

Baksteenmetselwerk Scheuren en herstel

Bij historische baksteenconstructies komen verschillende vormen van schade voor. Zo is scheurvorming een veelvoorkomend probleem, maar ook afpoederen, afschilferen en afbrokkelen van baksteen en mortel treden regelmatig op. In deze brochure wordt ingegaan op de bouwtechnische en constructieve oorzaken van scheuren, en op de mogelijkheden tot herstel. In een volgende brochure, *Baksteenmetselwerk: aantasting en herstel*, wordt nader ingegaan op de materiaaltechnische aspecten en de overige schadevormen.

INLEIDING

Het baksteenmetselwerk is een van de karakteristieken van menig monument. Het metselverband, het formaat en de textuur van de steen bepalen in belangrijke mate het karakter ervan. Daarnaast zijn het voegwerk, het zogenoemde patina en de afwerkingen bepalend voor de historische waarden van het baksteenmetselwerk.

Bij het herstel van historisch baksteenmetselwerk is het van het grootste belang de relatie tussen deze aspecten niet uit het oog te verliezen. Het zo veel mogelijk behouden van historisch metselwerk moet bij herstel uitgangspunt zijn. Lees ook onze brochure *Voegwerk*.

Baksteenconstructies zijn onderhevig aan natuurlijke verwerking en veroudering. Wind en water leiden op de lange duur, afhankelijk van de kwaliteit van de toegepaste materialen, tot schade aan baksteenmetselwerk. Veranderingen in de ondergrond en fundering kunnen leiden tot zettingen in de constructie, waardoor er scheuren kunnen ontstaan. Door veranderingen in de directe omgeving van historische gebouwen of door een andere belasting kan er een versnelde aantasting ontstaan, evenals door goed bedoelde maar verkeerd uitgevoerde bouwkundige ingrepen. Onder meer de uitvoering van bouwwerkzaamheden en de daarmee soms gepaard gaande tijdelijke verandering van de grondwaterstand kunnen aanleiding zijn tot schade. Ook herstel met niet-passende, bijvoorbeeld te harde materialen, kan schade veroorzaken.



Door funderingsproblemen zijn bij Kasteel De Haar bij Haarzuilens grote scheuren in het metselwerk ontstaan. Diverse soorten onderzoek en ingrijpende maatregelen waren nodig om het metselwerk te stabiliseren en te herstellen

Verkeerd geplaatste ankers zouden plaatselijk tot hoge trekspanningen kunnen leiden, wat nieuwe scheuren tot gevolg kan hebben. Ankers moeten zodanig worden geplaatst dat de krachten gelijkmatig over een groot stuk metselwerk worden verdeeld.

Ga bij stabiliteitsproblemen eerst na of er delen van de oorspronkelijke constructie zijn verdwenen, welke dat zijn, en welke onderdelen een wijziging hebben ondergaan. Laat een constructeur beoordelen of een reconstructie van verwijderde delen een volwaardige constructie kan opleveren en toets deze aan de bouwvoorschriften.

Als de stabiliteit van de in de oorspronkelijke staat teruggebrachte constructie niet voldoet,

moet er een hulpconstructie worden aangebracht. Deze nieuwe toevoeging mag geen afbreuk doen aan de aanwezige cultuurhistorische waarden.

VERGUNNING EN SUBSIDIE

Bij herstel van historisch metselwerk is er meestal sprake van een ingreep die als een wijziging van het monument moet worden aangemerkt. Voor het wijzigen van een monument is op grond van artikel 11 van de *Monumentenwet 1988* een vergunning vereist.

Het onderhouden en restaureren van historisch metselwerk wordt in beginsel aangemerkt als subsidiabele werkzaamheid in het kader van het *Besluit rijkssubsidieëring instandhouding monumenten*.

LITERATUUR

- Berends, G. (1989). Baksteen in Nederland in de Middeleeuwen. In *Restauratievademecum RVblad Baksteen 02*, nr. 15, p. 1-18.

- Beukel, A. van den (1990). Bouwconstructies: een inleiding in de constructieve veiligheid van monumenten. In *Restauratievademecum RVblad Bouwconstructies 01*, nr. 18, p. 1-14.

- Janse, H. (1989). Benamingen van Nederlandse metselbakstenen. In *Restauratievademecum RVblad Baksteen 01*, nr. 14, p. 1-3.

- Monumentenwacht Nederland (1997). Baksteen. In *Inspectiehandboek Monumentenwacht Nederland Moduul 1.2.1 Wanden*.

- Naldini, S. et al. (2007). Definitie van constructieve schadepatronen. In *Praktijkboek instandhouding monumenten*, deel II-4 Buitenwanden, aflevering 31, Sdu.

- Staal, J.P. (1986). Metselwerk en daarop aangebrachte afwerkklagen: bouwhistorische beschouwing. In *Restauratievademecum RVblad Metselen in baksteen 01*, nr. 5, p. 1-18.

- Strijbos, H.M.M. (1993). Metseltekens: figuren, tekens en symbolen in baksteenmetselwerk. In *Restauratievademecum RVblad Metselteken 01*, nr. 32, p. 1-18.

RACM Brochure Techniek 4 oktober 1995, 2e druk oktober 1998, 3e druk september 2001, gewijzigde 4e druk december 2004, gewijzigde 5e druk februari 2009
Redactie Klaas Boeder, Taco Hermans, Michiel van

TOT SLOT

Bij het instandhouden van oude gebouwen is het de kunst om een goede balans te vinden tussen herstel en niks doen. Overdadig ingrijpen is net zo ongewenst als verwaarlozing. Werkzaamheden aan oud baksteenmetselwerk zijn nagenoeg altijd zichtbaar, hoe zorgvuldig ook uitgevoerd. Esthetisch gezien kan een herstelde scheur of een vernieuwde steen net zo verstorend zijn voor het beeld als de oorspronkelijke scheur of beschadigde steen.

De snelheid waarmee de schade zich ontwikkelt en het risico van vervolgschade zijn wellicht het meest richtinggevend bij de keuze of er wel of niet moet worden ingegrepen. ❧

Hunen, Mariël Kok, Cor van Kooten, Renate Pekaar, Dirk Snoodijk en Daniëlle Takens
Tekst Matth van Rooden, Jos van Rooden en Michiel van Hunen
Foto's Michiel van Hunen, tenzij anders vermeld
Tekeningen Matth van Rooden
Vormgeving ontwerpjanhaandrikman, Doornenburg
Druk Boom & van Ketel grafimedia, Haarlem
Aan deze uitgave kunnen geen rechten worden ontleend.
ISSN 1569-7606

Gratis abonnementen op onze Nieuwsbrief met brochures, adreswijzigingen, bestellingen van meerdere exemplaren en al uw vakinhoudelijke vragen: info@racm.nl of (033) 42 17 456.

Alle in deze uitgave gepubliceerde afbeeldingen van de RACM zijn tegen betaling te bestellen via (030) 69 83 300. De overige afbeeldingen alleen in overleg met de genoemde fotograaf of illustrator.

De Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten is, in samenwerking met anderen, verantwoordelijk voor de zorg voor het Nederlandse erfgoed boven en onder de grond en onder water. In 2006 zijn de Rijksdienst voor de Monumentenzorg en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek samengevoegd tot één nieuwe rijksdienst. Wij zijn onderdeel van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

INFORMATIE EN ADVIES

Wilt u meer weten of advies over dit onderwerp, neem dan contact op met de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten: Michiel van Hunen, (030) 69 83 285, m.van.hunen@racm.nl.

NUTTIGE ADRESSEN

Vakgroep Restauratie

Postbus 2079, 3800 CB Amersfoort
(033) 46 59 465, fax (033) 47 90 769
info@vakgroeprestauratie.nl
www.vakgroeprestauratie.nl

ANDERE RACM-BROCHURES

Te bestellen via info@racm.nl.

- *Hydrofoberen van gevels*
- *Voegwerk*
- *Vocht en zouten in metselwerk*
- *Het reinigen van gevels*
- *Natuursteen in Nederland*
- *Het gebruik van kalkmortel*
- *Graffiti op monumenten*
- *Beton: schade en analyse*
- *Beton: onderhoud en herstel*
- *Beton: herstel en uitvoering*
- *Fabrieksschoorstenen*
- *Financiële steun voor rijksmonumenten*
- *Subsidie voor rijksmonumenten*
- *Een lening voor rijksmonumenten*

Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten

Postbus 1600, 3800 BP Amersfoort
(033) 42 17 421, fax (033) 42 17 799, info@racm.nl, www.racm.nl

RACM Amersfoort Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort, (033) 42 27 777
RACM Lelystad Oostvaardersdijk 01-04, 8244 PA Lelystad, (0320) 26 97 00
RACM Zeist Broederplein 41, 3703 CD Zeist, (030) 69 83 211

Veertiende-eeuwse bakstenen gestookt in een veldbrandoven. Temperatuurverschillen en de wijze van stapeling in de veldoven leidden tot een mooi gemêleerd kleurenpalet (foto Albert Reinstra)



HISTORISCHE ONTWIKKELING

Het bouw materiaal baksteen wordt vanaf de tweede helft van de twaalfde eeuw in de Lage Landen opnieuw toegepast, nadat de techniek van het bakken na het vertrek van de Romeinen verloren was gegaan. De fabricage van baksteen vond allereerst plaats in het noorden van ons land, waarna het zich over het hele land verspreidde. Aangezien het fabricageproces slechts in beperkte mate kon worden beheerst, was er een grote variëteit in de kwaliteit van bakstenen. Ook de variaties in mineralogische samenstelling en structuur van de gebruikte grondstoffen speelden een rol. Een vrij grove structuur en een niet-egale kleur kenmerken veelal dergelijke bakstenen. In de loop van de zeventiende eeuw wordt het fabricageproces, mede onder invloed van het kleiner worden van het formaat, steeds beter beheerst, waardoor er een vrij egale kleur wordt verkregen. Door het beter bewerken van de klei, het machinaal vormen van de steen, het bakken in een ringoven en later in een tunneloven, kon er een steeds betere baksteen worden geproduceerd.

Baksteenformaten

In de begintijd waren bakstenen fors van formaat. Afmetingen variërend van 30 tot 38 centimeter lang, van 16 tot 18 centimeter breed en van 8 tot 12 centimeter hoog waren zeer gebruikelijk. Dit grote formaat baksteen, de zogenoemde kloostermop, werd toegepast tot in de zestiende eeuw. In de loop van de tweede helft van de veertiende eeuw vond vanuit het westelijke deel van het land reductie van het formaat plaats. In het algemeen kan worden gesteld dat hoe

groter het formaat is, hoe ouder de baksteen. Enige voorzichtigheid op dit punt is geboden, mede gezien de levendige handel die in de veertiende eeuw tot ontwikkeling kwam. De mechanisering van het productieproces in de negentiende eeuw heeft uiteindelijk geleid tot de standaardisering van baksteenformaten.

Metselverbanden

De eerste bouwwerken in baksteen werden, analoog aan de Romeinse techniek in natuursteen, in kistwerk opgetrokken. Kistwerk is een muurconstructie, samengesteld uit twee halfsteensmuren, waartussen stortwerk, te weten puin, grind en mortel, is aangebracht. Om deze muren met het stortwerk te verbinden zijn er soms zeer spaarzaam koppen in de laag verwerkt. Wanneer dit met een zekere regelmaat gebeurt, om de drie à elf strekken, spreekt men bij historisch metselwerk van kettingverband. Van Noors verband is sprake indien er na elke twee strekken een kop is gemetseld. Vroeg baksteenmetselwerk is vaak uitgevoerd in Vlaams verband, met na elke strek een kop. Dit metselverband werd tot in de veertiende eeuw toegepast. Vanaf het tweede kwart van deze eeuw ontwikkelt zich een metselverband waarbij de strekkenlaag wordt afgewisseld met een koppenlaag, het staand verband. Rond het begin van de zestiende eeuw treedt er een verandering in dit verband op. Door de opvolgende strekkenlaag een halve strek te verschuiven ontstaat het kruisverband. Dit verband wordt vanaf de zeventiende eeuw vrij algemeen gebruikt, tot aan het tweede kwart van de twintigste eeuw, toen de spouwmuur in zwang kwam. Het toepassen van kwart bakstenen, ofwel klezoren, in de koppenlaag is altijd gebruikelijk geweest. Rond 1600 worden de kop en klezoor in de koppenlaag samengevoegd en doet de drieklezoor zijn intrede. En ongeveer een eeuw later wordt de drieklezoor in de strekkenlaag toegepast. Het tijdstip van invoeren van deze hoekoplossingen kan per streek nogal uiteenlopen. Naast deze metselverbanden, in steensmuren of dikker, werd van oudsher het halfsteensverband gebruikt. Het toepassen van dit verband is ook vandaag de dag nog zeer gebruikelijk.

Vroeg metselwerk in Vlaams verband, waarbij strekken en koppen elkaar afwisselen (foto Albert Reinstra)

Metselwerk opgetrokken in kistwerk (foto Albert Reinstra)

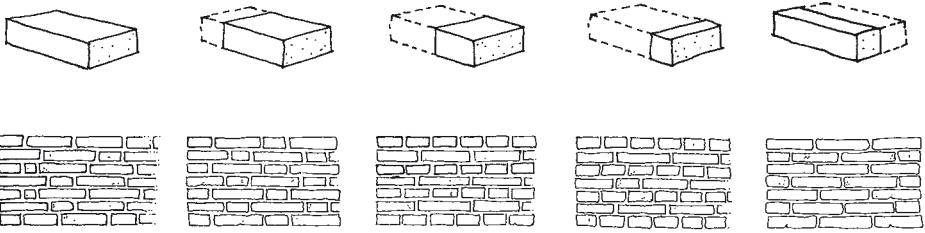


Metselwerk in kruisverband. De craquelé in het voegwerk blijkt geen probleem te vormen

Decoratieve veldbrandstenen zijn in opdracht van architect J.F. Staal in 1917 op bijzondere wijze vermitseld in villa De Ark in Bergen

v.l.n.r. Strek, drieklezoor, kop, klezoor, klisklezoor

v.l.n.r. Noors verband, Vlaams verband, staand verband, kruisverband, halfsteensverband



Afwerkingen en bewerkingen

Er zijn talrijke historische voorbeelden van baksteenmetselwerk dat geheel of gedeeltelijk op de een of andere wijze is afgewerkt en bewerkt. Afwerkingen zoals sausen en oliën, maar ook bewerkingen als schuren, scharrreren, ofwel ribbelen, en profileren van de baksteen zijn hiervan bekende voorbeelden. Ook het toepassen van een afwijkende kleur baksteen, al dan niet verglaasd, en van natuursteen, is een middel dat karakteristiek kan zijn voor de architectuur van gevelmetselwerk, evenals de toepassing van bijzondere baksteenconstructies en ornamenten in de vorm van metseltekens. Daarnaast is de relatie tussen het baksteenmetselwerk – met zijn eventuele afwerkingen en bewerkingen – en het voegwerk van belang.



Vroegzestiende-eeuws metselwerk met touwbandmotief. De gele stenen zijn kalkrijk, de rode ijzerrijk (foto Albert Reinstra)

Siermetselwerk uit 1908 van het sociëteitsgebouw van KR&ZV De Maas in Rotterdam. De gekleurde Bricorna-steentjes zijn typerend voor de bouw tijd

OORZAKEN

Scheurvorming heeft vaak een constructieve oorzaak, maar het kan ook het gevolg zijn van bouw- of materiaaltechnische problemen. Hieronder volgt een overzicht van constructieve en bouwtechnische problemen die kunnen voorkomen bij metselwerk. De vorm van de scheur, zoals breedte, richting en verloop, geeft een deskundige veel informatie over de mogelijke schadeoorzaken. In onze brochure *Baksteenmetselwerk: aantasting en herstel* wordt nader ingegaan op de oorzaken die meer met het materiaal zelf te maken hebben.

Zetting

Zettingen zijn verticale verplaatsingen van een gebouw of een deel daarvan als gevolg van ver-



Verzakking van de fundering heeft tot forse scheurvorming geleid op een van de kwetsbare plekken van een gebouw, boven de deur

anderingen in de ondergrond of fundering. Door met name ongelijkmatige zakkingen ontstaan zettingsverschillen in het gebouw die tot scheurvorming leiden. Bij oude gebouwen kan er sprake zijn van verschillende bouwfasen, waardoor bijvoorbeeld de fundering een ongelijke aanleg heeft. De kans op zettingsverschillen is daardoor groter, zeker wanneer er geen overbruggingsconstructie is aangebracht. Het inklinken van de ondergrond door de verlaging van de waterstand of door het krimpen van de grondslag, zoals bij veen het geval kan zijn, leidt tot zettingen in baksteenconstructies. Ook wanneer houten funderingsconstructies hun draagkracht verliezen doordat ze boven water komen en gaan rotten of doordat ze worden aangetast door bacteriën kan er zetting optreden. Schade kan ook voortkomen uit bodemdaling als gevolg van het wegspoelen van bestanddelen uit de grond, doordat regenwaterafvoeren of bestratingen met goten en riolen in slechte toestand verkeren. Gaswinning kan ook leiden tot bodemdaling. Bewegingen in de ondergrond kunnen worden veroorzaakt door de uitzetting van de grond als gevolg van de inwerking van vorst, door groei van boomwortels en het bewegen van het wortelbed door winddruk op de kruin van de boom. Graafwerkzaamheden, verkeerstrillingen en heiverkzaamheden zijn ook veelvoorkomende oorzaken van zettingen. Zo kan de ondergrond vervormen door bijvoorbeeld een naastgelegen bouwput of -kuip of door opslag van grote hoeveelheden grond tijdens wegeaanleg of dijkverzwaring.

Overbelasting

Door het eigen gewicht of door het gebruik kan een gebouw zwaarder worden belast dan zijn draagvermogen. Er kan ook sprake zijn van een te geconcentreerde, sterk wisselende of langdurig zware belasting. Ook kan de belasting op de ondergrond per bouwdeel te veel verschillen. Door een latere aan- of opbouw kan de maximale draagkracht van fundering of constructie plaatselijk worden overschreden. Zo kan het aanbrengen van woningscheidende vloeren op

Bij deze watertoren is het metselwerk zodanig onder druk komen te staan als gevolg van kruip in de betonconstructie dat grote schollen metselwerk losscheuren



een of meerdere verdiepingen op termijn tot schade leiden. Scheuren kunnen ook ontstaan door een langdurige zware belasting van het metselwerk. Kruip is het in de tijd toenemen van de materiaalvervorming als gevolg van een constant zware belasting. Bij baksteenmetselwerk is kruip zeer beperkt. Alleen bij hoge constructies zoals torens zou het een rol kunnen spelen en wanneer metselwerk is verbonden met materialen die een grotere gevoeligheid hebben voor kruip, zoals hout, staal en beton. Alle ondeskundige wijzigingen aan een monument kunnen direct of op termijn tot schade leiden doordat de constructie plaatselijk wordt overbelast. Als voorbeelden kunnen worden genoemd het verwijderen van schoren in kapconstructies, het uitnemen van ringankers, het verwijderen van ankerbalken in houtconstructies van vooral boerderijen en het doorbreken of wegnemen van een bouwmuur of schoorsteen. Er zijn baksteenconstructies die later geheel of gedeeltelijk voorzien zijn van een nieuwe buitenschil, vaak van steen en mortel van andere kwaliteit. De toegevoegde buitenschil is meestal niet dikker dan een halve steen, al worden torens en molens wel met steensdikke schillen aange troffen. Vaak is de materiaal- en mortelkeuze

naar de huidige inzichten een onjuiste, met als gevolg dat de nieuwe buitenschil los van de kern is komen te staan.

Thermische werking

Bouwmaterialen zetten uit of krimpen bij temperatuurveranderingen. De mate van uitzetting en krimp is afhankelijk van de temperatuurverandering en de thermische uitzettingscoëfficiënt van het materiaal. Scheurvorming als gevolg van thermische spanningen kan ontstaan doordat in een constructie de temperatuurschommelingen te groot zijn. Maar ook doordat er verschillende materialen zijn toegepast met sterk van elkaar verschillende thermische uitzettingscoëfficiënten. Er kan sprake zijn van verschillende soorten materiaal, zoals baksteen en beton of baksteen en staal, maar ook van verschillende kwaliteiten van één soort materiaal, zoals een zachtgebakken en een hardgebakken steen.

Temperatuurverschillen Verwarming door de zon kan de temperatuur van het buitenste deel van het baksteenmetselwerk tot hoge waarden opvoeren. De temperatuur van het binnenwerk kan daarbij achterblijven, waardoor er grote

spanningsverschillen in de constructie ontstaan. Wanneer vervormingen worden verhinderd doordat er geen dilatatievoegen aanwezig zijn of de spanningen niet door de mortel kunnen worden opgenomen, kunnen er scheuren ontstaan. Grote temperatuurverschillen kunnen ontstaan door verschillen in oriëntatie. Zo kunnen er grote spanningen ontstaan in rondlopend metselwerk, zoals een schoorsteen, toren of molenromp, waarbij de zuidzijde veel meer opwarmt dan de noordzijde. Maar ook in een lange muur met één oriëntatie kunnen de thermische spanningen zo hoog oplopen dat er verticale scheuren ontstaan en losse schollen. Met name bij fortten komt dit regelmatig voor. Ook bij steunberen, met hun naar verhouding tot de massa grote buitenoppervlakken, kunnen problemen ontstaan. Zeker wanneer die zijn samengesteld uit gevelklinkers, gemetseld in zeer stijve, sterke mortel.

Materiaalverschillen Bij sommige baksteenconstructies bestaat een deel van de gevel uit een andere kwaliteit baksteen dan de kern. De kern bestaat in dat geval meestal uit een minder hard gebakken steen. Onder invloed van de verschillen



Grote delen van het metselwerk van het reduit van fort Vechten zijn in het verleden ingeboet. Door met name thermische werking zijn deze vernieuwde delen weer losgescheurd van het oude werk

in uitzettingscoëfficiënt kunnen er lateraal scheuren ontstaan – dat zijn scheuren evenwijdig aan het oppervlak –, waardoor de buitenschil loskomt van de kern. De flexibiliteit van de mortel is soms bepalend voor het al dan niet ontstaan van scheuren. Een starre mortel, op basis van cement, kan minder beweging opvangen dan een kalkmortel. Bij gebouwen die zijn samengesteld uit zowel baksteenmetselwerk als beton of staal kunnen er problemen ontstaan. Zeker als de verschillende materialen aan het buitenoppervlak grenzen en direct door de zon kunnen opwarmen. De thermische uitzetting van beton en staal is ongeveer twee keer zo groot als die van metselwerk.

Roestend ijzer

Het roesten van ijzer kan een zes tot acht maal zo groot volume aan ijzermateriaal tot gevolg hebben. Wanneer ijzer dat is verankerd in metselwerk gaat roesten kan metselwerk uit elkaar worden gedrukt. Roestende verankeringen, doken, duimen en ringankers in baksteenmetselwerk zijn oorzaak van zeer veel schade. De aanwezigheid van ijzer kan door middel van fysische detectie worden vastgesteld.



Het roesten van het ijzeren anker gaat gepaard met een aanzienlijke volumevergroting, waardoor het metselwerk uit elkaar wordt gedrukt

Zout en vocht

Metselwerk kan bouwschadelijke zouten bevatten. Ook kunnen er verbindingen aanwezig zijn of worden gevormd die veel water opnemen en daardoor zwellen. Wanneer dergelijk zoutbelast metselwerk onderhevig is aan een sterke vochtbelasting kan er scheurvorming optreden. Ook door inwerking van vorst kan er, wanneer metselwerk is verzadigd met vocht, zwellings ontstaan die tot scheuren leidt. In de brochures *Baksteenmetselwerk: aantasting en herstel* en *Vocht en zouten in metselwerk* wordt nader ingegaan op problemen met vocht en zoutbelast metselwerk.

ONDERZOEK

Allereerst dient de oorzaak van de schade te worden vastgesteld. Op basis van een eerste visuele inspectie moet een deskundige vaststellen welke soorten onderzoek daarvoor nodig zijn. Zo kan er bouwtechnisch onderzoek noodzakelijk zijn, maar ook materiaaltechnisch, bouwfysisch, geofysisch of bouwhistorisch onderzoek, of onderzoek naar omgevingsfactoren die van invloed kunnen zijn geweest. Pas wanneer de oorzaak van de schade is vastgesteld en indien mogelijk weggenomen of gestabiliseerd, is het zinvol herstelwerkzaamheden uit te voeren.

Soorten scheuren

De herstelmethode wordt meestal niet alleen bepaald door de schadeoorzaak, maar ook door het schadebeeld. Van wezenlijk belang voor de keuze van de herstelmethodiek is of de schade stabiel is of instabiel; met andere woorden: of die zich wel of niet verder ontwikkelt. Ook belangrijk is of het een dynamische scheur betreft, waarbij de scheurhelften min of meer continu ten opzichte van elkaar bewegen, of een statische scheur, waar nagenoeg geen beweging in zit. Er zijn vier verschillende mogelijkheden. Een scheur kan stabiel statisch zijn. Bijvoorbeeld wanneer er een eenmalige zetting heeft plaatsgevonden, die tot de vorming van een bepaalde scheur heeft geleid. Wanneer door thermische

werking een zogenaamde natuurlijke dilatatie is ontstaan, is de scheur meestal stabiel dynamisch. Wanneer een scheur heel geleidelijk toeneemt, bijvoorbeeld door roestend ijzer, kun je spreken van een instabiele statische scheur. Een scheur kan ook instabiel dynamisch zijn, bijvoorbeeld als metselwerk overbelast is en is gefundeerd op een veenbodem met wisselende grondwaterstand. De laatste twee vormen vragen zonder meer om herstelmaatregelen. Bij stabiele scheuren zijn herstelmaatregelen niet altijd noodzakelijk. Bij dynamische scheuren kunnen bepaalde ingrepen ook averechts werken. Zo kan er op een andere plek nieuwe schade ontstaan wanneer thermische scheuren worden hersteld door middel van inboeten. De activiteit van een scheur kan worden gemeten met een zogenaamde scheurmeter. Deze bestaat uit twee perspex plaatjes met raster en schaalverdeling, die zodanig aan weerszijden van de scheur worden bevestigd dat ze vlak voor elkaar langs bewegen. Ook kan de scheur plaatselijk worden dichtgezet met gips. Door bij te houden binnen hoeveel tijd het gips weer losscheurt, wordt er een beeld verkregen van de activiteit.

Onzichtbare scheuren

Het metselwerk kan eenvoudig en effectief worden onderzocht op de aanwezigheid van onzichtbare scheuren door het met een hamer te bekloppen. Een volledige, ofwel heldere klank duidt op homogeen metselwerk. Een gebroken, ofwel doffe klank duidt op scheuren of openingen in de baksteenconstructie. Scheuren en holten kunnen ook in beeld worden gebracht met moderne



Scheurmeter, waarmee de verdraaiing en verschuiving van twee muurdelen ten opzichte van elkaar zichtbaar kunnen worden gemaakt

niet-destructieve onderzoekstechnieken die gebruikmaken van de reflectie van geluidsgolven of elektromagnetische golven, of door middel van endoscopie of infraroodthermografie.

HERSTEL

Hieronder wordt een viertal herstelmethoden kort beschreven: inboeten, injecteren, dilateren en het aanbrengen van extra verankeringen.

Inboeten

Inboeten is het in metselen van hele bakstenen op plaatsen waar bakstenen zijn gescheurd, beschadigd of ontbreken. Inboeten kan zowel aan de oppervlakte van het werk plaatsvinden als in het inwendige ervan. Het inboeten van metselwerk is tot op heden de beste methode van herstel gebleken. Voor het herstel van dynamische scheuren kan het echter afhankelijk van de situatie zinloos zijn of zelfs risicovol. Inboetwerk vergt een zorgvuldige voorbereiding, een weloverwogen materiaalkeuze en een zorg-



Metselwerk waarbij om constructieve redenen diep wordt ingeboet

vuldige uitvoering. De volgende aandachtspunten zijn van belang:

Voorbereiding Het is belangrijk het verband, de metseltekens en andere bijzonderheden, zoals bouwsporen en onregelmatigheden, door middel van het maken van tekeningen of foto's vast te leggen.

Materiaalkeuze In het algemeen geldt dat er eenzelfde soort steen en specie moet worden gebruikt als er werd aangetroffen in de bestaande situatie, tenzij de aanwezige steen of mortel juist de oorzaak was van de schade. De nieuwe bakstenen moeten wat betreft type, kleur en maat goed aansluiten bij het bestaande werk. Men moet afwegen of de kleur van de nieuwe steen moet aansluiten bij de verouderde en vervuilde steen of juist bij de gereinigde steen. Ook de mechanische eigenschappen, zoals sterkte en hardheid, zijn belangrijk. In het algemeen mag de nieuwe steen niet sterker of harder zijn dan de aanwezige steen.

Ook de hygrische eigenschappen van de nieuwe steen moeten goed aansluiten bij het bestaande werk. Met hygrische eigenschappen worden alle eigenschappen bedoeld die te maken hebben met de vochtuishouding, zoals vochtopname, vochttransport en droging. Bij vochtbelast metselwerk moeten, om problemen door vochtopheping te voorkomen, eisen worden gesteld aan de initiële wateropzuiging en de vrijwillige wateropneming. Gebruik geen achterwerkers, ofwel bakstenen van mindere kwaliteit, of binnenmuursteen aan het buitenoppervlak van het werk. Let er op dat de stenen niet verontreinigd zijn door roet, zouten, resten van verf, teer of een hydrofobeermiddel. De metselspecie en de voegspecie moeten goed aansluiten bij de aanwezige mortel. De meeste monumenten zijn opgebouwd met kalkmortel. Voor herstel is het gebruik van kalkmortel daarom het uitgangspunt. Voor de eigenschappen en de toepassing van kalkmortel verwijzen wij naar de brochure *Het gebruik van kalkmortel*. Sluit zo veel mogelijk het gebruik uit van mortels met uitsluitend cement als bindmiddel. Standaard-cementmortels zijn in de meeste situaties te star,

waardoor gebruik daarvan tot nieuwe schade kan leiden. Bovendien hebben ze een ander hygrisch gedrag dan een kalkmortel, waardoor de droging van het bestaande metselwerk negatief kan worden beïnvloed.

Uitvoering De stenen die aangemerkt zijn om uitgehakt te worden dienen strak en kantig te worden uitgehakt of uitgeboord. Hak daarbij geen te grote vlakken tegelijk uit, maar werk gedeelte voor gedeelte. Het gebruik van zware breekhamers moet worden vermeden, omdat de trillingen tot schade aan het oude metselwerk leiden. Handhaaf zorgvuldig het metselverband, zowel in de breedte als in de diepte van het werk. Dat betekent dat er geen beklampingen van half- of steenswerk kunnen worden aangebracht, ofwel bakstenen op hun kant. Bescherm het verse werk gedurende en na het uitvoeren van het inboetwerk tegen regen, vorst en uitdroging door zon en wind.

Injecteren

In bepaalde gevallen is het mogelijk de eenheid van een baksteenconstructie weer op peil te brengen door injectie met een mortel of kunsthars. Injecteren is alleen zinvol bij statische scheuren. Het flexibel vullen van dynamische scheuren met kunstharsen is in de praktijk een illusie; zelfs de meest elastische kunstharsen gedragen zich in een scheur volledig star. Het goed en effectief vullen van scheuren en holten is in de praktijk vaak lastig te realiseren, zeker als het om fijne scheuren gaat. De volgende aandachtspunten zijn van belang:

Voorbereiding Om een optimale materiaalkeuze mogelijk te maken is het nodig de samenstelling van de metselmortel te kennen. Ook moet er een goed beeld worden verkregen van de te injecteren scheur: wat zijn de scheurwijdte en het verloop van de scheur en wat zijn de omstandigheden in de scheur: droog, nat, vervuild of zoutbelast? Hoe is de samenhang van het metselwerk? Kan er injectiemiddel ongemerkt wegvloeien? Ook het gedrag van de baksteen is van belang: betreft het zwak of sterk zuigende stenen?

Handmatig injecteren van holle ruimten met een minerale mortel



Materiaalkeuze De keuze voor het type injectiemateriaal is afhankelijk van het doel van de injectie. Herstel van de constructieve sterkte stelt andere eisen aan het injectiemateriaal dan het tegengaan van vochttoetreding. Het algemene uitgangspunt is dat de injectiemortel verwant moet zijn met de metselmortel. Voor het gros van de monumenten betekent dat gebruik van een minerale injectiemortel op basis van kalk. In bepaalde situaties kan het echter nodig zijn om voor een ander type injectiemiddel te kiezen. Bijvoorbeeld wanneer het fijne scheuren betreft en het materiaal op trek wordt belast. Injectiematerialen kunnen in twee groepen worden ingedeeld, namelijk mineraalgebonden en kunstharsgebonden. Mineraalgebonden producten hebben als bindmiddel kalk, traskalk, cement of een mengsel daarvan. Belangrijk voordeel van minerale injectiemortels is de goede waterdampdoorlatendheid. Bovendien passen ze wat authenticiteit betreft het best bij het bestaande metselwerk. Nadeel is dat hele fijne scheuren moeilijk te vullen zijn. De hecht- en treksterkte van een standaard minerale mortel is beperkt. Er zijn kunsthars-gemodificeerde

injectiematerialen en speciale microcementen die beter voldoen. Er bestaan diverse soorten kunstharsgebonden injectiematerialen, bijvoorbeeld op basis van epoxyhars, tweecomponenten-polyurethaanhars of gelvormende acrylamide. Elke type hars heeft specifieke voor- en nadelen. Zo is een epoxyhars alleen geschikt voor droge omstandigheden, terwijl polyurethaan ook in vochtige omstandigheden kan worden toegepast. Nadeel van kunstharsgebonden producten is dat ze dampdicht zijn en de vochtuishouding negatief kunnen beïnvloeden. Bovendien passen ze minder goed bij het karakter van het oorspronkelijke materiaal. Het risico dat een kunstharsinjectie leidt tot vochtopheping is afhankelijk van de positie van de gevulde scheur in de constructie ten opzichte van het damp- en watertransport dat er plaatsvindt. Op het grensvlak kan er afzetting door zouten ontstaan, met alle mogelijke gevolgen van dien. Niet alle injectieharsen zijn bestand tegen de hoge alkaliteit (pH) van cement- en kalkmortels.

Uitvoering Bij gebruik van hydraulische mortels, bijvoorbeeld op basis van kalktras, moet voor het injecteren het omliggende werk goed worden bevochtigd. Dit om te voorkomen dat de stenen te veel water aan de specie onttrekken, waardoor deze zich niet goed kan verspreiden en niet goed kan verharderen. Fijne scheuren in met kalkmortel gemetselde gewelven kunnen worden gedicht door het werk vol te gieten met kalkmelk. De kalkmelk dringt in alle kieren en vult deze, zodat er weer een homogene massa ontstaat. Hierbij moet uitdrukkelijk aandacht worden geschonken aan de vochtoverlast die daarvan het gevolg is: het werk moet voldoende de tijd krijgen weer te drogen. Wanneer er schilderingen aanwezig zijn kan deze methode mogelijk niet worden toegepast.

Dilateren

Een dilatatie is een uitzettingsvoeg, bedoeld om uitzetting en krimp in het materiaal op te vangen die met name worden veroorzaakt door thermische werking.

Natuurlijke dilatatie in een lange op het zuidwesten georiënteerde gevel



Wanneer een scheur dynamisch van aard is, kan het effectief of nodig zijn deze te handhaven om bewegingen op te vangen. De scheur kan dan worden aangemerkt als natuurlijke dilatatie. Dat kan natuurlijk alleen als de stabiliteit van de constructie voldoende is gewaarborgd. Zo'n scheur kan ook worden hersteld alsof het een statische scheur is, als er tevens in de directe omgeving een kunstmatige dilatatie wordt aangebracht. Wanneer handhaving van de scheur geen gevaar oplevert voor de stabiliteit, kan het raadzaam zijn de naad flexibel te vullen om water-toetreding te voorkomen. Daarvoor kan men bijvoorbeeld dilatatiemateriaal gebruiken of een plastisch blijvende kit.

Extra verankeren

In sommige gevallen is het voor de stabiliteit van het metselwerk noodzakelijk extra verankeringen aan te brengen. Er zijn vele typen verankering mogelijk, zoals muur- en balkankers of getordeerde roestvaststalen staven die in voegen worden aangebracht. Het is belangrijk dat het aanbrengen van nieuwe verankeringen zorgvuldig wordt doordacht.