

## **Oorzaken van scheurvorming**

Scheuren in metselwerk hebben tal van oorzaken, van fundering tot foute dakconstructie, van temperatuurverschillen tot en met een gewijzigd gebruik van het gebouw. Ook de rol van spouwankers wordt belicht in dit artikel dat niet alleen de oorzaken, maar ook de oplossingen van scheurvorming helder toelicht.

*Scheuren in metselwerk zijn voor de eigenaar van een gebouw reden tot zorg*

- door de scheuren neemt (het gevoel van) veiligheid af
- aan de esthetische kwaliteit van het gebouw wordt afbreuk gedaan
- er is een verhoogde kans op vochtinslag in muren

Het is duidelijk: als er scheuren in metselwerk ontstaan is er alle aanleiding om bij het constateren daarvan maatregelen te nemen (of die minstens te overwegen). Bij het analyseren van de schade moet aandacht worden besteed aan de volgende zaken:

*Is de schade stabiel of instabiel?*

- Stabiele schade = schade die zich niet verder ontwikkelt (zoals krimpscheuren)
- Instabiele schade = schade die zich verder kan ontwikkelen (zoals die boven lateien of scheuren door verzakking)

Wilt u, op eenvoudige en voordelige wijze, inzicht krijgen in de voortgang van de scheurvorming in uw gevel? Klik hier!

*Wat is de breedte en richting van de scheur?*

Scheuren werken als verklikkers. De breedte en richting van de scheur kan al veel informatie verschaffen. Zo constateren we dat een horizontale beweging heeft plaatsgevonden wanneer de verticale delen van een scheur groter zijn dan de horizontale delen. Andersom heeft een verticale beweging plaatsgevonden als de horizontale delen van de scheur groter zijn dan de verticale delen. Bovendien is het belangrijk te letten op het verloop van de scheurbreedte. Daar waar de scheurbreedte het grootst is, zijn de krachten het grootst.



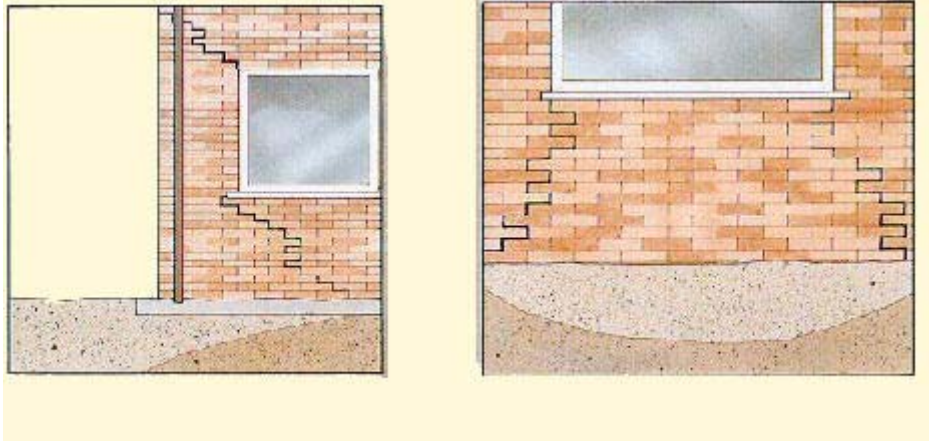
*Wat is de mogelijke oorzaak van de scheurvorming?*

Bij de keuze van een herstelmethode is het van belang dat eerst de oorzaak van de schade wordt vastgesteld. Pas nadat de oorzaak is weggenomen, kan duurzaam scheurherstel plaatsvinden. Scheuren in metselwerk worden in feite allemaal veroorzaakt door trekspanningen die te groot zijn om door de elasticiteit van het metselwerk opgevangen te worden. De redenen hiervoor kunnen verschillend van aard zijn. In veel gevallen zijn de oorzaken gecompliceerd, omdat er sprake is van een samenloop van diverse omstandigheden en factoren.

*Het herkennen van scheuren.*

- scheuren die naar boven toe breder of smaller worden
- diagonaal scheurverloop, vaak getand via de voeg (als de mortel t.o.v. de steen niet sterk is)
- wegzakken van (een gedeelte van) het gebouw

- de gescheurde delen zijn ook in verticale richting van elkaar verschoven (let op lintvoegen!)
- grondverzakking
- grondverschuiving
- omhoog stuwen van de grond.



## **1. Mogelijke oorzaken van funderingsproblemen**

### *1.1 Verlaging van de grondwaterstand*

Door verlaging van de grondwaterstand gaat de grond inklinken. Bij paalfundering kan hierdoor negatieve kleef optreden waardoor palen naar beneden worden getrokken. Ook kan er bij verlaging van de grondwaterstand een stroming ontstaan die grond meevoert met als gevolg een grondverschuiving. Tenslotte kunnen door verlaging van de grondwaterstand houten palen ineens gedeeltelijk boven het watervlak (het freatisch vlak) komen te staan waardoor ze gaan rotten.

Verlaging van de grondwaterstand kan worden veroorzaakt door:

- realisatie van bouwwerken in de omgeving waarbij een open bemaling of een bronbemaling wordt toegepast (tijdelijke zakking).
- een grote boom dichtbij het gebouw waarvan wortels plaatselijk water aan de grond onttrekken.

### *1.2 Verhoging van de grondwaterstand*

Door overmatige wateraanvoer kan water niet langer door de grond wegstromen zodat deze verzadigd raakt en er ter plaatse min of meer drijfzand ontstaat. De korrels zullen een dichtere pakking willen zoeken zodat het gebouw plaatselijk gaat zetten, met scheuren als gevolg.

Verhoging van de grondwaterstand kan worden veroorzaakt door:

- overstromingen
- slechte afwatering van het terrein/het terrein rondom het gebouw loopt niet voldoende af
- lekkages (gebroken en lekkende rioleringen, goten of hemelwaterafvoeren).

### *1.3 Grondophoging*

Bij plaatselijke grondophoging wordt een ongelijkmatige grondbelasting gecreëerd. Zo worden bijvoorbeeld bij het periodiek ophogen van bestratingen, de palen aan de gevelzijde extra belast, waardoor de grootte van de negatieve kleef toeneemt (grondlagen gaan als het ware aan de paal hangen). Het gebouw kantelt dan naar de straat toe. Het inrichten van een vuilstortplaats of een groundbank veroorzaakt een daling

van het oorspronkelijke grondniveau. Spanningen kunnen zich dan zodanig door de grond verdelen, dat deze op een andere plaats omhoog wordt gedrukt.

#### *1.4 Trillingen*

Door trillingen kan de grond plaatselijk inklinken. Trillingen kunnen worden veroorzaakt door:

- zwaar weg- of treinverkeer dichtbij het gebouw
- heiwerkzaamheden in de omgeving

#### *1.5 Geologische omstandigheden*

De samenstelling en aard van de ondergrond speelt een belangrijke rol. Samenhangende gronden zijn soorten die sterk samendrukbaar zijn, zoals klei en leem. Door de bijbehorende slechte doorlaatbaarheid van deze grondsoorten duurt het soms tientallen jaren voordat zettingen hun eindwaarde hebben bereikt. Niet samenhangende gronden zijn gronden met een in de regel zeer geringe cohesie, zoals zand en grind bijvoorbeeld. Deze gronden laten water redelijk goed door en ze zijn weinig samendrukbaar. De eindzetting is snel bereikt. De snelheid van zettingen heeft dus te maken met het vermogen van de grond om water door te laten/af te voeren. Schade kan ontstaan door:

- onvoldoende draagkracht van de grond
- aanwezigheid van verschillende grondlagen (samenhangende en niet samenhangende) die verschillende druk kunnen opnemen
- plaatselijk ongeroerde grond
- de aanwezigheid van een (eventueel: voormalig) slotenstelsel
- niet goed verdichte aanvullingen

#### *1.6 Ontwerp- en/of uitvoeringsfouten*

Veel gemaakt ontwerp- en uitvoeringsfouten:

- onvoldoende diep aangelegde fundering (niet onder de vorstgrens)
- onvoldoende gedimensioneerde fundering
- materiaaldefecten ontstaan bij het heien (bezwijkbreuk/scheuren in palen)
- functieverandering van het gebouw, waardoor de belasting verandert.

#### *1.7 Ongelijkmatige zettingen door de geometrie van het bouwwerk*

Bij een gewone eengezinswoning is het gewicht van de ontgraven hoeveelheid grond voor de kelder hoger dan het gebouwgewicht dat er voor in de plaats komt. De zetting ter plaatse van het onderkelderde deel is daarom nul. Onder het niet onderkelderde deel zal wel zetting en dus schade optreden. Ongelijkmatige zetting wordt o.a. veroorzaakt door:

- gedeeltelijke onderkeldering
- niet gedilateerde aanbouw
- geconcentreerde belastingen bij onvoldoende spreidingsmogelijkheden.

#### *1.8 Bomen die te dicht bij het gebouw staan*

Wortels van bomen die te dicht bij het gebouw staan kunnen bij ondiep gefundeerde gebouwen de fundering omhoog drukken. De wortels van de boom onttrekken plaatselijk water aan de grond waardoor de grondwaterstand verlaagd wordt (zie '1.verlaging van de grondwaterstand'). De scheuren zullen 's zomers open staan en 's winters dicht/kleiner zijn. De wateropname van bomen is zeer temperatuur- en klimaatafhankelijk en ook de grootte en het type boom speelt een belangrijke rol in het dagelijkse waterverbruik.

Meestal is het verzakken van funderingen een langzaam, maar stelselmatig doorgaand proces. Zodat een gerepareerde scheur na min of meer lange tijd vaak weer opduikt. Helaas is niet eenvoudig te bepalen of een bepaalde situatie wel of niet is gestabiliseerd. Voor ons is dan een aantal vragen van belang:

- hoe lang zitten de scheuren er al?

- zijn de scheuren recentelijk groter geworden?
- of zijn er kort geleden scheuren bijgekomen?
- is er een funderingsonderzoek uitgevoerd?

## **2. Thermische scheuren**

### *Thermische lengteverandering*

Materialen zetten uit als ze warmer worden (kruip) en ze slinken door afkoeling (krimp). Deze kruip en krimp onder invloed van temperatuurswisselingen wordt ook wel thermische\_lengteverandering genoemd. De mate waarin kruip en krimp plaatsvindt wordt weergegeven door de zogenaamde lineaire uitzettings coëfficiënt. Alle toegepaste bouwmaterialen moeten voldoende bewegingsvrijheid krijgen om de benodigde kruip en krimp te kunnen ondergaan. Helaas is er niet altijd rekening gehouden met deze benodigde bewegingsruimte. Zo worden er vaak geen dilataties aangebracht. In die gevallen temperatuurschommelingen spanningen veroorzaken die te groot zijn voor de trekkrachten die door het metselwerk kunnen worden opgenomen. De scheurwijdte bij dit type scheuren heeft de neiging in de loop van de tijd groter te worden omdat afbrokkelende muurdeeltjes de scheuren verhinderen dicht te trekken bij stijgende temperaturen. Naast de invloed van temperatuurswisselingen kan kruip en krimp ook in materialen optreden als gevolg van de invloed van vocht. De invloed daarvan is echter veel kleiner.

## **3. Lange aaneengesloten gevelwanden**

- verticale scheuren op regelmatige afstanden van elkaar
- scheuren die reageren op temperatuurschommelingen en die in breedte variëren
- scheuren in gevels die blootstaan aan grote temperatuurswisselingen, dus vooral op het zuiden en/of zuid-westen gesitueerde muren.



### *Oorzaken van schade bij lange aaneengesloten gevelwanden:*

1. geen of te weinig dilatatievoegen
2. dilatatievoegen op de verkeerde plaatsen
3. blootstelling aan hevige temperatuurswisselingen
4. blootstelling aan veel vocht

Het zondermeer repareren van schades aan metselwerk, veroorzaakt wordt door temperatuursbewegingen is zinloos, omdat de oorzaak van de temperatuursbewegingen aanwezig blijft. Vaak zien we dan ook dat na een eerste herstelpoging door middel van inboeten, de scheuren gewoon weer terugkeren. De scheur gedraagt zich dan als het ware als een natuurlijke dilatatie. Omdat door het inboeten die bewegingsruimte is weggenomen, ontstaan de spanningen door verhinderde vervorming opnieuw, met scheurvorming als gevolg. Omdat de kern van het probleem is gelegen in een verkeerde constructie, moet deze worden aangepast. Door de plaats van de dilataties zorgvuldig te kiezen (bij verspringingen of achter hemelwaterafvoeren, bijvoorbeeld) wordt het beeld of karakter van de gevel zoveel mogelijk intact gelaten.

Na het aanbrengen van dilataties kunnen de scheuren duurzaam worden gerepareerd. Omdat de oorzaak van de scheurvorming is weggenomen is de situatie nu stabiel. Door voldoende wapening toe te passen zal de resterende kruip- en krimpmaat geleidelijk worden verdeeld over vele kleine scheuren. Door de veelheid daarvan zal de wijdte beperkt blijven, zodat er geen (zichtbare) schade meer zal optreden.

#### **4. Spouwankers op hoeken**

- verticale scheuren ter plaatse van hoeken
- verticale scheuren langs gevelopeningen
- scheuren die afhankelijk van temperatuurschommelingen in de breedte variëren
- scheuren bij gevels die blootstaan aan grote temperatuurswisselingen, dus vooral zuid en
- zuid-westgevels.



#### *Oorzaken van scheuren t.p.v. hoeken*

Het probleem wordt vaak gevormd door spouwankers die te dicht bij hoeken of bij gevelopeningen zijn geplaatst. Dit is een veel voorkomend voorbeeld van verhinderde vervorming bij thermische beweging. De muur die uitzet en krimpt, wordt in die beweging gehinderd door de spouwankers. De trekkrachten worden te groot (baksteen kan nauwelijks trekkrachten opnemen) en op de plaats van de spouwankers ontstaan scheuren. Deze scheuren vormen dan als het ware een natuurlijke dilatatie.

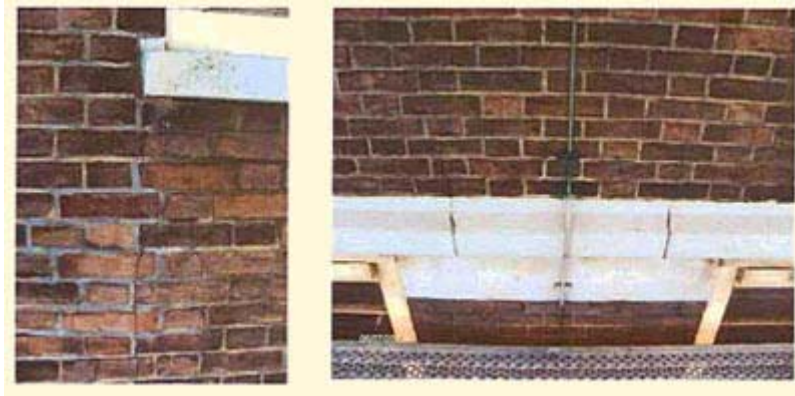
#### *Herstel*

Door de spouwankers die te dicht bij een hoek geplaatst zijn te verwijderen en het metselwerk weer aan te helen, is herstel mogelijk. Een andere mogelijkheid: dilateer alsnog muren die recht op elkaar staan.

#### **5. Combinatie van materialen**

Er ontstaan veel scheuren bij de combinaties van verschillende materialen, zoals:

- scheuren bij opleggingen van betonnen lateien
- schade aan voegen waar verschillende materialen met elkaar in contact komen (schuifspanningen)
- uitbuigend metselwerk en scheuren bij betonvloeren (met name doorgestorte vloeren),
  - bij de aansluiting van gevelmetselwerk met betonvloeren
  - bij balkon- en galerijvloeren
- voeg tussen randbalk en metselwerk gaat kapot
- scheuren bij platte daken en dakoverstekken, zoals:
  - in de hoeken bovenaan een dakrand of dichtbij de dakconstructie
  - een horizontale scheur in de kopgevel
  - een horizontale scheur onder de dakconstructie



#### *Oorzaken van schade door de combinatie van materialen*

1. ontwerp- en/of uitvoeringsfout (onvoldoende dilataties)
2. blootstelling aan uitzonderlijke temperatuurswisselingen (met name zuidgevels)
3. blootstelling aan uitzonderlijk veel vocht

#### *Veel voorkomende probleemgevallen*

- tegen het buitenspouwblad doorgestorte vloeren of balken zorgen onder invloed van uitzetting voor een zijwaartse kracht op het metselwerk. Dit resulteert vaak in uitbuigend metselwerk en in scheurvorming.
- door het in het werk storten van daken op dragende muren ontstaat een situatie, waarbij het dak extreem warm kan worden door zonbelasting, terwijl datzelfde dak 's nachts bij een heldere hemel veel kouder wordt dan het eronder liggende metselwerk. Door temperatuurbewegingen ontstaan scheuren die met hun vorm aangeven of er sprake is van opstuiken van het metselwerk bij krimp van de dakplaat en slechte kwaliteit van het voegwerk. Bij het uitzetten van de dakplaat, kunnen er ook scheuren in het metselwerk optreden. Er kunnen zijwaartse krachten ontstaan waardoor de gevel op knik belast wordt.
- in hoge gevels (van flats bijvoorbeeld) zijn op verdiepingshoogte vaak rand- of vloerbalken aangebracht. De uitzettingscoëfficiënt van beton is ongeveer tweemaal zo groot als die van baksteen, zodat de lengteveranderingen onder invloed van temperatuurverschillen ook zullen verschillen. Afhankelijk van de kwaliteit van de materialen, kunnen de spanningen die ontstaan door verhinderde vervorming al dan niet door de materialen worden opgenomen. Boven de randbalken zien we dan vaak dat door schuifspanningen de voeg tussen randbalk en metselwerk kapot gaat of we constateren dat het metselwerk scheurt.

#### *Herstel bij scheuren t.p.v. ontmoeting verschillende materialen*

Het uitsluitend repareren van schade aan metselwerk die veroorzaakt wordt door temperatuurbewegingen is zinloos, omdat de oorzaak van de temperatuurbewegingen aanwezig blijft. Het is dus zaak eerst iets aan de oorzaak te doen. Een oplossing voor scheuren als gevolg van kruip- en krimpverschillen en plaatselijke aanhechtingen van delen is alleen mogelijk wanneer verschillende bouwdelen van elkaar worden gescheiden door middel van een glijfolie of bitumenstrook en de voeg te vullen met een plastisch blijvende kitvoeg. Als dit technisch of financieel niet haalbaar is, dan is de enige hulpoplossing deze scheuren alleen te vullen met een plastisch blijvende kit. De te nemen maatregelen bij scheuren als gevolg van thermische vervorming van daken dienen gericht te zijn de temperatuurverschillen te verminderen door isoleren van de dakplaat of achteraf te proberen een glij oplegmateriaal onder de dakplaat aan te brengen.

#### **5. Drogings- of verhardingskrimp**

- haarscheuren
- microscheurtjes in voegen
- vaak ook scheurtjes in binnenmuren

Kenmerkend is dat deze scheuren vrij snel na de bouw zijn ontstaan en dat ze zich bevinden in muren met een vrij constante temperatuur (binnenmuren).



*Het proces van droging of verharding*

Drogingskrimp of verhardingskrimp ontstaat bij nieuw metselwerk door droging van fabricage- en bouwvocht. Deze krimp treedt vooral op in de eerste paar jaar na de bouw. In tegenstelling tot de lengteverandering onder invloed van temperatuur en vocht, is de verhardingskrimp irreversibel. Dat betekent dat 'verse' materialen gedurende een zekere tijd krimpen, doch dat het verschijnsel na verloop van tijd ophoudt en het materiaal niet verder krimpt.

#### *Oorzaken van schade door drogings- of verhardingskrimp*

Omdat de binnentemperatuur minder extreme grenzen kent, ligt de oorzaak van scheurtjes in binnenmuren vaak in de vochtexpansie en vooral in het gebruik van materialen die onderhevig zijn aan verhardingskrimp. Voorbeelden daarvan:

- mortelvoegen
- kalkzandsteen
- beton

#### *Veel voorkomende problemen door drogings- of verhardingskrimp:*

- een opening in oud baksteenmetselwerk die is dichtgemetseld met betonblokken
- de fasering in het bouwproces
- de monoliet koppeling van wanden boven en onder de grond.

#### *Herstel bij drogings- of verhardingskrimp*

Zoals hierboven besproken is drogings- of verhardingskrimp een irreversibel, ofwel onomkeerbaar verschijnsel. Nadat de verharding heeft plaatsgevonden is de situatie stabiel. De door de verharding ontstane scheuren ontwikkelen zich niet verder. Daarom kan er voor de reparatie volstaan worden met het esthetisch vullen/afwerken van de scheuren. Constructieve ingrepen zijn in dit geval niet nodig.

### **6. Onvoldoende of roestige spouwankers**

Gebrek aan solide spouwankers valt te herleiden aan de volgende problemen:

- uitbuigend metselwerk (kijk langs de gevel!)
- loskomen van (delen van) metselwerk (bijvoorbeeld borstwering)
- uitvallend voegwerk
- gebroken klank wanneer het metselwerk met een hamer wordt beklopt.



### *Schade door onvoldoende of roestige spouwankers*

Uitbuigend metselwerk kan worden veroorzaakt door een zijwaartse kracht op het metselwerk of door een buigende kracht. Voorbeelden van zijwaartse krachten: windbelasting of een vloer die een muur naar buiten kan drukken. Een buigende kracht of een "moment" vindt meestal plaats omdat een verticale belasting niet precies loodrecht plaatsvindt. Zo zal een vloer of een dak doorbuigen en daardoor ook op de dragende muur een buigende kracht uitoefenen. Dragende constructies moeten om die reden voldoen aan een minimale slankheid om weerstand te bieden aan een zogenaamde knikbelasting.

### *Schade door onvoldoende spouwankers*

Spouwankers bevestigen spouwbladen aan elkaar en geven hierdoor een belangrijk grotere stijfheid dan twee losse spouwbladen. In de bouwvoorschriften is vastgelegd dat minimaal 4 spouwankers per m<sup>2</sup> moeten worden aangebracht. Zoals hiervoor gesteld moet een muur voldoende stijfheid bezitten om op knik te kunnen worden belast. Door geen, te weinig of slechte kwaliteit spouwankers (bijvoorbeeld geen RVS) zijn buiten- en binnenspouwblad niet langer goed met elkaar verbonden waardoor de stijfheid van de muur niet langer gewaarborgd is. Als de muur dan wordt blootgesteld aan een te hoge knikbelasting zal er schade optreden.

### *Oorzaken van schade door roestige spouwankers*

Wanneer een spouwanker gaat roesten verliest het zijn kracht en functie. Er kan roest optreden omdat er slecht materiaal is toegepast (geen RVS) in combinatie met vocht in de spouw.

### *Verschillende oorzaken van vocht in muren*

1. bouwvocht
2. grote regenbelasting
3. lekkende leidingen, -goten en regenwaterafvoeren
4. optrekkend vocht
5. doorslag van vocht
6. waterdampproductie en hiermee condensatie

### *Herstel bij onvoldoende of roestige spouwankers*

Om de situatie te kunnen verbeteren moet er eerst vastgesteld worden wat er precies aan de hand is. De kwantiteit en kwaliteit van de spouwankers kan beoordeeld worden door een inwendige spouwinspectie met een endoscoop (dit is een buis met een lenzenstelsel en een lichtbron, waarmee via een boorgat in de spouw gekeken kan worden). In de huidige bouwvoorschriften is vastgelegd dat er minimaal 4 spouwankers

per m<sup>2</sup> moeten worden aangebracht. Als doorslaand vocht het probleem is, zal de oorzaak aangepakt dienen te worden alvorens nieuwe spouwankers aan te brengen. Er zijn verschillende waterwerende methoden om het probleem aan te pakken:

- afdekken van het metselwerk (voorzetwanden, combinaties van kunststof en pleisterlagen)
- weren van water door toepassen van waterafstotende middelen op het buitenvlak van de gevel.

### **7. Roestvorming algemeen**

Scheurvorming door roestvorming leidt tot:

- plaatselijke (vaak kleine) scheuren
- weggedrukte (delen van) bakstenen
- loskomende bakstenen
- uitvallen van voegwerk
- uitbuigend metselwerk
- zichtbare symmetrie van de scheuren t.o.v. elkaar in de gevel (bij kozijnen of op vloerhoogte)



#### *Roesten van in het metselwerk opgenomen ijzerwerk*

Roestvorming treedt met name op in de volgende typen ijzerwerken:

- balkankers, blindankers, schoot- en sierankers
- spouwankers (zie ook het hoofdstuk 'Onvoldoende of roestige spouwankers')
- hekwerk (balkonhekken, toegangspoorten etc.)
- U- en I-vormige liggers (als latei of onderdeel van vloerconstructies)

Meestal worden ankers door het oxidatieproces aangetast. Door de corrosie aangetast, zetten ze sterk uit; het roesten van ijzer kan een zes tot acht maal zo groot volume aan ijzermateriaal tot gevolg hebben! Wanneer dit uitzetten wordt verhinderd door het omringende metselwerk, worden krachten op het metselwerk uitgeoefend die zo groot zijn dat het metselwerk scheurt of plaatselijk verbrijzelt.

#### *Oorzaken van schade door roestvorming*

Vocht in en langs de muur zorgt voor roest. De schade is met name groot bij ankers die niet dwars door de muren steken, maar *in* de muren zijn opgenomen om bijvoorbeeld spatkrachten uit gewelven te kunnen opnemen en terugvoeren. Als de ankers in de muren onder vochtige omstandigheden komen te verkeren treedt oxidatie op, waardoor op langere termijn zelfs instortingsgevaar kan optreden, terwijl op kortere termijn enorme schade in het metselwerk ontstaat.

#### *Verschillende oorzaken van vocht in muren*

Voor de verschillende oorzaken van vocht in muren wordt verwezen naar Hoofdstuk 4 onderdeel 'Verschillende oorzaken van vocht in muren'.

#### *Herstel van scheuren veroorzaakt door roestige elementen*

Ankers moeten worden verwijderd, vervangen door nieuwe of ontroest, bijvoorbeeld door ze te zandstralen. Daarna moeten de ankers worden beschermd, bijvoorbeeld door thermisch verzinken, waarna ze opnieuw aangebracht en aangewerkt kunnen worden.

Daarnaast kunnen maatregelen genomen worden om de condities waarin ankers komen te verkeren te verbeteren, zoals het verhinderen of verminderen van de eventuele vochttoevoer in de muur (bijvoorbeeld een lekkende goot repareren).

### **8. Het ontbreken van (goed functionerende) lateien**

Deze problemen doen zich vooral voor in de nabijheid van gevelopeningen:

- doorbuiging van de latei/doorhangen van bovendorpels
- taps toelopende scheuren vanuit de hoeken bij de oplegging van de latei
- het driehoekvormig of als strook loskomen van bovenliggend metselwerk
- scheur in het midden van de onderzijde van het metselwerk
- gescheurde en uitgevallen voegen boven een latei.



#### *Het ontbreken van een (goed functionerende) latei*

De druksterkte van metselwerk is groot en de treksterkte is relatief gering. Dat houdt in dat moet worden voorkomen dat het metselwerk op trek wordt belast. Bij een overspanning in metselwerk zal het krachten spel in het metselwerk boven de overspanning van nature een drukboog vormen. In een zuivere boog treden namelijk alleen drukspanningen op. Een rechte overspanning in het metselwerk is slechts mogelijk voor kleine afmetingen. En als dat wordt uitgevoerd, dan verdient het de voorkeur om een zogenaamde rollaag aan te brengen die aan de zijanten schuin in de muur begint. Op die wijze zijn de voegen van de rollaag enigszins wigvormig. Als er een steen uit deze rollaag dreigt weg te zakken, dan blijft hij door die wigvorm vastgeklemd zitten, waardoor een zijdelingse druk ontstaat. Naast een boogvormige overspanning in metselwerk kan het metselwerk boven een opening ook door een balk worden gedragen, ofwel een latei.

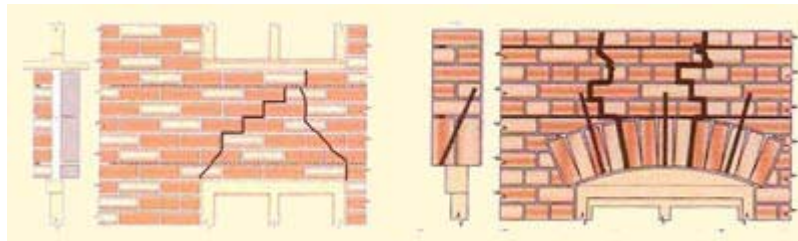
#### *Schades door het ontbreken van (goed functionerende) lateien*

Een ontwerpfout of uitvoeringsfout is vaak de oorzaak van dergelijke schade. Om het bovenliggende metselwerk te kunnen dragen moet een latei behalve voldoende sterk ook voldoende stijf zijn. Bij de dimensionering moet niet alleen rekening gehouden worden met de zwaarte van de te dragen last ( $m$ ), maar ook met de lengte van de overspanning ( $a$ ) ( $F = m \times a$ , kracht is massa  $\times$  arm). Een latei die onvoldoende is gedimensioneerd zal onder het gewicht van het bovenliggende metselwerk gaan doorbuigen. De scheur die hierdoor ontstaat heeft de neiging om de hierboven besproken boogvorm te volgen. In de praktijk lopen deze scheuren vanuit de hoeken meestal driehoekvormig schuin naar boven. Als het metselwerk boven de overspanning voldoende hoog is, zal het de drukspanning door de boogvorm kunnen opnemen. Is het metselwerk onvoldoende hoog, dan kan geen drukboog worden gevormd; er ontbreekt dan als het ware een stuk uit de boog. Dit is bijvoorbeeld het geval bij gemetselde borstweringen. Het gevolg is dat de kans bestaat dat de gehele borstwering los komt. Door het buigen van de latei zal de oplegging ervan de neiging hebben omhoog te komen; het metselwerk erboven klemt de oplegging echter in zodat vanuit de hoeken scheuren ontstaan. Bij doorbuiging van balken of lateien zal het metselwerk in het midden het sterkst belast worden op trek en dus de neiging hebben om aan de onderzijde te scheuren. Als gevolg van het doorbuigen van een latei zullen de voegen op afschuiving worden belast, zodat er ook sprake kan

zijn van gescheurde en uitgevallen langsvoegen. Dit kan zelfs zodanige vormen aannemen dat het metselwerk als strook of in de vorm van een driehoek los komt.

#### *Herstel doorbuigend metselwerk*

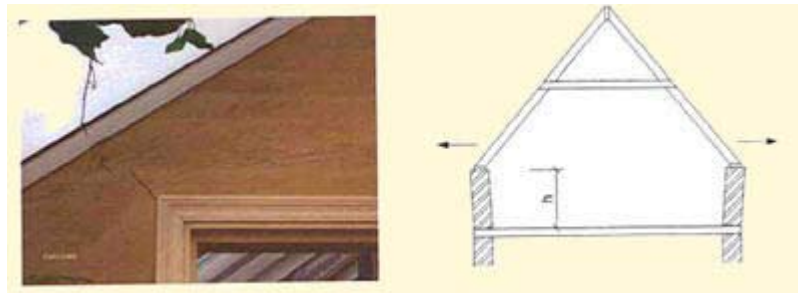
Zoals reeds is behandeld, kan metselwerk goed drukkrachten opnemen, maar slechts gering trekkrachten. Zijn er scheuren ontstaan, dan kunnen er geen trekkrachten meer worden opgenomen. Door het toepassen van wapening kan de lateifunctie hersteld worden. Hierbij worden de staven gebruikt om de trek- en drukspanningen op te vangen. Herstel is ook mogelijk door middel van het aanbrengen van nieuwe lateien van behandeld staal, beton of stalon (baksteen). Deze oplossingen zijn echter veelal arbeidsintensiever en kostbaarder.



### **9. OVERIGE CONSTRUCTIEVE OORZAKEN**

*Scheurvorming die tot stand komt door constructieproblemen:*

- gescheurd metselwerk op plaats van geconcentreerde belasting (bijvoorbeeld oplegging constructiedelen)
- borstweringen die naar buiten hellen, zoals aan de onderzijde schuin dak
- gescheurd metselwerk op de hoek van een constructie met in de gevel opgelegde dakplaten.



*Schade door constructieve oorzaken:*

De grondslag van dit probleem ligt meestal in ontwerp- en constructiefouten, zoals bijvoorbeeld onder dimensionering. Ook treden deze problemen vaak op na een verbouwing of een veranderde functie van het gebouw. Als er in de nieuwe functie grotere belastingen optreden, terwijl de constructie gelijk is gebleven, dan ontstaan er problemen. Voorbeelden van schade door constructieve oorzaken:

- dakplaten belast op wringing
- spatkrachten
- krachtenverdeling bij dakspanten
- spanningconcentraties
- doorbuigen van vloeren, balken of lateien.

*Herstel:*

Het is van groot belang om allereerst de constructie goed te begrijpen. Bij twijfel adviseren wij de opdrachtgever om een professionele constructeur bij het project te betrekken.