

Dynamiek van de duinen weerspiegeld in een bodemprofiel met begraven bodems in het duingebied Meijendel,

Den Haag

Foto 1: De stuifkuil met het ontsloten en onderzochte bodemprofiel in het duingebied Meijendel.

The blowout with the studied soil profile at its boundary in the Meijendel dune area.



D. Assendorp & H. J. Mûcher

Duinen worden gekarakteriseerd door stabiele plaatsen met vegetatie en bodemvorming en instabiele locaties met uitstuiving (erosie) of afzetting (sedimentatie) van zand op een zodanige wijze, dat de vegetatie zich niet meer kan handhaven.

De stabiele perioden met meestal geringe bodemvorming zijn, bodemkundig gesproken, relatief kort en geven aanleiding tot zwak ontwikkelde bodemprofielen. Deze bodemprofielen worden gekenmerkt door een organisch rijke horizont aan het bodemoppervlak (de A-horizont), ontwikkeld in het nauwelijks door bodemvorming veranderde moedermateriaal, de zogenaamde C-horizont.

Sedimentatiegebieden met afwisselend afzetting van zand in instabiele perioden gevolgd door relatief stabiele perioden met bodemvorming in twee opeenvolgende fasen, weerspiegelen de gebeurtenissen in het verleden in de directe omgeving van het profiel. Kennis van dit verleden maakt het mogelijk voor de beheerder om uitspraken omtrent veranderingen in de toekomst te doen.

Recent is er veel onderzoek gedaan naar erosieprocessen in de duinen (Jungerius, 1986; Hulshoff et al., 1988; Jungerius et al., 1988). Daarbij is gekeken naar de invloed van het reliëf, de bodem en de vegetatie op de aard en de intensiteit van de erosieprocessen. Andersom is de invloed van de erosieprocessen op reliëf en vegetatie ook onderzocht, terwijl de invloed van erosieprocessen op bodemvorming vrijwel niet ter sprake komt. Het bodemprofiel kan echter in het geval van overstuiving informatie verschaffen over het verloop van de erosieprocessen in de duinen, mits bekend is hoe een bodem reageert op overstuiving. De aard van de bodem verandert bij overstuiving, maar blijft in zekere zin wel herkenbaar in het profiel.

In het noordelijk deel van het duingebied Meijendel (de Meeuwenhoek; fig. 1) is een bodemprofiel met een aantal opeenvolgende humushoudende horizonten onderzocht (foto 2, fig. 2). Het profiel is blootgelegd door uitstuiving en bevindt zich aan de NW-zijde van een stuifkuil (foto 1). De vegetatie bestaat uit een dicht dek van hoofdzakelijk bladmossen. In de naaste omgeving bevindt zich een aantal kleine struwelen van Wilde liguster (*Ligustrum vulgare*), Kruipwilg (*Salix repens*) en Meidoorn (*Crataegus spec.*).

Bij het onderzoek van dit profiel is voornamelijk aandacht besteed aan de verschillende sedimentatiefasen en de daarop volgende bodemvormende processen; daarnaast is getracht een uitspraak te doen over het tijdsaspect in verband met de datering van de verschillende overstuivingsfasen.

Het profiel

Het profiel (foto 2, fig. 2) is in het veld bezocht in maart 1987; er zijn toen 11 afzonderlijke horizonten onderscheiden en beschreven. Op grond van de kleur zijn de horizonten geassocieerd als Ah (d.i. met humus)-, AC- of C-horizont. De bovenste 30 cm van het profiel is een niet of nauwelijks door bodemvorming beïnvloed stuifzandpakket. Vrijwel alle humushoudende donkere horizonten worden van elkaar gescheiden door een gele of lichtgrijze C-horizont. Dieper in het profiel wordt het onderscheid tussen C-horizont en de donkere horizont onduidelijk: deze horizonten zijn als AC-horizont gekarakteriseerd. De hoger gelegen humushoudende horizonten zijn als Ah-horizont benoemd.

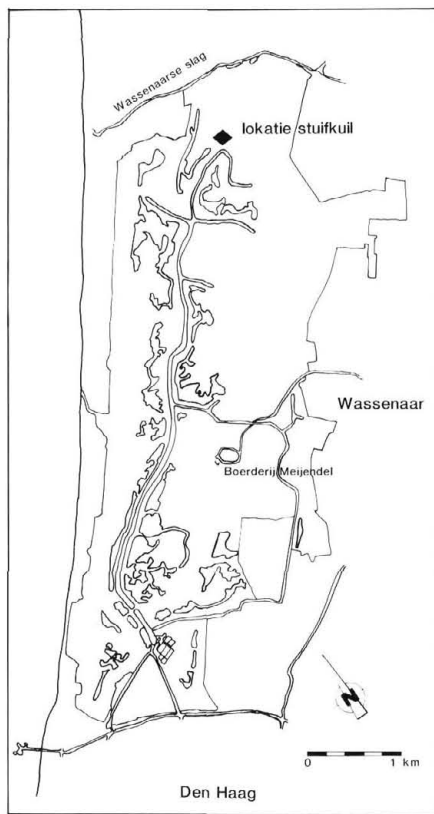


Fig. 1: Ligging van de stuijkui met het ontsloten bodemprofiel in het duingebied Meijndel.
Location of the blowout with the studied profile at its boundary in the Meijndel dune area.

Methoden van onderzoek

Op 8 plaatsen zijn in het profiel ongestoorde monsters genomen ten behoeve van micromorfologisch onderzoek (fig. 2). Bij het micromorfologisch onderzoek bestudeert men met behulp van de microscoop de structuren en de samenstelling van de ongestoorde bodem (foto 3). Hierbij maakt men gebruik van dunne doorsneden, zogenaamde slijpplaten, die zo dun zijn (ca 0.02 mm), dat licht er doorheen kan vallen. Eerst zijn de slijpplaten uitgebreid beschreven bij een vergroting van $30\times - 80\times$, waarna een aantal opvallende fenomenen is gekwantificeerd door middel van tellingen.

Om een beeld te kunnen verkrijgen van het tijdspekt in de profielopbouw is een bescheiden sequentieel luchtfoto-onderzoek uitgevoerd.

Voor de reconstructie van de vegetatie tijdens de verschillende bodemvormende fasen met behulp van pollenanalyse (= onderzoek van het stuifmeel) zijn monsters genomen uit de bovenste 45 cm van het profiel.

Korte micromorfologische karakteristiek

Bij het micromorfologisch onderzoek is vooral aandacht besteed aan de belangrijkste bodemvormende processen in de duinen, te weten: vertering, uitspoeling en neerslaan van opgeloste stoffen, humificatie en mineralisatie (Klijn, 1981). In het microscopisch beeld van duinbodems zijn de volgende fenomenen te herkennen (foto 3):

— Zandkorrels. Het overgrote deel van de matrix van duinbodems bestaat uit afgeronde zandkorrels (0,1 – 0,25 mm doorsnede).

— Huiden van lutum (klei) en/of organische stoffen en/of ijzer. Rond de skeletkorrels bevinden zich in sommige gevallen dunne, niet continue huiden. Deze huiden kunnen bestaan uit kleideeltjes, organische stof en ijzer.

— Kalk, of meer algemeen carbonaten, zijn in drie verschillende vormen aangetroffen in het profiel. Primaire kalk bestaat uit goed ontwikkelde carbonaatkristallen, die onderdeel uitmaken van het oorspronkelijke moedermateriaal. Secondaire kalk is in bodemholten neergeslagen kalk bestaande uit een groot aantal zeer fijne carbonaatkristallen (microkristallijn). Schelpfragmenten zijn meestal langwerpige carbonaatfragmenten met een gelaagde opbouw.

— Organische stof komt in een groot aantal vormen voor in de bodem. Als recent afgestorven organisch materiaal, waarbij vezelstructuren meestal nog goed waarneembaar zijn, of als zich reeds langere tijd in de bodem bevindend organisch materiaal. Dit materiaal kan nog vezelstructuren bevatten, maar kan ook amorf van karakter zijn (humus).

— Excrementen die afkomstig zijn van de bodemfauna. Excrementen kunnen zowel minerale als organische componenten bevatten en zijn rond of ovaal van vorm (doorsnede 0,03-0,1 mm.)

— Holten. Tussen de skeletkorrels bevinden zich pakkingsholten die specifiek zijn voor eolische afzettingen. Daarnaast komen er langwerpige holten of kanalen in voor, veroorzaakt door bodemdierjes en wortelgroei (bioturbatie).

Om een indruk te krijgen van de veranderingen in de bodem onder invloed van bodemvormende processen is het van belang een goede beschrijving van het moedermateriaal te hebben.

Horizont 5C is het moedermateriaal dat steeds ter vergelijking met andere

horizonten is gebruikt. Alle drie de vormen van kalk, kleihuiden en ijzerhuiden zijn aangetroffen in horizont 5C: deze fenomenen komen dus van nature voor in het duinzand. Het voorkomen van secundaire kalk verdient een nadere toelichting.

De secundaire kalkkorrels hebben dezelfde grootte en afronding als de zandkorrels en bevinden zich niet in bodemholten. De secundaire kalk moet dus, net als de primaire kalk en de schelpfragmenten, van elders aangevoerd zijn. In het onderzochte profiel is vrijwel geen in-situ neergeslagen kalk waargenomen. Hij komt zeer zeldzaam voor in wortelholten, maar niet in die mate dat daarmee het totaal aan secundaire kalkkorrels verklaard kan worden. Er kan dan ook worden aangenomen, dat het moedermateriaal afkomstig is van een plaats waar reeds eerder bodemvormende processen actief zijn geweest.

Op alle typen kalk zijn verweringsverschijnselen aangetroffen. De vertering grijpt bij de primaire kalk vooral op de splijtvlakken van de kristallen aan.



Foto 2: Opname van het verticale bodemprofiel met vier begraven bodems onder een ca 30 cm dik recent stuifzanddek. Zie voor de schematische weergave van het profiel figuur 2. Het profiel is ontsloten aan de rand van een stuijkui.

Photograph of the vertical profile with four buried paleosols below a ca 30 cm thick cover of recent drift sand. See for the schematic presentation of the profile figure 2. The profile is situated at the boundary of a blowout.

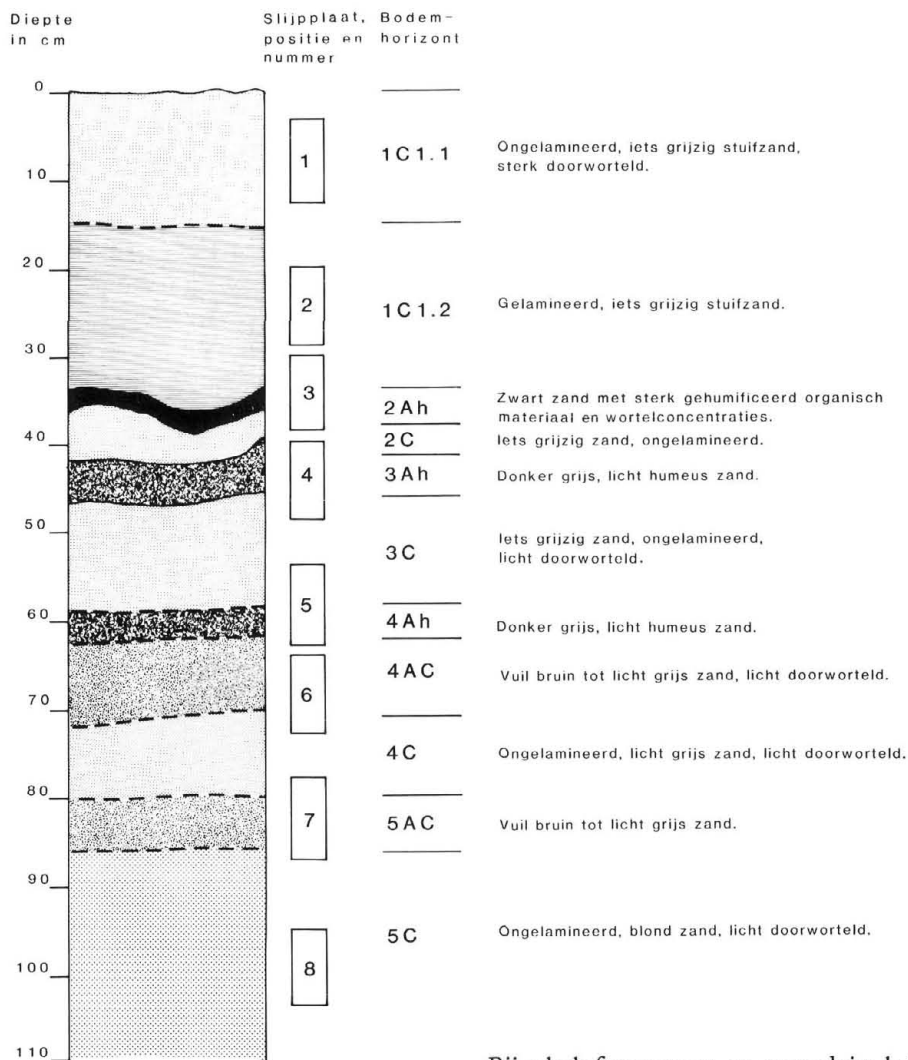


Fig. 2: Schematische weergave van het onderzochte bodemprofiel met de beschrijving van de verschillende bodemhorizonten en de locatie van de slijpplaten.

Schematic presentation of the studied profile showing the various horizons and the location of the thin sections (1-8).

Bij schelpfragmenten en secundaire kalk komen de afzonderlijke carbonaatkristallen los van de grote korrel en vormen een soort wolk om deze korrel, of de korrel krijgt door de verwerking een rafelig uiterlijk.

Over het gehele profiel komt recent afgestorven organisch materiaal voor met een concentratie bij de humushoudende horizonten. Dit recent afgestorven organisch materiaal bevindt zich vrijwel altijd in langgerekte holten, waarvan de begrenzing moeilijk is aan te geven; dit zijn wortelgangen met resten van wortels. Humusaggregaatjes (amorphe humus) en organische stofhuiden komen in meer of mindere mate voor in alle donkere horizonten. In de Ah-horizonten verlopen de organische stofhuiden van korrel naar korrel en vormen bruggen met de humusaggregaatjes. In de AC-horizonten is dit niet het geval.

Excrementen worden vooral in de bovenste A- en C-horizonten aangetroffen. In de humushoudende horizonten zijn vooral kleine excrementen in langwerpige holten in organisch materiaal te vinden (holtevaart). Grote, afgeronde

excrementen zijn in het bovenste stuifzandpakket aangetroffen, volkomen ingesloten door de veel kleinere zandkorrels. Deze excrementen zijn waarschijnlijk tijdens sedimentatie mee ingestoven; de herkomst is niet meer te achterhalen.

De tellingen

Naar aanleiding van de micromorfologische karakterisering zijn de volgende fenomenen door middel van tellingen gekwantificeerd: holten, skeletkorrels, kleihuiden, organisch materiaal, amorphe humus, excrementen, schelpfragmenten (verweerd/onverweerd), primaire kalk (verweerd/onverweerd) en secundaire kalk (verweerd/onverweerd). Per slijpplaat is voor 1000 regelmatig over de slijpplaat verdeelde punten aangegeven welk fenomeen is waargenomen. De tellingsdichtheid is 40 punten per cm².

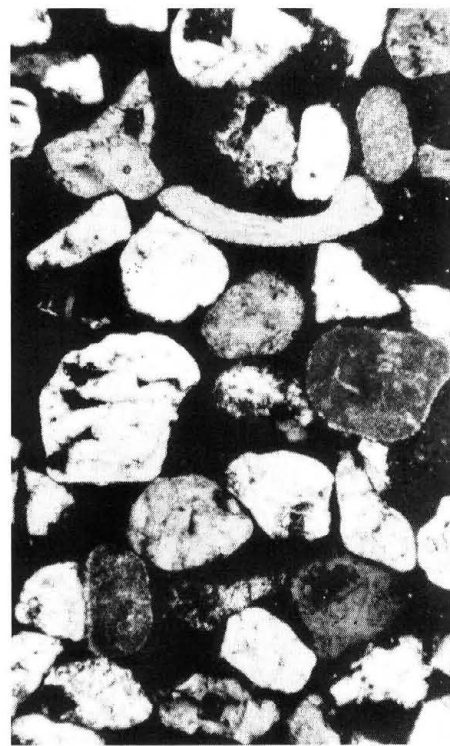


Foto 3: Microscoop opname in circulair gepolariseerd licht van duinzand uit Meijendel, met een langwerpig schelpfragment boven het midden. De grote donkere korrel rechts van het midden van de foto is een onverweerde secundaire kalkkorrel. De holten tussen de zandkorrels zijn zwart. Lengte van de foto is 1,3 mm.

Microphotograph in circular polarized light of dune sand from Meijendel, showing an oblong shell fragment above the middle. The dark grain, right of the middle of the photograph, is an unweathered secondary carbonate grain. The voids in between the sand grains are black. Frame length: 1.3 mm.



In figuur 3 t/m 5 zijn de resultaten uitgezet. Aan de hand van de grafieken is een aantal opvallende zaken te noemen.

— Horizont 5C en 1C1.1 en 1C1.2 komen sterk overeen, uitgezonderd het aandeel organische stof.

— De verhouding onverwerde kalk/verwerde kalk is in elke horizont vrijwel gelijk.

— Organisch materiaal komt het meest voor in horizont 2Ah en neemt daarna met de diepte regelmatig af. Dieper gelegen donkere horizonten komen niet tot uitdrukking in de totale hoeveelheid organische stof.

— Skeletkorrels met kleihuiden zijn het minst algemeen in horizont 3Ah en nemen daarna met de diepte weer toe.

— Skeletkorrels met organische stofhuiden hebben hun piek in de horizonten 3Ah, 4Ah en 4AC. Al deze horizonten zijn aan of nabij het oppervlak gevormd.

— Amorse humus heeft een piek in horizont 2Ah en neemt daarna met de diepte geleidelijk af.

Uit het sequentieel luchtfoto-onderzoek is één overstuivingsfase goed in de tijd te plaatsen. Deze heeft plaatsgevonden tussen 1975 en 1985.

Het pollenonderzoek

Uit de pollenanalyse bleek, dat de genomen monsters zeer arm aan pollen zijn. De pollenspectra zijn tevens soortenarm. Hierdoor is er te weinig pollen aanwezig om er een pollendiagram van te kunnen samenstellen, zoals o.a. werd gedaan door De Jong en Zagwijn (1984) van "Meijendel sparregat" in de omgeving van 's-Gravenhage.

Het bovenste stuifzandpakket wordt vooral gekarakteriseerd door het voorkomen van Den (*Pinus spec.*, ca 50%) en in geringere mate door Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*, 4-18%). Het duindoornpollen is waarschijnlijk afkomstig uit de directe omgeving van het profiel, alwaar Duindoorn nu nog voorkomt. Daarentegen is het dennepollen waarschijnlijk afkomstig van een dennenbos ca 500 m ten westen

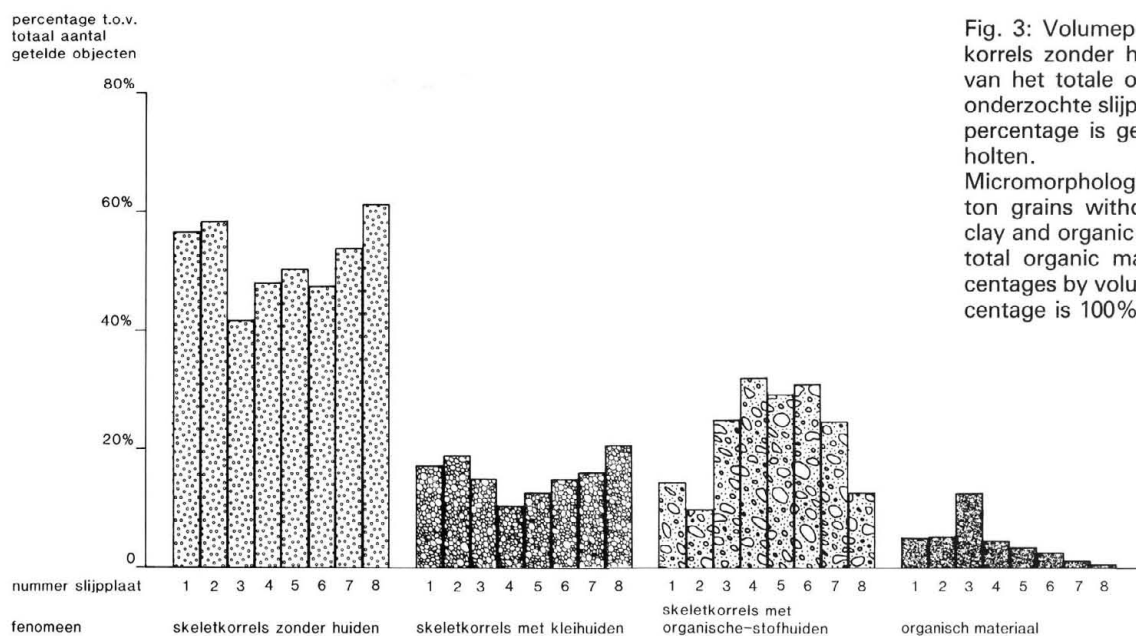


Fig. 3: Volumepercentages van de skeletkorrels zonder huidjes en met huidjes en van het totale organische materiaal in de onderzochte slijpplaten. Het totale volumepercentage is gesteld op 100%, exclusief holten.

Micromorphological properties i.e. skeleton grains without and with coatings of clay and organic material respectively, and total organic materials expressed in percentages by volume. The total volume percentage is 100%, exclusive the voids.

Het sequentieel luchtfoto-onderzoek

De bestudeerde luchtfoto's dateren uit 1985, 1980, 1975, 1966, 1962, 1959, 1945 en 1938. Op alle luchtfoto's waren drie afzonderlijke struwelen van geringe omvang in de onmiddellijke nabijheid van het profiel goed terug te vinden. Aan de hand van deze struwelen was de positie van het profiel steeds te achterhalen.

van het profiel dat omstreeks 1910 werd aangeplant. Dit wijst er op dat, palynologisch gezien, het bovenste stuifdek jonger moet zijn dan 1910 A.D.

Conclusies

Elke opeenvolging van een C- en een Ah- of AC-horizont weerspiegelt ten minste één overstuivingsfase en is dus als een afzonderlijke sedimentatiefase te beschouwen. Alle kalk, dus ook de secon-

daire kalk, is tijdens de sedimentatie afgezet. Dit geldt ook voor de waargenomen kleihuiden op de zandkorrels.

Bodemvormende processen en sedimentatie zijn bij het onderzoek van duinbodems niet los van elkaar te zien. Bodemvorming en sedimentatie kunnen gelijktijdig op één plaats actief zijn. Hierdoor kan de begrenzing tussen donkere en lichte horizonten onduidelijk zijn.

In de omzetting en afbraak van organische stof zijn twee fasen te onderscheiden; ten eerste de omzetting van organisch materiaal naar amorf humus en ten tweede de omzetting van amorf humus naar organische stofhuiden.

Aard en intensiteit van de verweering komen tot uitdrukking in de kalk en de hoeveelheid kleihuiden. Uit de verhouding verweerde/onverweerde kalk

Fig. 4: Volumepercentages van de verschillende kalkvormen in de onderzochte slijpplaten. Het totale volumepercentage is gesteld op 100%, exclusief holten (volumepercentages van fig. 3 plus fig. 4 is 100%). Three types of carbonates in thin sections i.e. shell fragments, primary carbonates and secondary carbonates expressed in percentages by volume. The total volume percentage is 100%, exclusive the voids (volume percentages of fig. 3 and fig. 4 together are 100%).

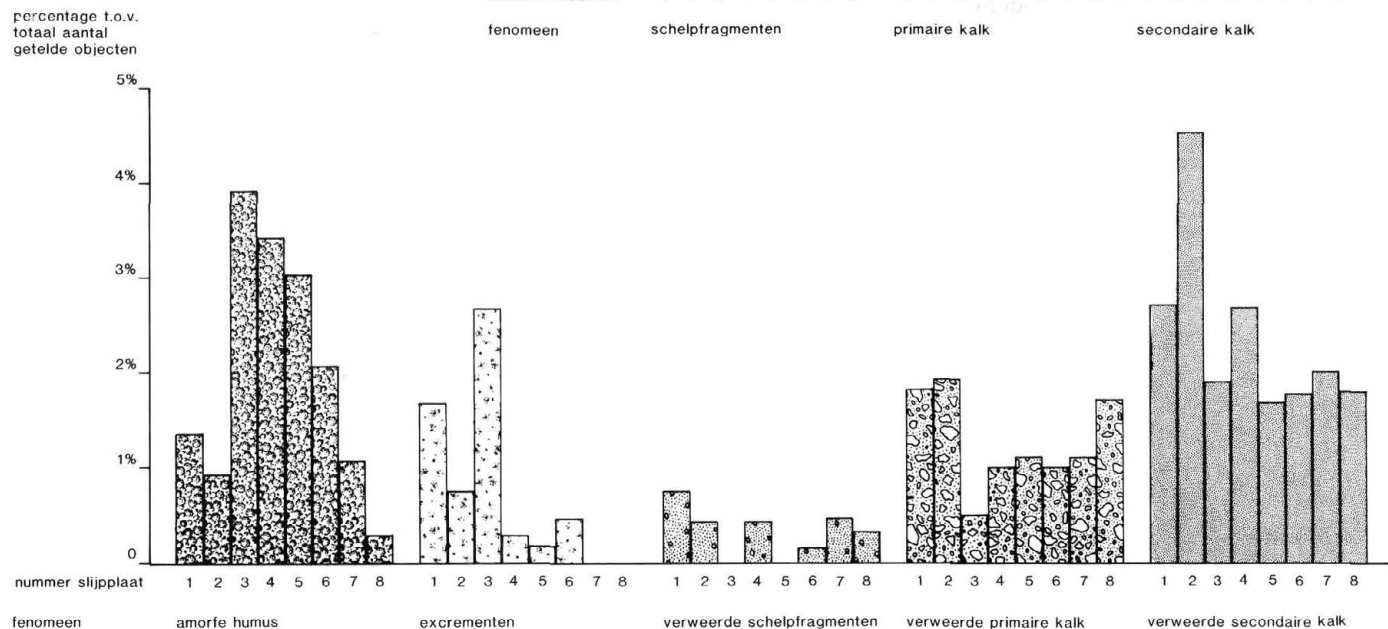
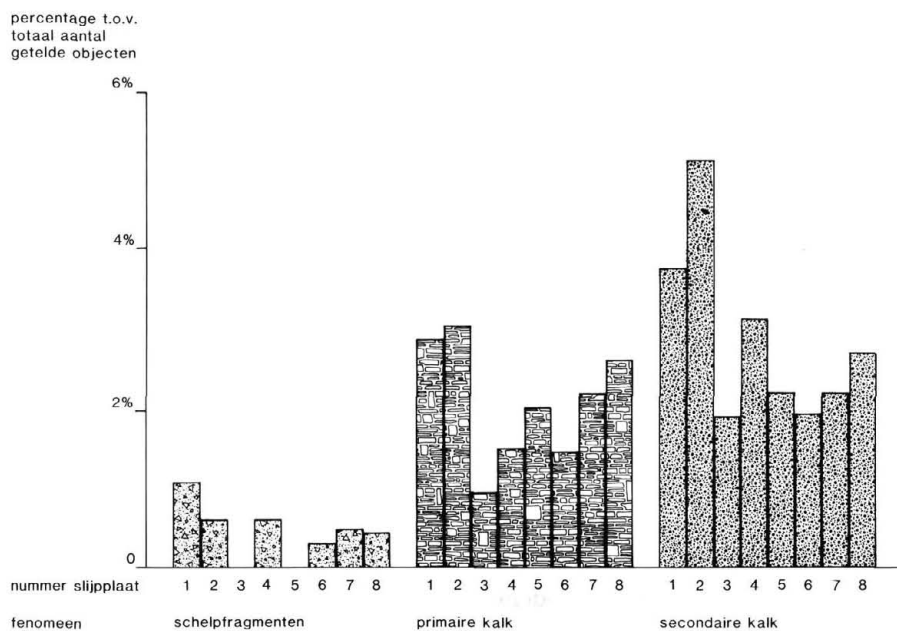
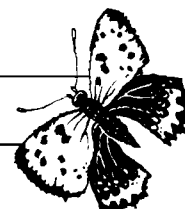


Fig. 5: Volumepercentages excrementen, amorf humus en verweerde kalkvormen in de onderzochte slijpplaten. Het totale volumepercentage is gesteld op 100%, exclusief holten.

Micromorphological properties i.e. amorphous organic material, excrements, weathered shell fragments, weathered primary carbonates and weathered secondary carbonates expressed in percentages by volume. The total volume percentage is 100%, exclusive the voids.

Bij het trekken van conclusies omtrent bodemvormende processen is het belangrijk zich te realiseren, dat door de goede doorluchting van duinbodems deze processen ook na het begraven van de bodems nog plaats kunnen vinden. Vanuit deze visie zijn alle Ah- en AC-horizonten te beschouwen als verschillende fasen van bodemvormende proces-

blijkt, dat de verweering van de kalk in vrijwel elke horizont gelijk is. In een humusrijke horizont zijn de kleihuiden afwezig; bij een afname van de totale hoeveelheid organische stof neemt de hoeveelheid kleihuiden naar beneden weer toe. Als de donkere, humushoudende horizonten oorspronkelijk even sterk ontwikkeld waren, is hier dus waar-



schijnlijk sprake van nieuwvorming. Een tweede mogelijkheid is, dat de huiden primair aanwezig waren en in afhankelijkheid van de duur en de intensiteit van de vorming van de Ah-horizont in meer of mindere mate verweerd zijn onder invloed van organische zuren uit de Ah-horizonten. In dit laatste geval wijst een afname van de hoeveelheid kleihuidjes met de hoogte in het profiel op een toenemende bodemvorming in de tijd.

Over het tijdsaspect inzake de bodemvorming in duinbodems is het volgende te concluderen. Het jongste overstuivingspakket is in maximaal 10 jaar afgezet (1975-1985). De jongste Ah-horizont is minimaal 37 jaar oud (1938-1975). De omzetting van organisch materiaal in de begraven bodemhorizonten, dieper dan 40 cm, heeft dus tenminste 50 jaar kunnen plaatsvinden (1938-1988).

Belang voor het beheer

De beschreven sequentie van begraven bodems illustreert de constante afwisseling van instabiele en stabiele perioden in het duinlandschap. Met behulp van de hierboven beschreven onderzoeksmethoden (micromorfologisch bodemonderzoek, sequentieel luchtfoto-onderzoek en pollenanalyse) blijkt het mogelijk te zijn te achterhalen hoe landschapsbepalende processen elkaar opvolgen in de tijd en met welke intensiteit. Deze landschapsbepalende processen kunnen kenmerkend zijn voor stabiele perioden (bodemvorming, vegetatietoename) en instabiele perioden (verstuiwing, vegetatieafname).

Uit ons onderzoek blijkt, dat de duinbeheerder rekening moet houden met een natuurlijke afwisseling van processen. Stabiele en instabiele perioden wisselen elkaar af binnen een tijd van enkele decennia. Deze afwisseling hoort bij een natuurlijk dynamisch duinlandschap. Een beheerder, die bij de planning en inrichting van zijn duingebied streeft naar een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van het landschap, dient hiermee rekening te houden. De natuurlijke ontwikkeling, die zich weerspiegelt in de door ons onderzochte bodems speelt zich af in opeenvolgende perioden van ca 50 jaar. Planning zal hier dus op de middenlange termijn moeten plaatsvinden (planningstermijnen volgens Jungerius, 1989).

Beheersmaatregelen als kappen,

begrazen en maaien zijn meestal gericht op veranderingen op korte termijn, binnen enkele jaren, en op kleine schaal. In het geval van een dynamisch landschap, waarbij ook geomorfologische en bodemvormende processen een rol spelen, is veel meer tijd en vaak ook ruimte nodig.

In het nieuwe kustbeleidsplan van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (1989) staat als één van de doelstellingen voor de kustduinen: bevordering van meer dynamiek (stuiven) in het landschap. Met behulp van onderzoek, zoals door ons beschreven, kan de beheerder nagaan waar (re)introductie van dynamiek het best zou kunnen plaatsvinden, namelijk op plaatsen waar dit in het verleden ook plaatsvond. Het gebied dient ook niet te klein te zijn en er dienen gedurende een aantal decennia geen andere functies dan natuurontwikkeling gepland te zijn.

Een duinbeheerder zal van geval tot geval beoordelen welke gebieden voor korte termijn planning en welke voor lange termijn planning in aanmerking komen. Hierbij houdt hij rekening met biotische maar ook met abiotische kenmerken van de natuur. Wij hebben laten zien hoe naast planten en dieren ook geomorfologie en bodems bij de overwegingen betrokken kunnen worden.

Literatuur

- Hulshoff, R. M. & P. D. Jungerius, 1988. Erosie in de duinen bij Bergen aan Zee; de samenhang tussen geomorfologische processen, bodem en vegetatie. *Landschap* 5 (2): 83-97.
- Jong, J. de & W. H. Zagwijn, 1984. De vegetatiegeschiedenis van 's-Gravenhage en omgeving. *Meded. Rijks Geol. Dienst* 37 (1): 44-62.
- Jungerius, P. D., 1986. Erosie door wind, water en konijnen; geomorfologische processen in het Nederlandse duinlandschap. *Duin* 9 (4): 123-125.
- Jungerius, P. D., 1989. Geomorphology, soils and dune management. In: F. v. d. Meulen, P. D. Jungerius, J. H. Visser (ed.). *Perspectives in coastal dune management*, SPB-publishers, Den Haag: 91-98.
- Jungerius, P. D. & F. van der Meulen, 1988. Erosion processes in a dune landscape along the Dutch coast. *Catena* 15(3/4):217-228.
- Klijn, J. A., 1981. Nederlandse kustduinen; geomorfologie en bodems. Pudoc, Wageningen.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1989. Natuurbeleidsplan, beleidsvoornemen. Den Haag.

Summary

Dynamics of the dunes reflected in a soil profile with paleosols in the dune area of Meijndel, The Hague.

The dynamic development of the dune landscape can be characterized by stable periods with mainly plant growth and soil development, alternating with unstable periods dominated by erosion and sedimentation. Such a dynamic development is reflected in a vertical profile in the Meijndel dune area near The Hague (photo 1) showing above each other various parent materials with four buried paleosols, finally covered by an about 30 cm thick cover of recent drift sand (photo 2, fig. 2).

After a field study the profile is investigated making use of a micromorphological study of thin sections of undisturbed soil samples (photo 3), pollen analysis and sequential aerial photographs dating from 1938 up till 1985. The various dune sand deposits and soils are quantitatively characterized (counting 40 points per cm²) by the occurrence of following features: rounded sand grains with mainly a diameter between 0.1 and 0.25 mm, very thin discontinuous coatings around the skeleton grains of clay, iron and organic material, three types of carbonates: primary and secondary carbonates and shell fragments (weathered and unweathered), root and plant remnants, organic aggregates, organic and mineral excrements and voids.

The main conclusions are:

The recent drift sand deposit has been formed after 1910 AD (palynological evidence) and according to the sequential aerial photographs the formation took place between 1975 and 1985.

The organic horizons are buried A or AC horizons (micromorphological evidence), showing a similar development and intensity of soil formation during periods of approximately 50 years.

The importance of this knowledge concerning the dynamic geomorphological history for dune managers is discussed with respect to medium term planning.

Dankwoord

De auteurs danken de afdeling terreinonderzoek van de Duinwaterleiding van Den Haag voor haar medewerking bij het onderzoek in Meijndel. Tevens zijn wij Dr. R. T. Slotboom en Dr. F. van der Meulen, beiden van ons laboratorium, zeer erkentelijk, respectievelijk voor het analyseren van de pollenmonsters en voor de constructieve kritiek op een eerdere versie van dit artikel.

D. Assendorp & Dr. H. J. Mûcher
Fysisch geografisch en bodemkundig
laboratorium, UvA
Dapperstraat 115,
1093 BS Amsterdam