

Schade aan steenachtige materialen

erm samen voor
restauratie
kwaliteit 

Identificatie met MDCS

(Monument Diagnose en Conservering Systeem)



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

TNO  **TU Delft**

Hoofdcategorie schade

Subcategorie schade

Schade type

Materialen die de schadetypen kunnen vertonen

MDCS / Monument Diagnose en Conservering Systeem

De tekst bevat een beschrijving van schadetypen en mogelijke oorzaken van de schade aan steenachtige materialen (natuursteen, baksteen, pleister en mortel). Een schadetype kan samen met andere schadetypen voorkomen.



Veranderingen aan het oppervlak

Kleurverandering

Ontkleuren

Natuursteen, pleister

De kleur van het materiaal heeft intensiteit verloren.

Mogelijke oorzaken:

Ontkleuren kan het gevolg zijn van bijvoorbeeld het effect van zonlicht (UV), dat leidt tot fletsere kleuren. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren bij pleisters of bepaalde pseudo-marmers.



Desintegratie

Laagvorming

Delaminatie

Baksteen, natuursteen, pleister

Loslaten van één of meer lagen (uit Latijn: 'lamina, laminae') volgens de oorspronkelijke (sedimentaire of samenstellings-) gelaagdheid van een materiaal.

Mogelijke oorzaken:

Delaminatie kan plaatsvinden in materialen met een oorspronkelijk gelamineerde structuur en kan het resultaat zijn van zoutkristallisatie en/of vorst. Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht.

Een proces leidend tot vorstschade kan plaatsvinden in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities:

(i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt.



Veranderingen aan het oppervlak

Kleurverandering

Verkleuring

Mortel, natuursteen, pleister

De oorspronkelijke kleur van het materiaal is veranderd.

Mogelijke oorzaken:

Verkleuring kan het gevolg zijn van chemische reacties (het effect van zonlicht (UV) dat leidt tot fletsere kleuren - zie ontkleuren / bleker worden).



Desintegratie

Laagvorming

Exfoliatie

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Laagvorming van dunne opeenvolgende lagen (uit Latijn: 'folium, folia'), die aan alle oriëntaties van het materiaal kan plaatsvinden en niet noodzakelijk te maken heeft met gelaagdheid. Gebeurt meestal evenwijdig aan het blootgestelde oppervlak.

Mogelijke oorzaken:

Exfoliatie kan plaatsvinden in materialen zonder een oorspronkelijk gelamineerde structuur; het kan het resultaat zijn van zoutkristallisatie en/of een vorstschade proces. Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht. Een proces leidend tot vorstschade kan plaatsvinden in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt.



Veranderingen aan het oppervlak

Kleurverandering

Vochtplekken

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Het oppervlak van het materiaal vertoont vochtige plekken of zones van een andere, donkerder kleur dan de oorspronkelijke.

Mogelijke oorzaken:

Vochtplekken/zones kunnen veroorzaakt worden door regenwaterpenetratie (regen, optrekkend vocht, lekkages etc.), oppervlaktecondensatie, aanwezigheid van hygroscopische zouten (of, zeer uitzonderlijk, door de hygroscopiciteit van het materiaal zelf).



Desintegratie

Laagvorming

Afspringen

Baksteen, natuursteen, pleister

Loskomen van één relatief dikke ($> \approx 3$ mm) laag van een materiaal. Afspringen heeft geen relatie met de oorspronkelijke structuur van de steen. Het vindt plaats parallel aan het blootgestelde oppervlak.

Mogelijke oorzaken:

Afspringen kan plaatsvinden: - door vorstschade. Deze kan ontstaan in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt. -bij aanwezigheid van een hydrofobe laag aan het oppervlak, door zoutkristallisatie daaronder of door vorstschade, wanneer water erachter is ingesloten; -bij volumetoename van roestend ijzer in de constructie waardoor het omringende materiaal losspringt.



Veranderingen aan het oppervlak

Kleurverandering

Vlekken

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Vlekken van een andere kleur verschijnen op het oppervlak van de steen.

Mogelijke oorzaken:

Vlekken kunnen veroorzaakt worden door het oplossen en transporteren en/of chemische verandering van de componenten van het materiaal zelf of componenten van aangrenzende materialen. Afhankelijk van het proces, kunnen vocht en/of temperatuur een rol spelen (bij voorbeeld in het geval van reinigen met laser).



Desintegratie

Laagvorming

Schilferen

Baksteen, natuursteen, pleister

Loskomen van een relatief dun (< 3 mm) schubachtig deel van een materiaal. Anders dan delaminatie en exfoliatie, heeft een schilfer betrekking op een kleiner deel van het oppervlak van de steen.

Mogelijke oorzaken:

Schilferen kan het resultaat zijn van zoutkristallisatie en/of vorst. Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht. Vorstschade kan ontstaan in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt.



Veranderingen aan het oppervlak

Depositie

Vuil afzetting

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Neerslag van vuil van buiten het materiaal dat niet tot chemische omzetting leidt. Het materiaal onder het vuil blijft onveranderd. Het stof kan goed hechten.

Mogelijke oorzaken:

Vuilafzetting is een gevolg van depositie van vuil (bijvoorbeeld stof en andere deeltjes) uit de omgeving. Vuil kan makkelijker plakken op het oppervlak van materialen, die een beetje vochtig zijn, maar niet direct aan slagregen blootgesteld zijn.



Desintegratie

Loslaten

Hechtungsverlies

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

De hechting tussen twee oorspronkelijk aan elkaar verbonden materialen in het metselwerk is verloren gegaan, dat wil zeggen dat de hechting is verbroken tussen (bak) steen en voegwerk, metselmortel of pleister.

Mogelijke oorzaken:

Onthechting / hechtungsverlies tussen verschillende materialen kan ontstaan door verschillen in hygrisch en thermisch gedrag, of kan veroorzaakt dan wel versterkt worden door schadeprocessen als zoutkristallisatie en/of vorst.



Veranderingen aan het oppervlak

Depositie

Graffiti

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Verf, inkt of dergelijke stof op het oppervlak van het materiaal. Graffiti op monumenten of andere plaatsen waar ze niet gewild zijn, komen door vandalisme. Er moet gesteld worden dat er ook een graffitikunst bestaat: dergelijke graffiti zijn geaccepteerd en worden zelfs geconserveerd.

Zoals op de afbeeldingen te zien heeft graffiti een effect op de steen, zowel als de graffiti op de steen aanwezig is, als dat het verwijderd is en een negatieve afdruk achterlaat.

Mogelijke oorzaken:

Graffiti (op monumenten of andere locaties waar ze ongewenst zijn) zijn het resultaat van vandalisme.



Desintegratie

Loslaten

Uitdrukken van voegwerk

Baksteen, mortel, natuursteen

Het voegwerk hecht niet meer aan de legmortel en steen en wordt weggeduwd, zonder zijn oorspronkelijke vorm te verliezen (geen verlies van samenhang in het voegwerk).

Mogelijke oorzaken:

Uitdrukken van voegwerk kan plaatsvinden door zoutkristallisatie en/of een vorstschade mechanisme. In het geval van uitdrukken van voegwerk door zoutkristallisatie, is er meestal sprake van crypto-florescentie tussen de metselmortel en de voegmortel. In het geval van vorstschade, vertoont de metselmortel vaak verkrumelen en/of laagvorming (exfoliatie), vanaf de buitenzijde zichtbaar als parallelle scheurtjes. Verschillen in thermische en/of hygrische uitzetting van voegmortel en ondergrond of onvoldoende hechting van de voegmortel door slechte uitvoering kunnen dit schadetype bevorderen.



Veranderingen aan het oppervlak

Depositie

Afzetting/incrustatie

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Neerslag van uitgeloopte mortel bestanddelen. Deze bestaat voornamelijk uit calcië, is witachtig, heeft een dikke en glazige structuur en een goede hechting aan het onderliggend materiaal. Soms zal een afzetting calciumsilicaat bevatten, wat het zeer moeilijk maakt deze te verwijderen.

Mogelijke oorzaken:

Afzetting na uitloging (incrustatie) kan plaatsvinden in kalkhoudende materialen in de aanwezigheid van veel water. Water lost de kalkhoudende verbindingen aanwezig in het materiaal op en transporteert ze naar het oppervlak, waar ze neerslaan.



Desintegratie

Loslaten

Blaarvorming

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Loskomen van verf of 'coating' (deklaag) van metselwerk of pleisterwerk, in de vorm van een blaar of blaas (zie ook afbladderen, wat niet in de vorm van een blaar of blaas gebeurt). Deze vorm van schade wordt, in het geval van baksteen, ook onder 'Cohesieverlies' genoemd (blaarvorming aan baksteen).

Mogelijke oorzaken:

Blaarvorming van verf is typisch voor sommige verfsoorten (bij voorbeeld latex) in de aanwezigheid van vocht (bij voorbeeld door optrekkend vocht, lekkage, regenpenetratie) dat niet eenvoudig via de verf kan verdampen.



Veranderingen aan het oppervlak

Depositie

Uitbloei

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Afzetting van zoutkristallen zichtbaar op het oppervlak van het materiaal (zie crypto-florescentie).

Mogelijke oorzaken:

Zoutuitbloei kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht, wanneer het drogingsfront zich aan het oppervlak van het materiaal bevindt. Dit gebeurt wanneer de verdamping langzamer gaat dan de vochttoevoer. Er zijn verschillende vochtbronnen mogelijk. Zouten kunnen oorspronkelijk in het materiaal aanwezig zijn of later, vanuit de omgeving, in het materiaal komen en/of door het gebruik van het gebouw.



Desintegratie

Loslaten

Afbladderen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Loskomen van verf of 'coating' van zijn ondergrond (zonder blazen, zie blaarvorming).

Mogelijke oorzaken:

Afbladderen van verf kan het gevolg zijn van waterpenetratie (door bijvoorbeeld optrekkend vocht, regen, condensatie) en/of zoutkristallisatie, en/of verschillen in hygrische of thermische uitzetting. Afbladderen kan ook door bepaalde condities tijdens de uitvoering veroorzaakt worden, zoals bijvoorbeeld wanneer de verf op een natte ondergrond aangebracht wordt. Minerale verven bladderen af, terwijl polymeergebonden verven ook blaarvorming kunnen vertonen.



Veranderingen aan het oppervlak

Depositie

Crypto-florescentie

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Wanneer niet zichtbaar op het oppervlak van het materiaal, wordt een neerslag van zoutkristallen, crypto-uitbloei of crypto-florescentie genoemd. Het kan ernstige schade veroorzaken.

Mogelijke oorzaken:

Crypto-florescentie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van vocht en zouten, wanneer het drogingsfront zich onder het oppervlak van het materiaal bevindt. Deze situatie vindt plaats als de verdampingssnelheid hoger is dan de vochttoevoer en/of wanneer het vochttransport binnen een materiaal of tussen verschillende materialen niet homogeen verloopt (zoals gebeurt bijvoorbeeld bij materialen, behandeld met een waterafstotend product, of wanneer een dichte voegmortel op een poreuze metselmortel is aangebracht).



Desintegratie

Cohesieverlies

Verpoederen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

De deeltjes van de steen zijn niet meer samengebonden; het materiaal vervalt tot fijn poeder. De schade begint aan het oppervlak van het materiaal.

Mogelijke oorzaken:

Poederen kan plaatsvinden als gevolg van verschillende schadeprocessen, zoals bijvoorbeeld zoutkristallisatie en/of een vorstschadeproces.

Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht. Vorstschade kan optreden in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt.



Veranderingen aan het oppervlak

Omzetting

Patina

Baksteen, mortel, natuursteen

Patina is de chemisch omgezette oppervlaktelaag van de steen waardoor de kleur veranderd is; vaak is er gelijktijdig sprake van depositie van stoffen. Patina is dun en compact en verschilt daarin van een korst. Anders dan in het geval van vlekken, betreft patina in principe het hele oppervlak (vlakdekkend).

Mogelijke oorzaken:

Patina is een chromatische verandering door chemische transformatie. Vaak vindt ook afzetting plaats. Patina op Bentheimer zandsteen komt door de chemische omzetting van metalen in de steen in combinatie met depositie van buitenaf (gips en biologische groei).



Desintegratie

Cohesieverlies

Verkruimelen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

De deeltjes van een materiaal zijn niet meer gebonden en het materiaal valt in kleine brokken of kruimels uit elkaar. De schade kan aan het oppervlak beginnen, maar ook dieper in het materiaal.

Mogelijke oorzaken:

Verkruimelen kan plaats vinden als gevolg van verschillende schadeprocessen, zoals bijvoorbeeld zoutkristallisatie en/of een vorstschadeproces. Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht. Vorstschade kan optreden in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt.



Veranderingen aan het oppervlak

Omzetting

Korst

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Het oppervlak van het materiaal is plaatselijk chemisch veranderd. Zowel wat morfologie als kleur van de omgezette oppervlakte laag betreft, wijkt de korst af van het oorspronkelijke materiaal. Een korst is niet hetzelfde als een incrustatie. NB. Een vergelijkbaar beeld kan ontstaan wanneer materiaal afkomstig van de voeg op de baksteen wordt afgezet en vervolgens omgezet.

Mogelijke oorzaken:

Korst kan ontstaan in geval van een kalkbevattend materiaal in de aanwezigheid van SO_x (bijvoorbeeld door luchtvervuiling); calciet wordt omgezet naar gips. Een korst kan zwart worden, door het insluiten van vuil en roet in het gips.



Desintegratie

Cohesieverlies

Afzanden

Mortel, natuursteen, pleister

De deeltjes van de steen zijn niet meer gebonden en het aangetaste materiaal is tot de oorspronkelijke zandkorrels vervallen. De schade begint aan het oppervlak van het materiaal.

Mogelijke oorzaken:

Afzanden kan plaatsvinden als gevolg van verschillende schadeprocessen, zoals bijvoorbeeld zoutkristallisatie en/of een vorstschadeproces. Zoutkristallisatie kan plaatsvinden in de aanwezigheid van zouten en vocht. Vorstschade kan optreden in de aanwezigheid van de volgende combinatie van condities: (i) vorstgevoelig materiaal; (ii) hoog vochtgehalte in het materiaal; (iii) plotseling dalen van de temperatuur onder het vriespunt. Ook zure regen, in geval van bepaalde typen zandsteen (calciet houdend), kan de oorzaak van deze schade zijn.



Scheuren

Scheur

Baksteen, natuursteen, pleister

Enkele scheur, wijder dan een haarscheur
(wijdte is: $X > 0.15 \text{ mm}$).

Mogelijke oorzaken:

Een enkele scheur (wijdte $> 0.15 \text{ mm}$) in een materiaal kan verschillende oorzaken hebben. Het kan bijvoorbeeld zijn ontstaan door een scheur in een baksteen tijdens het bakproces. Raadpleeg bij scheuren door meerdere materialen, zoals in metselwerk a.u.b. de constructieve schadeatlas.



Desintegratie

Cohesieverlies

Versuikeren
Natuursteen

Het zichtbaar worden en losraken van afzonderlijke calcietskristallen aan het oppervlak van (vrij zuiver) marmer. Het aangetaste materiaal verpoedert of verkrumelt in eerste instantie niet, maar wordt dof (verliest transparantie).

Mogelijke oorzaken:

Versuikeren van marmer wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door thermische (en/of hygrische) cycli, die leiden tot de vorming van microscheurtjes op de grens tussen individuele calcietskristallen.



Scheuren

Haarscheuren

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Een haarscheur is een scheur van zeer beperkte breedte (breedte is: $X < 0,15$). Het gaat daarbij om afzonderlijke scheurtjes (dus niet deel uitmakend van een craquelé patroon).

Mogelijke oorzaken:

Individuele haarscheurtjes (breedte $< 0,15$ mm) in een materiaal kunnen verschillende oorzaken hebben. Bij baksteen kan het gaan om krimp tijdens het droogproces. Een patroon van verticale haarscheurtjes in voegwerk kan veroorzaakt worden door drogingskrimp, vaak in combinatie met een (te) hoog bindmiddelgehalte.



Desintegratie

Cohesieverlies

Krijten
Natuursteen

De deeltjes van de steen zijn aan het oppervlak niet langer gebonden: het materiaal vervalst tot zeer fijn poeder (krijt). Deze soort schade komt voor bij kalkhoudende steen.

Mogelijke oorzaken:

Poederen kan plaatsvinden in kalk en/of gipshoudende materialen door verschillende oorzaken die de cohesie tussen de deeltjes van het bindmiddel verminderen. Vocht of vocht in combinatie met zouten of zure regen kunnen een rol spelen.



Scheuren

Craquelé

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Craquelé is een netwerk van haarscheuren.

Mogelijke oorzaken:

Craquelé kan plaatsvinden in pleisters, beton, mortel en baksteen en kan veroorzaakt worden door drogingskrimp van het materiaal. Wisselingen van het vochtgehalte van het materiaal kunnen dit schadetype met de tijd erger maken. Ook uitzetting van een achterliggende (hechtende) materiaallaag kan soms een craquelé patroon veroorzaken.



Desintegratie

Cohesieverlies

Blaarvorming Baksteen

Blaarvormige loslating van baksteen oppervlaktelaag.
De schade gaat gepaard met een omzetting in de oppervlaktelaag van de baksteen, die uitzetting veroorzaakt.
De schade begint aan het oppervlak van het materiaal.

Mogelijke oorzaken:

Blaarvorming/blaasvorming aan baksteen kan plaatsvinden aan het oppervlak van baksteen als gevolg van een transformatie leidend tot zwellende verbindingen (bijvoorbeeld gips). Dit kan voorkomen bij een zeer calciumrijke baksteen.



Scheuren

Stervormige scheur

Baksteen, natuursteen, pleister

Een stervormige scheur heeft een centraal punt van waaruit scheuren van beperkte lengte in diverse richtingen lopen.

Mogelijke oorzaken:

Een stervormige scheur kan ontstaan wanneer een uitzetting zich radiaal voortzet vanuit een centraal punt (bijvoorbeeld uitzetting van een ijzeren element, zoals een anker, ten gevolge van roesten). Ook een impact belasting (kogelinslag) is een mogelijke oorzaak van dit schadetype. Andere mogelijke oorzaken zijn bv. bij baksteen de aanwezigheid van een stukje van een hard materiaal in de ongebakken steen, zoals grind of metaal.



Desintegratie

Cohesieverlies

Erosie

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Het beschadigde materiaal vertoont een combinatie van reliëf, gaten, geulen en dergelijke. Meerdere delen of deeltjes zijn uit het oppervlak van het materiaal verdwenen en afgevoerd.

Mogelijke oorzaken:

Erosie is zowel een process als het resultaat ervan. Losse deeltjes van het materiaal worden door water en/of wind afgevoerd. Water, zand dragende wind en mechanisch reinigen kunnen een schurende werking hebben. Bij erosie gaat het om een externe actie.



Scheuren

Steken

Natuursteen

Steken zijn strakke, scherp begrensde breuken (in een rechte lijn) in natuursteen.

Mogelijke oorzaken:

Steken in natuursteen kunnen zich voordoen door drukontlasting aan steenblokken, die onderhevig zijn geweest aan tektonische krachten. Het verschijnsel doet zich soms voor lang nadat de blokken in een gebouw geplaatst zijn. Steken komen onder meer voor in hardsteen en Naamse steen.



Desintegratie

Cohesieverlies

Selectieve verwerking Natuursteen

Vorm van erosie waarbij materiaalverlies plaatsvindt, bij steensoorten met een (soms subtiel visueel zichtbaar) verschil in samenstelling, die de ene laag meer gevoelig maakt voor verwerking dan de andere.

Mogelijke oorzaak:

Hierbij kan het gaan om meer of minder oplosbare componenten (zoals kalk), verschillen in kleigehalte, lemige lagen die makkelijk uitspoelen, of verschillen in porositeit en poriegrootteverdeling die sommige lagen meer of minder gevoelig maken voor zoutschade. Udelfanger zandsteen is een voorbeeld van een dergelijke steensoort.



Mecanische schade

Kras

Baksteen, mortel, natuursteen

Oppervlakkig en lijnachtig verlies van materiaal, door de actie van een puntig of scherp voorwerp gemaakt van een harder materiaal dan de gekraste steen.

Mogelijke oorzaken:

Krassen worden in de meeste gevallen door de mens veroorzaakt.



Desintegratie

Cohesieverlies

Slijtage
Natuursteen

Vorm van erosie (plaatselijk).

Mogelijke oorzaak:

Uitslijten als gevolg van langdurige of veelvuldige mechanische belasting in de vorm van gebruik (bijvoorbeeld hardstenen traptreden) of de slijtende werking van de wind.



Mecanische schade

Snee

Baksteen, mortel, natuursteen

Schade door relatief diep indringen in het materiaal van een scherp voorwerp die een inkeping of een kuil maakt door uitholling van de steen.

Mogelijke oorzaken:

Sneden worden in de meeste gevallen door de mens veroorzaakt.



Desintegratie

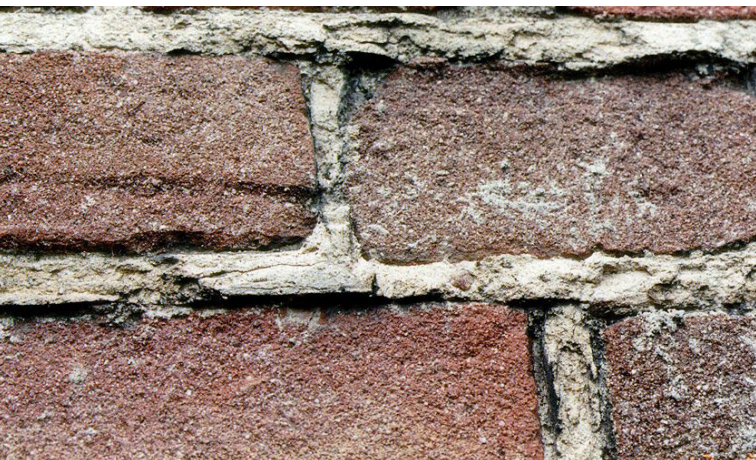
Cohesieverlies

Openbarsten
Mortel, pleister

Zwelling binnen het materiaal, gepaard gaand met openscheuren aan het oppervlak.

Mogelijke oorzaken:

Openbarsten kan plaatsvinden in een mortel of pleister als gevolg van een transformatie leidend tot zwellende verbindingen (bij voorbeeld trichloride).



Mecanische schade

Perforatie

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Gat in het materiaal gemaakt (waarbij het oppervlak wordt geperforeerd) met een scherp voorwerp.

Mogelijke oorzaken:

Perforatie wordt in de meeste gevallen door de mens veroorzaakt (spijkers, kogels,..). Soms, bij bijzonder zachte steen, kan het gaan om hopen van wespen of bijen (zie Maastrichter kalksteen).



Desintegratie

Cohesieverlies

Gaterig voegwerk Mortel

Gaterig voegwerk tussen horizontale voeg en baksteen, tussen horizontale en verticale voegen of helemaal om de baksteen heen.

Mogelijke oorzaken:

Gaterig voegwerk kan aan de grens tussen voeg en baksteen of natuursteen ontstaan en kan het gevolg zijn van onvoldoende verdichting van de voegmortel tijdens de uitvoering. Dit schadetype komt vaker aan de regenzijde van het gebouw voor. De schade kan versterkt worden door de aanwezigheid van zouten in de (bak)steen.



Mecanische schade

Splijten

Baksteen, natuursteen

Splitsing van een materiaal in tweeën, door een lijnvormige belasting.

Mogelijke oorzaken:

Splijten wordt in de meeste gevallen veroorzaakt door hoge locale belasting (puntlast of lijnlast) en niet door milieu-gerelateerde schadeprocessen (zoals vocht, vorst, zouten,...).



Desintegratie

Cohesieverlies

Alveolaire aantasting

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Het materiaal toont een honinggraatachtig schade-patroon.

Mogelijke oorzaken:

Alveolisatie vindt vaak plaats in combinatie met (of veroorzaakt door) wind, water en zoutkristallisatie.



Mecanische schade

Afboeren van hoeken

Baksteen, natuursteen

Een of meerdere fragmenten breken af van de rand van een natuursteen blok.

Mogelijke oorzaken:

Afboeren kan verschillende (mechanische) oorzaken hebben. Het wordt soms door de mens veroorzaakt.

Afboeren van (baksteen of natuursteen kan ook plaatsvinden wanneer een voeg, die een erg goede hechting met de steen heeft, uitgedrukt wordt en stukjes van de rand van de steen meeneemt.



Desintegratie

Cohesieverlies

Stylolieten Natuursteen

Stylolieten zijn vaak golvende of kartelige oplossingsvlakken die voorkomen in sommige typen natuursteen; niet te verwarren met gelaagdheid, fossiele algstructuren (stromatolieten) of scheuren.

Mogelijke oorzaken:

Het proces dat leidt tot de formatie van stylolieten is een natuurlijk proces van oplossing onder druk, dat heeft plaatsgevonden voor de winning van de steen. In de stylolieten zijn ook vaak (microscopische) onoplosbare bestanddelen (bv. pyriet, kleimineralen, organisch materiaal) achtergebleven. In de fase van gebruik gaan de stylolieten geleidelijk meer 'spreken'.



Mecanische schade

Mechanische schade algemeen

Baksteen, natuursteen, pleister

Fragment(en), afgebroken van steenblok, meestal op de hoek van een gebouw.

Mogelijke oorzaken:

Mechanische schade (algemeen), zoals hier bedoeld, wordt in de meeste gevallen door de mens veroorzaakt, en niet door milieu-gerelateerde schadeprocessen (zoals vocht, vorst, zouten,...)



Desintegratie

Vorming van kratertjes Baksteen, pleister

Vorming van krater-achtige gaatjes.

Mogelijke oorzaken:

Vorming van kratertjes komt door kalkpitten (CaO) in baksteen die bij absorptie van vocht met water reageren en zwellen.



Biologische groei

Hogere planten

Baksteen, mortel, natuursteen

Hogere planten vormen een categorie met een grote variëteit, van varens tot bomen, die groeien in de aangetaste mortel van het metselwerk of in met aarde gevulde spleten in een muur.

Mogelijke oorzaken:

Hogere planten kunnen groeien in de aanwezigheid van veel water, zoals kan gebeuren in buitenmuren die aan regen zijn blootgesteld. Hogere planten kunnen makkelijker groeien in materialen die al desintegratie of scheuren vertonen (hogere planten kunnen deze schadetypen ook veroorzaken of erger maken).



Deformatie

Buiging

(Bak)steen (metselwerk), natuursteen

Vervorming van een muur / metselwerk (vrijstaande constructie). De constructie buigt over zijn volle lengte. Buiging kan gepaard gaan met scheuren. Buiging kan ook optreden in b.v. (dunne) natuursteen platen.

Mogelijke oorzaken:

Buiging van metselwerk kan het gevolg zijn van vorstschade, of kan veroorzaakt worden door (sulfaat)zwellen in de mortel. Raadpleeg a.u.b. ook de constructieve schadeatlas. Buiging van natuursteen komt in relatief dunne platen voor; mogelijke oorzaken zijn overbelasting, (irreversibele) thermische en/of hygrische uitzetting (bv. in marmeren platen).



Biologische groei

Korstmossen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Korstmossen groeien onder externe klimatologische omstandigheden (zonnig en droog), in vlekvormige patronen, en hebben een leerachtig uiterlijk; ze zijn meestal geel, oranje, rood, bruin, grijs of zwart. Van dichtbij tonen ze verschillende vormen: kruimels, korsten, schubben, bladeren en struiken. Korstmossen hebben geen wortels. Ze vormen een symbiose van algen/cyanobacteriën met schimmels.

Mogelijke oorzaken:

Korstmossen groeien onder buitenomstandigheden. De meeste korstmossen kunnen ook perioden van droogte overleven. Korstmossen zijn zeer gevoelig voor luchtverontreiniging (vooral SO₂ is een beperkende factor).



Deformatie

Uitbuiken/uitstulpen

(Bak)steen (metselwerk), pleister

Vervorming van een muur / metselwerk (niet vrijstaande constructie) of pleister. De richtingscoëfficiënt van de vervorming verandert daarbij, zodat de vervorming op een opgezwollen maag lijkt. Uitbuiken kan gepaard gaan met scheuren.

Mogelijke oorzaken:

Uitbuiken van metselwerk kan worden veroorzaakt door zwellen van de mortel, ten gevolge van vorst of vorming van zwellende verbindingen, of kan worden veroorzaakt door horizontale krachten. Raadpleeg a.u.b. ook de constructieve schadeatlas.

Bij pleisterwerk kan deze schade veroorzaakt worden door verschillen in thermische en/of hygrische uitzetting van de laag die bol staat. In sommige gevallen kan de aanwezigheid van zouten en/of zwellende verbindingen (bijvoorbeeld thaumasiet, ettringiet, Friedel's zout) het proces starten of verergeren.



Biologische groei

Levermossen

Baksteen, mortel, natuursteen

Levermossen zijn kleine, eenvoudige planten met dikke bladeren. De bladeren zijn ledevormig. Ze kunnen groen, bruin of zwart zijn en ze hebben geen wortels.

Mogelijke oorzaken:

Levermossen kunnen groeien in de aanwezigheid van vocht, meestal onder buitenomstandigheden.



Deformatie

Scheefstand

(Bak)steen (metselwerk)

Vervorming van een muur / metselwerk, zonder volumetoename, maar met een afwijking van zijn oorspronkelijke postuur. Scheefstand kan gepaard gaan met scheuren.

Mogelijke oorzaken:

De meest voorkomende oorzaak van scheefstand is zetting. Raadpleeg a.u.b. de constructieve shadeatlas.



Biologische groei

Algen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Algen groeien onder buitenklimaat-omstandigheden (soms ook in binnenklimaat) in de vorm van een poederachtige depositie van draden. Ze zijn gewoonlijk groen, rood of bruin en hebben geen wortels. Blauwe algen behoren tot de cyanobacteriën.

Mogelijke oorzaken:

Algen kunnen groeien in de aanwezigheid van vocht, onder buitenomstandigheden. Ze groeien makkelijker op langzaam drogende materialen en/of in de aanwezigheid van NOx luchtvervuiling.



Deformatie

Verplaatsing

(Bak)steen (metselwerk)

Vervorming van/in een muur / metselwerk, die geen volume toename impliceert, maar een verandering van locatie. Verplaatsing kan gepaard gaan met scheuren.

Mogelijke oorzaken:

Dit type schade kan veroorzaakt worden door verschillende mechanismen, zoals vorst of zetting. Raadpleeg a.u.b. de constructieve schadeatlas.



Biologische groei

Mossen

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Mossen groeien onder buitenklimaat-omstandigheden in de vorm van groene kussentjes of puntige/harige bosjes; als ze droog zijn, zijn ze bruin. Mossen groeien met hun rhizoiden (wortel-achtige structuren) enigszins in het substraat (meestal mortel), maar hebben geen echte wortels. De rhizoiden produceren zuren die sommige mineralen oplossen, bv. het bindmiddel in geval van mortel.

Mogelijke oorzaken:

Mossen kunnen groeien in de aanwezigheid van vocht, onder buitenomstandigheden. Ze groeien makkelijker in materialen die al desintegratie vertonen. Vanwege de lagere pH-waarde (≈ 3) onder de laag mos kan het oppervlak van de ondergrond worden aangetast. Vochtige mossen kunnen het risico op vries-dooischade vergroten wanneer ze in scheuren of holten aanwezig zijn.



Deformatie

Afwijking in het verticale vlak

(Bak)steen (metselwerk)

Afwijking waarbij de voegen niet meer horizontaal zijn maar de richting van een zetting volgen. Ramen en deuren zijn niet meer haaks.

Mogelijke oorzaken:

Dit schadetype wordt (meestal) veroorzaakt door zetting.
Raadpleeg a.u.b. de constructieve schadeatlas.



Biologische groei

Schimmels

Baksteen, mortel, natuursteen, pleister

Schimmels kunnen in principe zowel onder buitenklimaat- als onder binnenklimaat-omstandigheden (hoge RV) groeien. Schimmels vormen vlekken en soms een bont-achtige laag. Ze zijn gewoonlijk grijs, bruin, paars of zwart en, wanneer ze in of op verf groeien, maken ze vlekken, die ook roze kunnen zijn.

Mogelijke oorzaken:

Schimmels kunnen zich in W-Europa vooral onder binnenklimaat-condities ontwikkelen. Gunstige omstandigheden voor de groei zijn: RV aan het oppervlak hoger dan 80%, temperatuur tussen 10 en 35 °C, aanwezigheid van voedingsstoffen en pH tussen 3 en 7. NB soms kan een houtaantastende schimmel worden aangetroffen op steenachtige muurconstructies.



Onderhouden en restaureren van monumentale gebouwen en objecten vraagt om een juiste diagnose van schade. Daarom wordt de MDCS terminologie gebruikt in de ERM-richtlijnen voor monumentale gebouwen en objecten.

Samengesteld door S. Naldini (H&A, TU Delft) voor Monumentenwacht en ter ondersteuning van de uitvoeringsrichtlijnen van ERM.

Drukwerk en verspreiding door:

erm samen voor
restauratie
kwaliteit 



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

TNO  **TU Delft**