

Natuursteen aan de Pieterskerk in Leiden

door Timo G. Nijland en Rob P.J. van Hees,
TNO Bouw en Ondergrond, Postbus 49, 2600 AA Delft



Afb. 1. De nooit voltooide Hooglandse of St. Pancraskerk; het voltooide transept is grotendeels opgetrokken in witte Belgische steen, met daarnaast Bentheimer zandsteen.

Leiden is in het gelukkige bezit van verschillende topklasse voorbeelden van natuursteenarchitectuur in Nederland. Gezien vanaf de Burcht vallen de Hooglandse of St. Pancraskerk (afb. 1) en de Pieterskerk (afb. 2) op door het verblindend witte parament van hun transept, opgetrokken uit witte Belgische steen. De Pieterskerk is al weer enkele jaren in restauratie, waarbij het beoordelen van de staat van de aanwezige natuursteen en de keuze van eventuele vervanging belangrijke aspecten zijn. De natuursteen aan de Leidse Pieterskerk, *stenen ter meerdere glorie van Sint Pieter*, is het onderwerp van deze bijdrage: het gebruik door de tijd heen, de voornaamste eigenschappen en verwerking van de verschillende stenen, en hun vervanging. Aangezien hier al genoeg over te verhalen is, zal de bouwgeschiedenis van de kerk niet aan bod komen, anders dan in relatie tot de natuursteen. Een uitgebreid overzicht van de bouwgeschiedenis kan men desgewenst vinden in Van den Bergs *De Pieterskerk in Leiden* [1].

Stenen voor Sint Pieter door de tijd heen

Het beeld van het gebruik van natuursteen aan de Pieterskerk door de tijd heen is fragmentarisch. Veel oorspronke-

lijke steen is bij opeenvolgende uitbreidingen, verbouwingen en restauraties vervangen, en archiverende bronnen zijn nooit zo volledig als men zou wensen. Het hier gegeven overzicht vertoont ongetwijfeld vele hiaten.

De oudste Pieterskerk is waarschijnlijk de in 1121 gewijde grafelijke kapel, waarvan nog enkele resten aanwezig zijn onder het schip van de huidige kerk. Deze resten vormen de oudste natuursteen van de Pieterskerk. Ze zijn niet in het zicht, maar voorjaar 1979 werden ze opgegraven. De aangetroffen steen werd aangeduid als 'kwartsitische leisteek' [2]. Dit is eigenlijk een contradictie in zichzelf: een kwartsiet heeft immers geen leispilting, en een leisteek is geen metamorf gesteente dat overwegend uit kwarts bestaat. Vermoedelijk gaat het om een gelaagde, enigszins schisteuze zandsteen. In het verslag van de archeologische opgraving heet het: 'Deze kwartsitische leisteek komt in Zuid-Limburg veel voor in funderingen van uit de Romeinse tijd daterende bouwwerken' [2]. Bekend is, dat de Romeinen in hun funderingen, ook buiten Zuid-Limburg, gebruik maakten van onder meer Kolenzandsteen, bijvoorbeeld in het castellum onder het Domplein in Utrecht. Valkenburg bij Leiden is een oude Romeinse vestigingsplaats. Het lijkt dus heel wel mogelijk, dat de oudste natuursteen aan de Pieterskerk een Kolenzandsteen uit het Carboon is, afkomstig uit de Euregio Maastricht – Aken – Luik. Saillant is in dit geval een blok zandsteen dat voorkomt aan de zuidzijde van het schip van de Pieterskerk, geïsoleerd tussen witte Belgische steen. Het is een bruinige, glimmerrijke zandsteen met duidelijke gelaagdheid en splijting (afb. 3). Vooralsnog is er maar één blok aan de Pieterskerk aangetroffen, en naar alle waarschijnlijkheid gaat het om een secundair gebruikte steen, d.w.z. een blok dat eerder elders, aan de Pieterskerk, een voorganger, of een ander gebouw, gebruikt is geweest. De precieze herkomst van deze zandsteen is onzeker, maar de steen lijkt sterk op blokken Kolenzandsteen zoals die aanwezig zijn aan het Romaanse deel van de St. Denis in Luik.

Over de stenen die gebruikt werden bij het begin van de bouw van de huidige Pieterskerk is weinig bekend. Begin 15^e eeuw, in 1400 – 1402, is er sprake van aanvoer van steen uit Brabant [1]. Het gaat hier vrijwel zeker om de zogenaamde witte Belgische steen, een verzamelnaam voor (sterk)

Verklaring van bouwkundige termen

Gewelfrib	dragend element op het contact van de verschillende delen van een gewelf
Harnas	netwerk van stenen zuilen in een gotisch venster
Kapiteel	bekroning bovenop een zuil
Koorlantaarn	bovenste deel van het koor met ramen.
Kraagsteen	uitstekende steen in een muur die de basis vormt van een boog
Montant	stenen stijl in een kerkvenster
Parament	decoratief metselwerk in een gevel, gemaakt van grote, rechthoekige stukken natuursteen
Pinakel	spits, vierkant torentje, een kenmerkend siermotief in de gotiek
Scheiboog	boog die zijbeuk en middenschip van elkaar scheidt
Transept	dat deel van een kruiskerk dat dwars op het schip ligt (de 'armen' van het kruis)



Afb. 2. Transept van de Pieterskerk, grotendeels bekleed met Gobertange (mrt. 2002).



Afb. 4. Detail van het parament van het zuidtransept van de Pieterskerk, overwegend bekleed met Gobertange (dec. 2006).



Afb. 3. Geïsoleerd, waarschijnlijk secundair gebruikt blok Kolenzandsteen (?) aan de zuidzijde van het schip van de Pieterskerk (apr. 2007).

zandige kalkstenen uit de omgeving van Brussel en Aalst. Uit de omgeving van Brussel komen onder meer de Gobertange en Diegemse steen, uit de omgeving van Aalst de Lede of Balemse (Baelegemse) steen. Beide zijn in grote hoeveelheid aanwezig aan de Pieterskerk, zowel aan het parament van het westelijk deel van het schip als aan het transept (afb. 2, 4). Binnen bestaan de kolommen van het schip vooral uit forse blokken met de typische kleur, fossielinhoud en formaat van de Lede (afb. 5). Het parament van het transept kent vooral de kleinere, hardere Gobertange blokken met karakteristieke laminaties en fossiele graafgangen. Afgaande op wat er nu nog aanwezig is, en op de beschikbare bronnen, lijkt er oorspronkelijk vooral Lede gebruikt te zijn. In de eerste decennia van de 15^e eeuw werd witte Belgische steen, met name Lede, met enige regelmaat aangevoerd. Zo is in 1407 sprake van '14 Voeder Godelscede te leveren tot Scoenhoven' ten behoeve van paramentwerk [1] en worden in 1417 77 voet pijlers en ruwe steen geleverd uit Affligem en Hafflaer [1,3,4]. De aanduiding Affligem impliceert dat het om Lede gaat. De abdijs van Affligem controleerde indertijd groeve(s) in Ledestein. Mijningenieur A.L.W.E. van der Veen constateerde reeds in de jaren '20 dat de oor-

spronkelijke witte steen aan de Pieterskerk sterk lijkt op die aan de St. Bavo in Haarlem, de Oude Kerk in Amsterdam en de Hooglandse of St. Pancraskerk te Leiden [5], ook betrokken uit Affligem [3,5].

De witte Belgische steen werd soms dooreen gebruikt met tufsteen, bijvoorbeeld in scheibogen en gewelfribben. Dat het om oorspronkelijk werk gaat, blijkt uit steenhouwersmerken die zowel op de Lede als op de tuf voorkomen [6]. Het lijkt vooral om Weiberner / Hohenleie tuf te gaan, die dicht oogt en relatief fijnkorrelig is. In retrospectief is het door elkaar gebruik van de witte Belgische steen en de Weiberner



Afb. 5. Uit Lede opgetrokken vieringkolom in het schip van de Pieterskerk (apr. 2007).



Afb. 6. Begin 15e eeuwse kraagsteen uit Hohenleie tuf, hoog in het koor van de Pieterskerk (mrt. 2005).



Afb. 7. Kapiteel in Baumberger kalkzandsteen, verwijderd uit het schip van de Pieterskerk (mrt. 2008).

tuf opmerkelijk. Als Van der Veen in de jaren '20 voor de Rijkscommissie voor de Monumentenzorg onderzoek doet naar zowel de herkomst van natuursteen in Nederlandse monumenten als geschikte vervangende stenen bij restauratie, adviseert hij verschillende malen om tuf, met name de Hohenleie, te gebruiken, omdat deze zo goed zou kleuren bij de Gobertange [5]. Deze erg fijnkorrelige variant van de Weiberner tuf is ook gebruikt voor de vier fraai gebeeldhouwde kraagstenen, hoog in de koorlantaarn van de Pieterskerk. Deze kraagstenen worden rond 1425 gedateerd [7] (afb. 6). Behalve tuf, is naast witte Belgische steen ook enige Baumberger gebruikt, onder meer voor een kapiteel van een van de kolommen van het schip (afb. 7). De Baumberger is een gelige, zandige kalksteen uit de omgeving van Münster.

De vier kolommen in het schip, die op de plaats staan van de in 1521 ingestorte toren, bevatten behalve grote blokken Ledesteen ook nog twee andere natuursteensoorten: een rode zandsteen en bazalt. De rode zandsteen, ook wel als Rode Bremer of Rode Weser aangeduid, is een steen die typisch is voor de Romaanse architectuur. Het gebruik aan



Afb. 8. Geïsoleerd blok Drachenfels aan het schip van de Pieterskerk (apr. 2007).

de kolommen is dan ook waarschijnlijk secundair [6]. Bazalt als bouwsteen is in de Nederlandse Middeleeuwse architectuur een zeldzaamheid. Op een enkele plaats, zoals in de Buurkerk in Utrecht, zijn kolommen aanwezig waarin rode zandsteen en bazalt voorkomen. Een andere steen die al in de Romaanse architectuur regelmatig gebruikt werd, de Drachenfels trachiet, is eveneens in de begintijd aan de Pieterskerk in kleine hoeveelheid verwerkt. In 1428 koopt men 'Drakevelt stiens' in Dordrecht [3]. Aan de kerk is nu nog slechts een enkel blok van deze steen terug te vinden (afb. 8). In het deel van de kerk rond de in 1521 ingestorte toren komt vrij veel Bentheimer zandsteen voor (afb. 9). Deze zandsteen,



Afb. 9. Tracering in Bentheimer zandsteen rond dichtgezet raam in de west-gevel van de Pieterskerk (apr. 2007)



Afb. 10. Ingemetselde kruisbloem in Bentheimer zandsteen te midden van Gobertange parament van het zuidtransept van de Pieterskerk (dec. 2006).

gewonnen net over de grens bij Oldenzaal, werd al eeuwen in Twenthe gebruikt. Na toepassing aan de Dom in Utrecht, in 1450, rukte de steen ook elders in Nederland op. Brabantse bouwmeesters, zoals die uit het geslacht Keldermans, gebruikten de Bentheimer zandsteen naast en doorheen de witte Belgische steen, bijvoorbeeld aan de Romboutstoren in Mechelen en de Nieuwe en Oude Kerk in Delft. Ook aan het in 1450 – 1600 gebouwde transept van de Pieterskerk werd Bentheimer zandsteen naast de witte Belgische steen gebruikt (afb. 2, 10), bijvoorbeeld voor het harnas van het grote venster in het zuidtransept.

Aan het parament van het transept is nu nog veel witte Belgische steen verwerkt, vrijwel uitsluitend Gobertange (afb. 2, 4). Onduidelijk is of al deze Gobertange oorspronke-



Afb. 12. Stijl in Oberkirchener zandsteen in het portaal van het transept van de Pieterskerk (apr. 2007).

lijke steen betreft. Eind 19^e, begin 20^e eeuw werd Gobertange regelmatig als vervangende steen voor de Lede gebruikt, bijvoorbeeld aan de OLV Kerk te Breda [8]. In de jaren '20 en '30 van de vorige eeuw werd aan de Pieterskerk opnieuw Gobertange gebruikt [9].

Eind 19^e, begin 20^e eeuw vinden er grootschalige reparaties plaats aan de Pieterskerk, net als elders in het land. In die periode worden in Nederland vele steensoorten toegepast die voorheen niet gebruikt werden: Franse kalkstenen, Udelfanger zandsteen, Ettringer tuf (afb. 11), etc. Verschillende factoren, waaronder ongetwijfeld kosten en beschikbaarheid, bepaalden welke stenen als vervangende steen gebruikt werden. Begin 20^e eeuw werd ook nadrukkelijk onderzoek gedaan naar de herkomst van in Nederlandse monumenten gebruikte natuursteen, hun verwerking, en geschikte vervangende stenen, in het bijzonder door ir. Van der Veen, die opereerde namens de toenmalige Rijkscommissie voor de Monumentenzorg [5].

Aan de Pieterskerk lijkt het in deze periode vooral te gaan om zand-



Afb. 11. Noordzijde van het schip van de Pieterskerk, waarvan de drie linker traveeën overwegend bekleed zijn met tufsteen, in het bijzonder Ettringer tuf (jun. 2005).



Afb. 13. Bij restauratie verwijderde en thans in de kerk opgestelde pinakel van Morley kalksteen aan de Hooglandse of St. Pancraskerk te Leiden (sept. 2005).

steen, naast Weiberner tuf voor onder meer het noordvenster van het transept. In 1870 wordt Bentheimer zandsteen besteld, en ook later in de 19^e eeuw wordt verschillende malen zandsteen besteld, al vermelden de bronnen niet om welke zandsteen het gaat. Er is sprake van verschillende leveranciers uit verschillende plaatsen. Zo komt er steen uit Hannover [9]. Vlak bij Hannover, op de Bückeberg, werd en wordt de Obernkirchener zandsteen gewonnen; mogelijk ging het om deze steen, die eind 19^e eeuw ook bij nieuwbouw veelvuldig gebruikt werd. In de jaren '20 en '30 werd in ieder geval Obernkirchener zandsteen besteld, onder meer voor het portaal van het transept [9] (afb. 12).

Vanaf 1894 wordt een witte Franse kalksteen toegepast: de Morley; de steen wordt aangeduid als '*bestemd voor divers zandsteenwerk*' [9]. Tot aan de Eerste Wereldoorlog wordt deze steen regelmatig gebruikt, niet alleen aan de Pieterskerk, maar ook aan de Hooglandse of St. Pancraskerk in Leiden (afb. 13). Veel van de groeves in de witte Franse kalksteen lagen in het Noord-Franse gebied dat doorsneden werd door de loopgraven van de Eerste Wereldoorlog. Het gebruik van Franse kalksteen hield dan ook vrijwel op, ook aan de Pieterskerk. Direct na de oorlog werd tufsteen gebruikt, omdat de Morley niet of moeilijk verkrijgbaar was [9]. Vrijwel zeker werd de Morley gebruikt als vervanging van witte Belgische steen. Aan het parament van het transept is de nog aanwezige Morley duidelijk gebruikt als vervanging van deze steen. De tuf werd in de plaats van de Morley gebruikt, en derhalve zeer waarschijnlijk als vervanging van witte Belgische steen.



Afb. 14. Nieuwe raamharnassen in Rakowicze zandsteen, als vervanging van Weiberner tuf in de noordgevel van het schip van de Pieterskerk (apr. 2007).



Afb. 15. Nieuwe montants in Portland steen, gereed voor gebruik als vervanging van vergane montants in Morley kalksteen aan het transept van de Pieterskerk (mrt. 2005).

Er werd ook gekeken naar het opnieuw gebruik van de witte Belgische steen, met name Lede. Van der Veen was niet erg enthousiast over het monster dat hij van de in die tijd (1920) beschikbare Baelegem (Lede) kreeg. Hij constateerde dat de oorspronkelijke bouwsteen een zeer dichte zandige kalksteen was, met enig glauconiet en pyriet; terwijl de nieuw te gebruiken steen van Baeleghem een zandrijke, fossielrijke zandsteen was, vrij van pyriet, en stelt: '(ik) vrees dat men met deze soort steen van Baeleghem dezelfde ondervinding gaat opdoen als met de slechtere soorten Udelfanger steen' [5]. Met de door Cuypers geïntroduceerde Udelfanger zandsteen had men op verschillende plaatsen in Nederland slechte ervaringen; soms was de steen al na 15 jaar vergaan [5]. Twee jaar later herhaalde Van der Veen zijn kritiek nog eens: 'Ongeveer 2 jaar geleden werd voor de Pieterskerk te Leiden een monster van deze steen ontvangen, dat zoo uitermate slecht was, dat het met den voet was stuk te stooten, reeden waarom ik toen moest aanraden dit materiaal te vermijden en euville-kalksteen voorsloeg.' [5]. Begin jaren '20 werd inderdaad onderzoek gedaan naar de (weer) beschikbare Franse kalkstenen [9]. Men gebruikte in die periode behalve Morley ook Euville en Comblanchien, en mogelijk Coutarnoux.

In de tweede helft van de jaren '20 en in de jaren '30 werd ook op grote schaal, met name aan het schip en koor, in tufsteen gerestaureerd (afb. 13), deels ter vervanging van sterk vergaan tufsteenwerk [1,9]. Nog in de Tweede Wereld-



Afb. 16. Microfoto's van Gobertange kalkzandsteen, met typische laminaties, met laagjes met meer en minder geïsoleerde kwartskorrels en glauconiet in zowel parallel als kruislings gepolariseerd licht (beeldveld 5,4 x 3,5 mm).



Afb. 17. Detailfoto van Gobertange, met typische tekening door het samenspel van dunne laminaties en bioturbaties, hier aan het stadhuis van Gouda (mei 2007).



Afb. 18. Detailfoto van Lede, met typische nummuliets aan de Hyppolytuskerk te Delft (nov. 2006).

oorlog (1941) werd Ettringer tuf besteld voor enkele tientallen montants; in dezelfde periode (1940) keerde men terug tot het gebruik van een vertrouwde steen, de Morley van voor de Eerste Wereldoorlog [9].

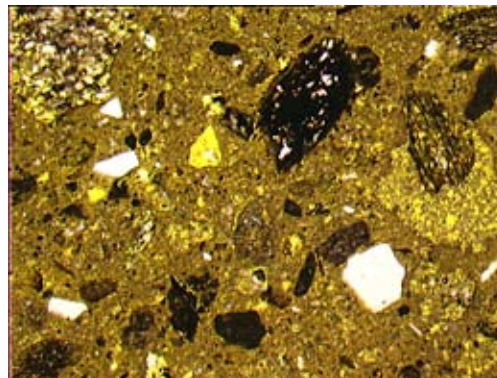
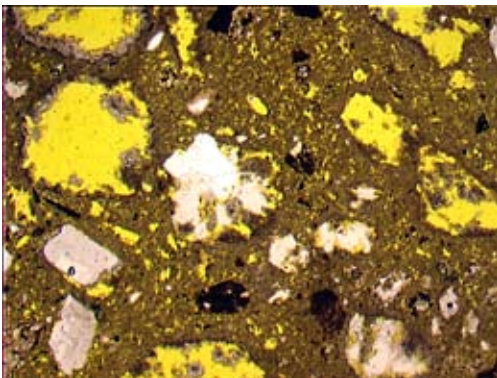
Bij de huidige restauratie in 2004 zijn twee nieuwe soorten natuursteen aan de Pieterskerk geïntroduceerd: de Rakowicz zandsteen, afkomstig uit Silezië, Polen, en de Engelse Portland kalksteen. De Rakowicz is gebruikt als vervanging van sterk aangetaste, eind 19^e eeuwse Weiberner tuf in het grote venster van het zuidtransept, en ook voor de vensters van het schip (afb. 14). De Portland is gebruikt als vervanging van eveneens sterk aangetaste montants in Morley kalksteen in de vensters aan met name de oostzijde van het transept (afb. 15). De aan de Pieterskerk inmiddels vertrouwde Morley kon niet opnieuw gebruikt worden. De groeve werd eind jaren '70 gesloten.

Typering van de belangrijkste stenen

De ruimte laat niet toe alle aan de Pieterskerk verwerkte soorten natuursteen hier uitgebreid te bespreken. Hieronder wordt nader ingegaan op de voornaamste.



Afb. 19. Typische meelzakvormige verwerking van Gobertange aan het zuidtransept van de Pieterskerk (dec. 2006).



Afb. 20. Microfoto's van Römer (links) en Weiberner (rechts) tuf. Merk het verschil op in porositeit zichtbaar als met gele hars opgevulde holtes. Beeldveld 5,4 x 3,5 mm.

Gobertange, Lede - De witte Belgische steen omvat grofweg twee groepen: harde, dichte zandige kalkstenen met circa 70% kalk uit de Formatie van Brussel (afb. 16), en natuurlijke kalkzandstenen uit de Formatie van Lede, beide uit het Eoceen [10-12]. Tot de eerste, die veelal ondergronds gewonnen werd op talrijke plaatsen rond Brussel, behoren de Gobertange en de Diegemse steen; tot de tweede, gewonnen rond Aalst, hoort de Lede of Balegemse steen. De Gobertange en Diegemse steen zijn niet dikker dan een handpalm, en worden gekenmerkt door fijne laminaties en

fossiele graafgangen die de steen een tekening geven die wel als 'eikenbladpatroon' is aangeduid (afb. 17). De Ledesteen kan tot wel 60 cm dik zijn, is vaak wat groen gelig, en bevat kleine fossiele nummulieten, een ééncellig organisme (afb. 18). Waar de stenen in België van oorsprong een gescheiden verspreidingsgebied kennen, werden ze in Nederland door en naast elkaar gebruikt. Ze zijn veelvuldig gebruikt in met name Zuid- en Zuidwest-Nederland, maar ook zo noordelijk als Alkmaar [4,8]. De Lede werd niet alleen voor kerken gebruikt, maar ook voor civiele kunstwerken zoals bruggen [13].

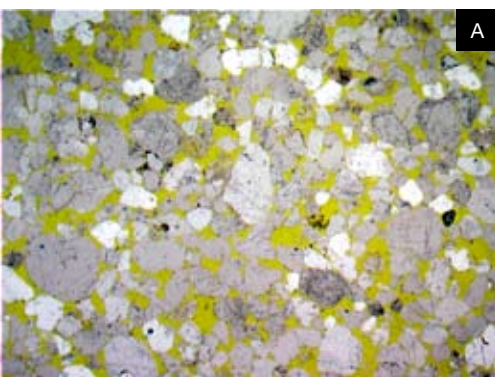
De Lede krijgt met de jaren vaak een karakteristiek oranje-bruinig patina. Beide stenen vormen bij verwerking, met name in het verleden toen de luchtvervuiling nog rijk was aan SO₂, typische zwarte gipskorsten. Aan de Pieterskerk komt (kwam) dit voor aan de oostgevels van beide transeptarmen, die weinig blootgesteld worden aan regen. Vooral de Gobertange ontwikkelt daarnaast een typisch meelzakvormig uiterlijk door materiaalverlies; aan de Pieterskerk treedt dit vooral op aan de zuidgevel van het transept (afb. 19). De verwerking wordt mede bepaald door de vochtbelasting. Harde

cementvoegen, die uitsteken ten opzichte van de teruggetreden Gobertange, zorgen ervoor dat het vocht niet weg kan, en vergroten de kans op aantasting.

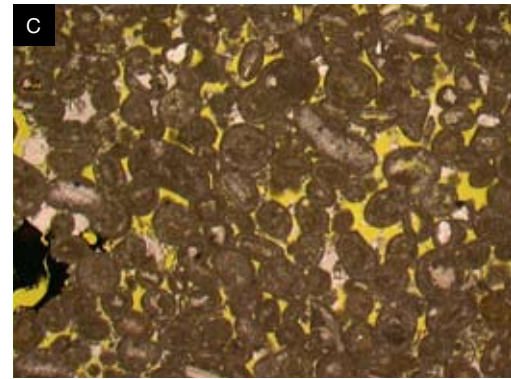
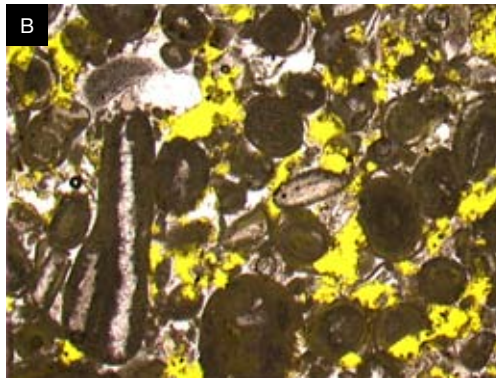
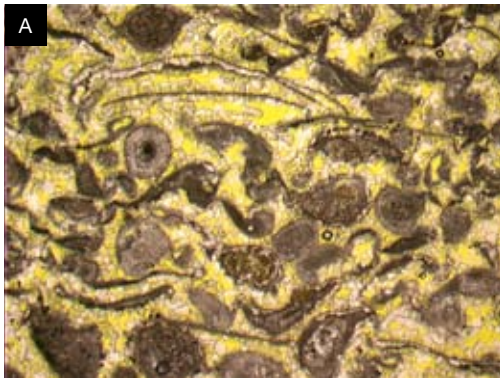
Tuf of tufsteen is een verzamelnaam voor gesteenten die ontstaan zijn door omzetting en verkittung van vulkanische assen. De in Nederland gebruikte tufsteen is afkomstig uit de Eifel, en is afkomstig van verschillende vulkanische erupties.

De Römer tuf is het resultaat van de grote eruptie van de Laacher See 11.900 jaar

geleden, de Ettringer en Weiberner / Hohenleie tuf komen uit de oudere Riedener caldera [14]. Ook in de bouwgeschiedenis zijn ze karakteristiek voor bepaalde perioden [15]. De Römer tuf werd al gebruikt door de Romeinen, en daarna vooral in de Romaanse periode. Door een tol op de Rijn werd dit gesteente uit de markt gedrukt. In de 15^e en 16^e eeuw gebruikten men de Weiberner, en dan met name de fijnkorrelige variant (de Hoheleie), voor fijn beeldhouwwerk, maar ook voor parament. Eind 19^e, begin 20^e eeuw werd opnieuw tuf gebruikt, zowel voor restauraties als nieuwbouw. De Weiber-



Afb. 21. Microfoto's van zandstenen gebruikt aan de Pieterskerk, in parallel gepolariseerd licht (beeldveld 5,4 x 3,5 mm): A. Bentheimer, B. Obernkirchener, C. Rakowicze.



Afb. 22. Microfoto's van oölitische kalkstenen gebruikt aan de Pieterskerk, in parallel gepolariseerd licht (beeldveld 5,4 x 3,5 mm): A. Morley, B. Coutarnoux (?), C. Portland.

ner tuf raakte weer in zwang, de Ettringer tuf werd nieuw geïntroduceerd. Tuffen zijn macroporeuze gesteenten die veel water opnemen en langzaam drogen. Door de aard van de afzetting en variatie in de wijze waarop ze tot vast gesteente geworden zijn, bestaan er aanzienlijke verschillen in de porie-structuur (afb. 20) en daarmee in het verweringsgedrag.

Bentheimer - De Bentheimer zandsteen is een opmerkelijke steen. Het is een vrij poreuze (ca. 23 vol.%), zeer zuivere zandsteen (afb. 21A) die vlak over de grens bij Oldenzaal, bij Bad Bentheim en Gildehausen, aan de oppervlakte komt waar hij wordt ontgonnen als bouwsteen. In Nederland duiken dezelfde gesteentelagen diep de ondergrond in; zij vormen het reservoir voor de olie uit het Schoonebeekveld in Drenthe [16]. De zandsteen is afgezet in het Valanginien (Vroeg-Krijt). De steen bestaat voor meer dan 90% uit kwarts, verder komen enige veldspaten, zware mineralen (onder andere toermalijn, zirkoon en rutiel) en limoniet voor. Tussen de klastische korrels is geen silica-, carbonaat- of ander cement aanwezig, en de steen is vrijwel kleivrij (afb. 21A). Bij Isterberg, enkele kilometers ten noorden van Bentheim, Bentheim zelf, en Süddendorf is de zandsteen door het tamelijk hoge ijzergehalte bruin tot rood van kleur. Dit ijzer is afkomstig uit het vroegere, waarschijnlijk sideritische bindmiddel. Bij Gildehausen is de kleur lichtgrijs tot geelgrijs, hetgeen duidt op een lager gehalte aan ijzer. De korrels bestaan hoofdzakelijk uit goed gesorteerd fijn- tot middelkorrelig zand (0,1 – 0,2 mm). Door het geheel ontbreken van bindmiddel komen er zones met los zand voor. Tevens bevat het gesteente lenzen met kleilig materiaal.

Na eerder gebruik in de grensstreek als bouwsteen, maar ook voor putten, drinkbakken, etc., wordt de steen in West-Nederland in 1450 voor het eerst aan de Utrechtse Dom toegepast. De groeves in Gildehausen geraken in handen van Nederlandse kooplieden, en de steen raakt in Nederland wijd verbreid. Het is een weervaste steen, die voor veel bouwwerken gebruikt is. Typisch is de zwarte verwerking (afb. 9,10): een complex samenspel van oplosings- en neerslagprocessen in de steen, waarbij ijzer naar het oppervlak getransporteerd wordt, en fijne deeltjes uit luchtvervuiling vastgelegd worden door gips; vaak zijn ook micro-organismen zoals algen aanwezig. Dit alles zorgt voor een dichte zwarte laag op het oppervlak van de steen [17]. Dit verschijnsel treedt overigens ook op bij andere zandstenen, zoals de Obernkirchener en Rakowicze. Thans is er nog één groeve in de Bentheimer zandsteen actief.

Obernkirchener zandsteen is net als de Bentheimer zandsteen afkomstig uit het Nedersaksisch bekken, maar is afgezet in de Wealden (Vroeg-Krijt), voorafgaand aan de tijd waarin de Bentheimer zandsteen werd afgezet. De zandsteen dankt zijn naam aan de plaats Obernkirchen in de

Bückeberg ten westen van Hannover, waar het gesteente nog altijd gewonnen wordt. De groep zandstenen waar de Obernkirchener deel van uitmaakt vertoont een grote variatie qua samenstelling. De korrelgrootte loopt van fijn zand tot grind en het bindmiddel is kleilig of kiezelig. Naast de verschillen die ontstaan zijn tijdens de afzetting, hebben ook diagenese en verwerking hun invloed op de steen gehad. Die is wat fijncorreliger dan de Bentheimer, en bevat pakweg 15% klei in de poriën (afb. 21B). Typerend zijn ook de kleine holtes, achtergebleven na het oplossen van schelpjes, die af en toe voorkomen. De bleek gele zandsteen is onder andere toegepast aan het stadhuis van Leiden en het Paleis op de Dam in Amsterdam.

Rakowicze is een zuivere wit-bleke zandsteen uit het Lwówek I ski district in Silezië, Polen. De steen wordt in Duitsland als Rackwitzer zandsteen aangeduid, en is in Nederland in het verleden ook wel aangeduid als Rachwitz of Silezische zandsteen. Het is een open, kwartsrijke zandsteen die wel aan de Bentheimer doet denken (afb. 21C), maar een deel van de poriën is gevuld met kleimineralen; deze komen ook als dunne film rond de kwartskorrels voor. In sommige blokken komt lokaal een aanzienlijke hoeveelheid ijzer(hydr)oxides voor, het restant van een oorspronkelijk sideriet- of ankerietcement. De zandsteen is in het Coniacien (Laat-Krijt) afgezet in de zee die toen het Noord-Sudetisch bekken vulde. De steen wordt sinds de 16^e eeuw ontgonnen. In Nederland wordt hij pas sinds de periode 1910 – 1930 toegepast, toen hij onder meer gebruikt werd bij nieuwbouw van de stadhuizen van Rotterdam en Waalwijk. Meer recent is de steen op bescheiden schaal bij restauraties gebruikt, onder meer aan de St. Plechelmus te Oldenzaal.

Morley is een (blauwachtig) witte tot grijsgrauwe kalksteen, afkomstig uit het dept. Meuse, Frankrijk. Het is een oölitische kalksteen, dat wil zeggen een steen opgebouwd uit kleine ovale concentrische kalkbolletjes die aan elkaar gekit zijn (afb. 22A). Vanaf eind 19e eeuw is de steen in Nederland regelmatig toegepast, bijvoorbeeld aan de gevel van Hotel de l'Europe en de schouwburg in Amsterdam. In de jaren '30 – '40 werd er regelmatig mee geadverteerd. Over de duurzaamheid oordeelde men echter wisselend; waar het ene handboek de weervastheid niet hoog aansloeg [18], stelde het andere dat de variëteiten *dur* en *demi-dur* zich in ons klimaat vrij weervast hebben betoond [19]. De ervaringen aan de Pieterskerk zijn wisselend. De Morley is thans niet meer te krijgen; de groeve werd in de jaren '70 gesloten.

Tijdens de huidige restauratie bleken verschillende montants uit Morley kalksteen aan de westzijde van het transept intense aantasting te vertonen. Deze aantasting bestond uit dunne afschilfering (afbladdering) en verpoedering van met name de neus van de montants, waardoor deze aanzienlijk in

omvang afneemt (afb. 23). In mindere mate trad de schade ook op aan de zijkanten van de montants, waar deze aansluiten op het glas-in-lood raam. De aantasting vond plaats aan de binnenzijde. De buitenzijde van de montants was onaangetast, wat overigens ook gold voor een deel van de montants aan de binnenzijde.

De verwerking is veroorzaakt door de werking van zouten. In de uitbloei op een enkele montant is gips, $\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, aangetoond, maar uit onderzoek is gebleken dat in de aangetaste montants aanzienlijke hoeveelheden haliet, NaCl, aanwezig zijn. De aantasting gaat gepaard met een verandering in porositeit van de steen. Verschillende montants, met dezelfde oriëntatie en expositie, zijn niet verweerd en bevatten ook amper zout; dat laatste geldt ook voor de montants in Bentheimer zandsteen op dezelfde oriëntatie. De herkomst van het zout is dan ook onduidelijk. Dat de schade juist aan de binnenkant optreedt, is wel te verklaren. Bij de montants zal weliswaar tweezijdige droging optreden, maar gemiddeld over een jaar zal de relatieve luchtvochtigheid binnen lager zijn dan buiten. Hierdoor zal de droging binnen ook sneller zijn, met als gevolg een verhoogde zoutconcentratie aan het binnenoppervlak. Ook zullen binnen vaker wisselingen in de relatieve luchtvochtigheid optreden, waarbij de evenwichts-relatieve luchtvochtigheid van het zout haliet gepasseerd wordt, wat ook het optreden van schade bevordert.

Portland steen is net als de Morley een oölitische kalksteen (afb. 25C), afkomstig van het eiland Portland, voor de Engelse zuidkust, die zijn duurzaamheid in het Nederlandse klimaat bewezen heeft. Rond 1800 werd de steen toegepast in onder meer Schiedam (St. Jacobsgasthuis, 1787) en Rotterdam (Kuyll's Fundatie, 1814). Al in de 19^e eeuw werd de steen in Nederland als restauratiesteen geïntroduceerd voor de plint van de Domtoren in Utrecht. Vlak na de oorlog werd de steen met name in Rotterdam opnieuw gebruikt, voor restauratie van de St. Laurens, maar ook voor verschillende nieuwbouwprojecten. Rond 2000 werd de Portland als vervangende steen opnieuw geïntroduceerd bij de restauratie van de St. Jans-kathedraal te 's-Hertogenbosch [20].

Besluit

Het zal duidelijk zijn dat de behoefte aan natuursteen om een zo imposant monument gewijd aan St. Pieter op te trekken, van het begin af aan groot geweest is. Er is sprake van grootschalige import, wat in de Middeleeuwen zonder mechanisatie zeker niet ongebruikelijk was. De redenen voor de keuze van de oorspronkelijke steen zijn niet overgeleverd, maar duidelijk zal zijn dat transportroutes, handelsnetwerken en beschikbaarheid een belangrijke rol speelden. Heel duidelijk is dit bij de herbouw van de westzijde van de Pieterskerk na het instorten van de toren in 1521, waarvoor steen onttrokken werd aan de bouw van de Hooglandse of St. Pancraskerk [21]; ook secundair gebruikte blokken tonen aan dat beschikbaarheid een keuzereden was, hoewel ook

toen bewerkbaarheid in overweging zal zijn genomen. Hoe men over technische duurzaamheid dacht in de zin zoals dat nu gebeurt, is onbekend. Echter, net als gebergten gedoemd zijn om te ververen tot zand en gruis, is de gekloven en behouwen steen in monumenten dat ook. De steen is niet alleen onderhevig aan de acties van water, weer en wind, maar ook aan die van menselijke oorsprong. Ook wanneer duurzaamheid een nadrukkelijke factor is in de steenkeuze in het begin van de 20^e eeuw [3], blijft beschikbaarheid op sommige momenten echter doorslaggevend bij de keuze voor een restauratiesteen. Eigenlijk is de huidige keuzevrijheid een soms moeilijke afweging tussen authenticiteit en technische duurzaamheid, historisch gezien een luxe.



Afb. 23. Sterk verweerd en inmiddels verwijderd montant van Morley kalksteen in de westgevel van het zuidtransept van de Pieterskerk (okt. 2003).

Literatuur

- [1] Berg, B. van den, 1992. De Pieterskerk in Leiden. Matrijs, Utrecht. Leidse Historische Reeks 6, 88 pp.
- [2] Vos, H.H., 1981. Op zoek naar de eerste Pieterskerk. In: Graven in de Pieterskerk, Leiden. Stichting Vrienden van de Pieterskerk, Leiden, p. 15-31.
- [3] Janse, H., 1965. Bouwers en bouwen in het verleden. De bouwwereld tussen 1000 en 1650. Europese Bibliotheek, Zaltbommel, 126 pp.
- [4] Slinger, A., Janse, H. & Berends, G., 1980. Natuursteen in monumenten. Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist / Bosch & Keuning, Baarn, 120 pp.
- [5] Veen, A.L.W.E. van der, 1920-1923. Resultaten van het onderzoek van oude natuursteen. Rijkscommissie voor de Monumentenzorg, 80 pp.
- [6] Vries, D.J. 1997. Hout en natuursteen in de Pieterskerk: dragers van de bouwgeschiedenis. Pieterskerklezing, 23 mrt. 1997, niet gepubliceerd ms.
- [7] Hartog, E. den, 2006. Vier beeldhouwde kapitelen in de koorlantaarn van de Pieterskerk te Leiden. Noordwijkerhout, niet gepubliceerd rapport, 18 pp.

Vervol literatuur op pagina 88

tijdgenoten die zich bezighielden met evolutie, zoals Haeckel en Darwin. Dubois' setje ontleedmesjes ligt klaar (hij was opgeleid tot medicus), samen met de koffer waarin hij zijn drie vondsten meenam naar symposia. Het manuscript – compleet met doorhalingen – van het artikel uit 1892 is te zien, waarin hij zijn vondsten beschrijft en zijn theorie presenteert. Dat niet iedereen gecharmeerd was van zijn ideeën blijkt duidelijk uit de kranten uit die tijd. Daarnaast ligt zelfs de bladmuziek van een spotliedje met de *Pithecanthropus erectus* als dankbaar onderwerp. Het refrein laat weinig over van de wetenschappelijke betekenis van deze vondst.

De tentoonstelling geeft een goed beeld van het wetenschappelijk belang van Dubois' werk op Java en de commotie over zijn theorie over de evolutie van de mens. De Dubois-collectie, waar Naturalis beheerder van is, bestaat uit drie delen: 'de' drie vondsten, alle fossielen die hij op Java verzameld heeft en een groot deel van zijn wetenschappelijke correspondentie. De combinatie van die drie bronnen heeft een boeiende tentoonstelling opgeleverd.

Aukjen Nauta

De website van Naturalis is: www.naturalis.nl



Afb. 6. Blik in de brandkast waarin Dubois zijn kostbare vondsten bewaarde.

Vervolg literatuur pagina 83

[8] Hees, R.P.J. van, Dubelaar, C.W. & Nijland, T.G., 2005. Toepassing, verwerking en vervanging an witte Belgische steen in Nederland. Praktijkboek Instandhouding Monumenten, v. 24, nr. 16, 19 pp.

[9] Veerman, J.W., Klerks, A.H.G. & Dröge, J.F., 2001. Bouwhistorisch onderzoek Pieterskerk Leiden. Archiefstukken. Architectenburo Veldman + Rietbroek, Leiden, niet gepubliceerde rapportage, versie dec. 2001.

[10] Elsen, J., 2007. Gebruik en vervanging van de witte steen doorheen de tijd in Vlaamse monumenten. In: Nijland, T.G., ed., Authentiek duurzaam | Duurzaam authentiek. Proceedings 2^e Vlaams – Nederlandse Natuursteendag, Utrecht. TNO, Delft / Utrecht, p. 11-27.

[11] Nijs, R., 1990. Tertiaire kalksteen en Franse witte steen als natuurlijke bouwsteen voor onze historische monumenten. Bull. Soc. Belg. Géol., v. 99, p. 115-121.

[12] Nijs, R., 1990. Voorkomen, samenstelling en gebruik van de Balegemse steen. Bull. Soc. Belg. Géol., v. 99, p. 167-170.

[13] Nijland, T.G., Dubelaar, W. & Tolboom, H.J., 2007. De historische bouwstenen van Utrecht. In: Dubelaar, W., Nijland, T.G. & Tolboom, H.J., red., Utrecht in steen. Matrijs, Utrecht, p. 31-109.

[14] Nijland, T.G., Brendle, S., Hees, R.P.J. van & Haas, G.J.L.M. de, 2003. Decay of Rhenish tuff in Dutch monuments. Part 1: Use, composition and weathering. Heron, v.

48, p. 149-166.

[15] Nijland, T.G. & Hees, R.P.J. van, 2006. Use of Rhenish tuff in the Netherlands. ARKUS-Tagung Denkmalgestein Tuff, Koblenz. Institut für Steinkonservierung Bericht 22:7-18.

[16] Nijland, T.G., Dubelaar, C.W., Hees, R.P.J. van & Linden, T.J.M., 2003. De Bentheimer zandsteen: oliereservoirgeesteente en bouwsteen. Grondboor & Hamer 57(2):21-25.

[17] Nijland, T.G., Dubelaar, C.W., Hees, R.P.J. van, Wijffels, T.J. & Linden, T.J.M. van der, 2004b. Zwartverkleuring van Bentheimer, Obernkirchener en Rakowicze zandsteen. Praktijkboek Instandhouding Monumenten 20, 24 pp.

[18] Vrind, W. de, Dijk, G. van & Visser, J.A., 1941. Kennis van bouwstoffen IV. Natuursteen. Kluwer, Deventer, 264 pp.

[19] Lijdsman, P.M.E., 1944. Bouwmaterialen natuursteen. H. Stam, Amsterdam, 243 pp.

[20] Dubelaar, C.W., Engering, S., Hees, R.P.J. van, Koch, R. & H.-G. Lorenz, H.G., 2003. Lithofacies and petrophysical properties of Portland Base Bed and Portland Whit Bed limestone as related to durability. Heron 48:221-229.

[21] Bangs, J.D., 1985. The Leiden Pieterskerk west end, 1512 – 1637. Aspects of rebuilding and change. Bulletin KNOB, v. 84, p. 1-15.