

HET DUINZAND VAN DE ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN NADER BEKEKEN

De duinen langs de Nederlandse kust zijn in geologisch en geochemisch opzicht geen continuüm. Het duinzand verandert op bepaalde plaatsen vrij plotseling van karakter. Dit is bijvoorbeeld het geval ter hoogte van Bergen (NH). Ook in Zuidwest-Nederland doen zich opvallende verschillen voor in het duinzand, die te maken hebben met de geologie van het kustgebied. Dit artikel geeft een korte samenvatting van een onderzoek naar de fysische en geochemische verschillen in dit duinzand, als onderdeel van een studie naar landschap en plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden (van Haperen, 2009).

Inleiding

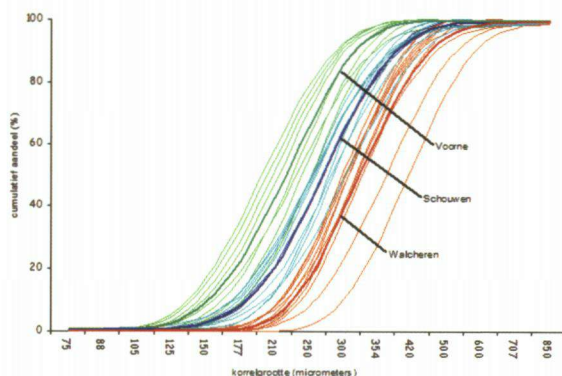
Ecologen onderscheiden in de Nederlandse kustduinen twee zogenaamde floradistricten: het kalkarme Waddendistrict en het kalkrijke Renodunale district. De grens ligt ter hoogte van Bergen (NH). Het duinzand van beide districten vertoont grote geochemische verschillen, waarbij de verschillen in kalk- en ijzergehalte het meest opvallen. Ze hebben te maken met verschillen in geologische identiteit. De duinen van het Waddendistrict bestaan vooral uit kwartsrijk en kalkarm zand dat relatief vroeg in het Pleistoceen door toenmalige rivieren is aangevoerd vanuit het Baltische gebied. Het zand van het Renodunaal district is door de Rijn en de Maas aangevoerd vanuit Midden-Europa, voor een deel pas in het Laat-Pleistoceen. Het is relatief rijk aan kalk, ijzer- en aluminiumverbindingen (Eisma, 1968; Berendsen, 1996). De duinen van Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden worden in deze indeling altijd tot het Renodunale district gerekend, dat ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens plotseling ophoudt.

Onder botanici is al langer bekend dat zich binnen het Renodunale floradistrict grote verschillen voordoen in de verspreiding van plantensoorten. Zo komen ten zuiden van Bergen (NH) in de Hollandse vastelandsduinen en in de duinen van Voorne veel kalkminnende plantensoorten voor, die ontbreken in de duinen van de Zeeuwse eilanden Walcheren en Schouwen. Uit recent onderzoek is gebleken dat dit niet alleen te maken heeft met de geïsoleerde ligging van deze laatste eilanden. Net als in de omgeving van Bergen (NH), zijn er ook in Zuidwest-Nederland opvallende verschillen in de chemie en de geologische herkomst van het duinzand.

Afbeelding 1.
De geografie van Zuidwest-Nederland en de ligging van de geanalyseerde zandmonsters. Van ieder monster is de cluster-indeling gegeven.



Afbeelding 2.
Korrelgrootteverdeling van de duinzandmonsters van Vorne (groen, n=8), Schouwen (blauw, n=11) en Walcheren (rood, n=11). De dikke lijnen geven de gemiddelden van alle monsters per eiland weer.



stering is steeds gelet op de ligging van dit zogenaamde ont kalkingsfront, waarbij altijd duidelijk boven dan wel onder het front werd verzameld. Dit betekent dat een deel van de monsters afkomstig is uit (nog) niet ont kalkte bodems en een gedeelte uit geheel of grotendeels ont kalkte bodems.

Na droging en bewerking van de monsters is de korrelgrootteverdeling bepaald (m.b.v. een Multiple Particle Sizer) en zijn ze chemisch geanalyseerd met behulp van de röntgenfluorescentietechniek (XRF-analyse). De kalkgehalten zijn bepaald met de thermogravitatieve techniek (TGA-analyse). De resultaten van de XRF-analyse zijn onderworpen aan een clusteranalyse ('Error Sum of Squares' op basis van de euclidische afstand; voor details zie van Haperen, 2009). Om de aldus onderscheiden clusters geologisch te kunnen duiden zijn in de XRF- en clusteranalyse enkele referentiemonsters met een bekende geologische herkomst meegenomen. Op basis hiervan is het mogelijk om uitspraken te doen over de geologische identiteit van de duinzandclusters.

Verschillen in korrelgrootte

Het duinzand van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden wordt van zuidwest naar noordoost duidelijk fijner. Korrels kleiner dan 150 µm werden in de Walcherse monsters niet of zeer weinig aangetroffen (gem. 0,2%, n=11). Op Vorne bedroeg hun aandeel steeds minstens enkele procenten en soms zelfs 10 - 15% (gem. 9,3%, n=8). Aan de andere kant was

Materiaal en methoden

Om meer inzicht te krijgen in de fysische en chemische verschillen in het duinzand zijn in de duingebieden van Walcheren, Schouwen, Goeree en Vorne met behulp van een grondboor (Edelman-type) 46 zandmonsters verzameld op 1 - 2 meter diepte. De monsterlocaties lagen verspreid over de verschillende duingebieden, waarbij op alle eilanden zowel oude binnenduingebieden als jonge zeerepen werden bemonsterd (zie Afb. 1). De monsters zijn steeds genomen in hogere dingedeelten, waardoor fysisch-chemische beïnvloeding van het duinzand door toestromend grondwater kan worden uitgesloten. Bij de bemonstering van duinzand moet wel rekening worden gehouden met het proces van ont kalking, dat zich als een langzaam voortschrijdend proces over een diepte van een enkele decimeters neerwaarts door de bodem verplaatst. Bij de bemon-

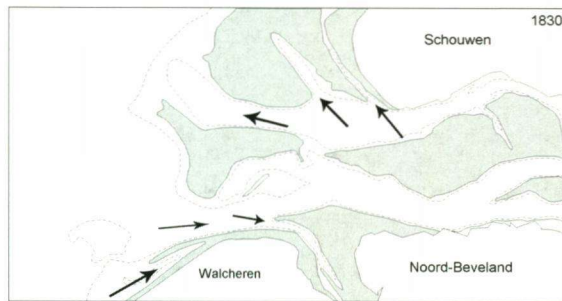
het aandeel korrels groter dan 350 µm op Walcheren veel groter (29 - 56%, gem. 37%) dan op Voorne (1,5 - 9%, gem. 4%). Het duinzand van Schouwen en Goeree nam daarbij een tussenpositie in. Opvallend is dat het duinzand van Walcheren en Schouwen, hoewel geochemisch sterk verwant (zie volgende paragraaf), qua korrelgrootte duidelijk verschillen vertoont (zie Afb. 2).

De verschillen in korrelgrootte van het duinzand van Zuidwest-Nederland sluiten aan bij variatie in de korrelgrootte van het voorliggende kustsediment. In het mondingsgebied van de Oosterschelde had het zand in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw een mediane korrelgrootte van 200 - 250 µm, terwijl in de monding van het Haringvliet zand overheerste met een mediaan van 150 - 200 µm. Lokaal was dit hier zelfs 100 - 150 µm. Deze verschillen zijn het resultaat van een netto transport in noordelijke richting langs onze kust. Onder invloed van de van zuid naar noord trekkende getijdengolf worden fijnere bodemdeeltjes vanuit de monding van Wester- en Oosterschelde naar het Brouwershavense Gat en de Haringvlietmonding getransporteerd (Terwindt, 1973; van den Berg, 1984). De verschillen in korrelgrootte tussen de duingebieden van noordelijk Walcheren en Schouwen aan de monding van de Oosterschelde vinden hun oorzaak in de lokale getijdestromingen (Afb. 3). Langs de Walcherse noordkust overheerst de vloedstroom, die hier dicht onder de kust het zeegat intrekt, terwijl aan de noordzijde langs de Schouwse kust de ebstroom overheerst (zie ook Beekman, 2007).

Aan de zeezijde is sprake van een sterkere golfwerking, waardoor de bodem hier een relatief grof karakter heeft ten opzichte van de luwere locaties verder het zeegat in. De dominantie van de vloedstroom zorgt er daarom voor dat langs de Walcherse kust eeuwenlang relatief grof zand op het strand en langs de duinkust wordt afgezet. Omgekeerd voert de overheersende ebstroom langs de Schouwse kust relatief fijn zand aan vanuit luwere posities meer landinwaarts in de estuariummonding. De conclusie kan dus zijn dat de korrelgrootte van het duinzand in Zuidwest-Nederland duidelijk wordt beïnvloed door de stromingspatronen en de ligging van eb- en vloedgeulen in het voorliggende kustgebied, zowel op lokaal als op regionaal niveau. Duingebieden en eb- en vloedgeulen maken in feite onderdeel uit van één kustsysteem.

Geochemische verschillen in duinzand

De clusteranalyse van de XRF-monsters leidde tot een indeling van het duinzand in drie geochemische hoofdgroepen (zie Afb. 1). Binnen deze hoofdgroepen konden ook weer deelgroepen worden onderscheiden, maar de bespreking hier wordt tot de eerste categorie beperkt. Het duinzand van Voorne en een aantal monsters van Goeree (hoofdgroep 3: de driehoekjes in Afb. 1) worden gekenmerkt door relatief hoge gehalten aan calcium-, magnesium-, en ijzerverbindingen. Geochemisch vertoont deze hoofdgroep verwantschap met de Formatie van Kreftenheye, een Midden- tot Laat-Pleistocene afzetting van Rijn en Maas, die zich op een diepte van 10-30 meter over een breedte van vele tientallen kilometers uitstrekt vanuit het rivierengebied tot ver in de Noordzee (Laban & Rijdsdijk, 2002). Op Walcheren en Schouwen komt dit type duinzand niet voor. Hier domineert een ander type (hoofdgroep 1: de rondjes in Afb. 1), dat ook op Goeree nog vrij veel blijkt voor te komen. Dit zand



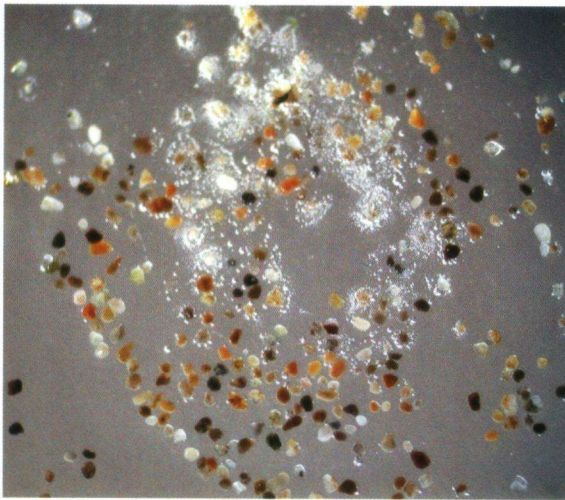
heeft een hoger kwartsgehalte en is relatief rijk aan aluminium-, kalium- en fosfaatverbindingen. Calcium, magnesium en ijzer komen in dit duinzand veel minder voor dan in het eerste type. Geochemisch vertoont deze hoofdgroep verwantschap met de Eem Formatie, die in het kustgebied van Zuidwest-Nederland vooral ten zuiden van Goeree voorkomt. Een viertal monsters nam een eigen positie in tussen de twee hiervoor besproken hoofdgroepen (hoofdgroep 2: vierkantjes in Afb. 1). Ze zijn afkomstig van zeer verschillende locaties op Schouwen en Goeree en hebben intermediaire kwartsgehalten. Ze worden vooral gekenmerkt door hoge gehalten van een aantal sporenelementen met een hoog atoomgewicht (o.a. Zirkonium, Neodymium).

Deze resultaten wijzen erop dat zich in het duinzand van Zuidwest-Nederland geochemische verschillen voordoen, die corresponderen met twee belangrijke geologische formaties in de Pleistocene ondergrond van het kustgebied: de fluviatiele Formatie van Kreftenheye (waarmee de zanden van hoofdgroep 3 verwant zijn) en de mariene Eem Formatie (zanden van hoofdgroep 1). Deze formaties komen in Zuidwest-Nederland naast elkaar voor en zijn min of meer tegelijkertijd afgezet vanuit de zee (Eem Formatie) respectievelijk de Rijn en de Maas (Formatie van Kreftenheye). De kleine intermediaire hoofdgroep van vier zandmonsters op Schouwen en Goeree (hoofdgroep 2) wordt hierbij geïnterpreteerd als een lokaal optredend fenomeen. Zij kan bijvoorbeeld het resultaat zijn van selectieprocessen onder invloed van wind en zwaartekracht, waarbij lokaal zandlagen met een hoger gehalte aan zware mineralen kunnen ontstaan. Het duinzand dat volgens de clusteranalyse verwant is aan de Formatie van Kreftenheye moet waarschijnlijk worden gerelateerd aan Haringvlietmonding. Die is relatief laat in de Middeleeuwen ontstaan en heeft daarbij waarschijnlijk op een diepte van 15 - 25 meter kalkrijk zand uit de Laat-Pleistocene afzettingen van deze formatie losgemaakt en naar zijn buitendelta gebracht. De duinen van Voorne hebben zich na de Middeleeuwen min of meer parallel aan de Haringvlietmonding ontwikkeld.

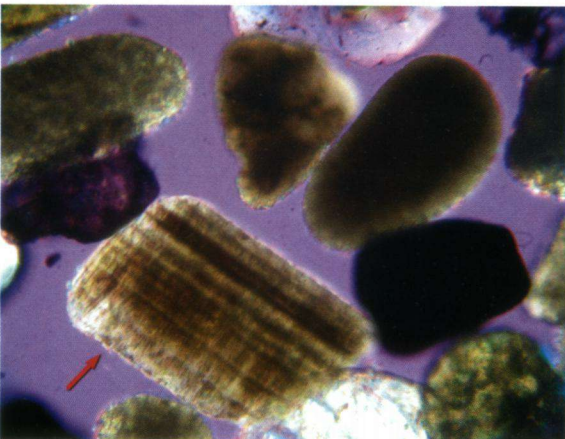
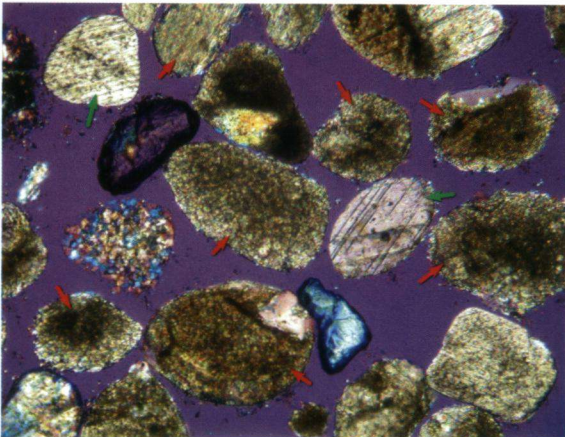
Ook de landschappelijke positie van de aan het Voornse duinzand verwante zandmonsters op Goeree kunnen aan het ontstaan van de Haringvlietmonding worden gerelateerd (Van Haperen, 2009). De Eem Formatie neemt meer zuidelijk in het kustgebied van Zuidwest-Nederland in de Pleistocene ondergrond een vergelijkbare positie in als de Formatie van Kreftenheye ter hoogte van de Maas- en Haringvlietmonding. Hier zijn de zeegaten van de Wester- en Oosterschelde en het Brouwershavense Gat waarschijnlijk verantwoordelijk voor het losmaken van zand, dat via de buitendelta's van deze zeegaten later beschikbaar is gekomen voor de duinvorming op de koppen van de eilanden. Op bovenregionale schaal is de van zuid naar noord langs de kust trekkende getijdengolf ervoor verantwoordelijk dat

Afbeelding 3. De ligging van stroomgeulen in de monding van de Oosterschelde anno 1830. Slikken, platen en ondiepten boven 5 meter -NAP zijn donkerder gekleurd. De stippellijnen geven de dieptelijnen van 8 meter -NAP weer. Met pijlen is de veronderstelde stroomrichting aangegeven. Langs de noordwestkust van Walcheren overheerst in de 19de en 20ste eeuw de oostwaarts gerichte vloedstroom. De ebgeulen liggen hier verder van de kust af. Langs de Schouwse kust overheerst juist een westelijk gerichte ebstroom (naar van den Berg, 1984).

Afbeelding 4.
In zoutzuur bruisen-
de schelpresten en
kalksteenkorrrels
(foto Hand de Kruijk).



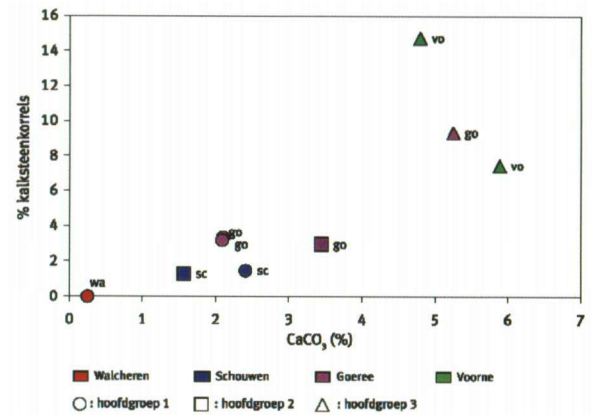
Afbeelding 5.
a: slijpplaatje van
kalksteen- (rode pij-
len) en calcieterrels
(groene korrrels) uit
duinzand van hoofd-
groep 3 in Middel-
duinen op Goeree
(foto Hans de Kruijk).
b: slijpplaatje met
een schelprest (foto
Hans de Kruijk).



het zand van de Formatie van Kreftenheye zich niet in zuidelijke richting heeft kunnen verspreiden tot voor de Zeeuwse eilanden.

Kalkgehalte

In Zuidwest-Nederland vertonen ook de kalkgehalten van het duinzand aanzienlijke verschillen (zie Afb. 1). De duinen van Voorne zijn op 1 - 2 meter diepte nergens ontkalkt; het kalkgehalte ligt hier op de meeste plaatsen in de orde van 3,5 - 6%. Geheel anders is de situatie op Walcheren. In de noordelijke duinen worden hier op dezelfde diepte nergens kalkgehalten gemeten, die hoger zijn dan 0,7%. Aan de zuidwestkust van Walcheren, Noord-Beveland en in de jongere duingedeelten van Schouwen en Goeree liggen de kalkgehalten meestal wat hoger (1 - 3,5% kalk). In het duinzand van hoofdgroep 3 op Goeree werden op een aantal plaatsen nog hogere kalkgehalten gemeten (3,5 - 5%).



Afbeelding 6.

De aanwezigheid van kalksteenkorrrels in duinzand-monsters. Het percentage korrrels per steekproef dat geheel oplost, is uitgezet tegen het CaCO₃-gehalte. De geochemische hoofdgroepen en het duingebied van herkomst zijn met kleuren en symbolen apart aangegeven.

De kalk in het duinzand blijkt niet alleen afkomstig van recente of fossiele schelpresten. Als het duinzand onder een binoculair microscoop wordt bekeken en er vervolgens zoutzuur op wordt gedruppeld, lossen niet alleen schelpresten, maar ook kleine grijs getinte korrrels op (Afb. 4 & 5). Deze korrrels blijken met name aanwezig in het duinzand van hoofdgroep 3 dat gerelateerd kan worden aan de Formatie van Kreftenheye (zie Afb. 6). Vergelijkbare korrrels zijn ook aangetroffen in rivierzand uit de Waal bij Hurwenen en de Maas bij Roermond. Hans de Kruijk heeft eerder een artikel in dit tijdschrift geschreven over de slijpplaatjes en de foto's die hij van deze kalksteenkorrrels heeft gemaakt. Hij nam daarbij ook microfossielen waar (de Kruijk, 2008). Bij het maken van deze slijpplaatjes bleken de kalksteenkorrrels bij oplossen met zoutzuur een typische H₂S-lucht af te geven. Waarschijnlijk zijn deze korrrels afkomstig van Devonische kalksteen in de Eifel en de Ardennen en zijn ze na erosie door de Rijn en de Maas naar de Noordzee gebracht. Ze zijn waarschijnlijk ook (mede) verantwoordelijk voor de verschillen in het kalkgehalte van het duinzand van Zuidwest-Nederland. In de duinen van de Zeeuwse eilanden Schouwen en Walcheren komen door de rivieren aangevoerde kalksteenkorrrels weinig voor en is de kalk in het duinzand grotendeels afkomstig van schelpresten. In het duinzand van de Haringvlietmonding (hoofdgroep 3) nemen kalksteenkorrrels een aandeel van 5 - 15% in (Afb. 6). Dit verklaart waarom hier hogere kalkgehalten worden bereikt.

De verschillen in kalkgehalte tussen Schouwen en Walcheren vinden waarschijnlijk hun oorzaak in de ligging van deze duingebieden ten opzichte van de dominante eb- en vloedgeulen in het mondingsgebied van de Oosterschelde. Zo is het duingebied van noordelijk Walcheren door de inkomende vloedstroom waarschijnlijk vooral gevoed met zand dat eerder deel uitmaakte van oudere duinen en strandwallen, die tot aan het begin van onze jaartelling vlak voor de noordwestelijke kust van Walcheren lagen. Dit zand is daar waarschijnlijk geheel of grotendeels ontkalkt en vanaf de Middeleeuwen naar het huidige duingebied gestoven en verspoeld. Het zand van Schouwen heeft in deze visie veel langer deel uitgemaakt van het sublittoraal van de Oosterschelde en zijn buitendelta en is daardoor rijker aan schelpresten.



Afbeelding 7. Het natuur- en duingebied van de Kwade Hoek ligt aan de noordzijde van Goeree in de Haringvlietmonding. Het bestaat uit een aantal parallel lopende duinenrijen (achtergrond), die stukken strand hebben afgesnoerd van de zee. Zo zijn lage valleien ontstaan, die bij stormvloed nog overstromd worden met zeewater (voorground).

Conclusie

In de Nederlandse kustduinen doen zich op vrij korte afstand plotselinge overgangen voor in de geochemische samenstelling en in de geologische identiteit van het duinzand. De overgang ter hoogte van het voormalige zeegat van Bergen (NH) is hiervan het duidelijkste en meest bekende voorbeeld. Voor Zuidwest-Nederland was bij botanici al langer bekend dat zich hier grote verschillen in de plantengroei en het duinlandschap voordeden, maar deze werden tot voor kort niet zo duidelijk gerelateerd aan verschillen in geochemie en geologie. Gebleken is dat het kalk- en ijzerrijke duinzand van het Renodunale district zich langs de Hollandse kust uitstrekt van Bergen (NH) tot aan de Haringvlietmonding (Goeree). Verder zuidwaarts heeft het duinzand een ander karakter en is het minder rijk aan kalk en ijzer. In geochemisch opzicht neemt dit duinzand een tussenpositie in tussen het duinzand van het Waddendistrict en dat van het Renodunaal district *sensu stricto*. Nader onderzoek moet uitwijzen waar het duinzand verwant aan de Eem Formatie zijn zuidwestelijke begrenzing vindt. Waarschijnlijk is het duinzand van Zeeuws-Vlaanderen en de Vlaamse Oostkust vergelijkbaar met dat van Walcheren en Schouwen. De schaarse gegevens over kalkgehalten van de Vlaamse oostkust wijzen in ieder geval in deze richting (Depuijdt, 1972). Vanaf Oostende westwaarts worden de kalkgehalten van het duinzand weer hoger en bereiken ter hoogte van de Kanaalkust waarden van 5 - 6% en mogelijk zelfs hoger (Depuijdt, 1972; Géhu & Géhu-Franck, 1993). Waarschijnlijk gaat het hier dus om ander zand. Nader onderzoek naar deze verschillen langs de zuidoostelijke Noordzeekust is gewenst, want zij zijn van wezenlijk belang voor het goed begrijpen van het ontstaan en het ecologische functioneren van onze duinkust.

DANKWOORD

Graag wil ik ook op deze plaats Hans de Kruyk bedanken voor zijn bijdrage aan mijn zandonderzoek. Dankzij zijn creatieve inbreng was het mogelijk slijpplaatjes en foto's te maken van de kalksteenkorrels en kon de aanwezigheid van kalksteen in het duinzand onomstotelijk worden aangetoond (zie ook de Kruyk, 2008).

LITERATUUR

- Beekman, F., 2007. De Kop van Schouwen onder het zand; duizend jaar duinvorming en duingebruik op een Zeeuws eiland. Uitgeverij Matrijs, Utrecht.
- Berendsen, H.J.A., 1996. De vorming van het land; inleiding in de geologie en de geomorfologie. Van Gorcum, Assen.
- Berg, J.H. van den, 1984. Morphological changes of the ebb-tidal delta of the Eastern Scheldt during recent decades. *Geologie & Mijnbouw* 63, pp. 363 - 375.
- Depuijdt, F. 1972. De Belgische strand- en duinzandformaties in het kader van de geomorfologie der zuidoostelijke Noordzee. Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Wetenschappen, 34 (122). Brussel.
- Eisma, D., 1968. Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. *Netherlands Journal of Sea Research* 4 (2), pp. 123 - 267.
- Géhu, J.-M. & J. Géhu-Franck, 1993. Dry coastal ecosystems of Belgium and the Atlantic coasts of France. In: E. van der Maarel (ed.), *Dry coastal ecosystems; Polar Regions and Europe. Ecosystems of the World 2a*. Elsevier, Amsterdam etc., pp. 307 - 327.
- Haperen, A.M.M. van, 2009. Een wereld van verschil; landschap en plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden. Proefschrift Wageningen Universiteit/KNNV Uitgeverij, Zeist; 276 pp.
- Kruyk, H. de, 2008. Zware mineralen in zand. *Grondboor & Hamer* 62 (2), pp. 34-37.
- Laban, C. & K.F. Rijdsdijk, 2002. De Rijn-Maasdelta's in de Noordzee. *Grondboor & Hamer* 56 (3/4), pp. 60-65.
- Terwindt, J.H.J. 1973. Sand movement in the in- and offshore tidal area of the SW part of the Netherlands. *Geologie & Mijnbouw* 52, pp. 69-77.