

Schade en herstel aan historisch metselwerk



Avondprogramma

- 19:00 – 19:30: Ontvangst met koffie/thee
- 19:30 – 20:15: Eerste deel
- *De Monumentenwacht*
- *Historie van metsel- en voegwerk in vogelvlucht*
- *Diverse schades aan metselwerk*
- 20:15 – 20:30: Pauze
- 20:30 – 21:15: Tweede deel
- *Scheuren, zettingen en verzakkingen*
- *Herstel van historisch metselwerk*
- *Herstel van historisch voegwerk*
- *Zouten in metselwerk*
- 21:15 - 21:30. Vragen en discussie
- 21:30 – 22:00: Gelegenheid tot napraten, deuren sluiten om 22:00

Inspecteren om verval te voorkomen



- De stichting Monumentenwacht Gelderland is in 1978 opgericht en houdt zich vooral bezig met onafhankelijke bouwkundige inspecties van monumenten.
- Het doel is om schade, veroorzaakt door bijvoorbeeld een weggeschoven dakpan, te voorkomen.
- <http://www.monumentenwacht-gld.nl>



Wat is historisch metselwerk?

Metselwerk vanaf de Romeinse tijd.....



- Foto linksboven: Restauratie van Romeins metselwerk in de thermen van Heerlen (thermenmuseum)
- Metselwerk van misbaksels van dakpannen in een kalkmortel.
- Afbeelding rechtsboven. Reconstructietekening van de Romeinse keramiekovens bij Holdeurn.

Wat is historisch metselwerk?

Tot de wederopbouw (circa 1965)



- Foto linksboven: Julianakerk uit 1927. In April 1945 zwaar beschadigd door beschietingen
- Foto rechtsboven. De deels vernieuwde toren uit 1957

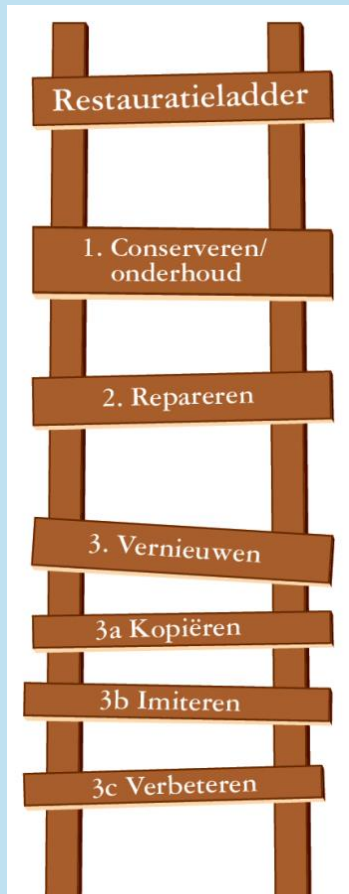
Herstellen van historisch metselwerk.

Enkele voorbeelden van hoe het niet moet



- De voegmortel, de kleur en de uitvoering komen niet overeen met het originele voegwerk.
- Bakstenen slordig en ruw behakt. Niet gladgeslepen.

Uitvoeringsrichtlijnen moeten de restauratiekwaliteit verbeteren

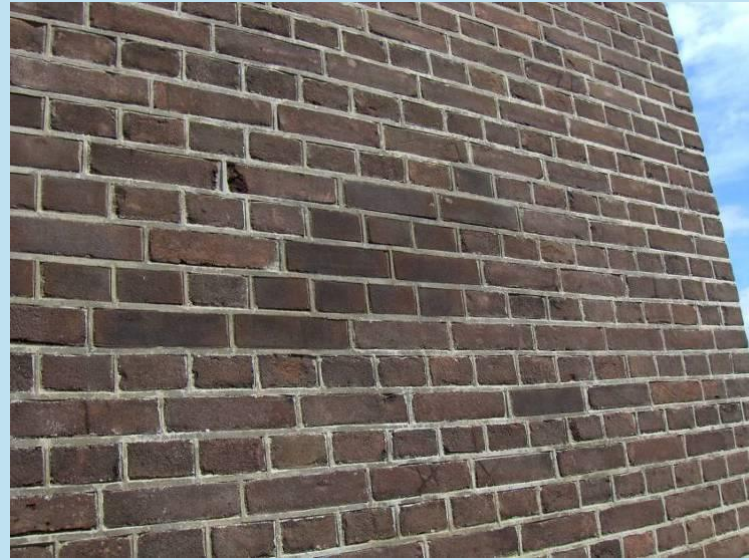


Stichting
Erkende
Restauratiekwaliteit
Monumentenzorg

- De Uitvoeringsrichtlijn Restauratie 'Historisch Metselwerk' (URL 4003) geeft voorschriften voor werkzaamheden bij de restauratie van historisch metselwerk en de URL 4006 voor voegwerk.
- <http://www.stichtingerm.nl/>

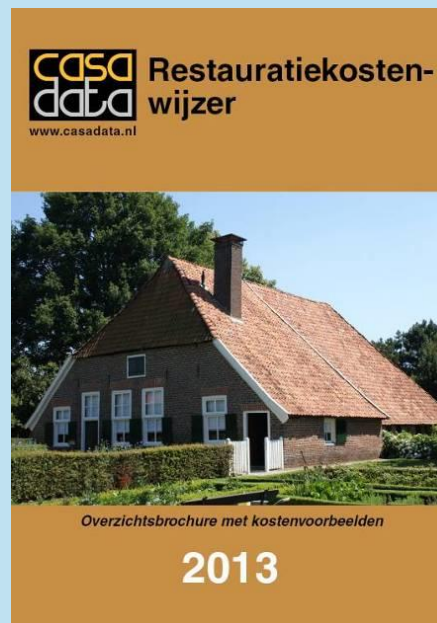
Herstellen van metselwerk.

Gelukkig zijn er ook goede voorbeelden



- Foto links: inboetwerk van tufsteen aan de NH-kerk in Beekbergen.
- Foto rechtsboven. Inboetwerk aan de NH-kerk in Nijkerkerveen.

Casadata Restauratie kostenwijzer



- De restauratiekostenwijzer van Casadata geeft een goede weergave van de kosten.
- Bron afbeeldingen www.casadata.nl

Waarom is het restaureren van metselwerk soms best lastig?



- Kerktoren NH-kerk in Nijkerk. Het onderste deel van de toren is gebouwd in 1461 en het bovenste deel in 1744
- Het metselwerk, de bakstenen en de mortel zijn totaal verschillend.

Middeleeuws metselwerk uit 1461



- Kloostermoppen, vol en zat gemetseld in standverband
- Gemetseld met een mortel van schelpkalk en duinzand.

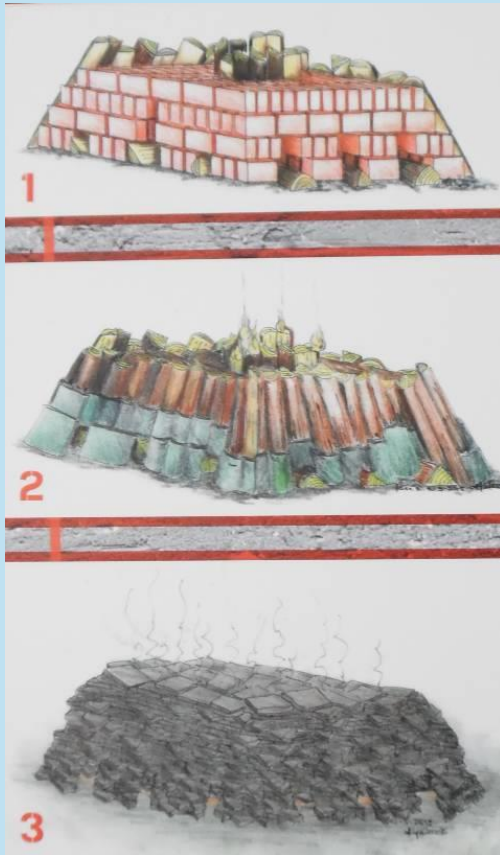
Handvorm bakstenen



- Bakstenen worden gemaakt van leem. Klei of Löss.
- Met behulp van een houten vormbak krijgt de baksteen zijn vorm
- Bron foto's baksteenfabriek Zilverschoon Randwijk
- **(filmpje)**



Bakstenen bakken in een middeleeuwse meileroven



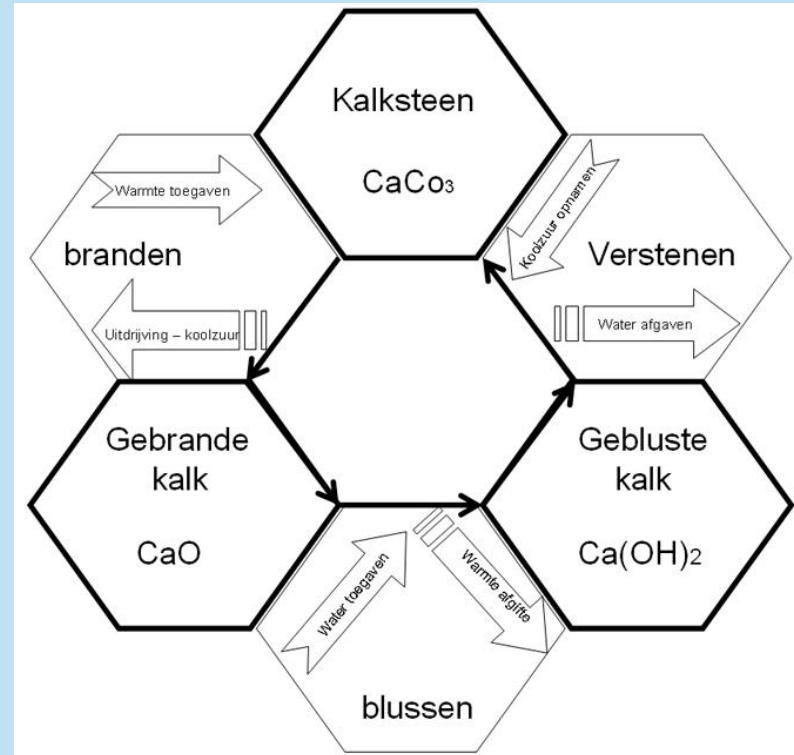
- Totale duur van het bakproces was 6 tot 10 weken.
- De warmte was slecht te regelen, waardoor er zowel halfgare (bleke) stenen tot gesinterde gesmolten stenen.
- Foto boven: Metselwerk uit 1290. Let op de groen geglazuurde bakstenen. De baktemperatuur is hoger dan 1125 graden geweest.

Kalkbranden met een meileroven



- Branden en blussen van kalksteen
- Bron afbeeldingen: kalkbranden op kasteel Guédelon in Treigny (Yonne, Frankrijk)
<http://www.guedelon.fr/>

Schelpkalk (luchtkalk)



- Bij het branden ontsnapt bij 1000 °C de koolstofdioxide (CO_2) uit de kalk (het Calciumcarbonaat (CaCO_3)) en de ongebluste kalk ofwel calciumoxide (CaO) blijft over.
- Door gebrande kalk te blussen met water ontstaat calciumhydroxide (Ca(OH)_2)

Blussen van gebrande schelpen



Restanten van het branden van kalk



- Stukken houtskool in begin 16^e eeuwse mortel
- kerktoren NH-kerk Kootwijk

Dezelfde kerktoren, 3 eeuwen later



- In het Bestek en Conditien uit 1774, van de verbouwing van de kertoren in Nijkerk, worden de bouwmaterialen uitvoerig beschreven. Zo moeten de bakstenen klinkerstenen zijn van het formaat Vechtse moppen
- In het bestek staat geschreven dat voor de metseling een specie samengesteld moet worden uit $\frac{1}{3}$ Dortsche tras en $\frac{2}{3}$ Lykse steenkalk.

Periodieke ovens (veldbrandoven)



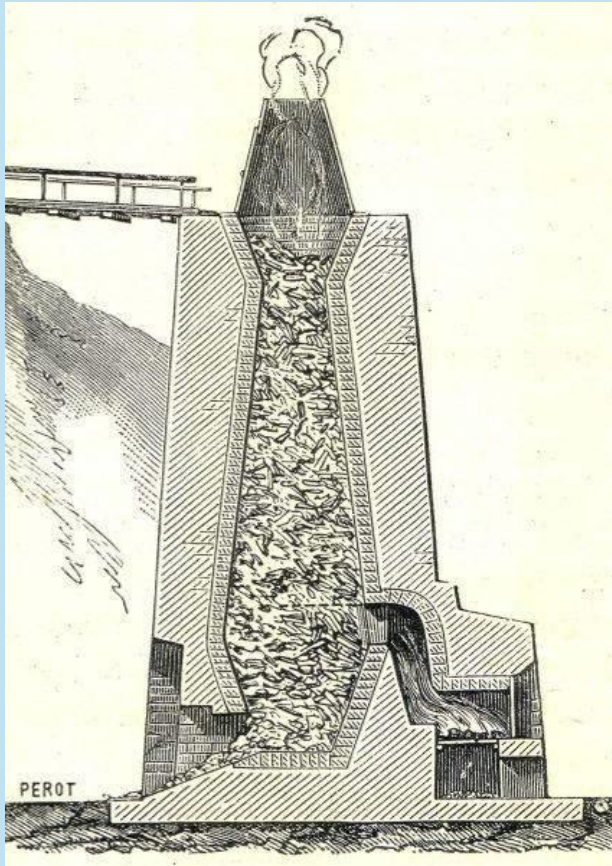
- Periodieke ovens werden gebruikt vanaf de middeleeuwen tot in de 20e eeuw
- Foto links: de gedroogde bakstenen (groenlingen) werden opgestapeld met daartussen lucht- en stookgangen.
- Een dergelijke oven is ook gebruikt om de bakstenen van Paleis het Loo te bakken.

Traskalk of Dordts cement (Hydraulische kalk of waterkalk)



- Traskalk is een mix van 1 kalk en 1 trasmeel (volume) Na toevoeging van water gaat de siliciumoxide in het trasmeel een reactie aan met de kalk. Hierdoor ontstaat een **calciumsilicaat hydraat gel** die de massa samenbindt.
- Foto linksboven: Trasmeele wordt gemaakt door het fijnmalen van tufsteen.
- Traskalk heeft langdurig water nodig om volledig uit te harden. Daardoor noemen we het ook wel een waterkalk of een hydraulische kalk.

Continu kalkoven



- In de 18^e eeuw werd een schachtoven ontwikkeld waarin continu kon worden gebrand.
- Foto rechtsboven. Kalkbranderij in Apeldoorn.



Veel ontwikkelingen in de 19^e en 20^e eeuw



- Foto linksboven: villa uit 1907 in Zutphen met gekleurde strengpersstenen.
- Foto rechtsboven: villa In Maastricht uit 1901 van gekleurde kalkzandsteen

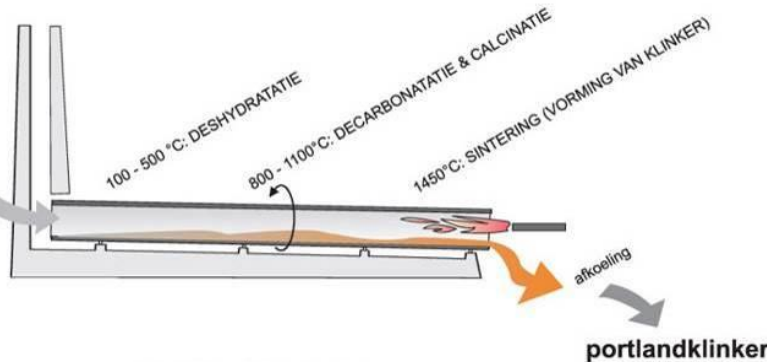
Portlandcement v/a 1824 tot heden

1c cement *fabricage*

cementoven (principe)

grondstoffen-
mengsel:
kalksteen / krijt
leisteen / klei

in poedervorm
(*droog procédé*)
of als deeg
(*nat procédé*)



- Joseph Aspdin krijgt in 1824 een octrooi op een cement die volgens hem zo hard werd als Portlandsteen. Zo ontstond Portlandcement.
- Kalksteen wordt gemengd kiezelzuur, aluminiumoxide en ijzeroxide. Deze drie componenten worden in de juiste verhouding samen met de kalksteen gemalen.
- Na de maling wordt het mengsel gebrand in een roterende oven. Tijdens het branden bindt in de sinterzone het calciumoxide zich met kiezelzuur, ijzer en aluminium tot portlandcementklinker. Er vormen zich grijs-zwarte bollen: de portlandcementklinker.



Vormbaksteen



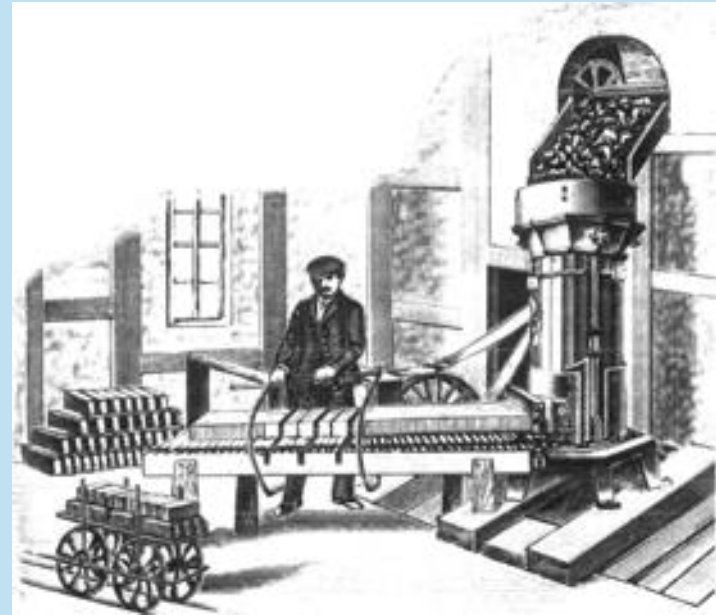
- Afbeelding rechtsboven: Vormbakpers van Aberson uit 1882.
- Op deze manier kon een strakke homogene baksteen worden gemaakt.

Sporen van de fabricage



- Foto linksboven: Het drogen en zetten van groenlingen eind 20^e eeuw.
- Foto rechts: Vingerafdruk in een vormbaksteen, achtergelaten door het kantelen van een groenling.

Strengpers baksteen



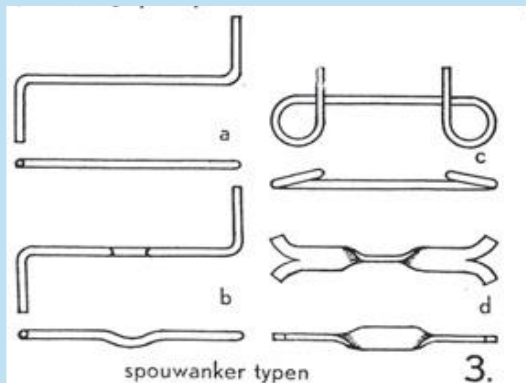
- Een door stoom aangedreven strengpers in 1858.
- De klei werd door een matrijs geperst en daarna op maat afgesneden.

Kalkzandsteen



- Afbeelding linksboven: kalkzandsteenfabriek ALBA in Apeldoorn.
- Afbeelding rechtsboven: metselwerk met kalkzandstenen uit 1910. Koningin Julianatoren Apeldoorn.
- Kalkzandstenen van zand en kalk zijn niet gebakken, maar onder hoge druk geperst

Ontwikkeling spouwmuur



- Metselwerk met spouw uit 1908.
- Foto rechtsboven: Metselwerk met spouw uit 1924.

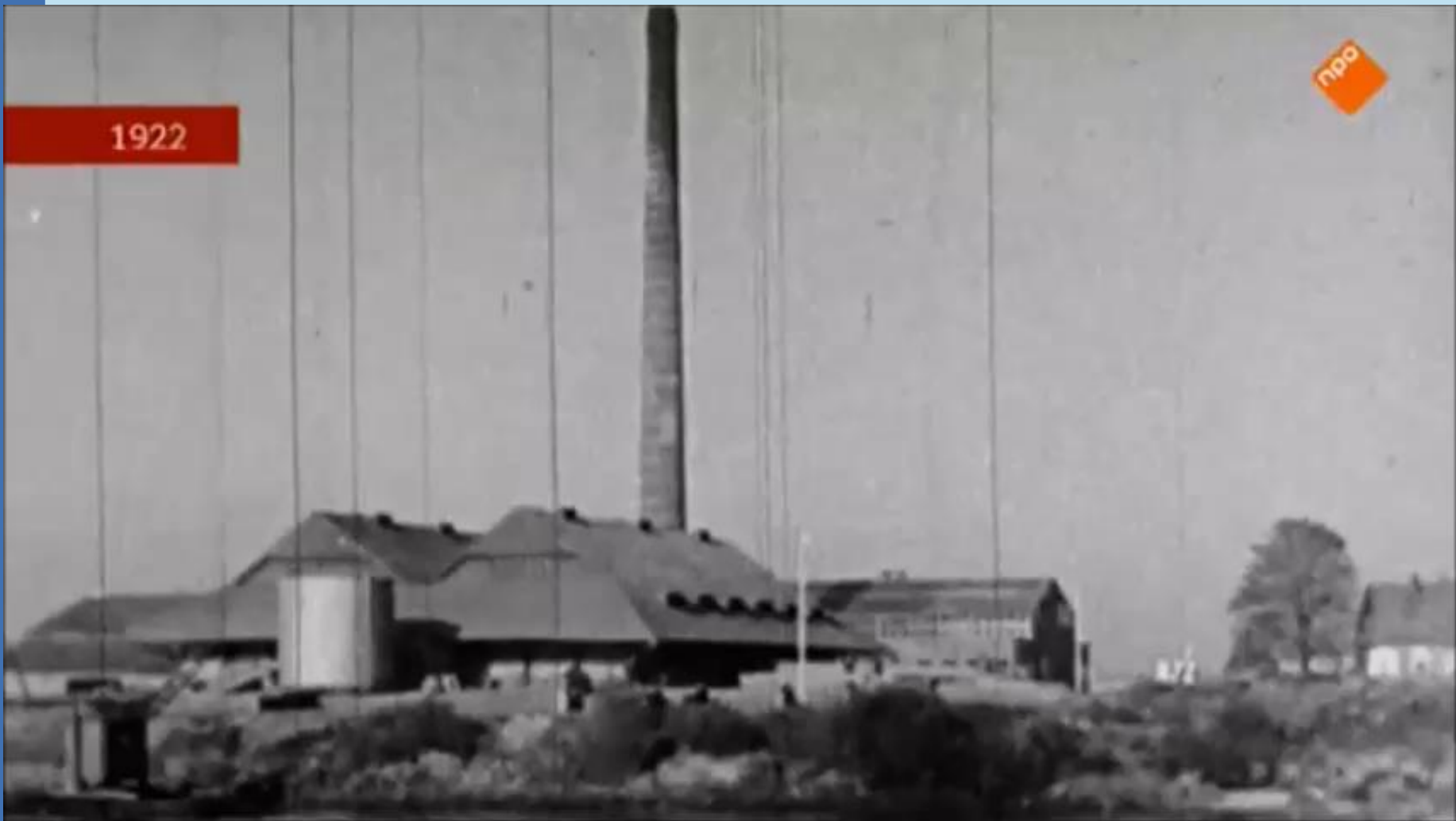
Continu baksteenoven (Ringoven)



- Het principe van de ringoven werd in 1858 bedacht door Friedrich Eduard Hoffmann.
- Door de ringconstructie is een doorlopend steenbakproces mogelijk, dat bovendien economischer en geleidelijker bakt dan de traditionele veldbrandovens.



1922



Vochtproblemen



- Lekkagesporen in het interieur van een monumentale kerk
- Door vochttransport worden ongebonden kalk en zouten meegenomen naar het oppervlak van de baksteen.
- Ook kan het metselwerk kapotvriezen

Vorstschade aan het metselwerk



- Door langdurige vochtbelasting vanwege een lekkage kan de metselmortel kapotvriezen.
- Kapotgevroren mortel ziet eruit als bladerdeeg. Ook kan er vrij gemakkelijk met bijvoorbeeld een inspectiemes diep in de voeg worden gestoken.
- Dit metselwerk kan niet meer opnieuw gevoegd worden.
- Herstellen volgens de Uitvoeringsrichtlijn Historisch metselwerk (URL 4003) van de stichting ERM. Hier staan ook adviezen voor de te gebruiken metselsteen en de mortels

Voorbeeld uit de praktijk. Alleen voegen is niet altijd duurzaam



- In 2012 is dit kapotgevroren metselwerk van deze balustrade opnieuw voorzien van voegwerk.
- Enkele jaren later kwamen de eerste scheuren alweer tevoorschijn

Soms is ingrijpend herstel beter



- In 2018 is de balustrade alsnog afgebroken en met hergebruik van de bakstenen opnieuw gemetseld

Voorkomen is beter dan genezen.



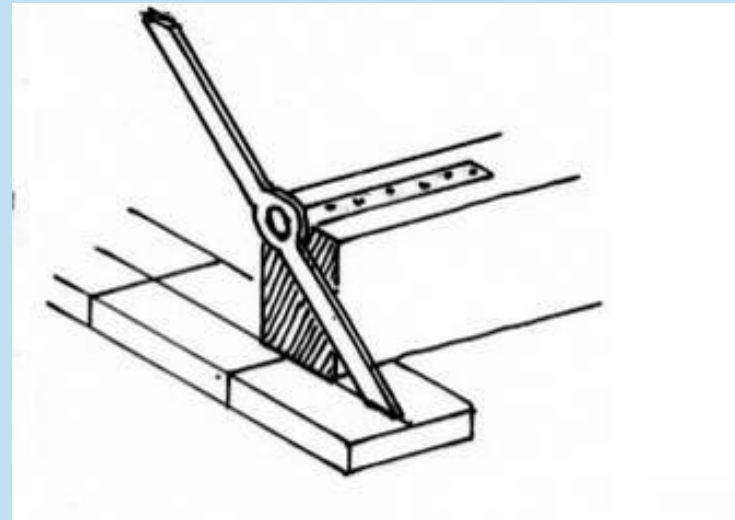
- Eventueel kun je het metselwerk tegen vochtindringing beschermen door het af te dekken met bijvoorbeeld koper.
- Dit moet wel in goed overleg met de Rijksdienst voor het Cultureel erfgoed gebeuren.
- De afdekking is reversibel en voorkomt onnodige schade aan het metselwerk door indringing van vocht.

Schade door roestende blindankers



- Afscholling en scheuren aan het metselwerk van de NH-kerk in Nijkerkerveen.
- De scheuren zitten niet toevallig op de plek van de vloer van de uurwerkzolder.

Schade door roestende blindankers



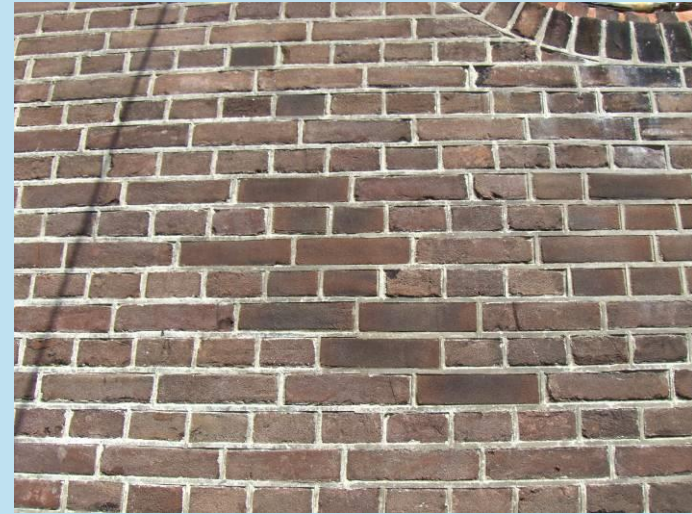
- Foto linksboven. In het interieur is de bevestiging van het anker zichtbaar. Aan de buitengevel zijn geen ankers zichtbaar. Dit duidt vaak op blindankers.

Roestwerend behandelen van blindankers



- Foto linksboven. Als de loszittende delen metselwerk worden weggehaald komt het ijzeren blindanker tevoorschijn.
- Foto rechtsboven. Meestal worden de ankers rondom uitgehakt en daarna ontroest en roestwerend behandeld. In dit geval is het anker met vetband omwikkeld.

Zoek het foutje...



- Het anker bij de kerk is deels vervangen door een roestvast stalen anker, waarna het gat weer is dichtgemetseld.
- Het inboetwerk is netjes uitgevoerd. Toch is er iets mis gegaan.

Kromme schoorstenen



- Het kromtrekken wordt veroorzaakt door zwaveldioxide in de rookgassen. Dit vormt sulfiet, dat zich met doorslaand regenwater verbindt tot zoutzuur. Dit zoutzuur tast weer de kalkmortel aan, waardoor er gips ontstaat. Door kristallisatie zet het gevormde gips in de voegen uit en oefent een enorme druk uit op de bakstenen.

In sommige gevallen zal de schoorsteen vernieuwd moeten worden



Tijd voor een kleine pauze

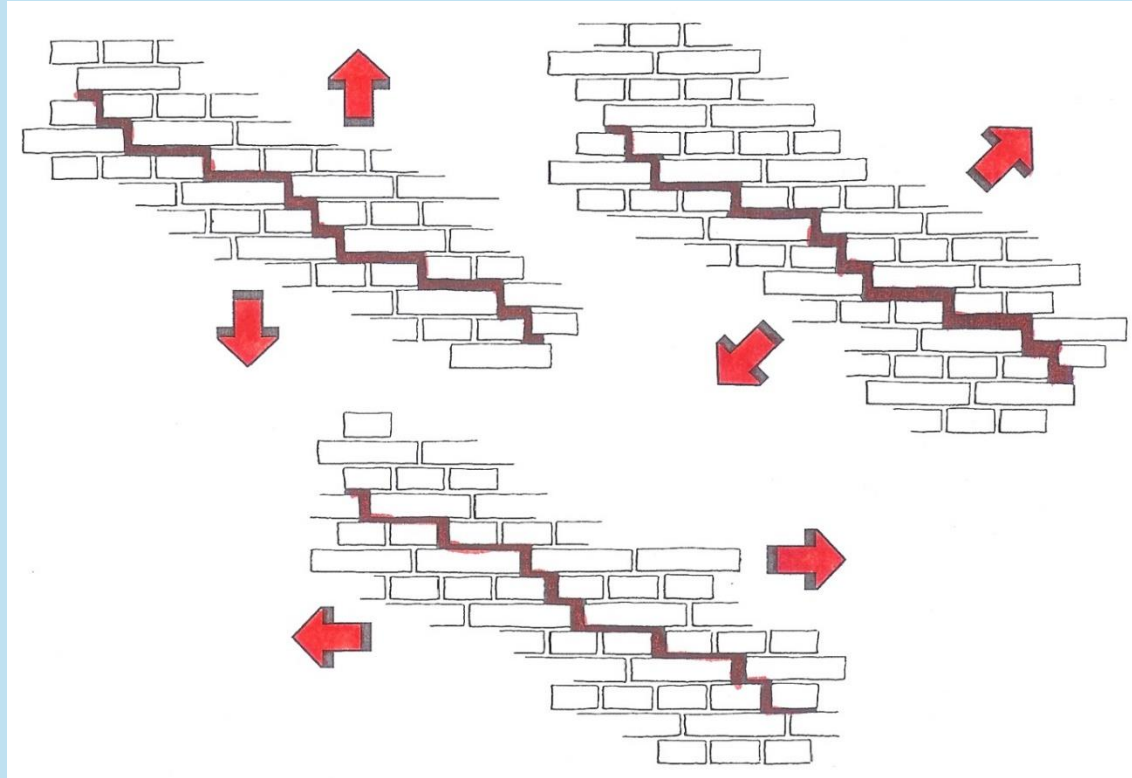


Scheuren in metselwerk



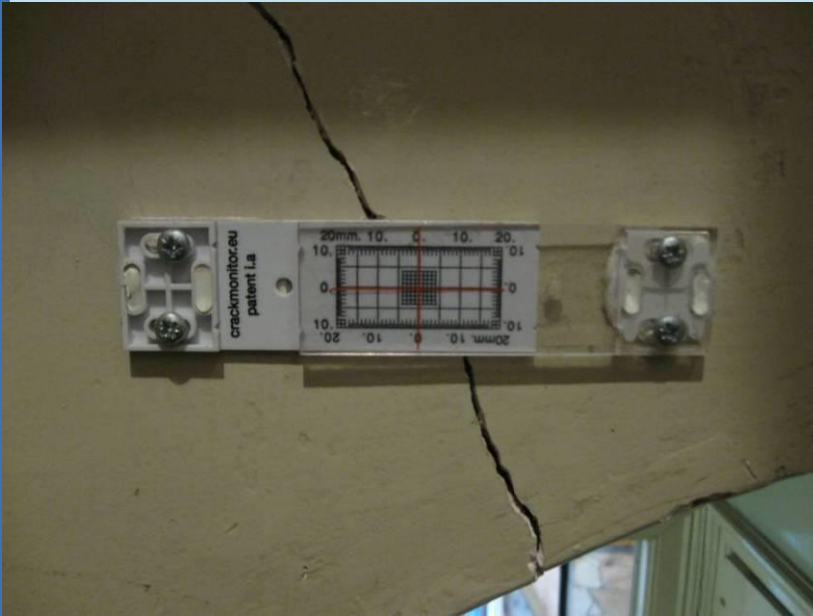
- Foto linksboven. Scheur boven een raamkozijn
- Foto rechtsboven. Scheur veroorzaakt door het verschil in fundering tussen de kelderbak en de woning.
- Deze scheuren zijn meestal stabiel en niet verontrustend.

Wat kan een scheur je vertellen?



- Linksboven: de horizontale voegen (lintvoegen) gaan evenwijdig uit elkaar.
- Rechtsboven: De scheur is boven kleiner dan onder.
- Onder: de verticale voegen (stootvoegen) gaan evenwijdig uit elkaar.

Monitoren van scheuren



- Foto links. De werking van een scheur kan gecontroleerd worden met een scheurmeter.
- Verzakkingen kunnen gecontroleerd worden met een total station of een 3D scan

Constructief herstel van scheuren



- Het stabiliseren van scheuren met roestvast stalen wapeningstaven.
- Foto rechtsboven: www.casadata.nl
- Foto linksboven: www.totalwallconcept.nl

Uitbuiken van metselwerk



- Voorhuis 17^e-eeuwse boerderij
- De voorgevel is aan het spatten

Controleer de grondslag en de fundering



- Om de oorzaak van de verzakking te achterhalen zijn proefsleuven gegraven.
- De huidige voorgevel bleek voor de oorspronkelijke voorgevel te zijn opgetrokken.
- Ter plaatse van de kelder bleek de fundering van deze nieuwe gevel op geroerde grond te staan.

Stabiliseren van metselwerk



- Om het instorten van de gevel te voorkomen is de gevel gestut.

Herstelde gevel:



- In 2012 is de voorgevel gesloopt en met hergebruik van de oude stenen opnieuw opgemetseld.
- Bouwsporen zijn verdwenen
- Erg ingrijpend herstel voor een plaatselijk probleem

Herstellen van beschadigd metselwerk

Het hoeft echt niet altijd gesloopt te worden

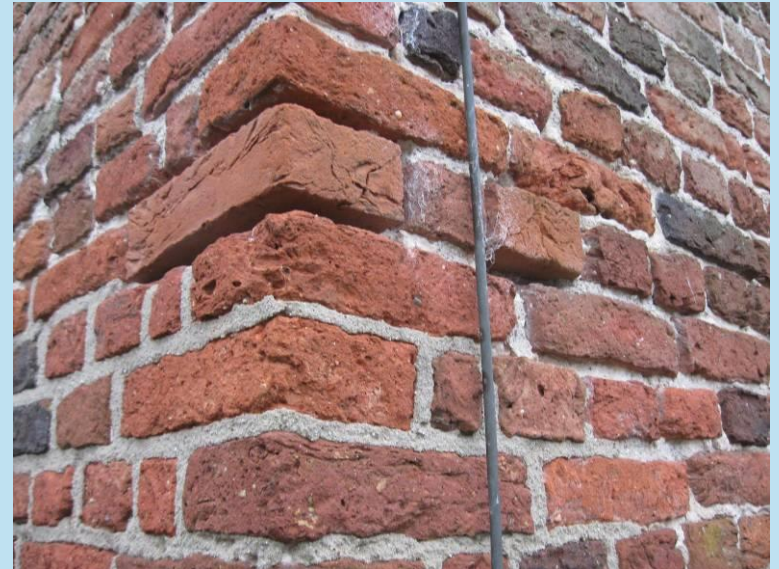


Op zoek naar passende bakstenen



- Foto linksboven. Het machinaal schoonbikken van oude bakstenen. Er zijn nog diverse handelaren in 2^e hands bouwmaterialen.
- Foto rechtsboven: Van elders aangevoerde bakstenen moeten qua afmetingen, kleur, textuur, hardheid, porositeit en fysische eigenschappen zo veel mogelijk overeenkomen met het bestaande werk.

Nieuw gereproduceerde bakstenen



- Er kunnen allerlei redenen zijn waarom herstel met oude bakstenen niet mogelijk, wenselijk of haalbaar is. Er moet dan met nieuwe bakstenen worden gewerkt. Ook hiervoor geldt dat deze qua afmetingen, kleur en textuur zo veel mogelijk overeen moeten komen met het bestaande werk.
- Ook wat betreft hardheid, porositeit en andere fysische eigenschappen dienen de nieuwe stenen 'compatible' te zijn met de stenen in de muur
- Foto linksboven: baksteenfabriek Zilver schoon in Randwijk

Moderne mortelrecepten voor restauratie



- De Uitvoeringsrichtlijn Restauratie 'Historisch Metselwerk' (URL 4003) geeft voorschriften voor werkzaamheden bij de restauratie van historisch metselwerk.
- <http://www.stichtingerm.nl/>

Type Metselwerk	Binnen muur	Buitenmuren blootgesteld			Natte condities
		Beschut	Matig blootgesteld	Sterk blootgesteld	
Dichte natuursteen baksteen, verblendsteen weinig poreus Kwaliteit R1 en R2	B,C,D	B,C,D,E	C,D,E	F,G	F,G,H
Gemiddelde kwaliteit natuursteen en baksteen gemiddeld poreus Kwaliteit R3 en R4	B,C,D	B,C,D	C,D,E	C,D,E	F,G
Zachte, verweerde natuursteen en zacht gebakken stenen sterk poreus kwaliteit R5 en R6	B	B	B,C,D	C,D	
metselwerk met zeer geringe mortellaagdikte	A	A	A	A	

code	type baksteen	Netto droge volumieke massa [kg/m ³]	Vrijwillige wateropneming [massa %]	Vorst-Dooi weerstand categorie	tabel samengesteld ism TCKI
				CEN/TS 772-22	
R1	kelderklinker	2000	10	F ₂ D	
R2	trasraamklinker	1900	12	F ₂ C	
R3	gevelklinker	1800	14	F ₂ C	
R4	hardgrauw	1700	16	F ₂ C	
R5	boerengrauw	1600	18	F ₁ C	
R6	rood	1500	20	nvt	

Opm. Alle Nederlandse bakstenen zijn S2 gedeclareerd, dwz dat de minder dan de in NEN-EN 772-5 geformuleerde maximale waarden aan oplosbare zouten bevatten

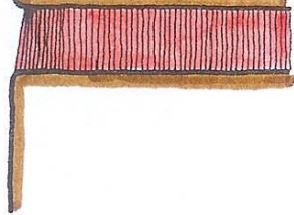
Metselmortelsamenstellingen							samenstellingen in volumedelen	
Code	Luchtkalk	Hydraulische kalk	Cement	Tras *)	Zand	Typering	Druksterkte [Mpa]")	E-modulus [Mpa.10 ³]
A	2				3-4	Niet hydraulisch	0,5-2,5	2-7
B	2				5-6	Niet hydraulisch		
C	4			1 ^)	10-12	Zwak hydraulisch	2,5-4,5	↑ toename vervormbaarheid ↑
D		2 (NHL2)			5-6	Licht hydraulisch		
	2			1 ^)	5-6	Licht hydraulisch		
	3		1		10-12	Licht hydraulisch		
E		2 (NHL3,5)			5-6	Matig hydraulisch	4-8	
	2		1		8-9	Matig hydraulisch		
F	2		1	1 ^)	10-12	Sterk hydraulisch	7-11	
		2 (NHL5)			5-6	Sterk hydraulisch		
	1		1		5-6	Sterk hydraulisch		
G	1		2		5-6	Zeer sterk hydraulisch	8-20	
H			2		5-6	Volledig hydraulisch		
							1 MPa = 1 N/mm ²	
*) tras bij voorkeur toe te passen in waterwerken								
^) zeer hoge eisen te stellen aan verwerkingstechniek en uithardingscondities								
") de tabellen druksterkte en E-modulus kunnen gebruikt worden bij het inschatten van de geschiktheid (compatibiliteit) van prefabmortels voor gebruik in de restauratie								
Opmerking: voor het inboeten van historisch kalkmetselwerk zijn over het algemeen de mortels met een porie volume > 20%, de niet-hydraulische, zwak, licht en matig hydraulische mortels, zoals aangegeven in de tabel, hiervoor geschikt								

Schade en herstel van historisch voegwerk

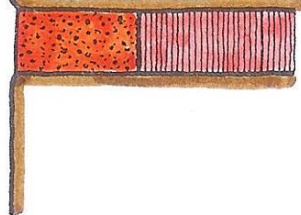


Typen voegwerk

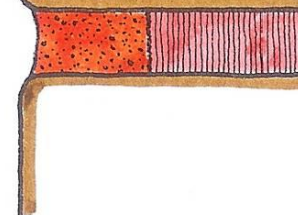
*doorgestreeken
voeg*



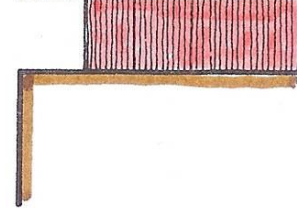
platvolle voeg



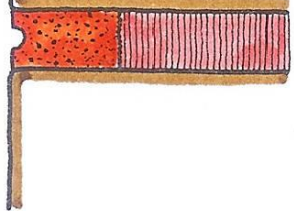
*iets terugliggende
voeg*



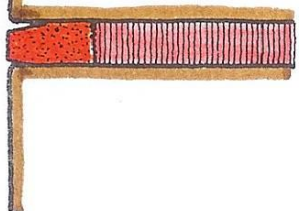
*verdiepte voeg
door gestreken*



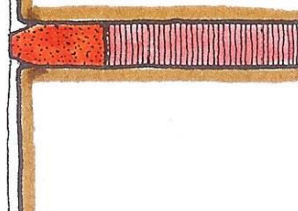
*platvolle voeg
met dagstreep*



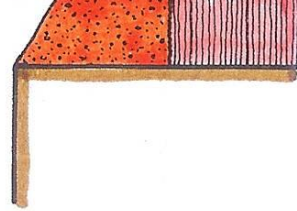
gesneden voeg



geknipte voeg



schaduw voeg



Kleuren van voegen



- Foto linksboven: spekbanden van blauw voegwerk
- Foto rechtsboven: Het voegwerk is op kleur gebracht met steenkolengruis en gemalen rode bakstenen/dakpannen (Brikkenmeel)

Imitatie gesneden voegwerk



- Foto's boven: Platvol voegwerk dat vlak met de steen is afgestreken. Daarna zijn lijnen aangebracht om gesneden voegwerk te imiteren.
- Foto links: Fine repointing.
- Bron foto links: Van Heeswijk opleidingen.

Aanbrengen van gesneden voegwerk



- Het aanbrengen van gesneden voegwerk met een beugel (links) en met een liniaal (rechts).

Gangen van de graafwesp of metselbij



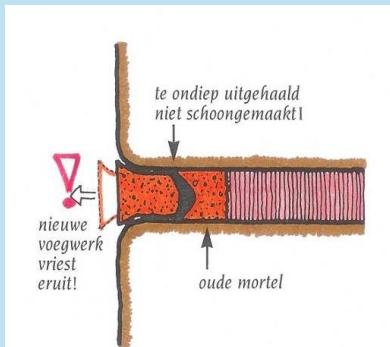
- Gangen van metselbijen of graafwespen in zacht kalkgebonden voegwerk.
- Met name de metselbijen staan op de rode lijst. Naast de monumentenwet heb je dus ook te maken met de natuurwet.

Kapotgevroren metselstenen en mortel



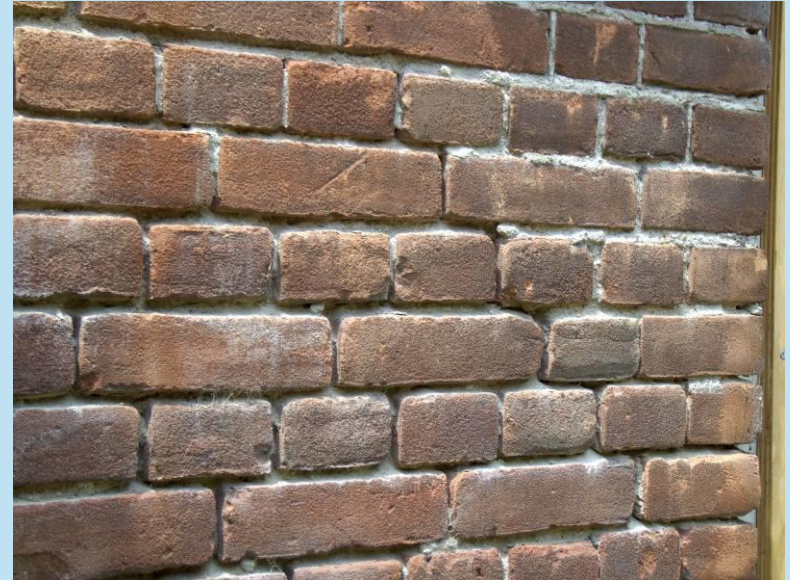
- Door een cementgebonden voeg ontstaat schade aan de bakstenen en de metselmortel
- Het harde en waterdichte voegwerk werkt als een vochtbarrière.
- Door de bevriezing van vocht in de baksteen schilfert de toplaag van de baksteen of verpoedert de legmortel.

Te ondiep aangebracht voegwerk



- Foto rechtsboven: Enkele jaren na het aanbrengen vallen grote delen van het voegwerk weg.
- Het voegwerk is te ondiep aangebracht. Uitgangspunt is 2 à 2,5 maal de dikte van de lintvoeg. Dit voegwerk is 8mm diep aangebracht in plaats van 20mm.

Verbrand en uitgespoeld voegwerk



- De binding tussen het metselzand en het bindmiddel is verdwenen.
- De oorzaak kan liggen in een onvoldoende nabehandeling van het verse voegwerk of een verkeerd mortelrecept.
- Bij voorkeur partieel herstel uitvoeren, maar indien nodig dient al het voegwerk te worden vervangen.

Controleer ook het voegwerk onder het maaiveld



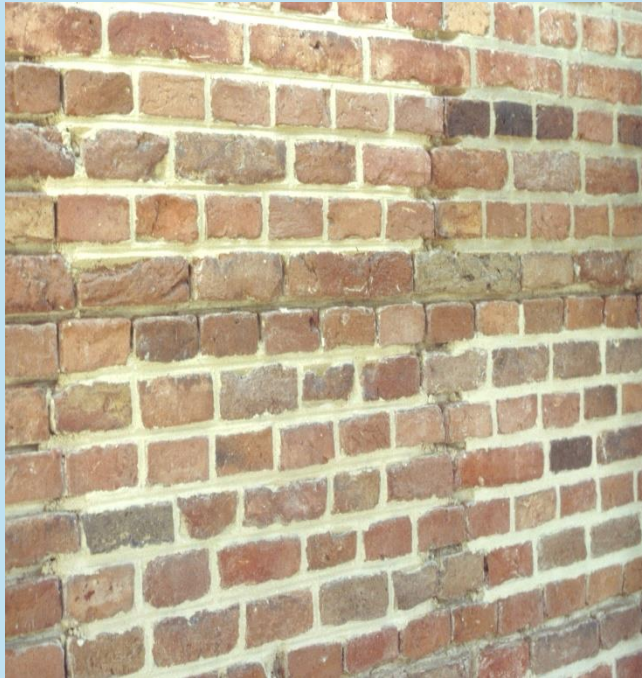
- Tot ongeveer 30cm onder het maaiveld dient het voegwerk hersteld te worden om optrekkend vocht te vermijden.

Voorbeeld uit de praktijk



- Voorbeeld van het opnieuw voegen van het metselwerk tot op de funderingsversnijding

Voegmonsters



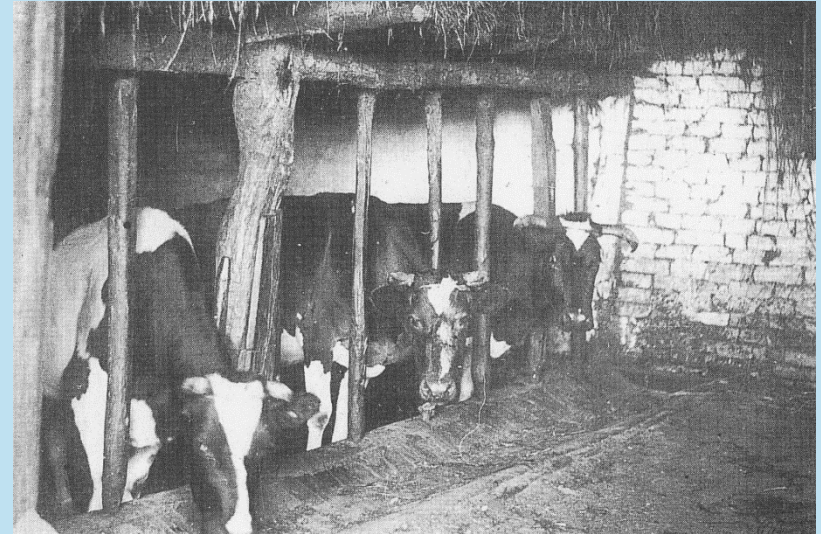
- De voegmonsters zijn gebaseerd op de samenstelling en uitvoering van het oorspronkelijke voegwerk.
- Bij onder andere de LAB shop in Apeldoorn zijn kleurpoeders verkrijgbaar om voegmortels te kleuren. Dit kan variëren van brikkenmeel tot gemalen natuursteen.

Vocht en zouten in metselwerk



- Lekkagesporen in het interieur van een monumentale kerk
- Door vochttransport worden ongebonden kalk en zouten meegenomen naar het oppervlak van de baksteen.
- Bij zoutproblemen is er vaak ook sprake van een vochtprobleem

Waar komt het zout vandaan?



- Er zijn diverse soorten zouten, zoals chloriden, afkomstig uit stroozout of zeewater, nitraten uit mest of urine van vee en sulfaten uit bakstenen van klei met zwavel-ijzerverbindingen.

Waar komt het vocht vandaan?



- Probeer te achterhalen waar het vocht vandaan komt.
- Is er sprake van een lekkage of optrekkend vocht?

Zouten trekken vocht aan



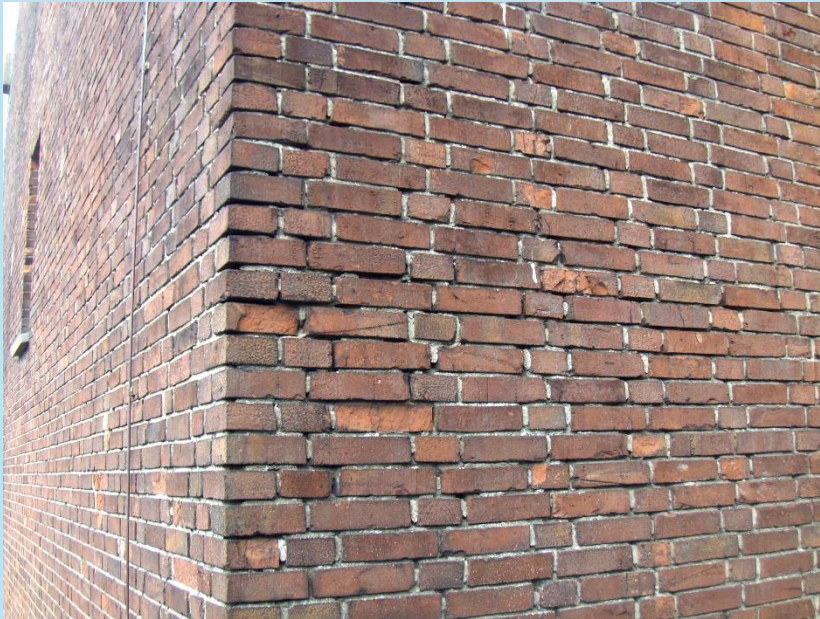
- Vochtplekken door de aanwezigheid van (strooi)zouten in het metselwerk.
- Soms lijkt een plek nat door lekkage, maar zijn het juist zouten die het vocht aantrekken.

Zoutkristallen kunnen de mortel uit elkaar drukken

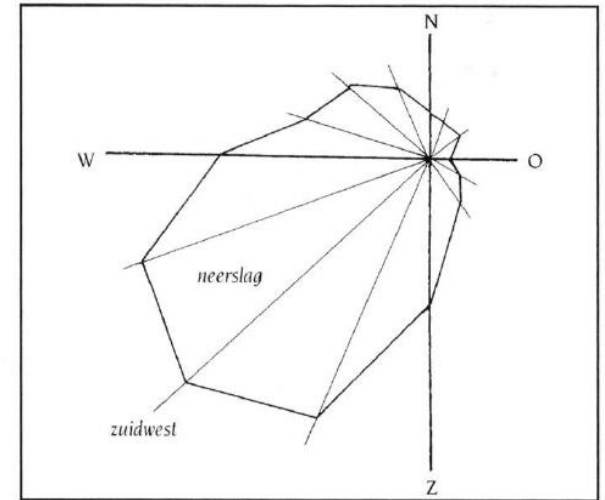


- Door het kristalliseren van zouten (in dit geval nitraten uit mest) wordt het metselwerk uit elkaar gedrukt. De zoutkristallen zijn te herkennen aan het witte poeder tussen de stenen. Verspreid zijn er hierdoor bakstenen losgeraakt. Dit is goed te zien aan de scheurvorming bij het voegwerk en als het metselwerk beklopt wordt met een houten hamer.
- Bij herstellingen dient de mortel aangepast te worden op de zoutbelaste omgeving.
- In sommige gevallen is het beter om het metselwerk te vernieuwen of, als het mogelijk is, het metselwerk te laten zoals het is.

Vaker vochtproblemen aan de zuid- en westzijde



Een regenroos, waaruit blijkt dat verreweg de meeste regen uit het zuid-westen komt. Regendoorslag komt dan ook alleen op zuid-westzijden van gevels voor.



regenroos

- Uitgespoeld voegwerk aan de zuid-westzijde van een kerktoren
- Metselwerk van een gekamde strengpers baksteen gemetseld met een mortel op basis van (Portland) cement

Ook schade in het interieur



- Binnenzijde van de dezelfde kerktoren. De regen wordt door de winddruk door het metselwerk geduwd en wasemt aan de binnenkant uit. Gevolg: Vochtplekken en schade door zoutkristallen.
- De zouten zijn afkomstig uit de cement. Cement reageert met water tot cementsteen en calciumhydroxide. De reactie heet de hydratatie van cement. Bij de reactie tussen cement en water ontstaan zouten en zouthydraten die uit kristallen bestaan.

Ontzouten



- Ontzouten gebeurt door middel van het aanbrengen van kompressen van water, klei en cellulosepoeder. De zouten wordt hierna opgenomen door het kompres tijdens het opdrogen, totdat een gewenste zoutgraad is behaald.
- Over de techniek kunt u meer informatie vinden op de website van TNO en de RCE
- <https://cultureelerfgoed.nl>

Uitbloei van ongebonden kalk



- Kalk die zich niet heeft weten te binden kan door vochttransport gaan uitbloeien.
- Om uitbloei te voorkomen wordt ook wel een kleine hoeveelheid cement of tras aan kalkmortel toegevoegd.

Kalkuitbloei niet reinigen met zoutzuur



- Uitbloei van ongebonden kalk is weggeborsteld met zoutzuur.
- Het door het metselwerk opgenomen zuur bleef actief en tast het kalkgebonden voegwerk aan. Zoutkristallen drukken de toplaag van de baksteen kapot.

Uitbloei van ongebonden kalk



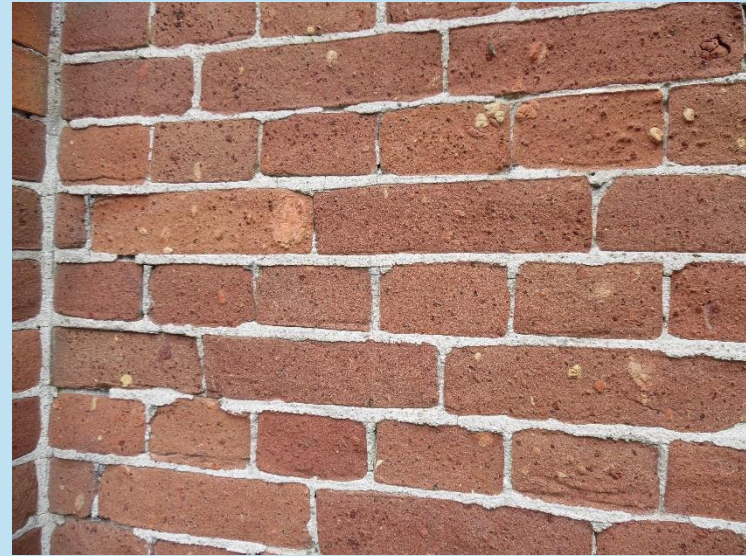
- Niet gelijk actie ondernemen met schoonmaakmiddelen en zuren
- Door regen en wind kunnen de kalkstrepen vanzelf verdwijnen

Reinigen van metselwerk



- Het reinigen van metselwerk kan onbedoeld veel schade veroorzaken.
- Daarom is altijd een omgevingsvergunning nodig!

Hier is het helaas mis gegaan



- Foto links: Metselwerk uit 1891 vervuild met roetaanslag van nabijgelegen spoorwegtraject.
- Foto boven: Om het metselwerk schoon te maken is dit deels gestraald.
- Het oppervlak van de baksteen is verdwenen en de voegen zijn beschadigd.
- De wateropname is hoger en de steen is gevoeliger voor aanhechting van vuil.

Uitvoeringsrichtlijn ERM



- Gevelreiniging van metselwerk c.q. natuursteen gevels, brengt in alle gevallen een zeker schaderisico met zich mee. Begin eerst met een proefvlak
- Wat voor de ene gevel en/of materiaal een geschikte reinigingsmethode is, kan bij een andere gevel ernstige schade opleveren. Het is derhalve onmogelijk om een uniforme reinigingsmethode aan te geven.
- Kijk voor uitvoeringsrichtlijnen in de URL 20-104 gevelreiniging op de website van de stichting ERM

Pas op met het hydrofoberen van historisch metselwerk



- De baksteen schilfert af doordat vocht in de baksteen ophoopt achter de hydrofobeerlaag en bij winterse temperaturen befrist.

Leuk om te bezoeken!



- De monumentenbeurs in 's-Hertogenbosch
<https://www.monumentenbeurs.nl/nl/>

Einde van deze presentatie:



- Zijn er nog vragen?