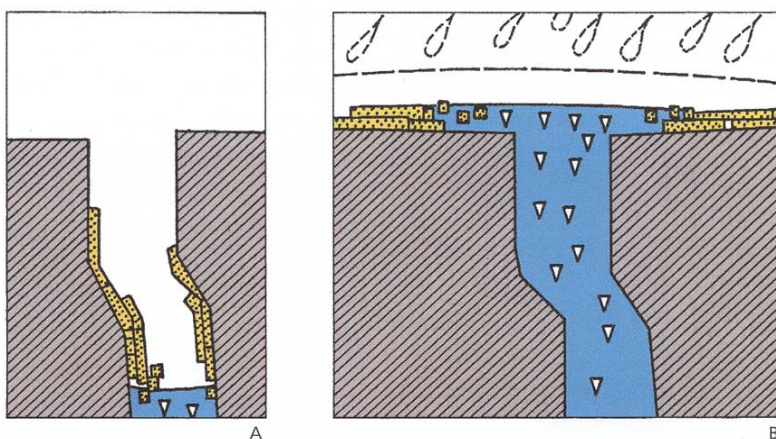
Door de aanwezigheid van een waterfilm verspreidt de vrije kalk zich via het water over het betonoppervlak. Uit het jonge beton komt vrije kalk naar buiten, totdat het water op het oppervlak zijn verzadigingspunt heeft bereikt. Een voortdurende benatting zal dus steeds meer vrije kalk aan het beton kunnen onttrekken. Een toenemende hoeveelheid calciumcarbonaat, als gevolg van de reactie met kooldioxide uit de lucht, zal tot zichtbare kalkuitslag leiden (figuur 2).

Figuur 2 De plaats van de kalkafzetting bepaalt of we met zichtbare kalkuitslag te maken hebben

(a) Kalkafzetting in de poriën veroorzaakt geen zichtbare kalkuitslag

(b) Kalkafzetting op het oppervlak veroorzaakt dat wel

Ontleend aan 'Uitbroeiing en uitslag', FEBELCEM



Ook als het beton al ouder is, kan kalkuitslag ontstaan op soortgelijke wijze als bij jong beton. Voorwaarde is dan wel dat het betonoppervlak gedurende langere tijd bedekt is met een laagje (regen)water, waardoor het oppervlak verzadigd raakt met water. Door de grote buffer vrije kalk in het beton kan zich alsnog vrije kalk over het betonoppervlak verspreiden. De mate waarin dit gebeurt, is onder meer afhankelijk van de mate waarin de poriën zijn 'dichtgegroeid' met cementsteen en de duur van de periode waarin het water in contact staat met het betonoppervlak.



Kalkstrepen

Bij watertransport over betonoppervlakken kan zich vooral op verticale wanden kalk afzetten. Dat gebeurt als in het water vrije kalk uit het beton is opgelost. Dit verschijnsel zien we vaak bij pas ontkiste betonvlakken waarbij (regen)water vanaf de bovenzijde van het beton in stralen langs de wand stroomt. Na het opdrogen blijven witte kalkstrepen op het oppervlak achter.

Kalkuittreding

Binnenin het beton is een aanzienlijke hoeveelheid vrije kalk aanwezig. Gewoonlijk blijft dit voor het grootste deel in het beton zitten. Is er in de betonconstructie echter sprake van een lokale onvolkomenheid, bijvoorbeeld scheurvorming of een poreuze, slecht verdichte plek, dan kan de vrije kalk op die plaats naar buiten treden. Dit kan alleen als de slechte plek water doorlaat. Het water stroomt dan door de constructie en voert de opgeloste vrije kalk mee naar buiten. Hierna vindt door carbonatatie kalkafzetting plaats. Dat gebeurt zeer plaatselijk, vaak in de vorm van stalactieten, een vorm van kalkafzetting die we kennen uit druipsteengrotten.



Is kalkuitslag te voorkomen?

Het zal duidelijk zijn dat kalkuitslag, in welke vorm ook, niet zal optreden als er van buitenaf geen water bij het jonge beton komt. Op een droog betonoppervlak zal dus geen kalkuitslag ontstaan. Dit lijkt op zich vrij simpel, maar in de praktijk is het niet altijd gemakkelijk het beton droog te houden.

Veel betonproducten worden gedurende het begin van de verharding in klimaatkamers geplaatst. Doel is een zodanige vroege sterkte te krijgen, dat de producten kunnen worden getransporteerd, opgestapeld en verpakt, zonder dat er schade ontstaat. Bij pas gestorte betonproducten begint kalkuitslag al met het gevaar voor condensvorming.

Wanneer deze producten in klimaatkamers verharden, mag het verschil tussen de temperatuur van het verse beton en de temperatuur in de vochtige klimaatkamers niet te groot zijn, omdat vocht uit de lucht op het relatief koude betonoppervlak kan condenseren. Na de eerste verharding in klimaatkamers blijft het jonge beton gevoelig voor kalkuitslag, omdat het verhardingsproces immers nog maar enkele uren aan de gang is. Om ook in deze fase de hinderlijke kalkuitslag op jong beton te voorkomen, moeten we direct contact met water van buitenaf zo lang mogelijk uitstellen. De beste remedie is de betonproducten enige tijd onder een beschermende dakconstructie op te slaan en te zorgen voor voldoende ventilatie.

Bij bestratingelementen zoals stenen en tegels ontstaat juist in deze fase de kalkuitslag. De producten worden in pakketten gestapeld en precies op de plaatsen waar de producten tegen elkaar aankomen, bestaat gevaar voor condensvorming. De kalkuitslag manifesteert zich veelal in het midden. Aan de randen, waar het beton verder is uitgedroogd, is geen kalkuitslag zichtbaar.

In tegenstelling tot betonwaren verhardt in het werk gestort beton vaak bij lage temperaturen en hoge relatieve vochtigheid. Voor beton zijn dit in feite ideale omstandigheden. Als het verhardingsproces echter langzaam verloopt, groeien de poriën slechts langzaam dicht. De gevormde vrije kalk kan gemakkelijk naar het oppervlak worden getransporteerd. Wordt het beton door nabehandelen of een regenbui nog met een laagje water bedekt, dan zal de vrije kalk zich over het betonoppervlak verspreiden. Vervolgens reageert de vrije kalk met kool-dioxide uit de lucht en zal het zich afzetten als calciumcarbonaat. Ook hier geldt dus: als er geen water op het oppervlak is, dan is er geen kalkuitslag. Dit is, zeker in ons klimaat, nooit te garanderen.

Verwijderen van kalkuitslag

Vooropgesteld dat ernstige kalkuitslag niet fraai is, moeten we ons realiseren dat het verwijderen van kalkuitslag niet eenvoudig is. Daarom is het wellicht raadzaam in eerste instantie niets te ondernemen. Vaak zal blijken dat het betonoppervlak na verloop van tijd een steeds gelijkmatiger uiterlijk krijgt.

Kalkuitslag kan mechanisch worden verwijderd met een roterende staalborstel. Nadeel van deze behandeling is de slijtende werking, waardoor niet alleen de kalk verdwijnt maar ook een deel van de textuur. Bovendien bestaat het gevaar dat fijne staaldeeltjes op het betonoppervlak achterblijven, waardoor roestachtige vlekken kunnen ontstaan. Bovendien is er de kans dat oppervlakken die op deze wijze zijn behandeld, naderhand opnieuw last krijgen van kalkuitslag.

Bij kalkstrepen of kalkuittreding bij scheuren is vaak sprake van dikke korsten, die zich niet zo goed mechanisch laten verwijderen. In dat geval kunnen we proberen de kalk op te lossen met verdund zoutzuur. Maar zoutzuur tast de cementsteen aan. Daarom moet het te behandelen oppervlak van tevoren volledig met water worden verzadigd, zodat het zuur niet te diep in de poriën kan binnendringen. Na de behandeling moet het zuur herhaaldelijk en zorgvuldig worden afgespoeld. Dit is noodzakelijk omdat uit de reactie van het zuur met de kalk calciumchloride ontstaat. Dit zout trekt veel water aan en zorgt er onder normale omstandigheden voor dat het oppervlak vochtig blijft. Bij zeer droog weer blijft het echter achter als een witte neerslag. Bovendien is zoutzuur schadelijk voor het milieu.

Op welke wijze de kalkuitslag ook te lijf wordt gegaan, de behandeling is zelden voor de volle 100 % effectief. Dikwijls blijven de behandelde plekken door een afwijkende structuur toch zichtbaar. Het middel kan daardoor wel eens erger zijn dan de kwaal.

Conclusie

Witte uitslag op een betonoppervlak wordt veroorzaakt door het uittreden van kalk, die wordt gevormd tijdens de verhardingsreactie van cement met water. De mate van kalkuitslag is niet afhankelijk van de cementsoort, maar voornamelijk van de verhardingsomstandigheden. Als er een vochtlaagje op het betonoppervlak aanwezig is, voordat de poriën in het beton voldoende dicht zijn, bestaat er kans op het ontstaan van kalkuitslag. Door het oppervlak droog te houden wordt kalkuitslag voorkomen.

Literatuur

1. Dr. P. Kresse, Krefeld-Uerdingen, 'Ausblühungen und ihre Verhinderung', Betonwerk und Fertigteil-Techniek, 1991 nr. 10.
2. Dipl.-Ing. Thilo Deichsel, Stuttgart, 'Ausblühungen - Entstehung, Ursachen, Gegenmassnahmen', Betonwerk und Fertigteil-Techniek, 1982 nr. 10
3. Betoniek 10/10, Kalkuitslag