

DRAAGCONSTRUCTIES

BOVEN GEVELOPENINGEN



vereniging Koninklijke
Nederlandse Bouwkeramiek



127

129

131

DRAAGCONSTRUCTIES BOVEN GEVELOPENINGEN

Gebouwen, moeten voldoen aan bepaalde basiseisen zodat gebruikers er een veilige en beschutte verblijfplaats in vinden. De gevels vormen de verticale afsluiting van het gebouw. Zij bieden bescherming tegen weersinvloeden en geluid. Verder wordt via de gevel de toegang, daglichttoetreding en vaak ook de ventilatie verzorgd. Hiervoor zijn in de gevels openingen opgenomen, al of niet afsluitbaar met een kozijn. Bij de realisatie van baksteengevels is het noodzakelijk om boven de openingen een overspannende draagconstructie in het metselwerk op te nemen. Dit wordt gedaan met een gemetselde of gelijkde baksteenconstructie en/of het gebruik van een latei of geveldrager.

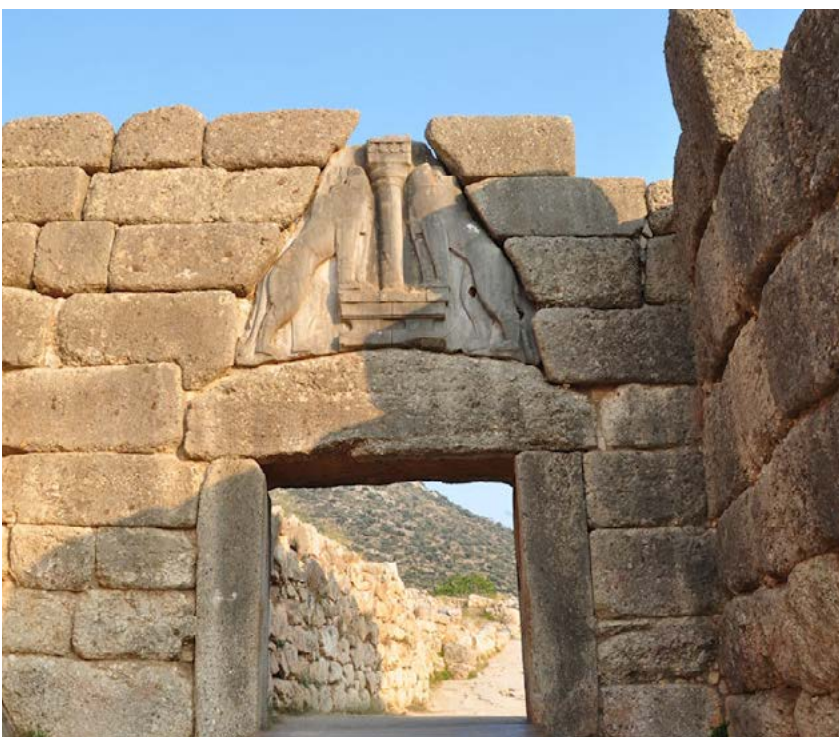
De oorsprong van het hedendaagse metselwerk ligt in de techniek van het stapelen van materialen. Vanuit de oudheid zijn constructies bekend in gestapelde materialen zoals zwerfkeien, onbewerkt of bewerkt natuursteen en later de uit klei gebakken tichel. Dat is de voorloper van de huidige baksteen. Gestapelde constructies met steenachtige materialen kunnen hoge drukspanningen opnemen, maar geen trekspanningen. Voor

openingen in deze constructies werd al in de oudheid gebruik gemaakt van de van "nature" aanwezige boogwerking in gestapelde constructies. In latere bouwwerken worden ondersteuning aangetroffen van hout of natuursteen. In de vroegchristelijke bouwkunst zijn er gestapelde gevelconstructies van bewerkte natuursteenblokken. Voor het maken van de overspanningconstructie werd daarbij gebruik gemaakt van

een architraaf uit natuursteen. De architraaf overspant de opening. Voor het afdragen van de belasting naar de gevel diende een bewerkte sluitsteen. De techniek van het stapelen ontwikkelde zich verder door het gebruik van mortel waardoor een onderlinge samenhang mogelijk werd. Daarbij ontwikkelde ook de kennis over de mechanische eigenschappen van steenconstructies en de krachtsafdracht in overspanningen.

Hoe steiler de boogconstructie, hoe kleiner de afdracht van krachten naar de wand. Zolang de boog de druklijn volgt treden er uitsluitend drukspanningen op en is de gestapelde constructie goed. Wel moet de horizontale reactie van de boog door de wand kunnen worden opgenomen. Naarmate de kennis over stapelbouw toenam en de metseltechniek zich ontwikkelde, werden de overspanningen groter en de constructies slanker. Door toepassing van gebogen en gewelfde constructies werden grotere overspanningen bereikt en zelfs complete ruimten overkluisd.

Als aan het einde van de negentiende eeuw de toepassing van staal in de bouw zijn intrede doet worden de mogelijkheden tot grotere overspanningen en slankere constructies enorm vergroot. Ook in combinatie met andere materialen zoals gewapend beton wordt een veelheid aan mogelijkheden en oplossingen geboden voor overspannende draagconstructies. Deze brochure geeft informatie over de meest gangbare draagconstructies voor toepassing boven gevelopeningen in baksteenmetselwerk.



GEVELS

Gevels van gebouwen worden, vanuit oogpunt van esthetiek en duurzaamheid vaak ontworpen in baksteen. De keuze voor baksteen is vrijwel onbeperkt, door de grote variëteit in kleuren, formaten en texturen. Naast de decoratieve functie van dit kleinschalige gevelement bepalen de goede bouwfysische eigenschappen en de gemakkelijke verwerking van baksteen voor een belangrijk deel de keuze. Daarbij kan baksteen zowel voor dragende constructies (bouwmuren, dragende tussenmuren e.d.) worden toegepast, als voor een puur esthetische "regenjas" voor het gebouw.

Door de wijze van toepassing van de baksteen maken we een onderscheid in samengestelde gevels en gevels met zelfdragende gevelementen.

Samengestelde gevels

Hieronder wordt verstaan de traditionele manier van werken, waarbij per activiteit, vaklieden (timmerman, metselaar, monteur enz.) in vaste volgorde een onderdeel voor haar rekening neemt.



Zelfdragend gevelement

Deze gevels worden in het werk samengesteld uit verschillende onderdelen: binnenspouwblad, kozijnconstructie, thermische isolatie en buitenspouwblad. In dit proces

wordt het gevelmetselwerk ter plaatse vervaardigd en aangesloten op kozijnen, gevelbekleding enz.

Zelfdragende gevelementen

Een gevel kan ook bestaan uit geprefabriceerde gevelementen die geen hulpconstructies meer nodig hebben om stabiel te zijn. Zij dragen zichzelf en vormen een stijf element dat aan de hoofdconstructie wordt gemonteerd.

In de woningbouw zijn deze elementen meestal gevelvullend, dat wil zeggen dat zij in een keer een woonbeuk per bouwlaag afsluiten. Zelfdragende gevelementen worden vaak compleet met kozijnen in het werk gemonteerd. Zie ook [KNB infoblad Prefab gevelmetselwerk](#).

Voor beide typen gevels, zowel samengesteld als met zelfdragende elementen, geldt dat zij ook dragend uitgevoerd kunnen worden.

Waarbij een deel van de vloer- en of dakbelasting van het gebouw via de gevels overgedragen wordt naar de fundering.



Samengestelde gevel

BOVEN GEVELOPENINGEN



GEVELOPENINGEN

De in de gevel aanwezige openingen zijn bijna altijd voorzien van een kader waartegen het metselwerk aansluit. Deze kaders zijn vaak de kozijnen, maar kunnen ook een stelkozijn zijn waaraan later het kozijn wordt gemonteerd.

Vanwege de toenemende dikte van de thermische isolatie, worden kozijnen ook wel achter het buitenspouwblad geplaatst waardoor het kader als aanslag voor het metselen ontbreekt. Ook bij openingen in gevels die oningevuld blijven, bijvoorbeeld bij een achterliggend balkon of loggia

ontbreekt het aanslagkader. In die gevallen wordt het kader gevormd door het metselwerk. Kaders zijn gebruikelijk niet stijf en sterk genoeg om de meestal verticale belasting uit het bovenliggende metselwerk op te nemen. De hedendaagse kozijnen zijn daar ook niet voor bedoeld. De verticale krachten op de bovenrand van het kader moeten door een overspannende draagconstructie worden afgeleid naar de naastliggende gevelpananten. Deze brengen de optredende krachten over naar de fundering van het gebouw.

Hierna worden de meest gangbare oplossingen daarvoor uiteengezet.



OVERSPANNENDE DRAAGCONSTRUCTIES

Metselwerk kan grote drukkrachten opnemen, maar de treksterkte van metselwerk is gering. Bij overspanningen in metselwerk worden daarom draagconstructies gebruikt die de optredende trekspanningen kunnen opnemen en zo scheurvorming in het metselwerk voorkomen.

De keuze voor een bepaald type draagconstructie is niet alleen afhankelijk van de constructieve mogelijkheden van het toegepaste materiaal, maar wordt vooral bepaald door een esthetische keuze in het ontwerpstadium, waarbij vorm, materiaal, kleur, textuur – wel of niet zichtbaar – een rol spelen. Bij overspannende draagconstructies in metselwerk maken we onderscheid tussen gemetselde en samengestelde constructies.

GEMETSELDE DRAAGCONSTRUCTIES

Rollagen, strekken en bogen

Van oudsher worden vaak rollagen, strekken en boogconstructies toegepast boven muuropeningen en kozijnen. Naast een constructieve functie, worden deze constructies ook als sieralement in het metselwerk opgenomen. Rollagen kunnen op zich nauwelijks krachten opnemen, zij worden toegepast als muurbeëindiging of sierrand in het gevelmetselwerk. Deze constructies moeten zich uiteraard voegen naar het verband van het overige metselwerk.

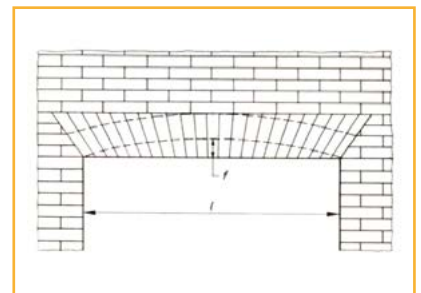


Rollagen

Bij kleine openingen tot ca 800 mm kan een rollaag volstaan omdat de krachtafdracht gering is. Uiteraard geldt dit niet als een verticale dilatatievoeg boven de opening wordt toegepast, of als er een geconcentreerde last binnen de drukboog op het metselwerk aanwezig is. De rollaag dient vooral als sieralement. Rollagen die steeds hoog of hoger zijn worden meestal in halfsteensverband gemetseld.

Strekken

Bij wat grotere openingen, of wanneer er meer belasting op



het kozijn of de opening is te verwachten, kan in plaats van een rollaag een strek of hanekam worden gemetseld.

Door de wigvormige manier van metselen van een strek is deze constructie in staat om de erop rustende belasting zijwaarts te ontbinden en af te dragen. De strek oefent daarbij een zijwaartse kracht uit op het naastliggende metselwerk. Dat metselwerk moet daarvoor sterk genoeg zijn, omdat het anders kan gaan wijken waardoor de strek alsnog kan verzakken. Een steenshoge strek kan tot 1,50 m overspannen. Met een anderhalfsteens hoge strek kan een overspanning van 1,80 m worden overbrugd. De bovenzijde van de strek moet stroken met een lintvoeg van het opgaande werk.

Wanneer met rollagen of strekken grotere overspanningen moeten worden gerealiseerd, dan kan dit met behulp van metselwerkwapening. Door gebruik te maken van de zogenaamde lateihaken, kunnen rollagen tot wel 1½ steen hoog worden opgehangen aan de wapening.

BOVEN GEVELOPENINGEN

Bogen

Van oudsher is de boogconstructie de oervorm van een overspanning-constructie in gestapelde materialen. Gemetselde boogconstructies zijn er in veel verschijningsvormen. Bij restauratiewerkzaamheden komen veelvuldig ingewikkelde boogvormen voor. In het hedendaagse metselwerk zijn het vooral de halfronde bogen, segment- en ellipsbogen die worden toegepast.



Halfronde boog

Bij een halfronde boog beschrijven zowel de binnenbooglijn als de buitenbooglijn een halve cirkel. De aanzet of geboorte van de boog strookt altijd met een lintvoeg. Door de aanzet van de boog 1 of 2 lagen onder het middelpunt te doen, lijkt de boog minder "gedrukt". De straal van de beschreven cirkel van de



binnenbooglijn is gelijk aan de helft van de overspanning van de opening. De straal van de buitenbooglijn wordt bepaald door de hoogte ($n \times$ steenlengte) van de boog. Ook bij een halfronde boog geldt dat de kruin circa een halve laag boven de lagenmaat uitkomt.

Segmentboog

Een segmentboog beschrijft een gedeelte van een cirkelboog. Het porringpunt van een segmentboog is tevens het middelpunt van de beschreven cirkel. De kromming van de segmentboog wordt bepaald door de overspanning in combinatie met de hoogte van de pijl van het segment. De pijlhoogte wordt zo gekozen dat de kruin van de boog 10 mm tot een halve laagdikte door de lagenmaat ligt. Dit moet voorkomen dat in het aansluitende metselwerk zeer lange scherpe punten moeten worden gehakt. De bovenhoeken van de boog moeten stroken met een lintvoeg omdat er anders een visbek in de aansluitende steen moet worden gehakt of gezaagd, wat vrijwel ondoenlijk is.

Ellipsboog & Korfboog

Bij een ellipsboog heeft de binnenbooglijn de vorm van een ellips. De buitenbooglijn wordt bepaald door de hoogte ($= n \times$ steenlengte) van de boog.



Door het afpassen van deze hoogtemaat loodrecht op de binnenbooglijn ontstaat een buitenbooglijn die dus niet de ellipsvorm van de binnenbooglijn volgt. Ook hier ligt de kruin van de boog 10 mm tot een halve laagdikte door de lagenmaat. Voor het uitzetten van de boogconstructie is het van belang dat vanuit het hoogste punt van de binnenboog de brandpunten van de voerstralen worden bepaald. Deze brandpunten worden gevonden door vanuit dit hoogste punt de $\frac{1}{2}$ lengte van de overspanning af te schrijven. Met behulp van deze twee brandpunten en een touwtje kan dan de ellipsvorm worden uitgezet. De korfboog is een afgeleide van de ellipsboog, met dien verstande dat de binnenbooglijn en de buitenbooglijn gelijk zijn in vorm en delen van een cirkelsegment vormen. Voor het uitzetten van deze boogconstructie zijn drie porringpunten noodzakelijk. Nadeel van de korfboog is dat vanaf de aanzet veel dun gehakte stenen in de binnenbooglijn zichtbaar zijn. Bij de ellipsboog verloopt dat geleidelijker.



DRAAGCONSTRUCTIES

Gewapend metselwerk

Overspanningconstructies in metselwerk kunnen ook worden gemaakt door het metselwerk te voorzien van metselwerkwapening.

Door het aanbrengen van wapening in de lintvoegen van het metselwerk boven een gevelopening, krijgt metselwerk een grotere stijfheid. Bij optredende buiging in het metselwerk worden de trekkrachten opgenomen door de wapening, terwijl de drukkrachten worden opgenomen door het metselwerk. Op deze manier kunnen overspanningen tot circa 4000 mm worden gemaakt.



Door de toepassing van metselwerkwapening wordt een ligger van gewapend metselwerk gecreëerd. Een ligger van gewapend metselwerk kan worden toegepast als overspanningconstructie in het metselwerk. In geval van dragend metselwerk zijn de mogelijkheden van metselwerkwapening beperkt. Raadpleeg in die gevallen de leverancier van de metselwerkwapening.



Metselwerkwapening moet voldoen aan de Europese norm NEN-EN 845-3. Daarnaast geeft CUR-Aanbeveling 82 rekenmethoden waarmee in metselwerk optredende spanningen gedurende het gebruiksstatium kunnen worden berekend en getoetst. Het is van belang te kiezen voor een wapeningstype met voldoende resistentie

tegen aantasting door corrosie. Lintvoegwapening mag uitgevoerd zijn in RVS A2-kwaliteit, of verzinkt ($\geq 60 \text{ g/m}^2$) gecombineerd met een kunststofbekleding. Aan de kust voldoet alleen roestvaststaal A4-kwaliteit.

Bekaert, producent van Murfor® metselwerkwapening, geeft in onderstaande tabel, voor overspanningen tussen 2 en 4 meter in combinatie met borstweringshoogten de benodigde hoeveelheden metselwerkwapening.

De tabel geldt alleen bij regelmatige verdelingen van openingen in de gevels. Naast Murfor® zijn er ook andere producten op de markt met eenzelfde functie. In gevallen waarbij op de borstwering een verticale belasting werkt, anders dan het gewicht van de borstwering zelf, moet de benodigde hoeveelheid wapening worden berekend.

Hoogte	Overspanning			
	tot 2,0 m	2,0 tot 2,5 m	2,5 tot 3,0 m	3,0 tot 4,0 m
0,5 tot 1,0 m				
1,0 tot 1,5 m				
1,5 tot 2,0 m				
2,0 tot 2,5 m				
2,5 m en groter				

Verklaring notatie: 2 x M is 2 lagen Murfor® met een gehele elementlengte
 2 x 1/2 M is 2 lagen van een Murfor® met een halve elementlengte
 lassen verspringend aanbrengen.

BOVEN GEVELOPENINGEN



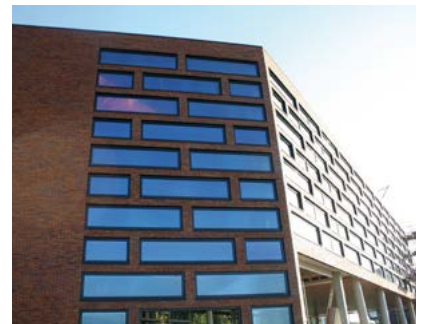
Gelijmd metselwerk

Bij het lijmen van baksteen is het voornaamste kenmerk dat de voeg tussen de stenen nagenoeg onzichtbaar is. Bij normaal metselwerk maakt de voeg circa 20 % van het geveleppervlak uit, bij lijmen is dit ca 8 %. Hierdoor komen de kenmerken van de steen, zoals kleur, vorm en textuur veel meer tot hun recht. De steen "spreekt" meer.

Naast de architectonische vormgeving biedt het verlijmen van baksteen nieuwe constructieve

mogelijkheden. Door het hoge cementgehalte van de lijm mortel en de toevoeging van hulpstoffen, ontstaat een mortel met verbeterde constructieve eigenschappen. Hierdoor is gelijmd metselwerk bijna drie keer zo sterk als gewoon metselwerk. Dankzij de grotere sterkte kunnen met gelijmd metselwerk grotere overspanningen worden gemaakt en kunnen kleine gevelopeningen veelal zonder latei gemaakt worden. In de smalle lintvoegen van gelijmd metselwerk kan geen traditionele metselwerkwapening worden opgenomen. Hiervoor is speciale metselwerkwapening beschikbaar.

Door gebruik te maken van de hogere sterkte van gelijmd metselwerk al of niet in combinatie met wapening is het ook mogelijk om gevelelementen of onderdelen van gevels zoals overspanningsconstructies te prefabriceren.



SAMENGESTELDE DRAAGCONSTRUCTIES

Zoals al in de inleiding gezegd, werden architraven al in de oudheid toegepast om muuropeningen te overbruggen. Men gebruikte daarvoor meestal op maat gemaakte natuursteenblokken, maar ook houten balken. Met de opkomst van gewapend beton en staal als constructiemateriaal aan het eind van de 19e eeuw, worden deze materialen veelvuldig toegepast voor draagconstructies. Door de hoge sterkte van staal en gewapend beton, is het mogelijk daarmee slanke, hanteerbare constructies te maken en daarbij toch grote overspanningen te halen.

Vanaf de intrede van deze nieuwe bouw- en constructiematerialen is de naam architraaf in onbruik geraakt en vervangen door latei.

Lateien

Voor gevelmetselwerk kan een keuze gemaakt worden uit:

- Zelfdragende lateien
- Samengestelde lateien
- Geveldraggers.

Zelfdragende lateien

Een zelfdragende latei is een constructief element dat boven gevelopeningen wordt aangebracht en dat van zichzelf sterk genoeg is om de belasting van de boven de gevelopening aanwezige constructie op te nemen en af te dragen naar de zijkanten van de opening. Vandaar worden de krachten in de vorm van drukkrachten verder afgedragen via wand- of kolomelementen aan de fundering.

Niet alle bovenliggende belasting op de gevelopening behoeft te worden meegerekend voor het bepalen van de zwaarte van de latei. In het metselwerk boven de opening vindt een zekere boogwerking plaats. Dat wil zeggen dat zich boven de opening een drukboog vormt, waarlangs de drukbelasting wordt afgedragen naar de zijkanten van de opening. Alleen het gedeelte van het metselwerk



onder de drukboog steunt op de latei boven de opening. Dit geldt in principe ook voor in het metselwerk opgelegde vloeren: als zij boven de drukboog liggen hoeft de belasting niet te worden doorgerekend in de latei. De belasting op de latei wordt hiermee aanzienlijk gereduceerd. Het metselwerk boven de gevelopening moet wel aan een aantal voorwaarden voldoen om van deze boogwerking gebruik te kunnen maken. In de eerste plaats moet er voldoende hoogte boven de opening aanwezig zijn voor het ontstaan van een drukboog. Verder moet naast de opening voldoende metselwerk aanwezig zijn om de spatkrachten uit de boogwerking te kunnen opnemen en mogen boven de boog geen grote geconcentreerde lasten aanwezig zijn. In het gebied van de boogwerking mogen geen openingen aanwezig zijn. Bij verticale dilatatievoegen in lijn met de zijkant van de gevelopening kan geen gebruik gemaakt worden van de boogwerking. Bij metselwerk in staand- of tegelverband en bij stootvoegloos metselwerk gelden eveneens beperkingen.

Zelfdragende lateien zijn er in diverse materialen en vormen. Zowel in zichtbare- als in onzichtbare toepassing.

Samengestelde metselwerk latei

Een voorbeeld van een samengestelde, onzichtbare latei is de metselwerklatei van het type Stalton of Nehobo. Deze wordt gemaakt van speciaal gevormde keramische stenen, waarin wapening is aangebracht. Na het aanbrengen van de wapening worden de stenen aangegoten met mortel. Deze latei werkt, door de hechting van de metselspecie, in principe samen met het bovenliggende metselwerk. Omdat de doorsnede van deze stenen latei overeenkomt met die van metselstenen, laat de latei zich gemakkelijk voegen in het metselwerk.



BOVEN GEVELOPENINGEN

Betonlatei

Betonfabrikanten maken een breed scala aan geprefabriceerde gewapend beton lateien. Deze lateien worden zowel met traditionele wapening als met voorgespannen wapening geleverd.

Met voorgespannen wapening kunnen constructies worden gemaakt die een hoge belasting kunnen dragen en toch slank van uiterlijk zijn. Betonlateien zijn er zowel met de oplegging in het zicht als met een 'wegmetselbare' oplegging. Beide typen vragen specifieke aandacht bij verwerking in het gevelmetselwerk in verband met uitzetting, krimp, kruip en hechting. Volg daarom altijd de verwerkingsvoorschriften van de fabrikant. Zo kan een speciale stelmortel nodig zijn voor een schadevrije prestatie in het metselwerk. Fabrikanten kunnen het zichtvlak van de latei voorzien van variaties in oppervlakte structuur, soms in combinatie met gevelbanden of dakranden.



is gebaseerd op de theorie dat de latei de trekkrachten die in de constructie ontstaan opneemt, terwijl het bovenliggende metselwerk de drukkrachten opneemt. Voorwaarde is wel dat er voldoende hechting is tussen latei en bovenliggend metselwerk voor het opnemen van de schuifkrachten die optreden tussen latei en bovenliggend metselwerk. Voor metselwerk in het binnenmilieu van gebouwen kan deze latei zonder enige restrictie worden toegepast, daar grote temperatuurwisselingen nauwelijks voorkomen. Voor toepassing in gevelmetselwerk zijn lateien van dit type, langer dan circa 1 meter niet aan te bevelen omdat de uitzettingscoëfficiënten van beton en metselwerk sterk verschillen. Door de ongelijke uitzetting zal het metselwerk onthechten van het beton. Om deze onthechting te voorkomen wordt door sommige fabrikanten van deze lateien een speciale hechtmortel voorgeschreven.

Baksteen-betonlatei

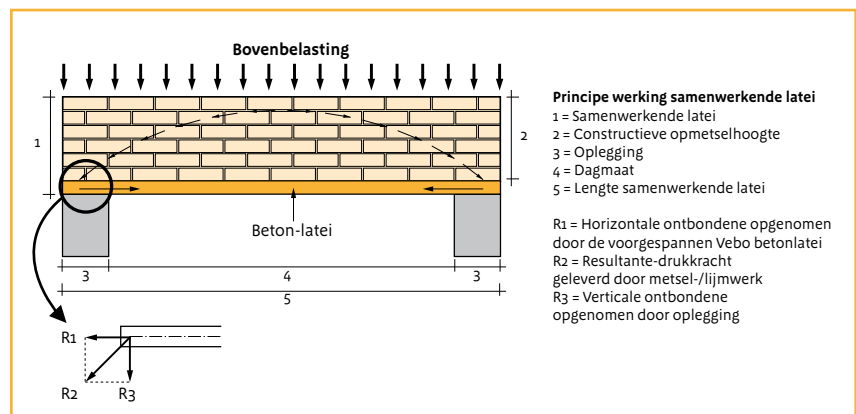
Zelfdragende betonlateien kunnen ook met een metselwerk uiterlijk worden gemaakt. Er zijn diverse varianten, afhankelijk van de productiemethode. Het baksteenuiterlijk wordt verkregen



door baksteenstrips ofwel aan te storten in de bekisting, dan wel later op het oppervlak te lijmen. Belangrijk is een goede hechting van de steenstrip aan het beton en een goede vorstbestandheid. Vrijwel alle varianten van rollagen, strekken en bogen zijn op deze manier als geprefabriceerd gevelelement leverbaar. Ook hier zijn er varianten met de oplegging in het zicht en met een 'wegmetselbare' oplegging.

Samenwerkende lateien

Dit type latei vormt samen met het bovenliggende metselwerk de draagconstructie. Het principe



DRAAGCONSTRUCTIES

Stalen latei

Stalen lateien worden met name bij grote overspanningen of zwaar belaste kaders toegepast. Ze zijn doorgaans vervaardigd uit standaardprofielen (L- T- H- U- profielen of kokers) die op lengte worden gebracht. De ontwerpmogelijkheden zijn bijna onbeperkt. Bij een juiste conservering, thermisch verzinkt en voorzien van een aanvullende poedercoating, voldoet dit type latei aan de eisen voor duurzaam metselwerk. Bij een goede profielkeuze kan vrijwel altijd een latei van het zelfdragende type worden ontworpen.



Speciaal voor draagconstructies bij beperkte overspanning zijn prefab lateien van dunwandig gezet staal verkrijgbaar in lengten tot drie meter. Door het beperkte eigen gewicht worden deze lateien veel toegepast. De stijfheid van deze lateien wordt bepaald door de flenshoogte van het hoekprofiel. In veel gevallen is een tijdelijke ondersteuning van de latei noodzakelijk. Bij de keuze voor



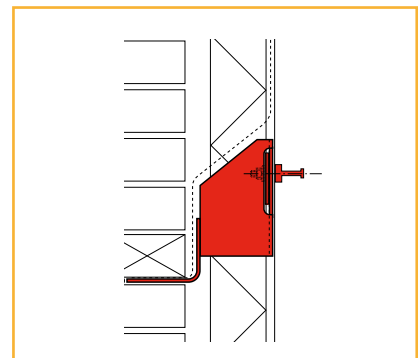
dit type latei is het wel van belang om de keuze aan te passen aan de sortering baksteen. Dit betekent niet alleen een keuze voor een kleur van het profiel, maar ook soms voor de breedte van de dragende flens bij het gebruik van strengpersstenen om de perforaties af te dekken. Deze lateien worden geleverd in RVS 316, verzinkt staal, of verzinkt en gepoedercoat. Bij het gebruik van gepoedercoat staal moet er tijdens transport, opslag en verwerking op de bouwplaats voor worden gewaakt dat de beschermende coating niet wordt beschadigd. Dit kan tot roestvorming leiden met beschadiging van het metselwerk tot gevolg. Zie ook [KNB infoblad Stalen lateien, risico op scheurvorming](#).

Er bestaan ook combi-lateien waarbij een lichtstaal hoeklijn wordt gecombineerd met metselwerkwapening. Dit type wordt kostprijsmatig interessant vanaf overspanningen van drie meter.

Geveldragers

Wanneer een buitenspouwblad van baksteenmetselwerk over meerdere verdiepingen moet

worden doorgezet, gelden er beperkingen door de vervormingsverschillen tussen de binnenconstructie en het gemetselde buitenspouwblad. Om schade door deze vervormingsverschillen in het buitenblad te voorkomen worden horizontaal dilataties in het metselwerk opgenomen (zie KNB brochure; Ontwerpen met dilataties). Grofweg betekent dit dat vanaf een hoogte van circa 11 meter boven Peil, om de twee bouwlagen een opvang voor het gevelmetselwerk noodzakelijk is. Speciaal voor de opvang van het metselwerk boven de dilatatie zijn er geveldraggers ontwikkeld. Geveldraggers bestaan uit stalen consoles die aan de hoofdconstructie zijn verankerd en die al of niet voorzien zijn van een draagconstructie om metselwerk te dragen. De consoles ondersteunen het buitenspouwblad en dragen de krachten af aan de achterliggende draagconstructie of het dragend binnenspouwblad. Het voordeel van de consoles is dat ze vrijwel onzichtbaar in het metselwerk kunnen worden opgenomen.



BOVEN GEVELOPENINGEN



Geveldraggers worden soms ook gebruikt als latei boven kozijnen en openingen in het gevelmetselwerk, waar dit ook met een zelfdragende lateiconstructie mogelijk lijkt. Soms zijn er echter gevelstructuren waar onvoldoende draagkracht kan worden verkregen met een dunwandige stalenlatei. Zoals bij grote openingen en bij sparingen in het metselwerk op de hoek van een gebouw. Bij de keuze voor deze oplossing is het wel zo dat extra moet worden gedilateerd in het metselwerk bij elke beëindiging van een geveldrager. Zolang het gebruik beperkt blijft tot uitzonderingsgevallen zijn deze extra dilataties over het algemeen te accepteren.



Geveldraggers worden ook gebruikt voor het dragen van metselwerk bij gebouwen waar het gevelmetselwerk start vanaf een hoger gelegen verdieping zoals bij winkelpanden. Deze opvangconstructie bestaat vrijwel altijd uit consoles voorzien van een stalen lateiprofiel of een prefab betonband waarop het metselwerk wordt gedragen.

betonnen neuslatei of gevelband wordt aangestort middels een koudebrugonderbreking aan de hoofdconstructie.

Een zelfdragende latei heeft vanuit esthetisch oogpunt echter de voorkeur als draagconstructie boven gevelopeningen.

Geveldraggers zijn er ook in betonnen uitvoering, waarbij een gewapend



UITVOERINGSASPECTEN OVERSPANNING- CONSTRUCTIES

Gemetselde draagconstructies

vragen in de uitvoering meer aandacht en hulpconstructies dan geprefabriceerde lateien van beton of staal. Bij gemetselde constructies is de hechtsterkte van de mortel een van de constructieve eisen. Om een goede hechtsterkte te krijgen is het van belang dat de baksteen en mortel op elkaar zijn afgestemd. Zie [KNB infoblad Wateropname van metselbaksteen](#).

Voor de uitvoering van het metselwerk is bij rollagen, strekken, bogen en gewapend metselwerk een tijdelijke ondersteuning noodzakelijk. Deze hulpconstructie dient zo lang aanwezig te blijven totdat circa 2/3 van de eindsterkte bereikt is. Dit kan, afhankelijk van uitvoeringstemperatuur, enige tijd vragen.

Voor boogconstructies moeten eerst een uitslag en een formeel worden gemaakt om de gemetselde constructie te kunnen maken. In de bijlage zijn de constructiewijzen voor diverse bogen gegeven. Nadere informatie is beschikbaar op de [digitale uitgave Constructies in metselbaksteen](#).

Bij rollagen, strekken en bogen is het niet noodzakelijk dat de geboorte van de boog of de onderzijde van de



rollaag of strek samenvalt met een lintvoeg.

Hiermee kan een eventueel verschil in hoogte tussen kozijn en lagenmaat worden opgevangen, het is echter ook mogelijk om de maat van het kozijn aan te passen aan het metselwerk van de opening. Er dient dan wel vooraf een goede uitslag van de segmentboog te worden gemaakt.

Metselwerk waarin metselwerk-wapening wordt aangebracht moet worden vervaardigd met een metselmortel van het type I of II conform NEN-EN 998-2. Voor de verankering van de wapening in het metselwerk is een oplegging van de wapening van circa 25 cm naast de overspanning noodzakelijk. Dit betekent dat in het verlengde van de negge geen dilataties in het metselwerk kunnen worden opgenomen.

Bij grotere overspanningen kan de wapening worden verlengd door de wapeningselementen met een overlap van circa 25 cm in te metselen.

Zie voor de verwerking de instructies van de leverancier.

Bij het gebruik van **beton of baksteen/beton lateiconstructies** moet te allen tijde rekening gehouden worden met de verschillen in thermische uitzetting van metselbaksteen en beton. Wordt dit in onvoldoende mate gedaan dan is de kans op scheurvorming nabij de oplegging zeer groot. Ook om redenen van thermische uitzetting/krimp is het toepassen van samenwerkende lateien, langer dan circa 1000 mm, in gevelmetselwerk van baksteen aan beperkingen onderhevig. De bezwaren kunnen enigszins beperkt worden door het toepassen van een speciale hechtmortel met elastische eigenschappen.

Bij het opnemen in het metselwerk van beton of baksteen/beton lateien moet dus altijd rekening gehouden worden met de verschillen in thermische werking van de samenkomende materialen beton en metselwerk. De oplegging van deze lateien moet daarom altijd op een onthechtend materiaal zoals DPC of drukvast oplegvilt gedaan worden. Bij lateien met een 'wegmetselbare' oplegging dus ook met een expansieruimte bij de ingemetselde kop. De kop van de latei moet altijd vrij van het metselwerk zijn en in het zichtvlak afgedicht worden met een elastische kitvoeg.



BOVEN GEVELOPENINGEN



Op de bovenzijde van de latei een scheidingsfolie of DPC slabbe aanbrengen. Soms is het noodzakelijk de latei tijdelijk te onderstempelen. Raadpleeg altijd de verwerkingsvoorschriften van de fabrikant.

metselwerk. In het profiel kan een afwaterende DPC-slabbe worden opgenomen voor de ontwatering van de spouwruimte. De stenen op de latei altijd "koud" op het profiel of op de DPC-folie. Aan de lateien mogen onder geen beding bewerkingen op de bouwplaats worden gedaan anders dan monteren. Paszagen of slijpen of andere bewerkingen die de coating kunnen beschadigen zijn uit den boze.

Het metselwerk op de latei traditioneel voorzien van spouwankers. In sommige gevallen worden door de leverancier/constructeur extra spouwankers zonder afdruiptnik voorgeschreven. Vrijwel alle stalen lateien moeten tijdens het metselen en uitharden tijdelijk onderstempeld worden, fabrikanten geven duidelijke montagerichtlijnen



over de verwerking op de bouwplaats.

Stalen geveldragers voor hoger opgaand metselwerk kunnen bestaan uit losse metselwerkondersteuning (handjes) of uit consoles met een daaraan gelast draagprofiel (hoeklijn). Zij worden gemonteerd aan de hoofdconstructie van het gebouw. Dit kan zijn aan ingestorte ankerrails of middels te boren chemische ankers, waaraan ofwel de metselwerkondersteuning of de consoles worden gemonteerd. Hierbij is van groot belang dat de draagprofielen exact worden uitgelijnd, zodanig dat het metselwerk op de juiste wijze wordt gedragen en dat er onder het profiel tenminste 10 mm vrije ruimte aanwezig is tussen onderkant geveldrager en het onderstaande metselwerk.



Stalen lateien hebben eveneens een hogere uitzettingscoëfficiënt dan baksteenmetselwerk, waarmee rekening moet worden gehouden. Weliswaar is de kop van de latei beperkter van afmetingen en altijd in de voeg op te nemen, maar ook hier kan uitzettingsspanning tot schade leiden. Daarom wordt geadviseerd om bij de kop van de latei altijd een strookje folie ter lengte van de oplegging om het profiel te vouwen. De oplegging van de latei moet worden uitgevuld met aardvochtige specie, zodanig dat de bovenzijde van het profiel strookt met de lagenmaat van het



DRAAGCONSTRUCTIES

Ook bij deze geveldraagsystemen moet de hoogte zodanig worden afgesteld dat het metselwerk "koud", dus zonder mortelvoeg, op het profiel begint. Afhankelijk van het gekozen draagsysteem is het noodzakelijk om het profiel tijdelijk te ondersteunen, fabrikanten geven hiervoor duidelijke montagerichtlijnen. De expansievoeg onder het profiel dient te worden voorzien van een elastisch blijvende kitvoeg op rugvulling.

Geveldragers kunnen ook vanuit een esthetische visie, van een betonnen of bakstenen uiterlijk voorzien worden. Dit kan door de geveldrager middels stekeinden aan te storten aan de hoofdconstructie. Door de toegenomen eisen aan de thermische isolatie en het beperken van koudebruggen wordt deze constructie nog maar zeer weinig toegepast. Hiervoor in de plaats zijn constructies gekomen op basis van soortgelijke consoles als voor de stalen geveldragers, maar dan met een betonnen of baksteen/betonnen geveldrager. De montagevoorschriften van de fabrikanten dienen hierbij zeer

nauwkeurig te worden opgevolgd om schade aan het gevelmetselwerk te voorkomen.

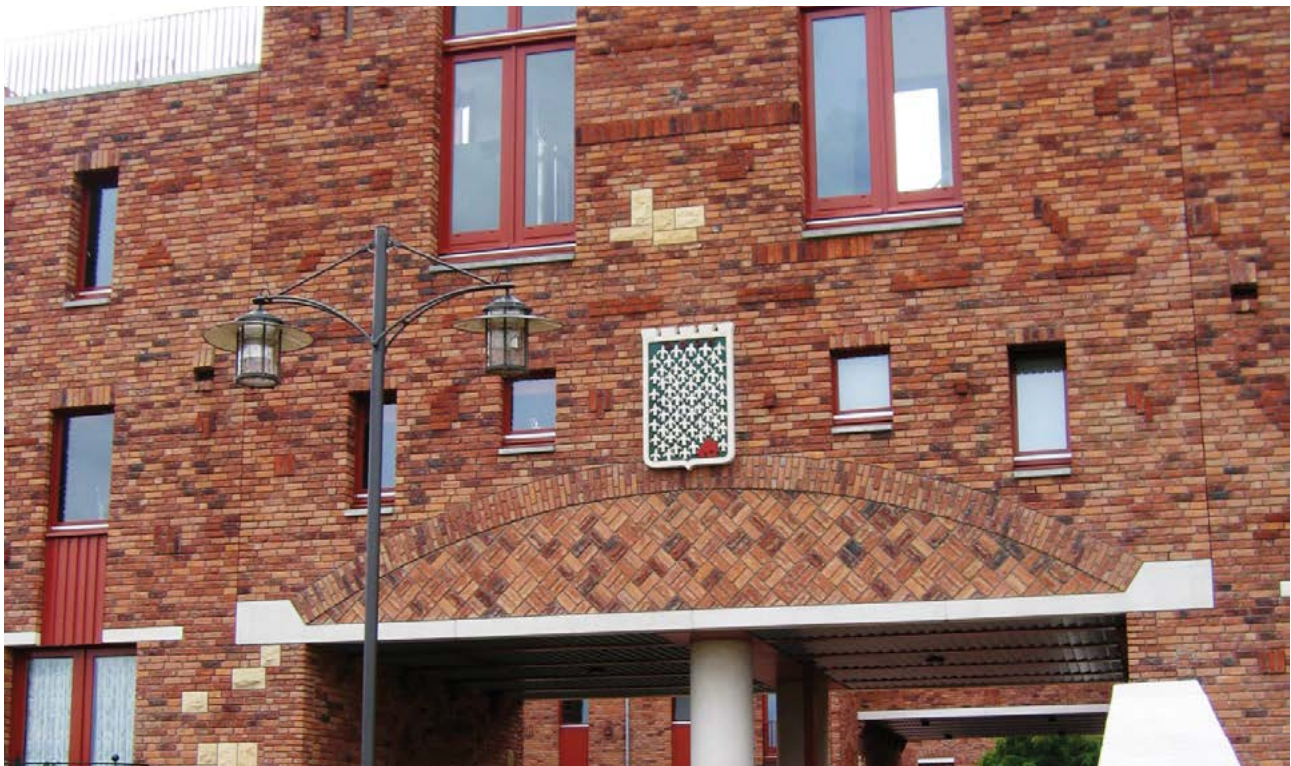
Voor geveldragers die gebruikt worden om gevelmetselwerk te dragen boven gevelsparingen, gelden in principe dezelfde richtlijnen, alleen dient bij de aansluiting van de hoeklijn aan een kozijn een vrije ruimte van circa 5 mm te worden gehouden tussen profiel en bovendorpel. Ook is het noodzakelijk om in het bovenliggende metselwerk extra verticale metselwerkdilataties aan te brengen bij elke beëindiging van de geveldrager. Ter voorkoming van veel extra dilataties is het soms raadzaam profielen over een grotere lengte door te zetten dan strikt noodzakelijk.

Noodzakelijke waterkeringen kunnen soms tot gecompliceerde oplossingen op de bouwplaats leiden. Dit is vooral het geval wanneer ze op de traditionele manier direct in het profiel en over/rond de consoles worden opgenomen in de spouw. Soms is dit te voorkomen door bij hoger opgaand metselwerk de DPC-slabbe niet aan te brengen in de directe nabijheid van de

geveldrager, maar om die op een hoogte van circa 1 m boven het draagprofiel door het metselwerk te voeren. Hierbij moet dan, in overleg met de constructeur, extra aandacht gegeven worden aan de verankering van het buitenspouwblad boven en onder de waterkering. Bij gebruik van betonnen of baksteen/betonnen geveldragers is het zaak om de DPC-slabbe over het bovenoppervlak van de drager aan te brengen, mede ter onthechting van het gevelmetselwerk.

De verankering van het buitenspouwblad, dient volgens de voorschriften direct boven de geveldragers te worden voortgezet. Zie [KNB infoblad 'Spouwankers in baksteenmetselwerk'](#).

Voor gevelmetselwerk worden adviezen gegeven voor het aantal, plaats en soort dilataties. Bij toepassing van geveldragers is het noodzakelijk dat de adviezen van de leverancier van deze draagsystemen, worden overlegd met de adviseur die het dilatatieadvies voor het baksteenmetselwerk heeft uitgewerkt.



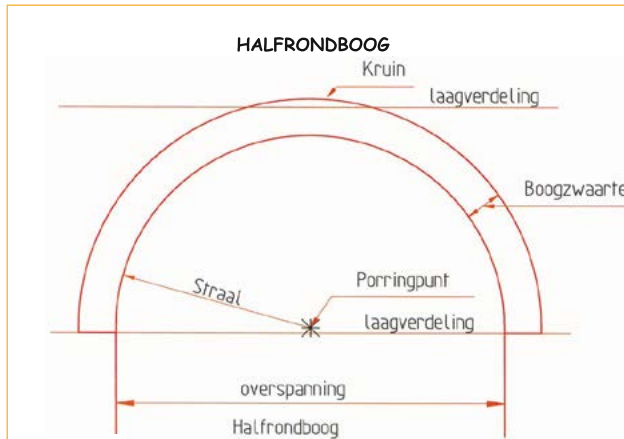
BOVEN GEVELOPENINGEN

BIJLAGE

Constructie van Bogen

Onderstaand enige voorbeelden van boogconstructies uit de digitale uitgave Constructies in metsel(bak)steen

A. Rondboog



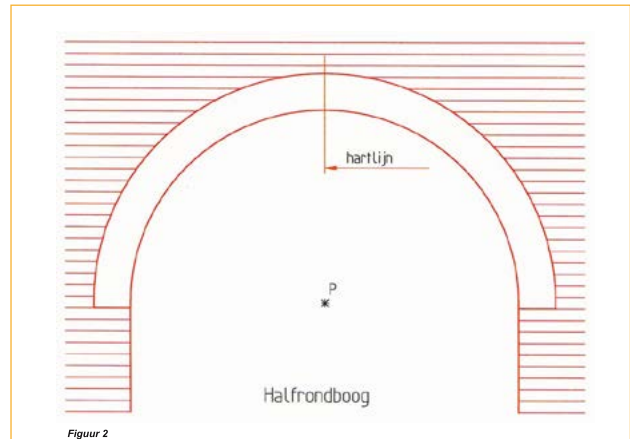
Figuur 1

EIGENSCHAPPEN (figuur 1)

- De halfrondboog is een halve cirkel.
- Het porringpunt ligt in het midden van de overspanning. Het ligt meestal iets hoger dan de laagverdeling. Daardoor lijkt de boog beter rond.
- De straal is de helft van de overspanning.
- De boog bestaat uit een oneven aantal lagen.
- De (laatste) steen die in het midden bovenaan komt, heet sluitsteen.

CONSTRUCTIE

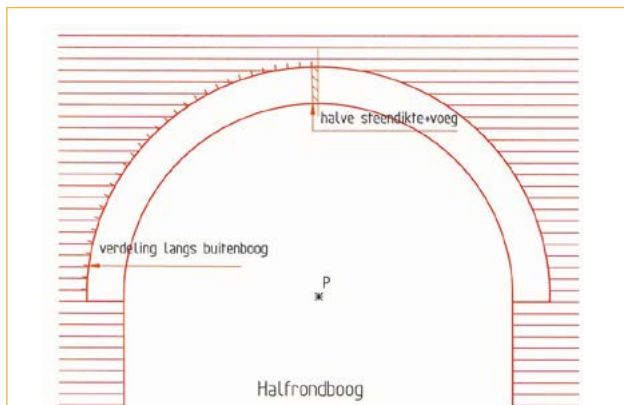
- Je tekent de boog door vanuit het porringpunt cirkelbogen te trekken.
 - De buitenste halve cirkel (buitenbooglijn) is de straal + de boogzwaarte.
 - De kruin van de buitenbooglijn moet 15 - 20 mm boven de laagverdeling uitkomen.
- Dit bereik je door het porringpunt iets hoger of lager te nemen.
Als je het porringpunt hoger neemt gaat de boog rijzen.



Figuur 2

LAAGVERDELING-1 (figuur 2)

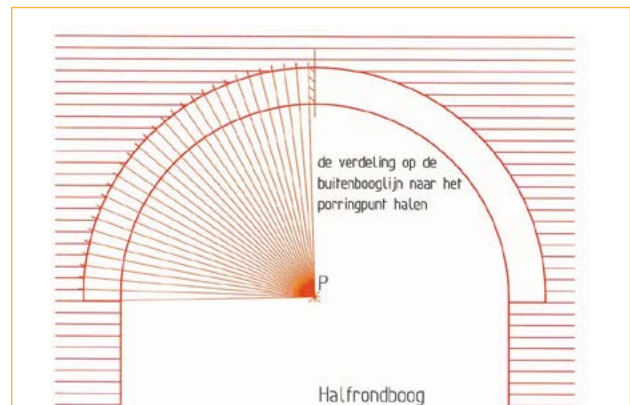
- Voordat je een boog gaat metselen, maak je op een uitslag een verdeling op ware grootte.
- Je kunt dit het beste doen op een houten ondergrond.
- Teken hierop het porringpunt, een binnenbooglijn en een buitenbooglijn.
- Begin met de hartlijn van de boog te tekenen.



Figuur 3

LAAGVERDELING-2 (figuur 3)

- Je tekent de laagverdeling af op de BUITENBOOGLIJN.
- Je hoeft maar een helft te tekenen.
- Teken vanuit de hartlijn een halve steendikte + voeg af.
- Stel de voegpasser in op de laagverdeling en pas langs de booglijn af.
- Als je niet helemaal uitkomt, stel je de voegpasser iets groter of iets kleiner.
- Zodra je de juiste maat hebt, teken je de lijnen af.

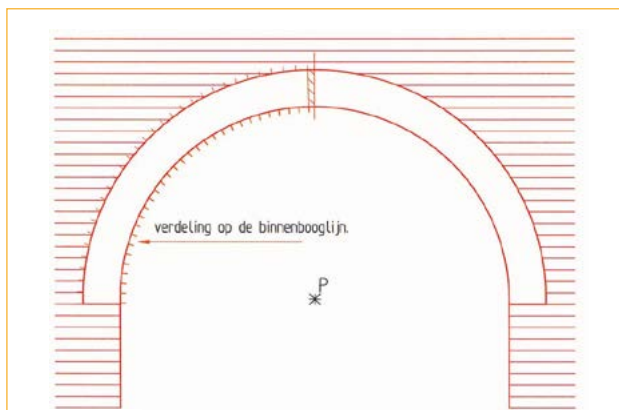


Figuur 4

LAAGVERDELING 3 (figuur 4)

- Alle lijnen van de laagverdeling lopen naar het porringpunt.
- Deze lijnen raken de binnenbooglijn.
- Op deze wijze bepaal je ook hoe schuin je de stenen moet hakken of zagen.

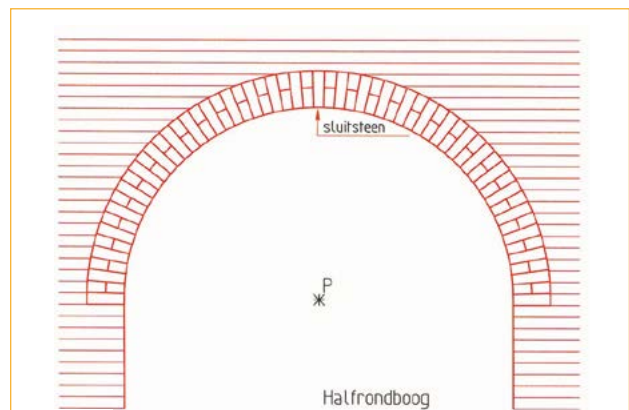
DRAAGCONSTRUCTIES



Figuur 5

LAAGVERDELING 3 (figuur 5)

- Je neemt de laagverdeling over langs de binnenbooglijn.
- Teken hiervoor korte lijntjes.
- Neem deze lijntjes over op het formeel.
- Door het formeel om te draaien teken je ook de andere helft hierop af.

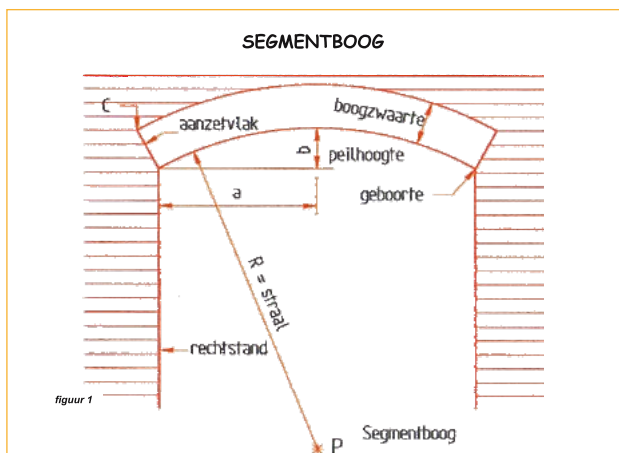


Figuur 7

HET METSELEN VAN DE BOOG (figuur 7)

- De linker- en rechterkant van de boog metsel je tegelijk op.
- Bij een kleine straal van de boog hak of zaag je de stenen schuin.
- Zorg er voor dat je de voeg aan de onderzijde van de boog vrij houdt van specie. Je kunt er later moeilijk bij om uit te krabben.
- Je metselt telkens een aantal lagen van de boog. Daarna ga je de lagen van het metselwerk aanrageren. Wacht nog even met het metselen over de boog heen.
- Zodra de boog voltooid is, laat je het formeel iets zakken zodat deze vrij komt. De boog gaat zich nu "zetten".
- Daarna kun je er over heen metselen.

B. Segmentboog



figuur 1

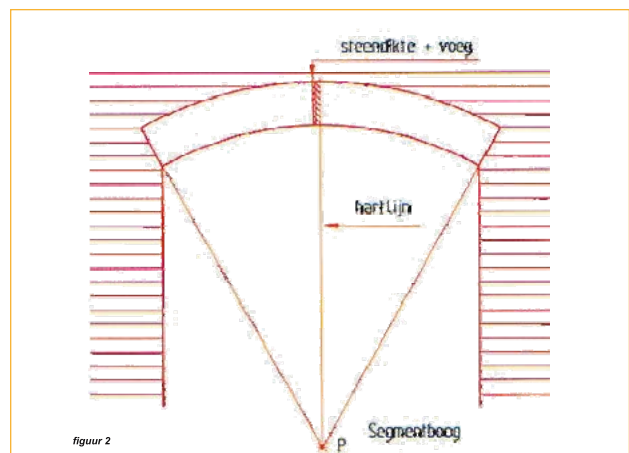
EIGENSCHAPPEN (figuur 1)

- De segmentboog bestaat uit een gedeelte van een cirkel (segment).
- De segmentboog bestaat altijd uit een oneven aantal lagen.
- In het midden komt de sluitsteen.
- De kruin van de boog loopt ongeveer 15 - 20 mm door de laagverdeling. Dit doe je omdat je anders bij het aanrageren scherpe punten aan de stenen moet maken.
- Bij punt C loopt de buitenbooglijn gelijk met de laagverdeling. Dit is om te voorkomen dat je een steen met een "visbek" gebruikt.

CONSTRUCTIE

- Om de boog te kunnen metselen maak je vooraf en uitslag op ware grootte.
- De grootte van de straal R bepaal je met de formule:

$$R = \frac{(a)^2 + b^2}{2b}$$
 a = $\frac{1}{2}$ overspanning b = pijlhoogte
- Bij het bepalen van de boogzwaarte houd je rekening met de lengte van de stenen.

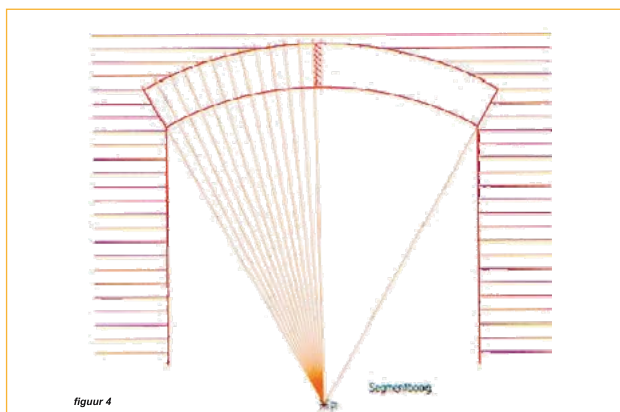


figuur 2

LAAGVERDELING-1 (figuur 2)

- De lijn vanuit het porringpunt naar de kruin van de boog heet HARTLIJN. Dit is precies het midden van de boog.
- Teken vanuit de hartlijn een halve steendikte+voeg af.

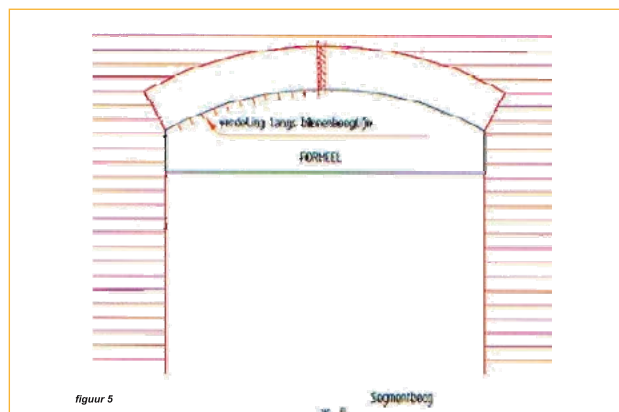
BOVEN GEVELOPENINGEN



figuur 4

LAAGVERDELING-3 (figuur 4)

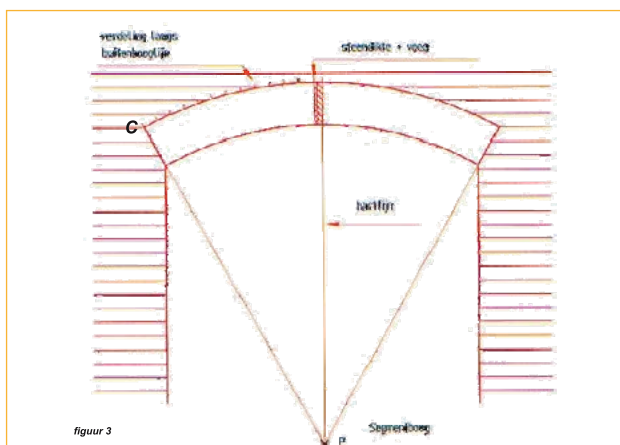
- Alle lijnen vanuit de verdeling op de buitenbooglijn lopen naar het porringpunt.
- Deze lijnen snijden de binnenbooglijn.



figuur 5

LAAGVERDELING-4 (figuur 5)

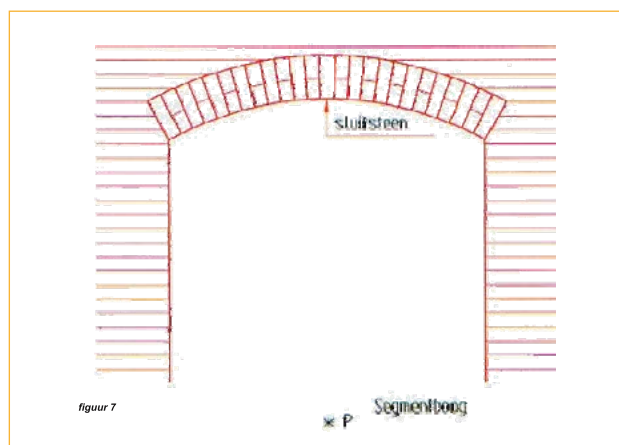
- De verdeling haal je over op de binnenbooglijn.
- Je tekent deze verdeling af op de ene helft van de ondersteuning, (formeel of schenkel).



figuur 3

LAAGVERDELING-2 (figuur 3)

- Stel de voegpasser in op de maat van de laagverdeling.
- Pas vanuit punt C langs de buitenbooglijn af. Je moet nu precies bij de afgetekende lijn uitkomen. Stel zonodig de passer iets groter in als je niet uit komt.
- Bepaal of de stenen schuingehakt moeten worden. Maak hiervoor zonodig een mal.

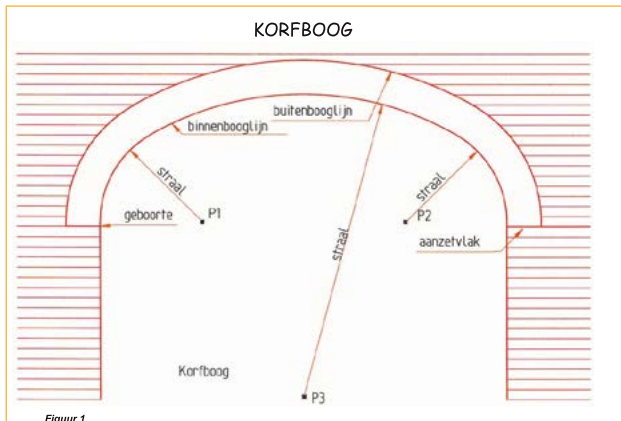


figuur 7

METSELEN VAN DE BOOG (figuur 7)

- Metsel de boog van twee kanten naar het midden. Werk de voegen aan de voor- en achterzijde van de boog VOL EN ZAT. Anders bestaat de kans dat de boog hol of bol gaat staan.
- Met een draad in het porringpunt bepaal je de richting van de boogstenen.
- Zorg ervoor dat je de voegen aan de onderzijde van de boog vrijhoudt van metselspecie. Je kunt er later moeilijk bij om uit te krabben.
- Zodra de boog voor een deel gevorderd is, ga je het aansluitende metselwerk aanrazen.
- De sluitsteen metsel je als laatste van de boogstenen.
- Na het plaatsten van de sluitsteen ga je nog niet direct aanrazen.
- Je laat eerst het formeel iets zakken zodat de boog zich kan "zetten".
- Daarna metsel je over de boog heen.

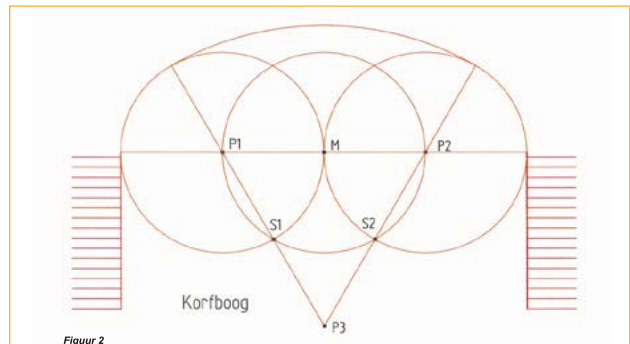
C. Korfboog



Figuur 1

EIGENSCHAPPEN (figuur 1)

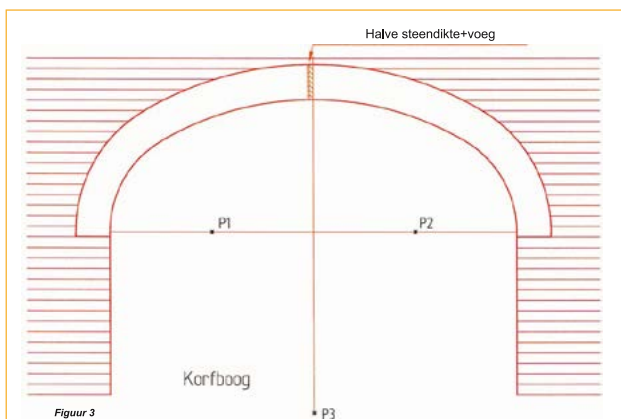
- De korfboog is een samengestelde boog. Deze korfboog bestaat uit drie cirkeldelen (segmenten). Ieder segment heeft zijn eigen porringpunt, P1, P2, P3.
- De korfboog heeft als voordeel dat het middelste deel vrij plat is. Daardoor heeft de boog in het midden meer doorloophoogte. De boog is daarom geschikt voor garagedeuropeningen.



Figuur 2

CONSTRUCTIE (figuur 2)

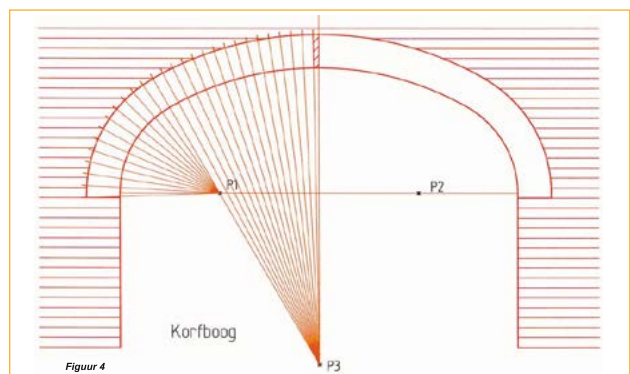
- Je tekent eerst drie cirkels. De middelpunten van deze cirkels liggen op een lijn die iets hoger ligt dan de laagverdeling.
- Bepaal P3:
 - trek een lijn vanuit P1 die door S1 loopt;
 - trek een lijn die vanuit P2 door S2 loopt;
 - het snijpunt van deze lijnen is P3.
- Teken nu het middelste segment.
- Let erop dat de kruin (van de buitenbooglijn) ongeveer 15 - 20 mm door de laagverdeling loopt. (figuur 2)
- Verplaats de lijn met porringpunten daarom iets omhoog of omlaag.



Figuur 3

LAAGVERDELING-1 (figuur 3)

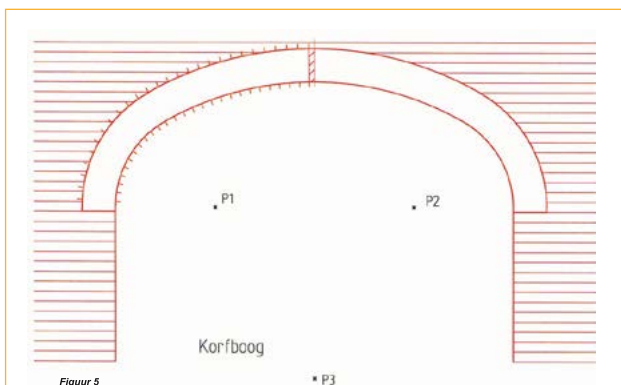
- Voordat je een boog gaat metselen, maak je op de uitslag een verdeling op ware grootte.
- Teken hierop de drie porringpunten, een binnenbooglijn en een buitenbooglijn.
- Teken vanuit de hartlijn een halve steendikte + voeg af.



Figuur 4

LAAGVERDELING-2 (figuur 4)

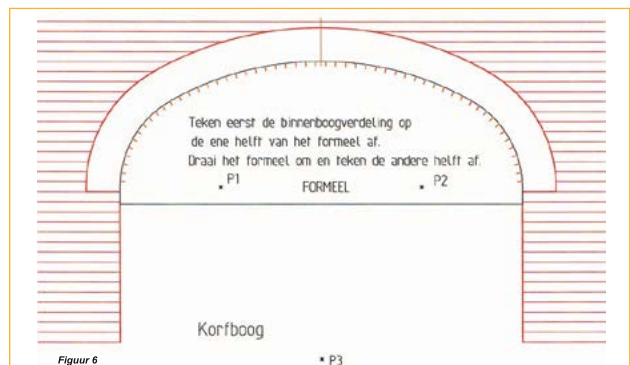
- Teken op de uitslag de laagverdeling af op de BUITENBOOGLIJN.
 - Je hoeft maar een helft te tekenen.
 - Stel de voegpasser in op de laagverdeling. Zorg ervoor dat je bij het afpassen precies bij de sluitsteenvoeg uitkomt.
 - Als je niet helemaal uitkomt, stel je de voegpasser iets groter.
 - Zodra je de juiste maat hebt, teken je de lijnen af.
 - Alle lijnen van de laagverdeling lopen naar de porringpunten.
 - Deze lijnen raken de binnenbooglijn.
- Op deze wijze bepaal je ook hoe schuin je de stenen hakt of zaagt.
- Let er op dat je de boogstenen van de kleine cirkelsegmenten schuiner maakt dan de boogstenen van het middelste gedeelte. Vaak hoeft je de stenen van de middengedeelte niet eens te hakken of te zagen.



Figuur 5

LAAGVERDELING-3 (figuur 5)

- Teken de laagverdeling door op de binnenbooglijn.
- Maak hierbij korte lijntjes.



Figuur 6

LAAGVERDELING-4 (FIGUUR 6)

- Neem deze lijntjes over op het formeel.
- Door het formeel om te draaien kun je de andere helft hierop aftekenen.

NORMEN EN RICHTLIJNEN

Baksteen

NEN-EN 771-1 Specificaties voor metselstenen – Deel 1: Metselbaksteen
BRL 1007 Metselbaksteen

Lateien

NEN-EN 845-2 Specificaties voor nevenproducten voor steenconstructies – Deel 2: Lateien
NEN-EN 846, deel 1 t/m 13 Beproevingmethoden voor nevenproducten voor steenconstructies
BRL 3121 Metalen lateien en metalen metselwerkondersteuning in metselwerkconstructies

Metselwerkwapening

NEN-845-3 Specificaties voor nevenproducten voor steenconstructies – Deel 3:
Lintvoegwapening van staal
BRL 2120 Geprefabriceerde metselwerkwapening op basis van staal

Mortels

NEN-EN 998-2 Mortels voor metselwerk
BRL 1905 Mortels voor metselwerk

Constructief

NEN-EN 1996 Eurocode 6 - Ontwerp en berekening van steenconstructies
CUR aanbeveling 71 Constructieve aspecten bij ontwerp, berekening en detaillering van
gevels in metselwerk
CUR aanbeveling 82 Beheersing van scheurvorming in steenconstructies

Uitvoeringsrichtlijnen

BRL 2826-00 Vervaardiging van metsel- en lijmwerkconstructies en/of voegwerk
URL 2826-01 Metselwerkconstructies (voorheen PBL 0357)
URL 2826-04 Verlijmen van gevelstenen (voorheen PBL 0475)
URL 2826-05 Keramische lijmwerkconstructies (voorheen URL 20-101)

COLOFON

Gewijzigde herdruk
Februari 2017
© Alle rechten voorbehouden.

KNB en de door KNB ingeschakelde derden hebben aan de inhoud en samenstelling van deze documentatie de grootst mogelijke zorg besteed. De betrokken organisaties en bedrijven aanvaarden echter geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van de in deze documentatie gegeven informatie of gedane aanbevelingen.

Voor meer informatie
www.knb-keramiek.nl



vereniging Koninklijke
Nederlandse Bouwkeramiek

Postbus 153, 6880 AD Velp (Gld)
Florijnweg 6, 6883 JP Velp (Gld)

T +31 (0)26 384 56 30

F +31 (0)26 384 56 31

I www.knb-keramiek.nl

E info@knb-keramiek.nl