

# EXOTISCHE BALLASTSTENEN IN HET VOORMALIGE BRUGSE HAVENLANDSCHAP

materiële getuigen van middeleeuwse handelsconnecties en ongewone bouwmaterialen

Roland Dreesen, Wim De Clercq

Vakgroep Archeologie, Universiteit Gent

## 1. Inleiding

Recent archeologisch onderzoek in de verdwenen middeleeuwse havensites van de Zwinstreek en geologisch onderzoek van de natuursteen die in de archeologische sporen en de resten van hun gebouwen, straten en pleinen aan het licht kwam, brachten de aanwezigheid van honderden exotische zwerfkeien aan het licht en hun hergebruik als straatverharding of bouw materiaal. Een multidisciplinaire geologische, landschaps-archeologische en historische studie uitgevoerd door geologen, archeologen en historici van de Vakgroep Archeologie en Geschiedenis van de UGent, heeft aangetoond dat deze zwerfkeien tijdens de laatmiddeleeuwse hoogdagen van het Brugse havennetwerk werden verzameld langsheen de Baltische, Engelse en Italiaanse kusten om te dienen als ballast in het overzeese goederentransport richting Brugge. Ze kenden er bovendien een volgende lokale levenscyclus door hergebruik als bouw materiaal of straatverharding. Het merendeel van deze ballaststenen zijn Baltische zwerfstenen. Ze leggen getuigenis af van de sterke handelsconnecties die via de Duitse Hanzesteden werden gesmeed tussen Brugge en het Baltoscandisch gebied. De stenen vertegenwoordigen bovendien een geologische primeur: het is de eerste vondst in Vlaanderen van antropogeen aangevoerde noordelijke zwerfstenen, buiten het klassieke areaal van voorkomen van glaciële afzettingen in Noordwest-Europa.

Een interessante vakoverschrijdende activiteit (een samenspel van geologie, archeologie en geschiedenis) geënt op dit onderzoek is het geleid bezoek aan de nieuwe tentoonstelling van het Zwin Natuurpark, met mogelijkheid tot on-

derzoek van de oorsprong van diverse ballaststenen, bestemd voor de 2e en 3e graad secundair onderwijs – zie: <https://www.zwin.be/nl/ballastig-toch>

## 2. Het Zwin: opkomst en verval van een havennetwerk

Tijdens de middeleeuwen groeide Brugge uit tot een leidend economisch en cultureel centrum in Europa. Zowel landschappelijk als economisch lag de stad op het raakvlak van twee werelden. Enerzijds situeerde het zich op de rand van zandig Vlaanderen, dat de connectie verzekerde met de handelswegen over land die diep in het Europese vasteland reikten en vele steden en belangrijke markten met elkaar verbonden. Anderzijds positioneerde Brugge zich aan de rand van de kustvlakte, die via een geulen- en krekensysteem toegang verschaftte tot de overzeese handelsroutes. Een continue bevaarbare verbinding tussen stad en zee was daarom een cruciale factor. Om deze doorgang te waarborgen, werden zandruggen doorgraven en natuurlijke krekens verbonden, verbreed, uitgediept en recht getrokken. Vanaf het tweede deel van de 12e eeuw immers richt het merendeel van de handelsactiviteiten zich op een nieuwe getijdengeul. De doorbraak van het Zwin in het begin van de 12e eeuw zorgde immers plots voor een nieuwe, vlottere verbinding met de zee. Door de aanleg van dijken, dammen en sluizen slaagden Brugge en de Vlaamse graven erin het natuurlijke kustlandschap van slikken, schorren en geulen te transformeren naar cultuur- en havenlandschap en de fysische condities tot stand te brengen waarin Brugge een grootstad

kon worden. Het ingepolderde land moest de akkerbouw en veeteelt dienen, terwijl de bedijkte Zvingeul overzeese goederen en handelaars (zoals deze van de Duitse Hanze) tot in de binnenstad moest brengen. Langs de oevers van de Zvingeul ontstonden nederzettingen zoals Damme, Monnikerede, Hoeke, Mude en Sluis (Fig.1). Deze aanlegplaatsen werden al snel geïntegreerd in de havenactiviteiten van Brugge en evolueerden van simpele vissersdorpjes naar voorhavens met stedelijke status (De Clercq et al, 2020). De aaneenschakeling van waterwegen, dijken en havens resulteerde in een uniek voorhavengebied dat zich ver buiten de Brugse stadsmuren in noordoostelijke richting uitstrekte. Brugge hield echter de touwtjes van zijn havencomplex strak in handen door de havens zowel op rechterlijk als economisch vlak rekenschap te laten afleggen (Dumolyn & Leloup, 2016). De getijdengeul werd zo de levensader van de voorhavens, Brugge het kloppend hart. Ondanks deze waterbouwkundige en economische krachttoer, bleek de verzanding van de getijdengeul onafwendbaar en verloor Brugge zijn vitale verbinding met de zee. Bovendien was de Brugse economie op het einde van de 15e eeuw over haar hoogtepunt heen. Het havennetwerk stortte in en de kleine voorhavens Monnikerede en Hoeke bleken niet langer levensvatbaar zonder de economische impulsen van hun grote Brugse broer. De kanalen en havens verloren hun functie en werden verlaten. De Tachtigjarige Oorlog, overstromingen, opgeslibde geulen, grootschalige herinpoldeeringen, moderne kanalen en (snel)wegen maakten het middeleeuwse havenlandschap sindsdien onherkenbaar (Trachet, 2017; Trachet & De Clercq, 2018).

### 3. Ballast en ballaststeen

Varen is noodzakelijk maar alle boten hebben ook ballast nodig om dit mogelijk te maken. Ballast geeft een boot immers de nodige stabiliteit en belet dat het gaat kapseizen wanneer het onvoldoende geladen is met cargo. Het volume ballast dat nodig was voor de stabiliteit van een boot was afhankelijk van zijn grootte, de aard van de lading, de hoogte van de mast en zijn vrijboord of de verticale afstand tussen de waterlijn en het dek waar het water het schip kan in lopen (Burström, 2017). Zeelieden zagen bijgevolg nauwgezet toe op een correcte ballastering van hun vaartuig voor het vertrek. Vele handelswaren uit de klassieke en middeleeuwse wereld, zoals stokvis en zijde, hadden een vrij lage densiteit (gewicht) en hun transport per schip maakte het gebruik van voldoende ballast noodzakelijk, een praktijk die evengoed gold voor schepen die zeilden zonder cargo. Tegenwoordig pompt men water in grote ballasttanks maar vroeger was ballast uitsluitend vast: zand, grind of steen, soms ijzer en baksteen, of elk ander vast materiaal dat voorhanden was daar waar het schip aanmeerde. Bij voorkeur werd verkoopbare ballast zoals ijzer of lood aan boord genomen, doch waar deze niet (genoeg) voorhanden was werd ook commercieel niet of minder waardevolle ballast gestouwd. Economisch interessant als ballast zijn bijvoorbeeld de (zware) ladingen van molenstenen (bazaltlava-molenstenen uit de Vulkaaneifel), grafzerken (bijvoorbeeld deze gemaakt uit Öland en Gotland kalksteen, Baltische Zee) en slijpstenen (bijvoorbeeld de staafvormige slijpstenen gemaakt van Eidsborg micaschist uit Noorwegen) die



**Figuur 1:** Het Zwingebied met ligging van de voormalige Zvingeul en de voorhavens van Brugge in de 14<sup>e</sup> eeuw (© Universiteit Gent).

zo een extra functie hadden als ballast. Na de cargo te hebben ontladen in de haven van bestemming werd het schip geladen voor de terugreis en diende opnieuw de stabiliteit te worden berekend en het volume aan ballast navenant aangepast. Daarbij werden ballaststenen soms ter plekke achtergelaten en ingewisseld met verkoopbare cargo en/of ballast. Wanneer ballast op land belandde kon deze hergebruikt worden, ófwel opnieuw als ballast ófwel als een nuttige grondstof (zand en grind als granulaat of als ophoogmiddel, stenen voor bestratingen of als bouw materiaal). Het dumpen van ballast in havens en aanloopgeulen werd echter snel een probleem omdat havens en kanalen hierdoor sneller dichtslibden. Vandaar dat hiervoor reeds vroeg regels golden: havens hadden vaak inspecteurs of ballastmeesters die nauwgezet toekken wanneer schepen ballast meenamen of achterlieten volgens de gangbare regels en die fikse boetes oplegden aan iedere schipper die deze regels niet nakwam.

#### 4. Archeologisch-historisch belang van ballaststeen

Ballast en vooral dan ballaststenen behoren tot de meest ondergewaardeerde materialen in de archeologie. Historisch of archeologisch gezien is er inderdaad vrij weinig geweten over ballast omdat dit materiaal vaak als triviaal (inderdaad als “ballast”) werd beschouwd. De reden hiervoor is allicht een combinatie van verschillende factoren: 1. De vroeger veronderstelde lage waarde van ballast als economische parameter, 2. de beperkte beschikbaarheid over geschreven bronnen, en 3. vooral de complexe mechanismen die het verzamelen, gebruik, dumpen en hergebruik van ballast kunnen beïnvloeden (De Clercq et al. 2017). Ballaststenen vormen echter, ondanks de complexe processen die hun finale depositie voorafgaan, toch een van de meest directe materiële bewijzen voor internationale mobiliteit binnen havengemeenschappen. Gedetailleerd multidisciplinair onderzoek, met nauwkeurige identificaties van stenen op archeologische sites en in historische gebouwen, kunnen inderdaad onvermoede handelsconnecties aan het licht brengen. Peacock (1998) wees niet alleen op het verwaarloosde potentieel van ballast maar stelde ook belangrijke voorwaarden bij het onderzoek ervan: vooral de noodzaak om de juiste geologische en geografische “vingerafdrukken” in gevarieerde steenassemblages te kunnen vinden en het besef dat heterogene assemblages het resultaat kunnen zijn van zowel natuurlijke processen als menselijke factoren. Zo liet archeologisch-geologisch onderzoek van onbewerkt steenmateriaal uit het laatmiddeleeuws vissersdorp Walraversijde (Oostende) toe om geïsoleerde stenenconcentraties als ballaststenen te interpreteren (De Paepe & Pieters, 1994). Hun herkomst moet zeer waarschijnlijk gezocht worden langs de oostkust van de Britse Eilanden (waaronder metamorfe en stollingsgesteenten uit de Schotse Midland Valley, de Inner Hebriden of de Grampians). Vermoedelijk werd deze steenballast op het

strand achtergelaten door terugkerende haringboten. Bij graafwerkzaamheden voor de metro onder het Waterloop-  
leijn in Amsterdam werden in 1972 op enkele meter diepte, scheepsresten, houten beschoeiingen, gebruiksvoorwerpen en een groot aantal grote stenen ontdekt. Bij nader onderzoek bleek dat het merendeel van de stenen bestond uit Scandinavische zwerfstenen die opvallend sterk waren afgerond, meer afgerond dan het materiaal dat normaal in glaciële afzettingen (keileem) van Nederland wordt aangetroffen. Op basis van hun geologische samenstelling werden deze stenen als ballaststenen geïnterpreteerd van zeilschepen die van Karlskrona (Zweden) naar Amsterdam voeren (Zandstra, 1972).

#### 5. Interdisciplinaire methodologie

De Brugse ballastkeien werden ontdekt dankzij een groot-scheepse landschaps-archeologische studie van de Universiteit Gent (<http://www.zwinproject.ugent.be/nl#section1>) en geologisch-historisch onderzoek van herkomst en gebruik van natuurstenen in de historische gebouwen van het Brugse Ommeland (<https://oar.onroerenderfgoed.be/publicaties/RELT/12/RELT012-003.pdf>). Behalve macroscopisch onderzoek van de ballastkeien – dat eenvoudigweg met het blote oog of met de loep gebeurt (het herkennen van verschillende soorten van gesteenten) – werd ook microscopisch onderzoek (petrografie) uitgevoerd op z.g. slijpplaatjes (flinterdunne doorzichtige doorsneden van gesteenten). Waarneembare fossielen zoals koralen (zie figuur 2) en microfossielen aangetroffen in de slijpplaatjes (zoals foraminiferen) werden gebruikt om de exacte geologische ouderdom van de aangetroffen kalksteensoorten te bepalen en hiermee ook potentiële herkomstgebieden. Voor sommige heel specifieke steensoorten (zoals marmer en vuursteen) werden geochemische technieken ingezet om de juiste herkomst te achterhalen. Voor marmer is dit een combinatie van isotopenonderzoek (stabiele koolstof- en zuurstofisotopen) en petrografie, voor vuursteen is geochemisch onderzoek van spoorelementen aangewezen in combinatie met petrografie en micropaleontologie. Verder werd ook de aanwezigheid van boorgaten van mariene organismen (zoals boormossels) en hun huidige geografische verspreiding, gebruikt om aan te tonen dat sommige ballastkeien (kalkstenen) effectief op het strand, aan de voet van kliffen en in de getijdenzone, waren opgeraapt. Voor de determinatie van een specifieke groep van gesteenten, noordelijke zwerfstenen, werd gebruik gemaakt van analoge en digitale atlanten (zie verder). Een selectie van gevonden gidszwerfstenen werd doorgezaagd, gepolijst en macroscopisch gedetermineerd met behulp van determinatietabellen en zwerfsteenatlanten (zoals: Zandstra 1988; Smed & Ehlers 2002; Rudolph 2017; <https://skan-kristallin.de>). Tot nog toe werden door ons meer dan 1000 ballaststenen geïdentificeerd, maar er komen maandelijks nieuwe meldingen of vondsten uit dezelfde regio binnen, evenwel overwegend

uit archeologische opgravingen. Verschillende van deze fotogenieke ballastkeien werden trouwens opgenomen in de databank “Flepostore”, die sinds kort online is (zie: <https://flepostore.ugent.be>).

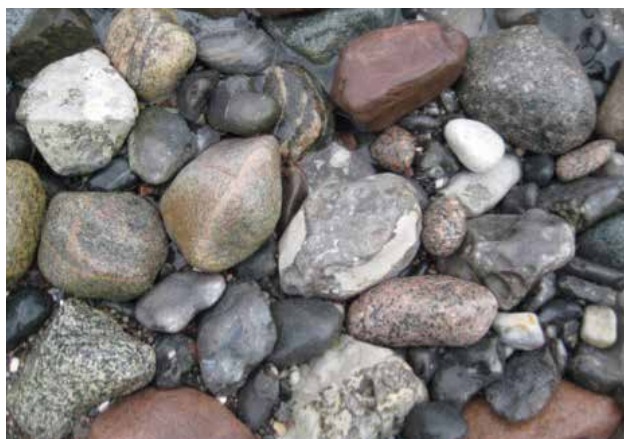


**Figuur 2:** Koraalkalksteen, ballaststeen in de straatverharding van Sint Anna Mude (doorgezaagd en gepolijst)

## 6. Karakteristieken en herkomst van de ballaststenen in het Zwingebied

Ballaststenen werden tot nog toe in alle hogergenoemde voorhavens van Brugge bij oppervlaktevondsten in akkers en weiden én bij archeologische opgravingen aangetroffen. Bovendien zijn in dezelfde regio diverse voorbeelden terug te vinden van historisch en modern hergebruik (recyclage) van ballaststkeien, vooral dan in de vorm van bestratingen (in Hoeke, Sluis, Sint Anna Ter Muiden, Aardenburg, Damme en Brugge) en in mindere mate als bouw materiaal (in Oostkerke, Damme, Aardenburg, Sluis). Alleen al hun specifieke vorm, grootte en verweringspatroon geven reeds waardevolle informatie over hun mogelijke herkomst. De meeste ballaststenen zijn immers sterk afgerond (vaak eivormig) en mooi glad van vorm. Hun afmeting varieert van 5 tot 40 cm, uitzonderlijk tot 75 cm, maar op basis van een systematische meting van zo'n 450 opgeraapte ballastkeien, voornamelijk afkomstig van de site van Hoeke, blijken ze gemiddeld 12 cm groot te zijn, hetgeen wijst op een goede sortering: de stenen liggen dan ook perfect in de hand en zijn niet te groot, twee factoren die een stapeling in het ruim vergemakkelijken en het plaatsverlies beperken. Hun afronding en mooie gladde vorm wijzen op een lang transport gecombineerd met een lang verblijf in turbulent water. Hun gemiddelde grootte wijst op een goede natuurlijke sortering (door golven en branding, zie figuur 3) én een extra mense-lijke sortering (met de hand opgeraapt). Dit gegeven komt goed overeen met de verhalen over het recente laden van ballaststenen in Noorwegen of in historische voorbeelden:

boten werden vaak aan land getrokken om ballast te laden, waarbij alleen ronde keien zonder scherpe randen met de hand werden geselecteerd zodat ze de kiel niet konden beschadigen (Burström, 2017).



**Figuur 3:** Detail van een keienstrand langs de zuidoostkust van Denemarken met mooi afgeronde Scandinavische zwerfstenen van diverse stollingsgesteenten (o.a. granieten), metamorfe gesteenten (o.a. gneis) en vuursteen. De diameter van de grootste kei is ca. 25 cm.

## 7. Gidszwerfstenen

Opmerkelijk is het feit dat de bestudeerde ballaststenen vooral bestaan uit z.g. zwerfstenen. Dit zijn keien die door landijs of een gletsjer zijn meegevoerd en bij het terugtrekken ervan in morenen of keileem werden achtergelaten. Keileem zelf is een ongesorteerd heterogeen mengsel van keien (zwerfstenen), grind, zand, klei en leem. De meest zuidelijke grens van het landijs, de hiermee geassocieerde stuwwallen en het meegevoerde morenenmateriaal uit de laatste ijstijd (het Saalien, zo'n 150.000 jaar geleden) ligt in centraal-Nederland, ten noorden van de grote rivieren (Maas-Rijn), zoals de Utrechtse heuvelrug, de zuidelijke Veluwezoom en het Montferland bij Nijmegen. Het geologisch herkomstgebied van de zwerfstenen, voorafgaand aan hun transport door het landijs en vóórdat ze op het strand werden opge- raapt, moet gezocht worden in de precambrische en paleo- zoïsche sokkel van Scandinavië en van het Oostzeegebied.

Ondanks het vrij algemene voorkomen – en hierdoor vrij “banale” karakter – van stollingsgesteenten en metamorfe gesteenten zoals graniet, dioriet, bazalt, kwartsiet, gneiss, aderkwarts, e.d. zijn er ook specifieke gesteenten die een beperkte, geologisch en geografisch goed afgebakende herkomst hebben, namelijk gidszwerfstenen. Dit zijn zwerfstenen die gemakkelijk macroscopisch te herkennen zijn en die slechts uit één herkomstgebied afkomstig kunnen zijn. Alhoewel ze maximaal slechts 5% uitmaken van het totaal van de gevonden zwerfstenen, zijn gidszwerfstenen wel belangrijk om hun Baltoscandische oorsprong aan te tonen (Hoare et al. 2002). Het gesteentespectrum in het Brugse omvat zowel stollingsgesteenten, sedimentaire gesteenten als

metamorfe gesteenten, min of meer in gelijke verhoudingen. Het is vooral binnen de stollingsgesteenten dat gidszwerfstenen te vinden zijn. Licht gekleurde vuursteen-rolkeien met specifieke fossielen zijn allicht terug te voeren tot rolkeien afkomstig van vuursteen in de krijtkliffen van Zuid-Denemarken of Noord-Duitsland. Vaak zijn gidszwerfstenen opvallend gekleurd, vertonen ze grote, eivormige of scherp afgelijnde veldspaatkristallen met ruitachtige of rechthoekige omtrek of springen ze in het oog door ongewoon gekleurde kristallen. De meest opvallende zijn de porfieren en de ignimbrieten. Porfieren zijn stollingsgesteenten die gekenmerkt zijn door een z.g. porfierische textuur: talrijke eerstelingen (of fenokristen) die zwemmen in een fijnkorrelige grondmassa. Ignimbrieten zijn vulkanische gesteenten gevormd uit afzettingen van gloedwolken tijdens zeer explosieve uitbarstingen. Ze worden gekenmerkt door slieren van plastisch vervormde en volledig platgedrukte puimsteenbrokjes.

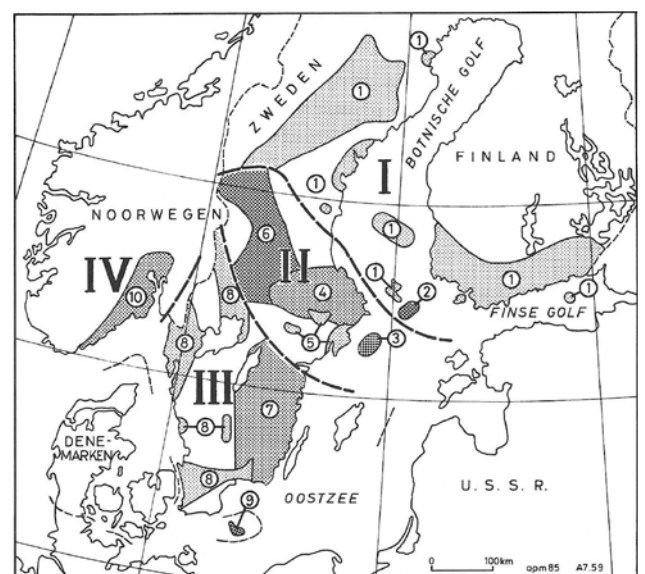
Het voorkomen van gidszwerfstenen, de hoge frequentie van vuursteen, de morfologie van de stenen én de algemene aanvaarde transportrichtingen van het landijs tijdens de laatste ijstijden, wijzen erop dat de meeste ballaststenen uit het Brugse havenlandschap vermoedelijk werden opgeraapt op Baltische keienstranden in de buurt van de Hanzestad Lübeck (zie figuur 4). De schippers van Hanzeatische koggen gebruikten ballaststenen om hun schepen die geladen waren met lichte vrachten zoals stokvis, te verzwaren voor een veilige en stabiele vaart vanuit het noorden naar de handelsmetropool Brugge. De rol die dit soort schip heeft gespeeld in de ontwikkeling en de bloei van de Hanze in Noord-Europa, is nauwelijks te overschatten. De Hanze was een los handelsverband van steden aan de Duitse Oostzeekust – Hamburg, Lübeck, Rostock – later uitgebreid met tientallen Deense, Noorse, Zweedse, Russische, Hollandse en Vlaamse havensteden. Een hoofdrol speelden de vier zogeheten kontors (kantoren van buitenlandse kooplieden) die zelf geen lid waren van het verbond: Novgorod, Bergen, Londen en Brugge.

Alle gidszwerfstenen komen oorspronkelijk (t.t.z. vóór hun transport op of in landijs) uit heel specifieke regio's van Noorwegen, Zweden, Finland en Denemarken (zie figuur 5). Zo komen de mooiste porfieren en ignimbrieten uit Midden-Zweden (streek van Dalarna). De meest opvallende en goed herkenbare porfieren (met ruitvormige of rechthoekige eerstelingen) komen uit de streek van Oslo, Noorwegen. De prachtige, vrij gemakkelijk herkenbare Rapakivi-granieten met grote eivormige veldspaatkristallen, komen uit de Åland archipel (ZW-Finland). Opvallend roodgekleurde granieten, al dan niet met blauwe kwarts-kristallen, zijn vooral karakteristiek voor Småland (Zuid-Zweden). Het exotische karakter van deze zwerfstenen blijkt trouwens ook uit hun geologische ouderdom: de meeste zijn afgeronde brokstukken van Precambrische kristallijne gesteenten (van meer dan een miljard tot 3,5 miljard jaar oud!). Deze stenen vertegenwoordigen bovendien de eerste vondst ooit in België van noordelijke zwerfstenen: het Pleistocene landijs heeft



**Figuur 4:** Kaartje met de herkomst van de langs de kust opgeraapte ballaststenen uit het Baltoscandische gebied. Nummers verwijzen naar de oorspronkelijke herkomst van gidszwerfstenen. De afgelijnde zone is de vermoedelijke zone waar de stenen werden opgeraapt. Ankersymbool staat voor haven (overgenomen uit: De Clercq et al, 2017).

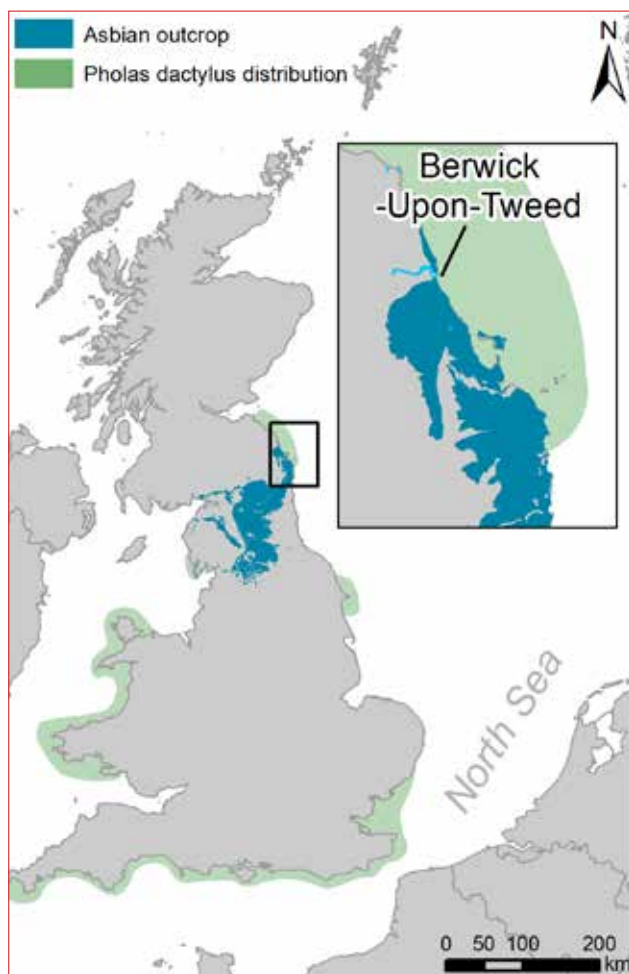
België immers nooit bereikt, vandaar dat deze noordelijke zwerfstenen in het Middelleeuwse Brugse havenlandschap als échte geologische “exoten” kunnen worden beschouwd.



**Figuur 5:** Vereenvoudigd kaartje met mogelijke herkomstgebieden van gidszwerfstenen uit Scandinavië (naar Hesemann in Zandstra, 1988). I. Oost-Balticum, II. Midden-Balticum, III. Zuid-Balticum, IV. Zuid-Noorwegen.

## 8. Engelse en Italiaanse steensoorten

Behalve Baltische zwerfstenen, vinden we ook regelmatig rolkeien van harde kalksteensoorten terug. De hierin aanwezige fossielen en de subrecente boorgaten wijzen op een duidelijke andere herkomst: ze werden opgeraapt op het strand in de buurt van Berwick-upon-Tweed, een stadje gelegen langs de oostelijke kust van Engeland, vlakbij de grens met Schotland (zie figuur 6: De Clercq et al. 2017). Verschillende kalkstenen vertonen opmerkelijke gaten (zie figuur 7): deze werden vooral veroorzaakt door (sub)recente boormossels (*Pholas dactylus*), een extra bewijs voor de hypothese dat de keien in de getijdenzone werden opgeraapt. Vergelijkend onderzoek van keien die we in 2018 op het strand van Berwick verzamelden wijst op hun sterke analogie met de kalksteenrolkeien uit het Brugse. In de 13e eeuw leefde er in Berwick een belangrijke Vlaamse gemeenschap van wolhandelaars: handelsschepen (met daarin dus ook ballastkeien) vertrokken vanuit Berwick met wol en andere goederen richting Vlaanderen. De strandkeien zelf zijn afkomstig van nabijgelegen kliffen waar fossielrijke kalksteenbanken uit het Onder-Carboon (het jongste Viseaan of Asbiaan) dagzomen.



**Figuur 6:** Dagzoom (blauw) van de Asbiaankalksteen en moderne verspreiding (groen) van *Pholas dactylus* in Engeland (overgenomen uit De Clercq et al, 2017).

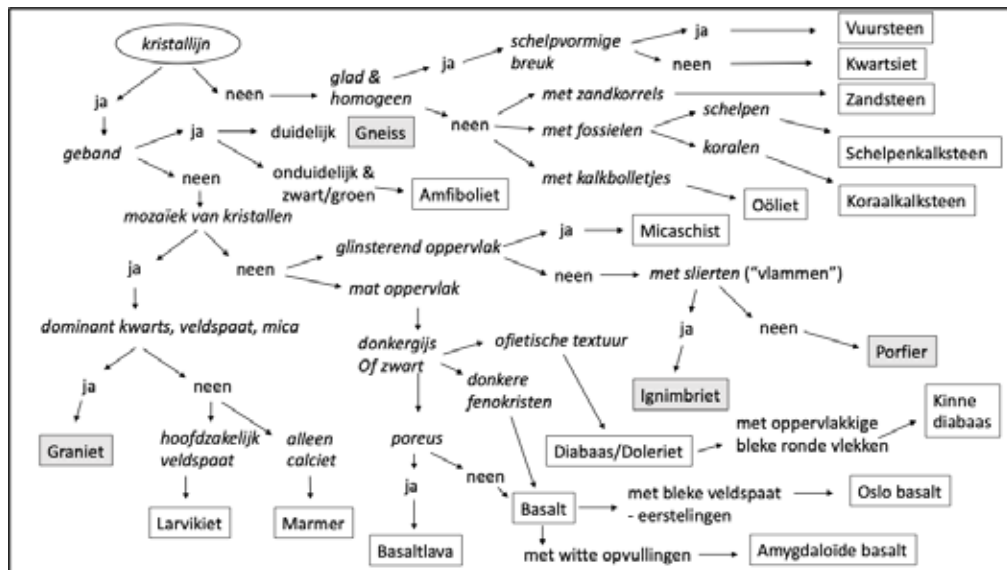


**Figuur 7:** a. Kalksteen met grote boorgaten van boormossels, ballastkei uit het boerenerf van Hoeke; b. Strandkeien van analoge kalksteen opgeraapt op het strand van Berwick-Upontweed.

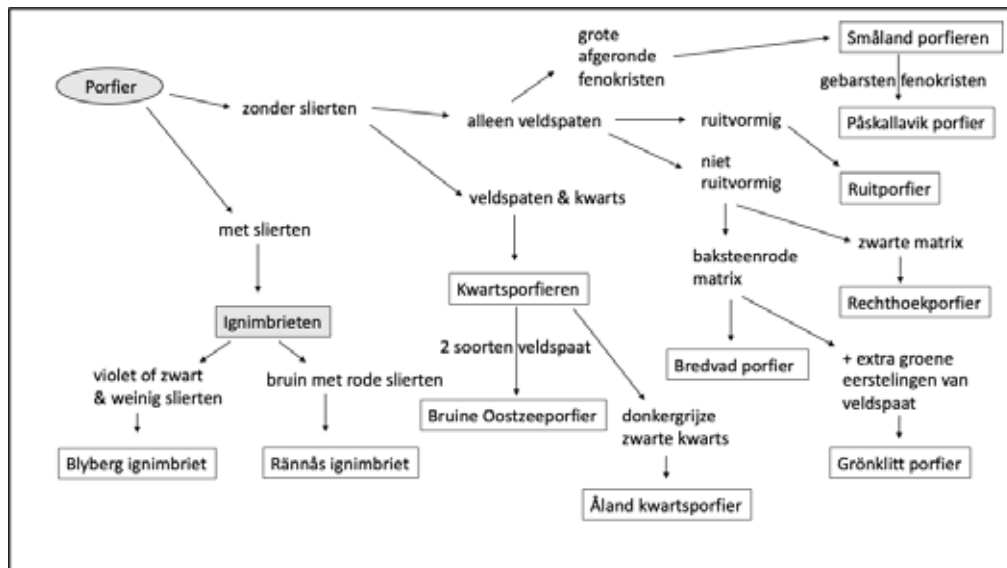
Enkele zeldzame ballastkeien van zachtere en blekere kalksteensoorten tenslotte, zouden volgens heel recent paleontologisch onderzoek nog andere herkomstgebieden aanwijzen, meer bepaald de buurt van Scarborough (Jura-kalksteen, oostkust van Engeland), Southampton (Jurakalksteen, Isle of Wight, zuidkust van Engeland) en het schiereiland Salento (Krijtkalksteen, Zuid-Italië). Dit laatste gegeven én de vondst van een rolkei van wit Carrara-marmer wijzen op handelsconnecties van de Brugse metropool met het Middellands zeegebied, o.a. met de havensteden Genua en Lucca (De Clercq et al, 2021).

## 9. Determinatiesleutels

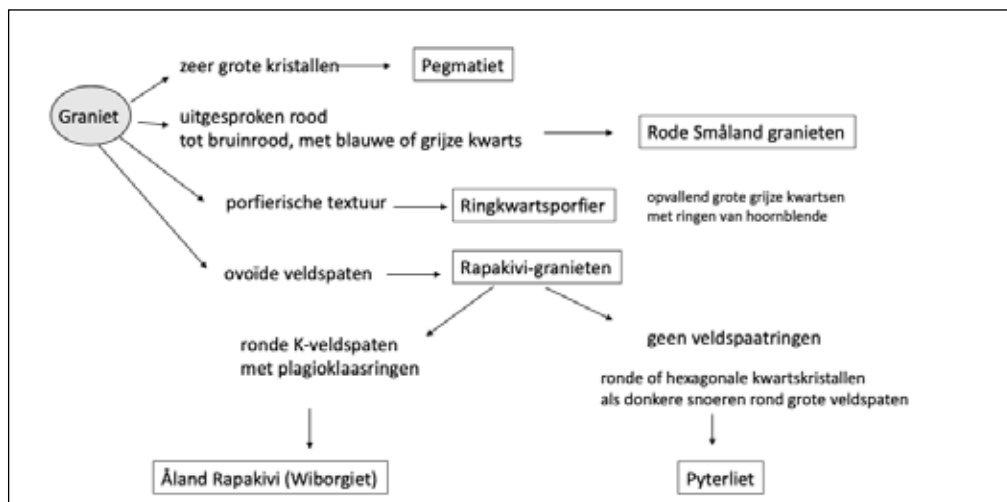
Teneinde eigen waarnemingen mee te helpen identificeren, stellen we enkele eenvoudige en pragmatische identificatiesleutels voor (zie figuren 8 tot 11). De lijst van de vermelde steensoorten is uiteraard niet volledig, maar behandelt enkele van de meest voorkomende of opvallende steensoorten die we tot nog toe hebben gevonden tussen de Middeleeuwse ballastkeien. Hou er rekening mee dat gidszwerfstenen slechts een zeer beperkt percentage uitmaken van het geheel aan zwerfstenen tussen de ballastkeien. De determinatiesleutels zijn gebaseerd op eenvoudige macroscopische waarnemingen (d.w.z. met het blote oog) zonder hulp van microscopische of geochemische onderzoekstechnieken. Het gebruik van een loep of handlenz wordt echter sterk aanbevolen, zeker bij het bekijken van fijnkorrelige en/of donkere gesteenten. Bijgevoegde foto's (zie figuren 12 tot 15) illustreren enkele van de meest opmerkelijke gidsgesteenten die we vonden in archeologische sites van het Zwingebied.



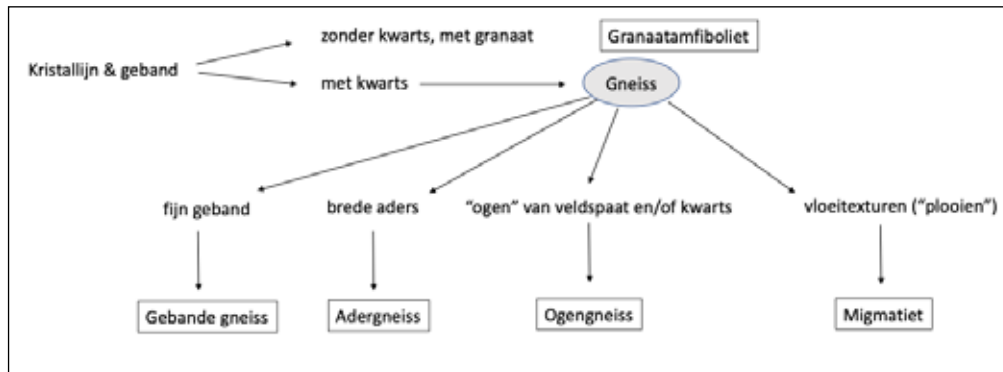
Figuur 8: Determinatiesleutel voor gesteenten geïdentificeerd in Middeleeuwse ballaststenen van het Brugse. De soorten aangeduid in het grijs worden nog verder opgedeeld aan de hand van extra determinatiesleutels (figuren 9-11). Deze laatste bevatten verschillende gidszwerfstenen.



Figuur 9: Determinatiesleutel voor porfieren en ignimbrieten (met gidszwerfstenen)



Figuur 10: Determinatiesleutel voor granietsoorten (met gidszwerfstenen)



Figuur 11: Determinatiesleutel voor gneiss.

**Amygdaloïd:** wijst naar de amandelvormige minerale opvullingen van gasbellen in een vulkanisch gesteente zoals basaltlava.

**Fenokristen of eerstelingen:** de eerste kristallen die langzaam gegroeid zijn in een stollend gesteente, goed contrasterend met de fijnkorrelige grondmassa in vulkanische en ganggesteenten.

**Kristallijn:** bestaande uit kristallen; bij een dieptegesteente is dit vaak een mozaïek van kristallen.

**Mica of glimmer:** bladvormig splijten de silicaten zoals muscoviet (zilverachtig wit) en biotiet (goudkleurig, bruin tot zwart).

**Ofietische textuur:** karakteristieke patroon waarbij smalle, grijswitte latjes van veldspaat in alle richt-

ingen (kris-kras) met elkaar vergroeid zijn. De ruimten tussen de veldspaatlatjes zijn opgevuld met meestal donkere mineralen.

**Veldspaat:** groep van gesteentevormende mineralen (silicaten) die meestal prismatische of latvormige kristallen vormen en wit, grijs, rood, bruin tot groenig van kleur zijn.

**Slierten of vlammen** (van het Italiaanse "fiamme") zijn platgewalste lensvormige puimsteenfragmenten in pyroclastische gesteenten ontstaan uit gloedwolkaftettingen (ignimbrieten).

**Fenokristen of eerstelingen:** de eerste kristallen die langzaam gegroeid zijn in een stollend gesteente en goed contrasteren met de fijnkorrelige grondmassa in

vulkanische en ganggesteenten.

**Ovoid:** mooi afgerond, ellips- of eivormig, karakteristiek voor veldspaten in Rapakivigraniet.

**Porfierische textuur:** eerstelingen in een fijnkorrelige grondmassa.

**Geband:** banding ook foliatie genoemd, herschikking van kristallen in een metamorf gesteente; wijst op het gestreepte fysieke uiterlijk van metamorfe gesteenten zoals gneiss.

**Granaat:** karakteristiek rood-roodbruin mineraal (silicaat) dat vaak voorkomt in metamorfe gesteenten zoals micaschist, gneiss en amfiboliet.

**Ogen:** uitgerokken lensvormige kristallen van kwarts en/of veldspaat in metamorfe gesteenten, zoals gneiss.



Figuur 12: Rapakivi graniet (ballaststeen, doorgesneden en gepolijst)



Figuur 13: Rechthoekporfier (ballaststeen, doorgesneden en gepolijst)



Figuur 14: Rännäss ignimbriet (ballaststeen, doorgesneden en gepolijst)



Figuur 15: Rode Småland graniet (ballaststeen, doorgesneden en gepolijst)

## 10. Hergebruik van ballaststeen

De honderden ballaststenen die in Zwinhavens achterbleven duiden niet alleen op het wijd vertakte maritieme handelsnetwerk van Brugge en de sterke verbinding met de Baltoscandische wereld via de Duitse Hanze, ze roepen ook vragen op waarom de stenen net daar achterbleven en welke verdere stap ze er in hun levenscyclus zetten. Historisch onderzoek wijst erop dat die ballaststenen in Vlaanderen werden achtergelaten in de plaats van Vlaams zand dat werd opgebaggerd en aangekocht als ballast voor de terugvaart (Ansorge et al. 2011; De Clercq et al. 2017). Dit zand werd vervolgens in het noorden verder verhandeld, wellicht om te gebruiken in mortels. Het is hiermee de vroegste aanduiding van het ontginnen van zand voor handelsdoeleinden in Vlaanderen.

De Middeleeuwse exotische ballaststenen uit de Brugse regio werden lokaal hoofdzakelijk hergebruikt voor de verharding van straten en occasioneel als historische bouw- of reparatiesteen. Analoge bestratingen met kleurrijke zwerfstenen komen frequent voor in de historische stadskernen van Noord-Duitsland of van de Nederlandse provincie Drenthe. Dit zijn echter geen hergebruikte ballaststenen maar “gewone” noordelijke zwerfstenen die afkomstig zijn uit de lokaal voorkomende keileem. Bestratingen en oude stadsmuren van voormalige havensteden anderzijds, zoals deze van King’s Lynn, Engeland (Hoare et al, 2002) bevatten regelmatig ballastkeien met een Baltoscandische herkomst.

Voorbeelden van hergebruik van ballaststenen voor bestratingen vonden we in het Zwingebied terug in Hoeke, Damme, Aardenburg, Sluis, Sint Anna Ter Muiden en Brugge. Vaak zijn deze middeleeuwse ballastkeien vaak vermengd met “moderne” kasseien (zoals porfier, zandsteen en blauwe hardsteen). Echter, hun opvallende afgeronde vorm, hun glad en bij regen vaak ook kleurrijk uiterlijk en hun exotisch geologisch karakter, zijn goede criteria om échte ballastkeien van de (vaak rechthoekige of langwerpige) “banale” kasseien te onderscheiden. Eén van de mooiste voorbeelden van hergebruik is de bestrating van het centrum van Sint Anna ter Muiden. Fraai gekleurde ballaststenen vallen hier op tussen de kasseien langs de huizen van het marktplein (zie figuren

16-17). Dit stadje werd in zijn geheel in 1967 tot beschermd stadsgezicht uitgeroepen en is nu een van de beschermde stads- en dorpsgezichten van Zeeland. Een ander voorbeeld is de bestrating met ballaststenen van het erf van de historische boerderij van Hoeke waarin talrijke gidszwerfstenen werden ontdekt. Deze stenen werden door de landbouwersfamilie doorheen de jaren verzameld op het veld, in zijn weiden en landerijen en later verwerkt tot verhardingen op het erf. Ook in het centrum van Sluis kwamen tijdens opgravingen, diverse stukken middeleeuwse bestratingen met hergebruikte ballastkeien aan het licht. De korte St. Jacobsstraat in Sluis is verhard met Middeleeuwse ballastkeien én moderne kasseien. In Damme en Aardenburg vinden we “exotische” ballaststenen terug vermengd met moderne kasseien in de bestratingen rond de torens van de Onze-Lieve-Vrouwekerk in Damme en de Sint-Baafskerk in Aardenburg. In het Begijnhof (binnenplein) komen tussen de moderne kasseien ook enkele zeldzame ballastkeien voor.

Voorbeelden van hergebruik van ballaststeen als bouwsteen anderzijds zijn vrij beperkt. Het betreft overigens vaak een rol als reparatiesteen, en nooit als primair bouw materiaal. Evident was de rechthoekige baksteen en de gemakkelijk te bekappen (kalk)zandsteen, het basismateriaal voor het optrekken van de publieke en private gebouwen. Daarnaast hebben de twee Wereldoorlogen verschillende of zelfs de meeste van de stille historische getuigen in het Brugse Ommeland vernietigd (bv in Sluis) waardoor er ongetwijfeld veel voorbeelden verloren zijn gegaan. Tot nog toe werden hergebruikte ballaststenen waargenomen in de (vaak sterk gerestaureerde) Middeleeuwse kerktorens van de Onze-Lieve-Vrouwekerk van Damme, de St.-Quintinuskerk van Oostkerke, de Sint Baafskerk van Aardenburg en in de buitenmuren van het Belfort van Sluis. We treffen deze “exoten” hier ofwel sterk verspreid aan tussen natuurstenen bouw materiaal (kerktoren van Damme en Aardenburg) of geconcentreerd in enkele rijen van het parement zoals in de kerktoeren van Oostkerke (Debonne en Dreesen, 2015). De mooi afgeronde groenzwarte rolkeien van amfiboliet/diabaas zijn vaak het meest opvallend. Grotere blokken van graniet zijn goed herkenbaar in de toren van de St. Quintinuskerk van Oostkerke.



**Figuur 16:** Bestrating met ballastkeien op het marktplein van Sint Anna Ter Muiden



**Figuur 17:** Detail van de bestrating met enkele opvallend gekleurde ballaststenen (granieten en porfieren)

**WAARSCHUWING:** door de zeldzaamheid van ballastkeien in onze historische steden en hun belangrijke intrinsieke erfgoedwaarde, is het strikt verboden om deze los te wrikken uit de bestratingen en mee te nemen. Ideaal om ballaststenen te observeren, te determineren en te fotograferen, is ze licht te besproeien met water, zodat de karakteristieke kleuren, mineralen, fossielen en structuren beter geaccentueerd worden. Ga dus het liefst bij regenweer of na een fikse regenbui op stap, dan herken je ze gemakkelijker!

## Conclusie

Ondanks hun ondergewaardeerdheid (onbekend is onbemind?) vormen ballaststenen uit opgravingen van de verdwenen Zwinhavens én in oude bestratingen en historische gebouwen van de Brugse regio, een extra indirect materieel bewijs voor belangrijke handelsactiviteiten van de voormalige Middeleeuwse metropool. Het merendeel van de aangetroffen ballaststenen zijn noordelijke zwerfstenen. Deze “exotische” gesteenten hebben een zeer lange weg achter de rug: 1. initieel transport door landijs en gletsjers tijdens de laatste ijs-tijden, 2. afzetting ervan als eindmorenes (worden later keileem na het smelten van het ijs, 3. verdere verwerking, sortering en afronding door golfwerking (branding) in de Baltische zee en

4. een tweede afzetting ervan, nu als strandkeien, langs de Baltische kust (keienstranden), 5. het manueel selecteren en oprapen van keien op het strand en 6. het gebruik ervan als ballast voor koggen op weg naar Hanzeatische havens, 7. het ontladen van de schepen en het dumpen van de ballastkeien in de voorhavens langs de Zvingeul, en 8. het hergebruik van de ballaststenen voor straatverharding en als bouwsteen tijdens of na de Hanzeatische periode. Een tweede kwantitatief belangrijke reeks ballastkeien (koraalkalkstenen) heeft een andere oorsprong en wijst op andere handelswegen vanuit havensteden gelegen langs de noordelijke oostkust en zuidkust van Engeland (klifkusten met strandkeien). Enkele zeldzame ballaststenen tenslotte blijken uit het Middellands zeegebied te komen. Multidisciplinair landschapsarcheologisch onderzoek ondersteund door geologisch onderzoek heeft het mogelijk gemaakt om de vermoedelijke herkomst van “exotische” ballaststenen in het Middeleeuwse havenlandschap van Brugge te achterhalen. De redenen voor hun enigmatische voorkomen in het Brugse havenlandschap en tussen de Middeleeuwse natuurlijke bouwmaterialen in de regio, zijn nu quasi opgehelderd. Het recent opduiken of herkennen ervan in oude bestratingen en monumenten van de Brugse regio, zou een argument moeten zijn om dit ondergewaardeerd maar belangrijke cultuur- en natuurhistorisch erfgoed voortaan met meer respect te behandelen en ook te beschermen.

## Determinatietabellen

In de aardrijkskundelessen gebruiken we o.m. **determinatietabellen, determinatiesleutels, zoekkaarten** voor gesteenten, landschappen, wolken, klimaattypes, kaartprojecties... De tabel laat toe dat de gebruiker door het beantwoorden van vragen over zichtbare kenmerken naar een nieuwe vraag wordt geleid tot er nog maar één mogelijkheid over is. Volgens de regels van de kust worden determinatietabellen binair opgesteld zodat je bij iedere vraag slechts kan kiezen uit twee mogelijke antwoorden.

Determinatietabellen zijn echter steeds beperkend doordat ze ofwel in een beperkt geografisch gebied of voor een beperkte groep van verschijnselen gebruikt worden. Dit impliceert dat geen enkele tabel alles omvattend mag gezien worden en je als leraar keuzes maakt.

Determinatietabellen ondersteunen **gericht observeren**, een belangrijke terreintechniek of onderzoeksvaardigheid in de aardrijkskundeles. Het gaat hier om een **generieke vaardigheid** die je op diverse momenten in de leerlijn kan inpassen, binnen diverse geografische thema's. Voorbeelden zijn legio maar door hun opmaak steeds specifiek en dus beperkend.

De nieuwe eindtermen stimuleren het gebruik van deze tabellen en geven de aanzet tot een makkelijk uit te tekenen leerlijn voor deze vaardigheid binnen diverse inhoudelijke contexten.

**Eindterm 9.8 in eerste graad** (= de leerlingen gebruiken terreintechnieken en geografische hulpbronnen om landschappen te onderzoeken) legt in het beheersingsniveau ‘toepassen’ vast dat leerlingen de technieken moeten kunnen gebruiken in wisselende omstandigheden.

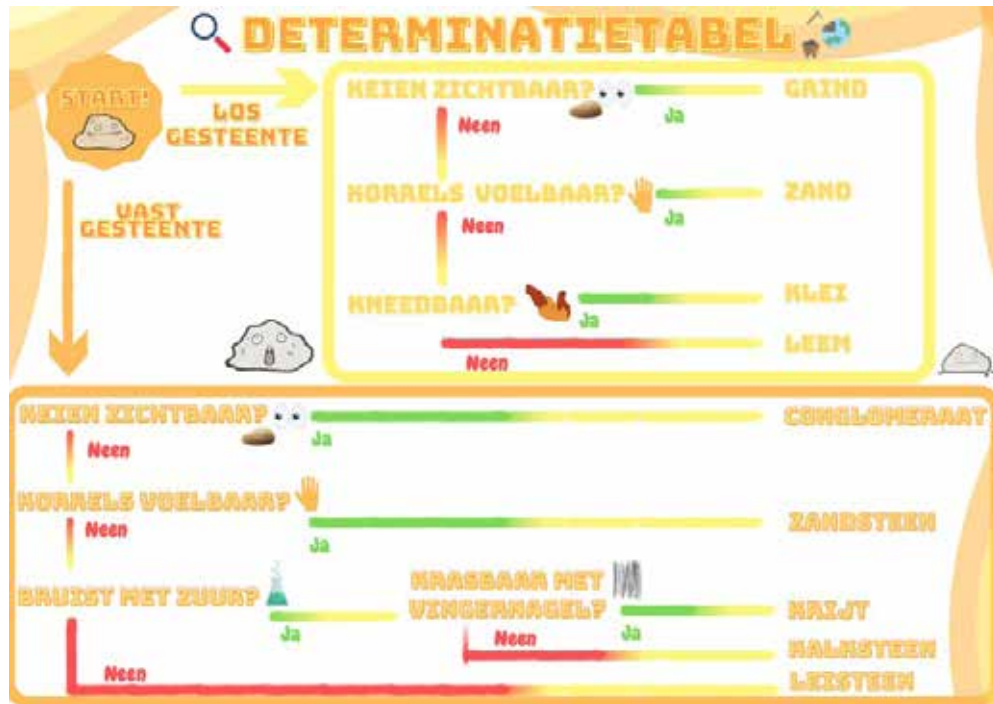
Ook in de **tweede graad** volgt **eindterm 9.7** (= de leerlingen gebruiken terreintechnieken en geografische hulpbronnen om ruimtelijke processen en de gevolgen ervan te onderzoeken) dezelfde lijn op hetzelfde beheersingsniveau, toepassen.

Tenslotte zal **eindterm 9.10 in de derde graad doorstroming** (= de leerlingen gebruiken terreintechnieken en geografische hulpbronnen om systemen te onderzoeken) de leerlijn op hetzelfde beheersingsniveau afronden in een nog complexere context.

Zowel in de eerste als derde graad wordt het **determineren van gesteenten** expliciet vermeld door de eindtermen ruimtelijk bewustzijn. De aanpak zal echter grondig verschillen nl. in de eerste graad als onderdeel van het onderzoek van landschappen, in de derde graad als onderdeel van het systeem aarde.

### Gesteenten determineren in de eerste graad – voorbeeld

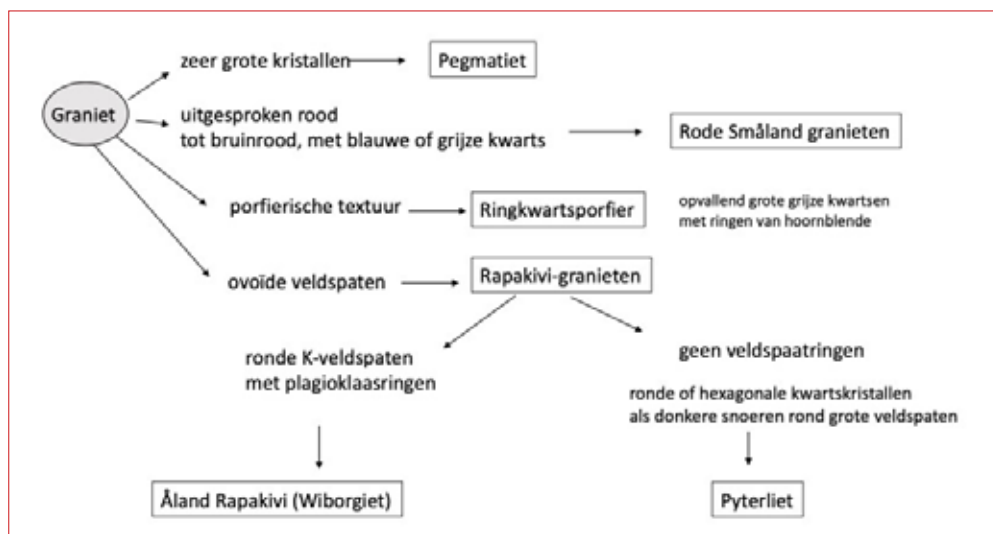
De eindtermen eerste graad geven je als leerkracht grote vrijheid in het aanbrengen van gesteenten onder ET 9.2 en 9.3. Onderstaande figuur illustreert dit met een determinatietabel opgemaakt door studenten op basis van de aanwezige gesteentemonsters in het vaklokaal en waarbij zij de nadruk legden op het proefondervindelijk onderzoek. De namen van de voornaamste Belgische gesteentesoorten komen erin voor en het onderscheid tussen losse en vaste gesteenten wordt gemaakt.



Figuur 18: determinatietabel opgemaakt op basis van aanwezige monsters in het vaklokaal.

### Gesteenten determineren in het artikel – voorbeeld

In het artikel spelen specifieke gesteenten en herkomstgebied een rol binnen de context wat de noodzaak van expertise binnenbrengt. Inhoudelijk vragen begrippen als textuur, pegmatiet om een geologische kadering en begrippen zoals kwarts, veldspaat, hoornblende en plagioklaas om enig inzicht in de relatie tussen mineralen en gesteenten. Qua vorm wordt hier de strikte structuur van een determinatietabel verlaten: bij de opmaak gaat men ervan uit dat de gebruiker een graniet kan herkennen en nu graniettypes uit het noorden van Europa wil benoemen.



Figuur 19: determinatie van graniet

## Bronnen

- › Anson, J., Frenzel, P. & Thomas, M. (2011). Cogs, Sand and Beer: A Palaeontological Analysis of Medieval Ballast Sand in the Harbor of Wismar (Southwestern Baltic Sea Coast, Germany). In: H.-R. Bork, H. Meller & R. Gerlach, eds. *Umweltarchäologie – Naturkatastrophen und Umweltwandel im archäologischen Befund* (Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte, 6). Halle: Landesmuseums für Vorgeschichte, pp. 161–73.
- › Biddulph, Mary (e.a.). *Learning to Teach Geography in the Secondary School*. Londen, Routledge, 2015.
- › Burström, M. (2017). *Ballast. Laden with history*. Nordic Academic Press, 118 p.
- › De Clercq, W., Dreesen, R., Dumolyn, J., Leloup, W. & Trachet, J. (2017). Ballasting the Hanse: Baltoscandian erratic cobbles in the Later Medieval landscape of Bruges. *European Journal of Archaeology*, p.1-27
- › De Clercq, W., Dombrecht, K., Dumolyn, J., Leloup, W., & Trachet, J. (2020). Monnikerede: the rise and decline of a medieval port community in the Zwin estuary. The medieval Low Countries. An annual review, 7, 97–130. <https://doi.org/10.1484/J.MLC.5.122703>
- › De Clercq, W., Dreesen, R., Briguglio, A., De Ruijscher, D., Dumolyn, J., Fieremans, N., Speijer, R., Trachet, J., Vermeersch, J., Taelman, D. (2021, in druk). Two odd ones, Mediterranean ballast stones and Italian maritime connections in the Medieval Bruges' harbour system, *Journal of Maritime Archaeology*.
- › De Paepe, P. & Pieters, M. (1994). Petrology and provenance of unworked stone from the medieval fishing village at Raversijde (Mun. of Oostende, prov. Of West Flanders). *Archeologie in Vlaanderen*, 4, p.237-251.
- › Debonne, V. & Dreesen, R. (2015). Stenen immigranten in de Zwinstreek. *Natuursteen in de Onze-Lieve-Vrouw-Hemelvaartskerk in Damme*. *Relicta* 12, p.149-180.
- › Dumolyn, J. & Leloup, W. (2016). The Zwin estuary: a medieval portal network, in: Solorzano Telechea J.A., Arizaga Bolumburu, B. & Bochaca, M. (red): *Las sociedades portuarias de la Europa Atlantic en la Edad Media / Town port societies in Atlantic Europe in the Middle Ages*, Najera, p. 197-212.
- › Hoare, P., Vinx, R., Stevenson, R. & Ehlers, J. (2002). Re-used bedrock ballast in King's Lynn's 'Town Wall' and the Norfolk port's medieval trading Links. *Medieval Archaeology*, 46, p. 91-105.
- › Neyt, Robert (e.a.). *Vademecum, technieken-opdrachten-begrippen*. Antwerpen, Standaard Educatieve Uitgeverij, 1995.
- › Peacock, D.P.S. (1988). *The Archaeology of Stone: a report for English Heritage*, Swindon: English Heritage, 61 p.
- › Rudolph, F. (2017). *Das grosse Buch der Strandsteine. Die 300 häufigsten Steine an Nord- und Ostsee*. Wacholtz Murmann Publishers, 320 pp.
- › Smed, P. & Ehlers, J. (2002). *Steine aus dem Norden. Geschiebe als Zeuge der Eiszeit in Norddeutschland*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 195 pp.
- › Steegen, An (e.a.). *Vakdidactiek aardrijkskunde. Leraar worden en zijn*. Kalmthout, Pelckmans Pro, 2018.
- › Trachet, J. & De Clercq, W. (2018). Verdwenen havensites in een verzonden havennetwerk. Resultaten van vijf jaar onderzoek in de Zwinstreek (2013-2017)(W.-Vl.), *Archaeologia Mediaevalis*, *Kronieken*, 41, p.6-13. [https://archaeologiamediaevalis.be/drupal\\_e/sites/default/files/pdf/AM\\_41-2018.pdf](https://archaeologiamediaevalis.be/drupal_e/sites/default/files/pdf/AM_41-2018.pdf)
- › Trachet, J. (2017). Verlande voorhavens: verdwenen middeleeuwse havensites in de Zwinstreek. *Monumenten en Landschappen*, p. 5-26.
- › Vinx, R. (2016). *Steine an deutschen Küsten. Finden und Bestimmen, Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim*, 279 p.
- › Zandstra, J.G. (1972). *De stenenvondst onder het Waterlooplein te Amsterdam*. Grondboor & Hamer, 26, 4, p. 133-137.
- › Zandstra, J.G. (1988). *Noordelijke kristallijne gidsgesteenten. Een beschrijving van ruim tweehonderd gesteentetypen (zwerfstenen) uit Fennoscandiavië*. E.J. Brill (uitgever), 469 p.