

---

*De Waddeneilanden*  
*Vlieland*  
*Terschelling*  
*Ameland*  
*Schiermonnikoog*



---

# Bodemkaart

van

*Schaal 1 : 50 000*

# Nederland

*Uitgave 1986*

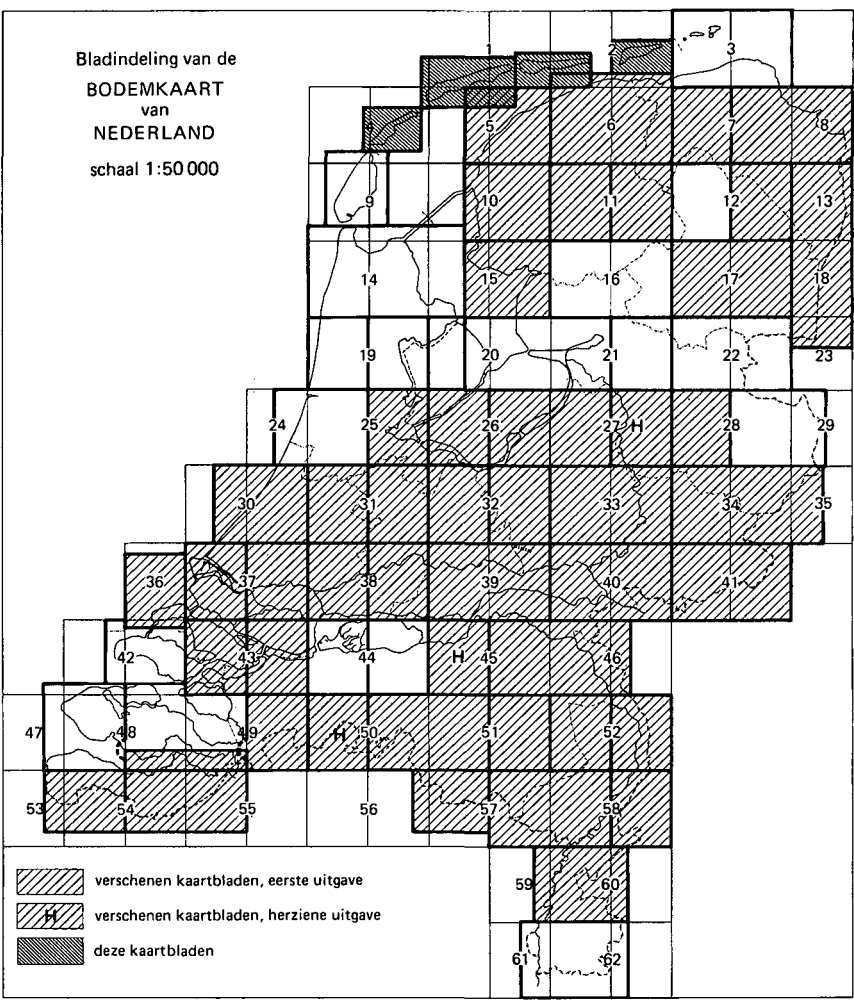
*Stichting voor Bodemkartering*







Bladindeling van de  
BODEMKAART  
van  
NEDERLAND  
schaal 1:50 000



---

*Bodemkaart van Nederland*

*Schaal 1 : 50 000*

*Toelichting bij de kaarten van de*

*Waddeneilanden*

*Vlieland*

*Terschelling*

*Ameland*

*Schiermonnikoog*

*door*

*M.F. van Oosten*

*Wageningen 1986*

*Stichting voor Bodemkartering*





*Projectleider:* Dr. Ir. M.F. van Oosten

*Medewerker:* P.C. Kuijer

*Wetenschappelijke begeleiding en coördinatie:*  
Ir. G.G.L. Steur

*Druk:* Van der Wiel B.V., Arnhem

*Presentatie:* Pudoc, Wageningen

*Copyright:* Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1986

*ISBN:* 90 220 0885 1





# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1	Opzet van de toelichting	9
1.2	Het gekarteerde gebied	9
1.3	Opname en gebruikte gegevens	9
<b>2</b>	<b>Geologie</b>	<b>11</b>
2.1	Geologische opbouw	11
2.2	Duinvorming	12
<b>3</b>	<b>Historische geografie en bewoningsgeschiedenis</b>	<b>17</b>
3.1	Vlieland	17
3.2	Terschelling	20
3.3	Ameland	29
3.4	Schiermonnikoog	35
<b>4</b>	<b>Vegetatie en bodem</b>	<b>39</b>
4.1	Enkele bodemkundige gegevens	39
4.1.1	<i>Textuur</i>	39
4.1.2	<i>Kalkgehalte</i>	41
4.1.3	<i>Het grondwater</i>	42
4.1.4	<i>Rijping van zeekleigronden</i>	47
4.2	Vegetatie en bodemontwikkeling	48
4.2.1	<i>Xeroserie</i>	49
4.2.2	<i>Hygroserie</i>	54
4.2.3	<i>Haloserie</i>	60
<b>5</b>	<b>Bodemkundig-landschappelijke beschrijving</b>	<b>67</b>
5.1	Vlieland	67
5.1.1	<i>De Vliehors, de Kroon's Polders en de Meeuwenduinen</i>	67
5.1.2	<i>Het middendeel van het eiland</i>	68
5.1.3	<i>Het oostelijke deel van het eiland</i>	69
5.2	Terschelling	69
5.2.1	<i>Het poldergebied</i>	69
5.2.2	<i>Het gebied ten westen van de oude kern</i>	70
5.2.3	<i>De oude kern van het eiland</i>	71
5.2.4	<i>De Groede en de Boschplaat</i>	72
5.3	Ameland	74
5.3.1	<i>Het poldergebied</i>	74
5.3.2	<i>Het westelijke duingebied tot en met de Kooivlakte</i>	75
5.3.3	<i>Het centrale duingebied</i>	77
5.3.4	<i>Het Nieuwlandsrijd met aangrenzende duinen, de Oerderduinen en De Hon</i>	77

5.4	Schiermonnikoog	79
5.4.1	<i>Het poldergebied</i>	79
5.4.2	<i>De oude kern</i>	80
5.4.3	<i>De Binnenkwelder en de Kobbeduinen</i>	81
5.4.4	<i>De Oosterkwelder en de Balg</i>	82
<b>6</b>	<b>Veengronden en moerige gronden</b>	<b>85</b>
6.1	De eenheden van de veengronden	85
6.2	De eenheden van de moerige gronden	86
<b>7</b>	<b>Eerdgronden</b>	<b>91</b>
7.1	De eenheden van de eerdgronden	91
<b>8</b>	<b>Kalkloze en kalkhoudende zandgronden</b>	<b>93</b>
8.1	Ontkalking en kalkverloop	93
8.2	Vorming van een A1-horizont	93
8.3	Hydromorfe kenmerken	94
8.4	Textuur	94
8.5	De eenheden van de kalkloze vlakvaaggronden	95
8.6	De eenheden van de kalkloze duinvaaggronden	98
8.7	De eenheden van de kalkhoudende vlakvaaggronden	99
8.8	De eenheden van de kalkhoudende duinvaaggronden	102
<b>9</b>	<b>Niet-gerijpte minerale gronden en zeekleigronden</b>	<b>105</b>
9.1	De eenheden van de niet-gerijpte minerale gronden	105
9.2	De eenheden van de zeekleigronden	106
<b>10</b>	<b>De samengestelde legenda-eenheden</b>	<b>109</b>
10.1	Associaties van twee en drie enkelvoudige legenda-eenheden	109
10.2	Associatie van vele enkelvoudige legenda-eenheden	111
<b>11</b>	<b>Toevoegingen en overige onderscheidingen</b>	<b>113</b>
11.1	Toevoegingen	113
11.2	Overige onderscheidingen	114
<b>12</b>	<b>Bodemgeschiktheid</b>	<b>115</b>
12.1	Klimaat	115
12.2	Zeewind	115
12.3	Brak grondwater	115
	<b>Literatuur</b>	<b>117</b>
	<b>Aanhangsel 1 Alfabetische lijst van kaarteenheden en hun oppervlakte</b>	<b>120</b>
	<b>Aanhangsel 2 Analyse-gegevens</b>	<b>124</b>
	<b>Aanhangsel 3 Interpretatie van de kaarteenheden</b>	<b>126</b>
	<b>Aanhangsel 4 De kaarteenheden gerangschikt naar hun geschiktheid</b>	<b>128</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Opzet van de toelichting

Bij deze toelichting is een afzonderlijke handleiding gevoegd, waarin de basisbegrippen en de algemeen gebruikte indelingen zijn opgenomen (Steur en Heijink et al., 1983).

De omschrijving van de kaarteenheden wordt gegeven in de vorm van een beknopte profielschets. Deze heeft betrekking op een representatief geacht vertegenwoordiger van de betreffende eenheid.

## 1.2 Het gekarteerde gebied

Dit rapport geeft een toelichting bij de bodemkaarten van de Waddeneilanden (tevens gemeenten) Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Volgens de bladwijzer van de topografische kaart schaal 1 : 50 000 liggen deze eilanden op de volgende bladen:

Vlieland 4 West en 4 Oost,

Terschelling 1 West, 1 Oost, 4 Oost en 5 West,

Ameland 1 Oost en 2 West en

Schiermonnikoog 2 Oost.

Waar geen dijken aanwezig zijn, werd voor de betrekkelijk arbitraire grens tussen land en water de begrenzing van de laatstverschenen topografische kaart 1 : 50 000 aangehouden. De bebouwde kommen van een aantal dorpen werden niet gekarteerd.

## 1.3 Opname en gebruikte gegevens

De duingebieden en de kwelders werden gekarteerd door Dr. Ir. M.F. van Oosten. De kartering van de polders van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog werd uitgevoerd door P.C. Kuijer, die ook de beschrijving van de aldaar voorkomende eenheden verzorgde. De opname werd afgesloten in 1981. Bij de kartering van de polder van Terschelling werd gebruik gemaakt van een reeds bestaande bodemkaart 1 : 25 000 (Van der Veen, Kiestra en Rutten, 1981).

Uitgangspunt bij de opname van de duin- en kweldergebieden was een aantal belangrijke vegetatiekundige verschillen, die samenhangen met de bodemgesteldheid, op de kaarten te laten uitkomen. Vegetatiekundige verschillen waren dan ook vaak een criterium bij het vaststellen van bodem- of grondwatertrapgrenzen.

Uit dit oogpunt zijn enkele speciale bodemkundige onderscheidingen ingevoerd, o.a. met betrekking tot het kalkverloop (zie 8.1) en tot het voorkomen van zout in de bodem (zie 8.5 en 11.1). Bovendien bleken enkele grenzen in de bodemclassificatie, n.l. de minimum dikte van een moerige laag en van een zavel- of kleidek, afgestemd te zijn op het landbouwkundige bodemgebruik. In natuurlijke vegetaties blijken de relevante waarden vaak aanzienlijk kleiner te zijn. In voorkomende gevallen is deze waarde dan ook aangehouden. Bij de desbetreffende hoofdstukken wordt op een en ander nader ingegaan.

Voor een aantal bij de kartering en rapportering voorkomende problemen van vegeta-

tiekundige aard, waren de contacten met Prof. Dr. Westhoff van groot nut. Bijzondere dank komt hem toe voor het kritisch doornemen van de hoofdstukken over de vegetatie-ontwikkeling.

Verder is bij de kartering dankbaar gebruik gemaakt van de door Dr. Ir. H. Doing van de Landbouwhogeschool te Wageningen en zijn medewerkers welwillend ter beschikking gestelde concept-vegetatiekaarten met toelichting. Hetzelfde geldt voor de (toentertijd nog niet gepubliceerde) geomorfologische, geohydrologische en geobotanische kaarten met basisrapport van het T.N.O. Duinvalleienonderzoek (Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979).

Ook de contacten met de Rijks Geologische Dienst betreffende de geologische geschiedenis van de eilanden waren van groot nut.

De kartering zou vrijwel onmogelijk zijn geweest zonder medewerking van het Staatsbosbeheer, dat op Vlieland, Ameland en Terschelling toegang tot alle natuurterreinen verleende. Bovendien werd goede hulp geboden door de diensthoofden en hun medewerkers op de genoemde eilanden.

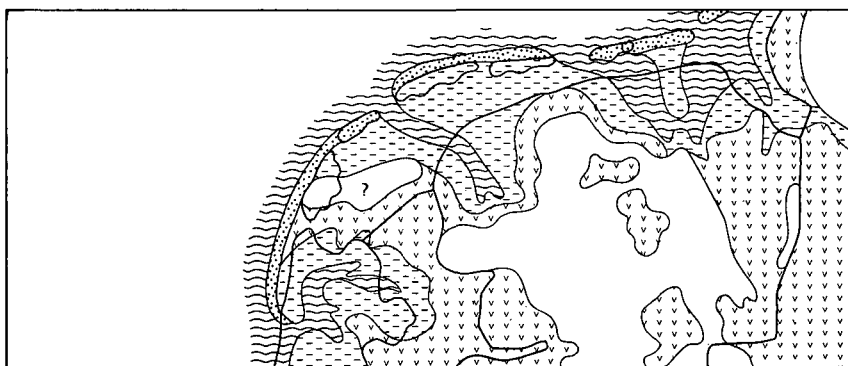
In het bijzonder mag hier ook de medewerking en de gastvrijheid worden genoemd, verleend door het hoofd van de Dienst der Domeinen op Schiermonnikoog.

Tenslotte moet dank worden gebracht voor de medewerking en belangstelling aan burgemeesters, wethouders en ambtenaren van de gemeenten Vlieland, Ameland en Schiermonnikoog.

## 2 Geologie

### 2.1 Geologische opbouw

De Waddeneilanden bestaan grotendeels uit duinen die rusten op marien zand, dat erosief op pleistocene afzettingen ligt (Jelgersma en Ente, 1977). In tegenstelling met de situatie voor de kust van het vasteland met veel Rijn- en Maassediment uit het Laat-Pleistoceen, was in het noordelijk deel van de Noordzee veel minder materiaal voorradig voor de opbouw van brede, min of meer gesloten strandwallen. Toch is op Ameland aangetoond dat de mariene afzettingen onder het duinzand, althans ten dele, uit resten van een vroegere strandwal bestaan. Ook op Terschelling en Vlieland is dit waarschijnlijk het geval. Ca. 4000 jaar geleden was er volgens Zagwijn (1975) een strandwal, die behalve Noordholland ten noorden van Petten, ook Texel en Vlieland omvatte en een tweede ter plaatse van het huidige Terschelling (afb. 1). Deze betrekkelijk smalle strandwallen lagen oorspronkelijk (ca. 7000 jaar geleden) wat noordelijker dan de huidige eilanden.



Afb. 1 De ligging van de strandwallen ter plaatse van de huidige Waddeneilanden in het Subboreaal, omstreeks 2300 v. Chr. (naar Zagwijn, 1975).

Op de strandwallen zijn, evenals indertijd voor de kust van het vasteland, duinen gevormd. Wanneer de oudste duinen op de Waddeneilanden zijn ontstaan is nog onbekend. Of ook hier een lange periode van stilstand in de duinvorming is geweest en welke van de huidige duinvormen (die in 2.2 nader besproken zullen worden) dan

van vóór of na deze stilstandsfase dateren, is evenmin bekend. Het is echter de vraag of in een verticaal profiel een duidelijk gemarkeerde scheiding in Oude en Jonge duinen met behulp van het kalkgehalte wel is te maken, zoals door Jelgersma en Ente (1977) wordt gesuggereerd. Immers, op de eilanden komen zeer jonge duinen (minder dan 100 jaar oud) voor, die al diep ontkalkt zijn. Dit verschilt aanmerkelijk van de situatie in de kalkrijke duinen ten zuiden van Bergen.

Omstreeks het begin van de jaartelling was de "strandwal Petten-Vlieland" al doorbroken door een voorloper van het latere Marsdiep. Ook de "strandwal van Terschelling" zou volgens genoemde auteurs (afb. 1) tussen Terschelling en Ameland doorbroken zijn.

Zowel op Terschelling als op Ameland en Schiermonnikoog zijn in de oude kernen duidelijk een of meer schelpvormig gebogen duincomplexen te herkennen, opgebouwd uit duinreeksen van verschillende ouderdom. Deze "oogduincomplexen" zijn kenmerkend voor de gehele kust ten noorden van Petten. Behalve op genoemde eilanden, kwamen ze ook voor op Texel en tussen Petten en Den Helder. Hun mogelijke ontstaanswijze wordt in 2.2 besproken. Wellicht zijn de oudste bogen gevormd tussen de Romeinse tijd en de Vroege Middeleeuwen. In verband met de bewoningsgeschiedenis moeten ze in ieder geval in de tiende eeuw al aanwezig zijn geweest (zie hoofdstuk 3). De resten van de oudste bogen zijn, evenals de al of niet als lage duintjes ontwikkelde oude zandafzettingen in de polders van Terschelling en Ameland, op de geologische kaart Jonge op Oude duinafzettingen, resp. Oude duinafzettingen genoemd (Van Staalduinen, 1977). De aan het oppervlak liggende duinzanden rekenen genoemde auteurs tot de Jonge duinafzettingen.

Naast duinen komen op Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog zavel-, klei- en vooral zandafzettingen voor, die behoren tot de Afzettingen van Duinkerke. In de ondergrond zijn hier en daar ook zavel- of klei-afzettingen aanwezig, waarvan de ouderdom onbekend is. De Afzettingen van Duinkerke liggen in de polders aan het oppervlak. Op Ameland en Terschelling ligt plaatselijk enig veen op deze mariene afzettingen. Vooral op de Boschplaat (Terschelling) en verder in en bij de Kroon's Polders (Vlieland), op De Hon (Ameland) en op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog komen hier en daar dunne zavel- en kleilaagjes voor, die recent zijn afgezet en waarvan de sedimentatie nog doorgaat.

## 2.2 Duinvorming

Het is niet goed bekend hoe de in 2.1 genoemde duinbogen zijn gevormd. We mogen echter veronderstellen dat het proces zich op een vergelijkbare wijze heeft voltrokken als tot voor kort nog was waar te nemen op de grote, ver van de eilandkernen gelegen zandplaten, zoals de Boschplaat op Terschelling, De Hon op Ameland en de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. Een van de weinige onderzoeken op dit gebied is gedaan door Isbary (1936). Een deel van het onderstaande ontleen wij aan zijn enigszins in de vergetelheid geraakte publikatie.

De bedoelde zandplaten zijn het hoogst nabij het Noordzeestrand. We noemen dit de strandrug. Hierachter strekt zich een naar de wadzijde langzaam afhellende strandvlakte uit. Door de overheersende noordwestenwind wordt zand van het strand aangevoerd, dat wel op de hogere, wat drogere strandrug wordt geaccumuleerd, maar al snel door de zee weer wordt opgeruimd. Over de achterliggende, kale strandvlakte wordt het droge zand echter ongehinderd voortgeblazen tot dicht bij de wadzijde, waar meestal een bij stormvloed aangevoerde, brede spoelzoom wordt aangetroffen, vaak met een verspreide begroeiing. In deze soms vrij hoge spoelzoom wordt het voortgeblazen zand gevangen en vormen zich lage, schildvormige zandophopingen. Deze breiden zich snel in de richting van de wind uit en groeien zijdelings aan elkaar. Van de aanvang af blijft echter een aantal gaten open, waardoor het water bij hoge vloed van het Noordzeestrand naar het wad vloeit. De aaneengroeiing van deze zandschilden wordt bevorderd door zand van vooruitspringende delen, dat door het water zijdelings naar de inbochtigen bij de gaten wordt verplaatst.

Al in een vroeg stadium verschijnt op de zandschilden het zouttolerante biestarwe-

gras (zie 4.2.1), waardoor de vastlegging van het zand sterk wordt bevorderd en lage duintjes ontstaan. Als deze ca. 1 m hoog zijn en er voldoende zoet water wordt vastgehouden, raken ze begroeid met helm, soms ook met zandhaver. Het meeste aanstuivende zand wordt hierin vastgelegd, waardoor de duintjes snel in hoogte toenemen, terwijl zich aan de noordzijde voortdurend nieuwe duintjes met biestarwegras vormen. Tussen de strandrug en de duintjes zal bij stormvloed Noordzeewater, maar vaak ook regenwater worden opgestuwd, dat naar de wadzijde afvloeit. Hierdoor blijven gaten in de nieuwe duinenrij open. Dit proces wordt nog bevorderd door het getijverschil tussen de Noordzee en de Waddenzee. De gaten schuren geleidelijk uit en geven een aanzet tot de later vaak op de strandvlakte aanwezige slenken. Door het water dat aan de voorzijde langs de duintjes naar de gaten stroomt, ontstaat een min of meer rechte duinvoet, die bij de gaten naar binnen buigt. Vóór deze duinvoet vormt zich een ondiepe, vlakke geul, waarvan de effen, vaak met een korst van algen overtrokken bodem weinig houvast voor het aanstuivende zand biedt. Ook in droge toestand zal hierdoor de vorming van nieuwe zandschilden in noordelijke richting tenslotte belemmerd worden. Het aanstuivende zand komt nu overwegend terecht in de biestarwegrasgordel direct achter de geul, die snel ophoogt en begroeid raakt met helm. Een steeds groter deel van het aanstuivende zand wordt nu in deze strook vastgehouden, zodat zich hier al snel een betrekkelijk hoge duinketen vormt. Deze keten omvat langs de gaten min of meer boogvormig de er achtergelegen lage duintjes, die door gebrek aan zand niet of nauwelijks meer opgroeien. De vorm van deze boogvormige duinketen hangt af van de richting van de wind en de getijstroom. Is de wind loodrecht op de kust gericht, dan ontstaat een hoefijzervormige duinketen (b.v. op Eierland op Texel) met de top van de boog in het midden. Bij schuin invallend getij en wind wordt één arm van de boog verkort en één lang uitgerekt, waardoor een schelpvormig ovaal ontstaat.

Als de ring tussen de duinboog (het buitenduin) en de eerst gevormde duintjes aan de wadzijde (het binnenduin) gesloten is, verzoet het ingesloten gebied met lage duintjes en ontstaan er soms meertjes. Vaak wordt een deel van de lage duintjes opnieuw door de wind verplaatst en in lage bulten weer opgehoopt. Waar de zee nu en dan nog toegang heeft, ontwikkelt zich een zoutvegetatie en wordt de bodem langzaam opgehoogd, vaak met wat kleiig materiaal. Anderzijds wordt de dalbodem bij stormvloed door erosie verlaagd, waarbij resten van het oude oppervlak blijven staan.

Vooral bij de duincomplexen op de Boschplaat (Terschelling) en op het Nieuwlandsrijd (Ameland) is de hier beschreven duinvorm nog zichtbaar, alhoewel de naderhand aangelegde stuifdijken een verdere zandaanvoer beletten en een uitgroei tot echte duinketens onmogelijk maken.

De oude, schelpvormige kernen van de eilanden zijn indertijd waarschijnlijk op vergelijkbare wijze ontstaan op de destijds aanwezige strandwallen. Op deze strandwallen was waarschijnlijk overal, maar zeker op Ameland, een lage west-oost lopende duinketen aanwezig, die als basis voor de schelpvormige duinbogen diende. Bij Vlieland is een en ander niet meer na te gaan, aangezien het huidige eiland slechts een rest is van een vroeger veel groter geheel (zie 3.1).

Terschelling bestaat in het westen uit één grote, zeer langgerekte boog, van het huidige West-Terschelling tot ongeveer bij Formerum. Of ten oosten hiervan nog een tweede boog heeft gelegen, is door de grootscheepse verstuing van het vroegere duingebied niet meer na te gaan.

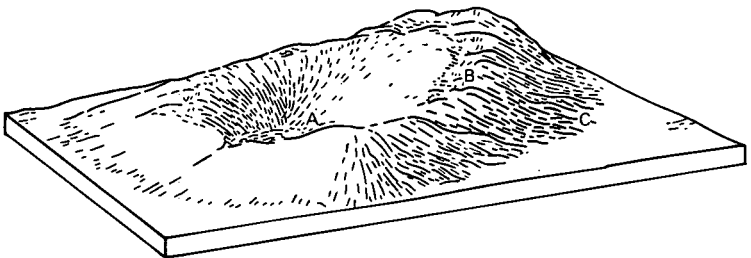
Ameland bestond aanvankelijk uit drie van elkaar gescheiden duinbogen; de grootste in het westen, de kleinste in het oosten, ter plaatse van het huidige Oerd. De oude duinboog van Schiermonnikoog is bij de verplaatsing van dit eiland naar het oosten vrijwel geheel verdwenen (zie 3.4); slechts enkele resten zijn bewaard gebleven.

Nadat de oudste duinbogen waren ontstaan, zijn vaak nieuwe gevormd, die de oude kern naar het noorden en oosten vergrootten, daarbij een deel van de strandvlakte insluitend. Toen dit niet meer gebeurde, waren de huidige schelpvormige kernen van de eilanden voltooid en vond alleen nog uitbreiding plaats door aangroei van duinketens aan de oude kern. Deze aangroei is tegenwoordig aan de westkant van de eilan-

den beperkt; hier is vaak veel afslag. Aan de oostkant worden de eilanden - behalve Vlieland - echter nog steeds vergroot door opstuiving van een of meer bij de oude kern aansluitende duinketens. Bij aanhoudend rustig weer met wind uit één richting wordt, waar de bestaande duinboog van een west-oostrichting ombuigt naar het zuid-oosten, in korte tijd veel zand opgevangen. Hierdoor vormt zich op enige afstand van de duinvoet een lage wal, die vervolgens als zandvang gaat dienen. Er ontstaan vlakke, tot een meter hoge zandschilden, waarop zich spoedig biestarwegras vestigt. Vanaf het begin houdt het zeewater ook hier een aantal gaten open. Tussen deze nieuwe en de oude duinenrij wordt een deel van de strandvlakte ingesloten (z.g. achterduinse strandvlakte) met meestal dicht tegen de oude duinvoet een ondiepe geul, die aanvankelijk het nog binnendringende zeewater, later ook het regenwater en kwelwater uit de duinen afvoert.

Evenals bij de eerder beschreven primaire duintjes op de strandvlakte wordt het biestarwegras spoedig gevolgd door helm en soms ook door zandhaver. In zeer rustige perioden worden in zeewaartse richting voortdurend nieuwe duintjes gevormd, die met biestarwegras en vervolgens met helm begroeid raken. Ze vangen het meeste zand weg, waardoor de achterliggende duintjes slechts weinig in hoogte groeien. Vroeg of laat worden de meeste lage biestarwegrasduintjes door een hoge vloed echter weer opgeruimd. Alleen de verder van zee liggende, hogere helmduintjes houden stand en vangen nu al het aanstuivende zand. Ze groeien snel in hoogte, waardoor een nieuwe hoge duinreeks ontstaat. Doordat bij gunstige omstandigheden het boven beschreven proces zich kan herhalen, bestaat een duinketen vaak uit twee of meer evenwijdige duinreeksen, gescheiden door smalle valleien. Soms worden deze mee opgehoogd, waardoor in plaats van een brede afgesnoerde strandvlakte een vele meters boven NAP liggende vallei ontstaat. De hoogte van de duinreeksen in één keten of van verschillende ketens verschilt (voor zover naderhand niet secundair verstoven), afhankelijk van de duur van de oorspronkelijke opstuiving.

De tot nu toe beschreven primaire duinen bereiken zelden een grote hoogte. Boven de 9 á 10 m wordt de windsnelheid zo groot, dat slechts weinig zand meer wordt afgezet. Grotere hoogten ontstaan voornamelijk bij secundaire verstuiving van de primaire

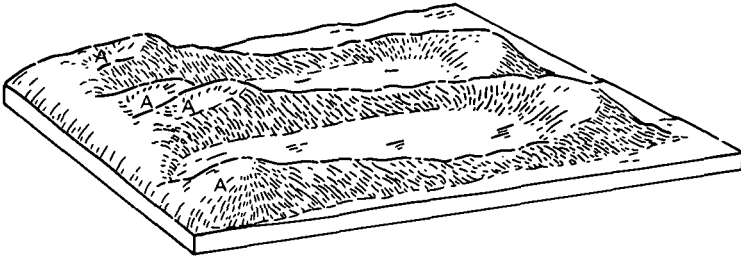


a De vorming van een windkuil (secundaire vallei). De uitstuiving tot nabij het grondwater levert een vochtige tot natte valleibodem op.  
A erosiezone, B valzone, C strooizone.

Afb. 2 Enkele bij secundaire verwaaiing ontstane duinvormen (naar Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979).

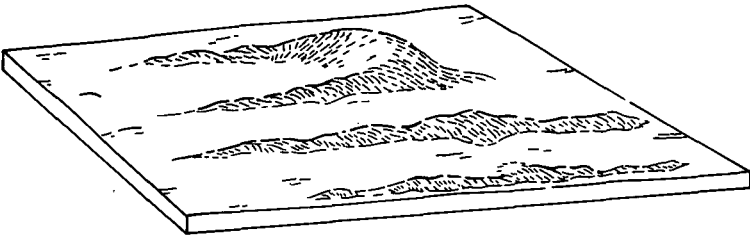
duinketens. Dit gebeurt o.a. waar de zee een duinketen weer aantast. Hier stopt de zandtoevoer en daarmee de verdere uitbouw van de jonge duinketen. Er ontstaat een klifkust, waar het kale zand steil naar het strand afvalt. Klifkusten liggen op de eilanden bijna alle in de richting van de overheersende zuidwestelijke, westelijke en noordwestelijke winden. De zeldzame oostelijk of noordoostelijk georiënteerde klifkusten worden geleidelijk door de zee weggevreten, zoals de Dellewal op West-Terschelling eind zeventiende en begin achttiende eeuw en de huidige noordoostpunt van Texel. Bij de overige klifkusten gaan de door de zee geslagen gaten over in windkuilen (afb. 2a) waarbij het zand over de kam wordt weggeblazen en grotendeels direct daarachter in de valzone weer wordt afgezet. Bij sterke wind ligt hierachter nog een smallere of bredere strooizone. De windkuil stuift vaak tot het grondwater uit.





b Een paraboolduincomplex met hoefijzervormig uitgewaaide duinvormen (A-A pollenrij).

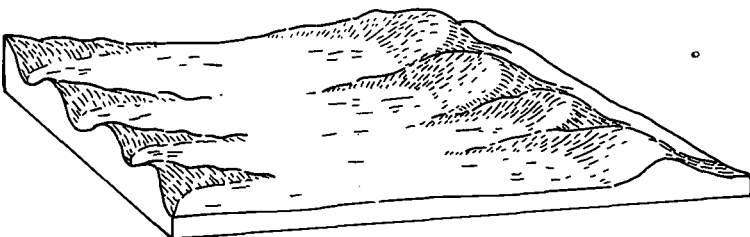
Door diepe uitblazing in een droge tijd ontstaat dan naderhand een natte vallei of zelfs een duinmeertje. Ook oudere duinketens zijn echter aan secundaire verstuiwing onderhevig. Vaak is of was de oorzaak versterking van het plantendek door menselijke invloed, maar ook zonder dit ingrijpen kan de wind vat krijgen op de vrij open, gemakkelijk aantastbare begroeiing, die het eindstadium van de vegetatieontwikkeling in de oude, ontkalkte duinen vormt (zie 4.2.1).



c Lengteduinen (beneden) ontstaan door uitwaaiing van een paraboolduin (boven).

De diep uitgestoven windkuilen breiden zich langzaam in de windrichting uit, waarbij het uitgeblazen zand zich verplaatst als een hoefijzervormig duin met een steile lijzijde en een glooiende loefzijde. Hierbij blijven twee langgerekte duinruggen achter met ertussen de uitgeblazen vlakte en aan de voorzijde het actieve duin. Het geheel wordt een paraboolduin genoemd (afb. 2b). Bij de overgang van de windkuil in een paraboolduin blijft van de oorspronkelijke voorrand meestal een rij lage koppen, een z.g. pollenrij, staan. Deze pollenrijen blijven ook achter waar na een tijdelijke stilstands- en vastleggingsfase, het zand opnieuw in beweging komt.

Omdat de zandmassa van het paraboolduin langzamerhand afneemt, worden ook de armen geleidelijk smaller en lager. Tenslotte kan de samenhang aan het eind verbroken worden en kan het boogvormige gedeelte zich alleen verder verplaatsen of geheel



d Samengestelde uitblazingsvallei, ontstaan door vergroeiing van enkelvoudige uitblazingsvalleien; rechts een kamduinenreeks, ontstaan uit "vergroeiende" paraboolduinen.

verloren gaan. De armen blijven dan achter als evenwijdige lengteduinen (afb. 2c). Door het zijdelings samensmelten van paraboolduinen kunnen vele kilometers lange systemen ontstaan (z.g. kamduinen). De valleien kunnen dan zijdelings samensmelten tot een samengestelde uitblazingsvallei met de lengteas loodrecht op de windrichting (afb. 2d).

De langzame verplaatsing van het paraboolduin berust op een evenwicht tussen de hoeveelheid verplaatst materiaal, de wind en de plantengroei. Waar dit evenwicht verbroken wordt en de wind de overhand krijgt, gaat het boogvormige deel van het paraboolduin over in een onbegroeid barkhaan of loopduin. In tegenstelling tot het paraboolduin heeft dit duin een flauwe helling aan de lijzijde en een steile aan de loefzijde. De valzone steekt hier met kleine hoorntjes sikkelvormig naar voren.

Door verwaarlozing en overexploitatie van de duinen zijn, vooral op Vlieland, Ameland en Terschelling de meeste duinen in de vorige eeuw tot hernieuwde verstuing gekomen. Er restte slechts een onbegroeid duingebied met voortdurend in beweging zijnde parabool- en loopduinen en uitgestrekte secundaire valleien. Deze, nu grotendeels vastgelegde parabool- en loopduinen zijn te vinden op alle eilanden, maar vooral op Terschelling. In enkele vastgelegde loopduinen is naderhand opnieuw een uitblazingsvallei met een paraboolduin ontstaan, zoals bij het Parapluduin op Terschelling en bij de Ballumerblinkert op Ameland.



van het eiland. Het hier achter brede duinen liggende dorp West-Vlieland, moest in het begin van de achttiende eeuw al door een inlaagdijk tegen de zee worden beschermd; in 1736 moest het dorp geheel worden verlaten. Er restte toen nog slechts een grote strandvlakte, de huidige Vliehors, die bij iedere vloed overstroomde. In tegenstelling met de Noordvaarder op Terschelling is de Vliehors dus geen verlande zandplaat. Enkele tientallen jaren later ontstond een doorbraak tussen het westelijke en het oostelijke deel van het eiland en spoedig waren ook de laatste resten duinen in het westen verdwenen, zodat van het oorspronkelijke eiland alleen het oostelijke deel overbleef.

Het duingebied werd echter niet alleen door de zee aangetast. Al in 1687 is sprake van grote verstuiwingen van voordien begroeide duinen, waardoor het dorp West-Vlieland, dat volgens Wümkes (1900) in het begin van de zeventiende eeuw nog ca. 400 woningen telde, werd bedreigd. Door steeds intensievere exploitatie en wanbeheer, ging de vegetatie steeds verder achteruit en namen de verstuiwingen toe. Op Vlieland zal het verlies van vrijwel al het land buiten de duinen en het dichtstuiwen van de valleien de druk op het duingebied extra hebben vergroot.

Ofschoon men nu en dan wel pogingen deed om door aanplant van helm het stuiwen te beteugelen, was Vlieland volgens Allan (1857) nog in het midden van de vorige eeuw "een onbegroeide, stuivende zandvlakte". Een rapport uit 1858 spreekt over het middendeel van het eiland dan ook als "een barre zandwoestijn met veel stuifgaten, terwijl de toppen geen onderling verband hebben". Pas tegen het eind van de vorige eeuw begon men met een grootscheepse aanplant van helm, waartoe door Rijkswaterstaat in 1900 een groot aantal planten van Terschelling werd aangevoerd. Ook werd de konijnenstand aanzienlijk teruggebracht en begon Staatsbosbeheer in 1906 met de aanplant van naaldbos. Door dit alles was in 1910 vrijwel het gehele duingebied weer begroeid. Thans worden alleen bij het Oude Huizenlid en bij de Vallei van het Veen nog enkele grote, actieve stuifkuilen aangetroffen (afb. 4).

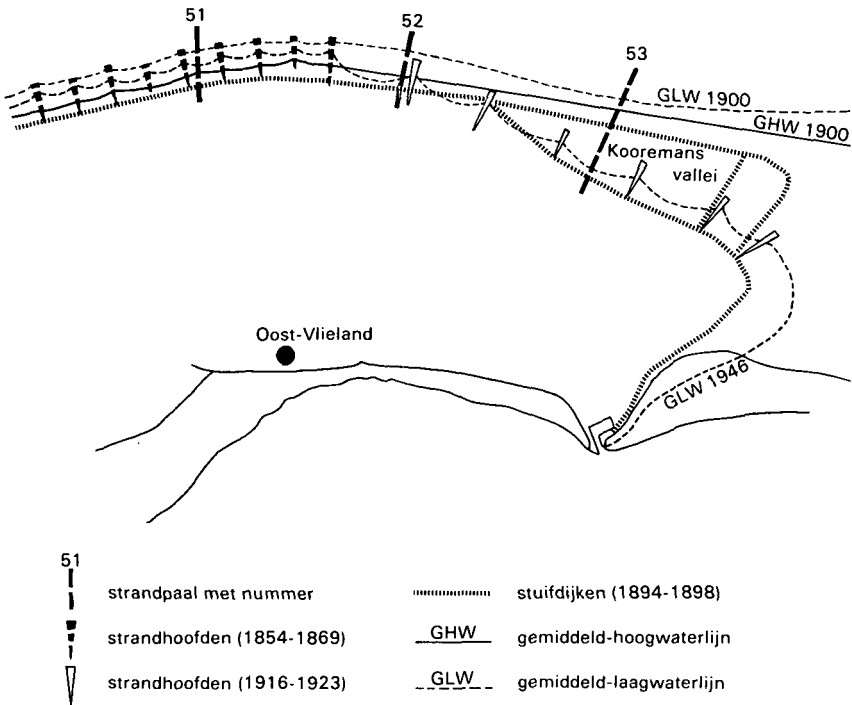
Inmiddels was men ook in het midden van het eiland begonnen de kustlijn vast te leg-



*Foto M.F. van Oosten*  
Afb. 4 Een van de weinige nog actieve paraboolduinen op de eilanden nabij Oude Huizenlid op Vlieland.

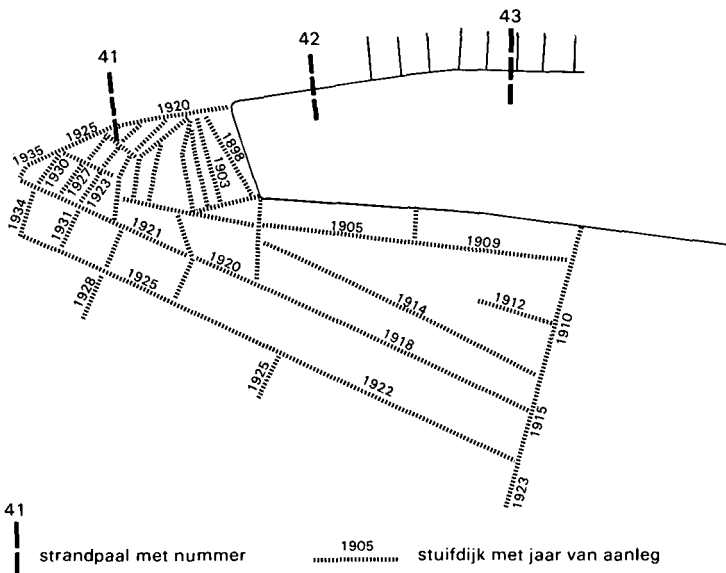
gen, die aanzienlijk was teruggeweken. Tot dan toe had de zee door enkele gaten in de zeeduinen nog toegang tot sommige valleien (De Vries, 1950). Tussen 1854 en

1859 werd een twintigtal strandhoofden gelegd en werden de gaten in de duinen gesloten. Wat later (1895-1898) kwamen op het toen zeer brede strand bij de oostpunt enkele hoge stuifdijken tot stand (De Vries 1946), waardoor de Kooremansvallei ont-



Afb. 5 Het noordoostelijk deel van Vlieland met de Kooremansvallei (naar Visser, 1947).

stond (afb. 5). De dijken stoven snel tot vrij grote hoogte op. Tussen 1902 en 1914 week de kust, door verlegging van het Stortemelk (de westelijke geul van de Vliestroom) naar het zuidwesten, echter sterk achteruit. In 1914 brak de dijk langs de kust door, waarna in 1917 de vallei geheel verloren ging. Om verder landverlies te voorkomen werd toen ook hier tussen 1916 en 1923 een zestal strandhoofden gelegd.



Afb. 6 Stuifdijken op de Vliehors (naar Visser, 1947).

Inmiddels waren in het westen nog voor de eeuwwisseling de Meeuwenduinen naar het zuiden met een stuifdijk van de zee afgesloten.

Tussen 1898 en 1935 werd ten zuiden hiervan nog een aantal stuifdijken aangelegd, waardoor de vier huidige Kroon's Polders ontstonden en aan de westpunt een twintigtal kleine "stuifpolders" (afb. 6). Bovendien verschoof in 1938 het Engelsmangat in de richting Texel, waardoor de oostelijke plaat van de Eierlandsche Gronden verheelde (= samengroeide) met de Vliehors, die daardoor enorm werd uitgebreid. Aan de zuidkant van de Kroon's Polders heeft wat nieuwe duinvorming plaats op de resten van een stuifdijk voor een mislukte vijfde Kroon's Polder. In de luwte van deze lage duintjes vormen zich kleine kweldertjes. Aan de noordwestkant treedt langs de Noordzeekust thans weer landverlies op en stuiven enkele jonge valleien in snel tempo dicht.

De Vliehors zelf is inmiddels enigszins opgehoogd; ook zijn er nog enkele resten met wat lage duintjes van een stuifdijk uit de jaren dertig.

Aan de wadzijde werd het eiland in 1936 beschermd door de aanleg van een steenglooing tegen een laag zanddijkje uit 1866. Momenteel ontstaat hiertegen, in de hoek met de Kroon's Polders, een nieuwe kwelder.

Ofschoon de landbouw op Vlieland nooit veel betekend heeft, werd er wel enig vee gehouden, dat vrij in de duinen liep. Toen dat in de jaren dertig verboden werd, is als compensatie een aantal duinvalleien ontgonnen tot weiland. Een gedeelte is inmiddels weer tot natuurterrein teruggebracht. De 1e en 2e Kroon's Polders waren in 1947 eveneens als weiland in gebruik bij een toen nog bestaand bedrijf met 50 stuks vee. Nu zijn ze weer natuurterrein.

### 3.2 Terschelling

Tot voor enkele eeuwen mondde de Friese Middelzee met twee openingen in de Noordzee uit; tussen het toenmalige eiland en de Grote Boschplaat lag het Koggegat, tussen Ameland en de Kleine Boschplaat het Borndiep-Amelandergat. Tussen de twee Boschplaten lag het Boschgat, dat echter niet doorliep, doordat in het noorden de twee platen door zandbanken (het latere Kamperzand) waren verbonden. Waarschijnlijk is dit middengedeelte pas na het midden van de twaalfde eeuw een waddengebied geworden.

De duinvoet in het oosten moet toen ongeveer even ten westen van De Groede gelegen hebben (afb. 7). In het westen verliep de zeereep van direct ten westen van het huidige dorp West-Terschelling achter het Gritjeplak langs naar het noorden.

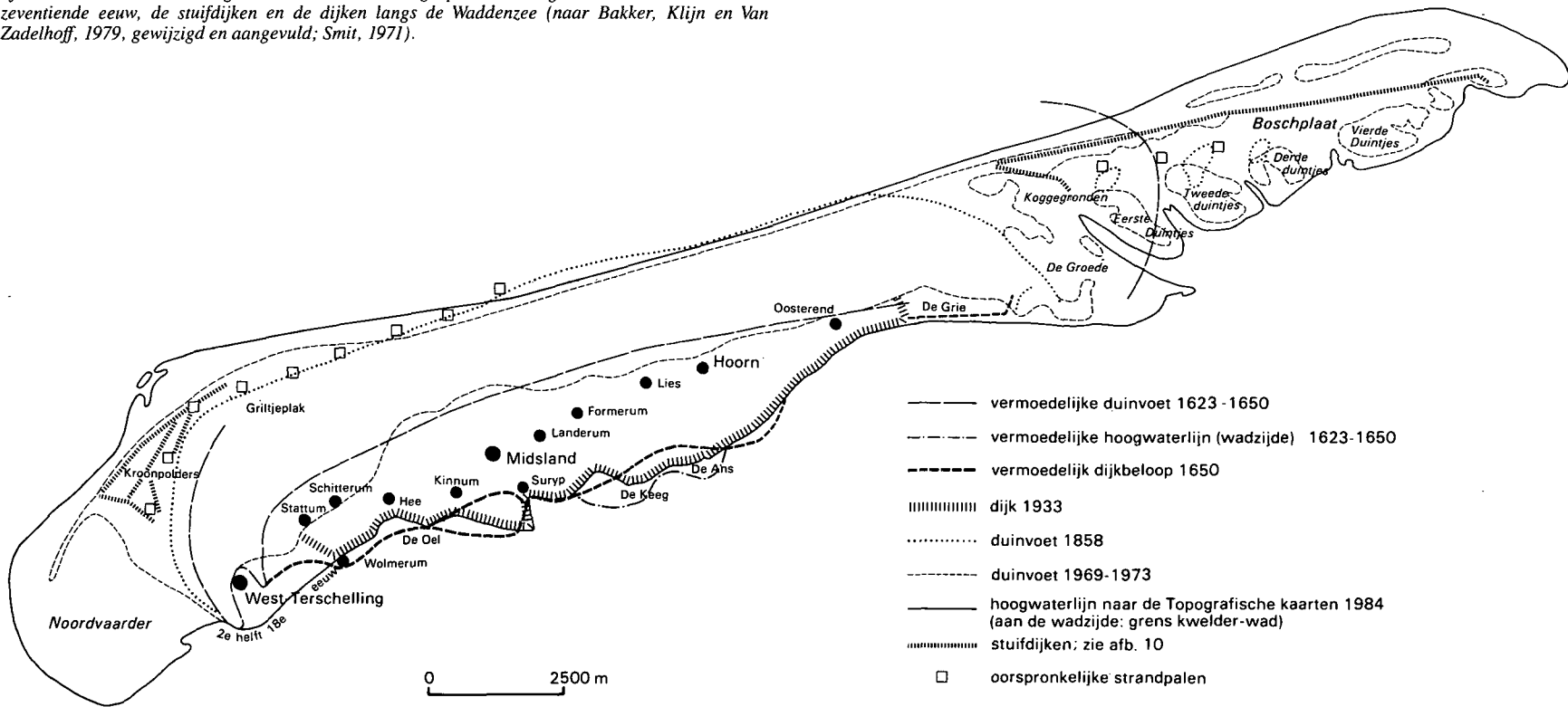
Afgaande op de gebogen vorm van de vroegere en de tegenwoordige duinkust, lijkt het aannemelijk dat ook Terschelling oorspronkelijk bestond uit een schelpvormig duinmassief (zie 2.2). Zowel uit geologische onderzoeken van de diepere ondergrond (Van Staalduinen, 1977) als uit geohydrologisch onderzoek (Beukeboom, 1976) lijkt het zelfs mogelijk dat er oorspronkelijk twee duinbogen zijn geweest, die later tot één zijn samengegroeid. Door de latere vervorming van het oostelijke deel van het huidige duingebied is hiervan niets meer terug te vinden.

Reeds lang voor de hier beschreven situatie in de zeventiende en achttiende eeuw moet het eiland al bewoond zijn geweest, maar van de vroegste geschiedenis is weinig bekend. De naam Terschelling duikt voor het eerst op in 1296, toen de bisschop van Riga op een reis berichtte dat hij zich bevond "...apud sanctum Nycolanum in Scelingha" (St. Nicolaaskerk in Midsland).

Het eiland heette oorspronkelijk echter Wexalia (Wessel). De naam Terschelling komt van een stroom, de Scylge, die tussen Wexalia en een zandplaat liep. Toen deze zandplaat tussen ca. 900 en 1300 met het eiland verheelde, ging de naam van de stroom over op het westelijke deel van het eiland en later op het gehele eiland (Smit, 1972).

Het Strijper kerkhof ten zuiden van Midsland, bij het gehucht Strijp (= Suriyp), is ongetwijfeld de oudste begraafplaats, waar omstreeks 900 een houten kerkje zou hebben bestaan. Wellicht moet hier ook de eerste bewoning gezocht worden, maar waarschijnlijk waren er van oorsprong al verschillende bewoningkernen. Sommige van

Afb. 7 De vormverandering van en de duinvorming op Terschelling sinds het midden van de zeventiende eeuw, de stuifdijken en de dijken langs de Waddenzee (naar Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979, gewijzigd en aangevuld; Smit, 1971).



deze oude kernen liggen op geleidelijk van de duinen naar de Waddenzee afhellende zandtongen, zoals Lies, Hoorn en Oosterend in het oosten en Hee in het westen. Andere, zoals Midsland en Landerum liggen op door lagere gronden van de duinen gescheiden, geïsoleerde hoogten, waarschijnlijk kleine duincomplexjes op de vroegere zandopduiking ten zuiden van de bovengenoemde reeks dorpen. Op deze zelfde opduiking liggen of lagen de kleine, maar vroeger belangrijke bewoningskernen Kaart, Horp en het in zee verdwenen Stortum. Ten noorden hiervan lagen nabij de toenmalige duinvoet de dorpen Schitterum en Stattum (zie afbeelding 7), ongeveer ten noordoosten van Halfweg. Beide dorpen verdwenen in de loop van de achttiende eeuw door overstuiving.

Smit (1971), waaraan wij het volgende grotendeels ontleen, heeft duidelijk gemaakt, dat er voor de aanleg van dijken al een aantal bekade dorpscomplexen was. Hiervan was de oude agrarische structuur omstreeks het midden van de vorige eeuw nog grotendeels intact. Vooral de situatie bij Lies en Hoorn, waar de hoge zandgronden aan de duinvoet geleidelijk afhellen naar de lagere gronden, gaf een goed beeld van de vroegere situatie. Hier, maar ook elders, stroomden veel beekjes (*sienen*) uit de duinen naar de lagere gronden, waardoor het gebied zeer nat was en op verschillende plaatsen zelfs veen werd gevormd.

Doordat de duinbeekjes overgingen in wadprijen, bevat veel veen wat lutum of het veen wisselt af met dunne kleibandjes. Naar het zuiden gingen de venige gronden over in een brede kleistroom. Bij Oosterend en ten westen van Midsland ontbreken tegenwoordig de kleigronden grotendeels. Hier is veel land verloren gegaan. De oudste bewoning met bijbehorend bouwland lag bij Hoorn en Lies direct ten zuiden van de Eilandweg op de overgang van het zand naar de kleihoudende veengrond (afb. 8). De *akkercomplexen* werden meestal begrensd door een sien, die zoet water leverde voor de nabijgelegen boerderijen. Dicht bij de akkers, eveneens grenzend aan een waterloop, lagen de *kampen*, die eertijds door wallen waren omgeven. De kampen waren in het midden van de vorige eeuw als bouwland in gebruik, maar dienden eerder ook om vee in te scharen.

In de overgangszone van de (middelhoge) zandgronden naar de laag gelegen kwelders lagen hooilanden of *mieden*. Men koos hiervoor speciaal plaatsen met (zandig) veen op een kleiondergrond of waar zand- en kleilagen in de grond afwisselden. De mieden lagen nog binnen de omkading, op plaatsen waar (soms kunstmatig) zoet water kon worden aangevoerd, maar waar in verband met de hooioogst en de naweiding tevens een snelle drainage mogelijk was. Ook de mieden grensden daarom altijd aan een waterloop.

Buiten de bekade akkers, kampen en mieden lagen de iezen (meenscharren, gemeenschappelijk gebruikte gronden), die iets droger waren dan de kampen, maar nog toevoer van zoet water hadden. Ze dienden voor het inscharen van de schapen, die overdag op de niet-bekade kwelders graasden.

Op deze *finnen* en fennen moest ook het rundvee zijn voedsel vinden. De finnen, waaruit het melkvee dagelijks naar of nabij het dorp werd gedreven, waren bereikbaar langs veedriften, die buiten het complex van akkers, kampen en mieden om, voorbij het dorp tot in de duinen doorliepen. De hoge zandgronden langs de duinvoet, de *noordlanden*, waren in gebruik als z.g. binnenweiden; ze waren een aanvulling op de finnen, die in de herfst vaak snel te nat werden. Doordat de duinvoet toen noordelijker lag dan thans, besloegen de binnenweiden een grote oppervlakte. De boeren beschouwden dit gebied als hun gemeenschappelijke weidegronden (meenscharren, mienten), maar voor de graven waren ze een deel van de woeste gronden en behoorden dus tot hun bezit. De eenscharren in het noorden kwamen waarschijnlijk pas in gebruik toen men ook aan de noordzijde van de Eilandweg boerderijen stichtte, die hun aangrenzend bouwland dus ook ten noorden van de weg hadden. Door de akkers leidden smalle paden, "burenwallen", naar de eenscharren of naar de kampen. De oorspronkelijke zuidelijke randstrook van de binnenweiden, of noordlanden, werd waarschijnlijk reeds vroeg in de vorm van een z.g. veldgrasstelsel geëxploiteerd. Bij toename van de bevolking legde men hier tijdelijk bouwland





- A oudste akkernernen (akkers bij huis, tuinen)
- F finnen (onbekade kwelders)
- H mieden (hooilanden met naweide)
- He heidelanden
- I iezen (meenscharren)
- K kampen (jonger akkerland)
- N noordlanden
- T terpen
- Z hoge zandgronden, in gebruik via het velgrasstelsel

burenwallen, burepaden



Afb. 8 De agrarische structuur van Terschelling omstreeks het midden van de vorige eeuw (naar Smit, 1971).

aan, dat na enkele jaren weer gedurende een aantal jaren als grasland werd benut. De middelhoge zandgronden, gelegen tussen deze strook en het oorspronkelijke akker-

land, bestonden gedeeltelijk uit meenscharren en gedeeltelijk uit complexen jonger akkerland.

De oude agrarische structuur van Lies en Hoorn was ook bij de overige dorpen aanwezig, maar door de afwijkende bodemopbouw, naderhand opgetreden kustafslag en door overstuiving, kwam daar omstreeks het midden van de vorige eeuw een vaak iets afwijkend patroon voor.

Het is niet bekend, wanneer de eerste dijken op het eiland zijn aangelegd. Al vroeg waren er allerlei partiële dijkjes en dammen, maar met zekerheid was ca. 1550 een doorlopende zeedijk aanwezig. De oudste vermelding is in een overeenkomst uit 1506 tussen de heer van Terschelling en de boeren, waarbij de laatsten de dijk moesten schouwen "na alter gewaenten". Hieruit blijkt dat de dijk toen al lang, waarschijnlijk al enkele eeuwen, bestond.

Na het tot stand komen van de zeedijk werd de afwatering verzorgd door acht dorps-polders, de hemrikken, die ook elk verantwoordelijk waren voor het onderhoud van een vak van de zeedijk. In alle hemrikken werden de waterstanden afgestemd op de waterbehoefte van de hoge zandgronden en de mieden. Eventueel kon men door stuw-tjes de afvoer zo regelen dat het water naar de mieden kon worden gevoerd, omdat de hooioogst belangrijker was dan de opbrengst van de akkerbouwgewassen.

Bij de aanleg van de eerste zeedijk bleef nog veel land buitendijks, waarvan De Keeg en De Ans (ten zuiden van Lies en Hoorn) de laatste overblijfselen zijn. Deze eerste dijk sloot in het westen bij het in zee verdwenen Wolmerum (even ten oosten van het huidige West-Terschelling) op de duinen aan. In het oosten liep de dijk bij Oosterend, ten zuiden van de huidige dijk nog ver in oostelijke richting door. In het begin van de zeventiende eeuw was het gedeelte ten zuiden van De Groede echter al weggeslagen. Van de buitendijkse gronden buiten de eerste zeedijk bedijkte men in het begin van de zeventiende eeuw een deel bij Suriyp met een zomerkade, de huidige Polder Het Nieuwland of Suriyerpolder. Na herhaalde overstromingen kwam hier in 1650 een echte zeedijk, die al na dertig jaar weer doorbrak. Pas in 1858 werd hier de huidige zware zeedijk gelegd.

Ook de grote zeedijk brak vele malen door en veel land verdween in de loop der eeuwen in zee, o.a. al het land ten zuiden van de kampen van Oosterend en alle cultuurgronden van Westeinde (het tegenwoordige West-Terschelling) met het dorp Wolmerum. In het noorden werd het cultuurland voortdurend bedreigd door overstuiving. Behalve de dorpen Statum en Schitterum met hun akkergronden werden ook de kampen van Kinnum, Midsland en Hee overstoven. Door het verloren gaan van veel weidegrond op de kwelders, zette men na de bedijking een deel van de vroegere mieden (hooilanden) om in weiland. Op de relatief droge iezen (meenscharren) kwam in de vorige eeuw vrij geregeld bouwland voor. Evenals op de andere eilanden diende het bouwland alleen om te voorzien in de eigen behoeften en voor de verbouw van veevoeder. De oppervlakte geschikte gronden was echter beperkt. De meeste gronden waren voor akkerbouw te droog of te nat. Dit laatste trad vooral op, toen na de bedijking de afvoer van het water uit de duinen via de sienen een probleem werd. De uitwatering op de Waddenzee geschiedde namelijk door een aantal dijksluizen, die slechts bij eb konden lozen, d.w.z. gedurende hoogstens twaalf uur per dag. Hoe lager de sluisdrempeel, hoe beter de afwatering van de laagste gronden was, maar tegelijk hoe korter de tijd dat men kon lozen. Bij aanhoudende westen- en noordwestenwind kon in het geheel niet gespuid worden, een situatie die in de winter en de herfst herhaaldelijk voorkwam, maar ook in natte zomers niet zeldzaam was. Grote delen van het polderland stonden daardoor vaak langdurig blank. Bovendien ging men ten behoeve van de watervoorziening van de mieden en de kampen het voorjaar liefst met een zo hoog mogelijke grondwaterstand in. Daardoor bleef het land lang nat en kon pas laat beweid worden, terwijl ook in de herfst beweiding al vroeg onmogelijk werd. Als gevolg van de slechte conditie van het grasland werd ook maar weinig of in het geheel niet bemest. Goed grasland trof men dan ook alleen aan op de wat stevigere kleigronden ten zuiden van Lies en Hoorn.

Door dit alles was het vee een deel van het jaar voor beweiding aangewezen op de

noordlanden en op de duinen, die hierdoor een onmisbaar onderdeel van de agrarische bedrijfsvoering vormden. Deze waren dan ook, volgens een oud gebruik, het gehele jaar vrij toegankelijk voor het vee, evenals de hooilanden en het bouwland na de oogsttijd. Dit "overal of oeral" bleef zelfs tot in deze eeuw in stand. Vaak moest het vee al eind augustus of begin september de duinen in; ook in het voorjaar liep het meestal tot half mei in de duinen. Na dijkdoorbraken, zoals die van 1825, toen de polder door geldgebrek drie jaar bleef drijven, was het grasland vaak zo verzilt, dat het vee gedurende enkele jaren de gehele winter in de duinen moest grazen.

Behalve voor deze begrazing, benutte men de duinen ook voor het snijden van helm, kruipwilg, heide, gagel, enz. als strooisel, veevoer, dakbedekking en brandstof en voor de jacht op konijnen. Deze groef men uit, aangezien schieten van oudsher was verboden. Dit intensieve gebruik bracht mee dat hierover in de loop der eeuwen voortdurend twisten waren, evenals over de grens van het duingebied met het eigendom van de boeren. In 1734 werd door de Staten van Holland en West-Friesland, waartoe Terschelling destijds behoorde, het "eeuwig" vruchtgebruik aan de bevolking gegeven. Deze overeenkomst werd reeds in 1858 door de Staten opgezegd, toen de inmiddels ingestelde gemeente de stukken niet meer kon overleggen. Tenslotte kocht het rijk in 1907 alle rechten af en droeg het beheer van de duinen aan het Staatsbosbeheer op. De intensieve exploitatie van de duinen had de vegetatie sterk aangetaast. Wel waren in de zeventiende en achttiende eeuw enkele maatregelen genomen, o.a. ordonantiën op het plaggensteken en brandhout halen. Door de toenemende armoede in de Franse tijd en de verzwakking van het gezag, nam de exploitatie en daarmee de degradatie van de duinen echter eerder toe dan af. Wel plantte men hier en daar wat helm, maar tot 1846 bleef dit beperkt tot de directe omgeving van de akkers. Met uitzondering van een ca. 100 m brede strook aan de zuidrand, waar o.a. een deel van de Landerumerheide met een (verarmde) heidevegetatie begroeid bleef, kwam het hele duingebied in verstuing en verdween over grote oppervlakten.

In het westen ontstonden grote uitblazingsvallen (o.a. de Groene Pollen, nu in het bos ten noorden van West-Terschelling), waarbij het zand ten dele als hoge paraboolduinen en, waar ook de laatste vegetatie ontbrak, als hoge loopduinen (zie 2.2) verder naar het oosten werd opgehoopt. Ten noorden van Hee was in 1885 het hoge Arjensduin in beweging geraakt, waarbij talrijke landerijen werden bedolven. Verder van het dorp, wat meer naar het noorden en noordoosten, was de vernieling wat minder en werden alleen grote paraboolduinen gevormd.

Ten oosten van Midsland, waar de duinen smaller werden, ontstonden echter eveneens loopduinen. Hier stoven talrijke landerijen onder en tijdens een zes dagen durende storm in 1863 al het heideland ten noorden van Hoorn. Ook de Koegelwiek stooft tussen 1825 en 1885 uit. Omstreeks 1870 werd ten oosten van Lies dan ook een stuivend landschap aangetroffen met niet minder dan 43 onbegroeide loopduinen van 10 tot 20 m hoogte, die zich 15 à 20 m per jaar naar het oosten verplaatsten. Het meest oostelijke, het huidige Witte Duin op de Groede, verplaatste zich tussen 1825 en 1885 zelfs bijna 1500 m (Van Dieren, 1934).

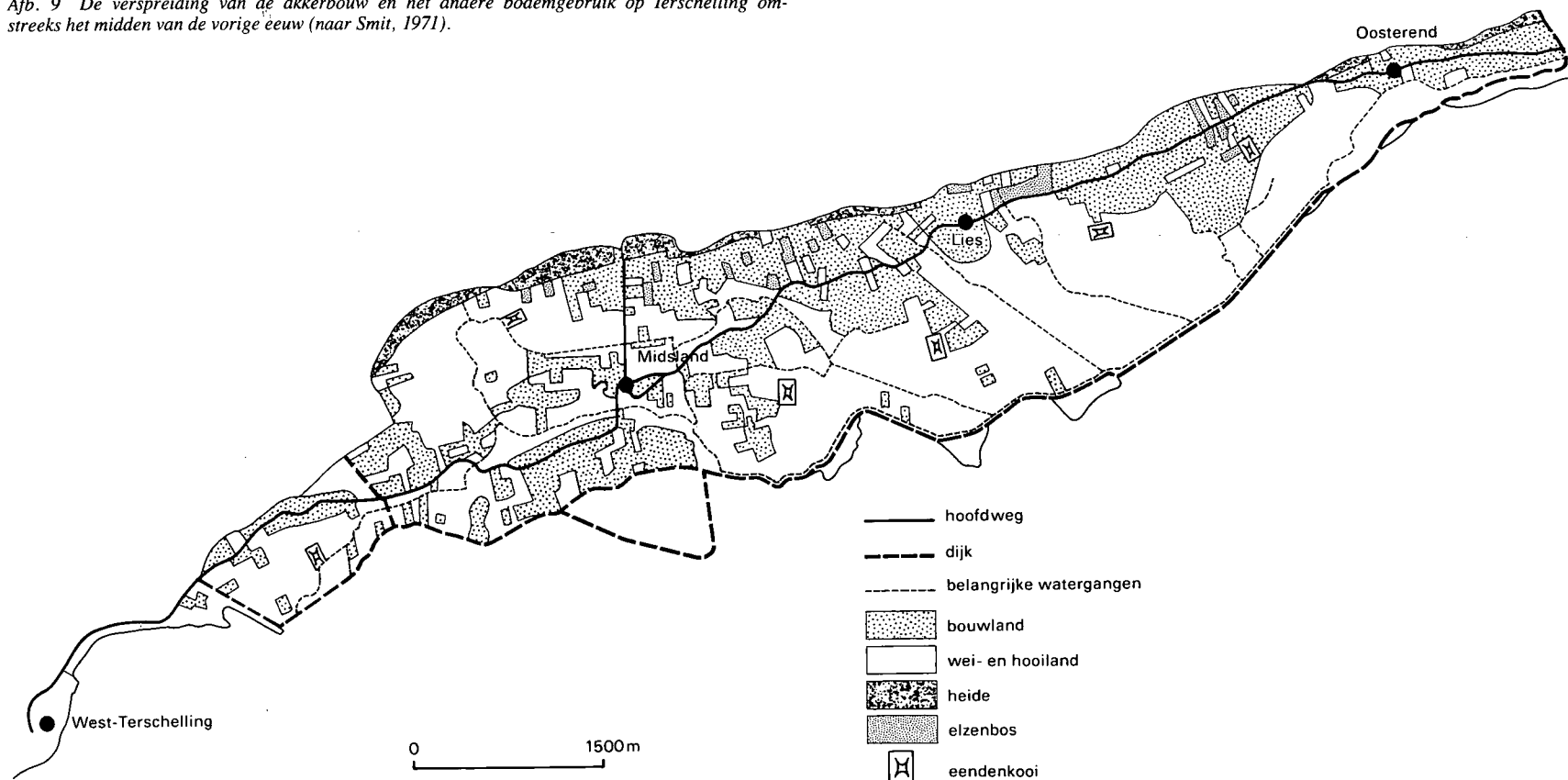
In de uitgestoven loopduinvlaktes werden soms grote drijfzandvelden aangetroffen. Toen daardoor de reddingsboot bij Oosterend het strand niet meer kon bereiken, legde men in 1885 een stuifdijk dwars door het gebied, de huidige Strandweg.

Toen de staat in 1846 het beheer van de buitenduinen overnam, begon men deze vanuit het westen met helm te beplanten, maar door gebrek aan geld was men in 1885 pas tot Midsland gekomen. Omdat veel landerijen bij Oosterend overstoven en zelfs boerderijen werden bedreigd, ging men in 1885 met behulp van de bevolking over tot een grootscheepse aanplant van helm, waardoor de duinen snel werden vastgelegd en begroeid raakten. In 1909 nam het Staatsbosbeheer de bebossing ter hand.

In 1910 werd de beweiding in de duinen gestaakt. Ter compensatie zijn in 1920 ten oosten van Lies enkele grote loopduinvlaktes ontgonnen (zie afbeelding 11), die men wat egaliseerde en enigszins ontwaterde.

Inmiddels was ook op landbouwkundig gebied een aantal veranderingen tot stand gekomen. In 1860 verenigden de hemrikken zich tot één waterschap, de Terschellin-

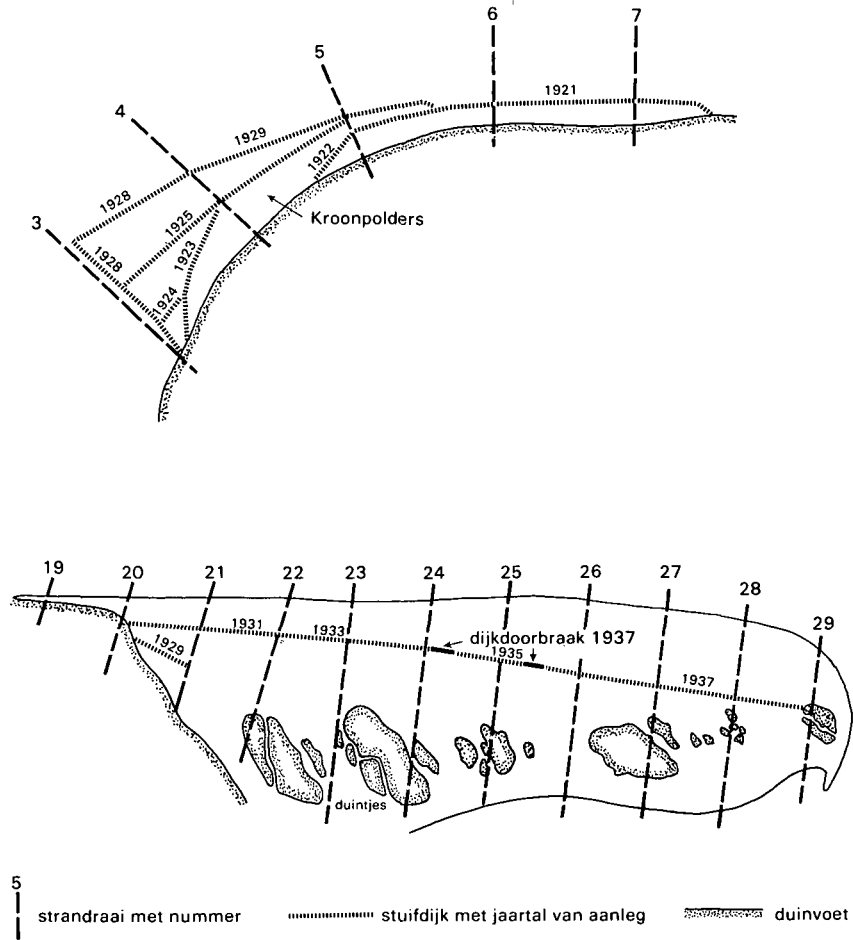
Afb. 9 De verspreiding van de akkerbouw en het andere bodemgebruik op Terschelling omstreeks het midden van de vorige eeuw (naar Smit, 1971).



gerpolder. Het cultuurland bleef echter sterk versnipperd en verdeeld. In 1935 bezaten de 214 bedrijven 328 ha bouwland en 1530 ha grasland; de gemiddelde bedrijfs-grootte was 7 ha. Per bedrijf waren er gemiddeld 10 koeien, hetgeen al een vooruit-gang was ten opzichte van de 6 koeien in 1905 (Bertoen-Brouwer, 1941). In 1947 kwam een ruilverkaveling tot stand, waardoor in 1955 het aantal bedrijven was terug-gebracht tot 116 met een gemiddelde bedrijfs-grootte van 8,7 ha (Franssens, 1958).

Waren er direct na de oorlog nog akkers met gerst, rogge, tarwe, haver en aardappel- en op de gemengde bedrijven (Knop, 1946), in 1955 was ca. 87% van het cultuur-land al grasland. Sindsdien is het bouwland, dat in het midden van de vorige eeuw nog ca. 40% van de polder besloeg (afb. 9), in snel tempo verdwenen.

Behalve in het duingebied en in de polder waren ook aan de buitenkant van het eiland belangrijke veranderingen opgetreden. In het westen was reeds omstreeks het mid-den van de zestiende eeuw een aantal zandbanken gevormd (De Plaat- en Middel-gronden), die langzaam naar het eiland schoven. Tussen deze banken en de kust ont- stond de diepe Dellewalslenk. De dijk, die in een rechte lijn naar het westen liep, brak al in 1559 door. Dat gebeurde ook enkele malen met de daarna aangelegde bin-nendijk en een dijk in noordelijke richting naar de duinen. In 1723 verdwenen ca. 150 huizen van West-Terschelling, dat toen grotendeels ter plaatse van de huidige haven lag, in de slenk. Er ontstond een klifkust, de Dellewal. Om verder landverlies te voorkomen sloot men in 1753 de slenk af met een strekdam en een dijk naar de west-punt van het eiland, waardoor de latere haven werd gevormd.



Afb. 10 Stuifdijken op de Noordvaarder (boven) en op de Boschplaat (onder) (naar Smit, 1971).

Omstreeks 1708 was in de westelijke mond van het Vlie een aantal zandbanken met het eiland verheeld, waarbij een grote inham, de rede van Terschelling, overbleef. Dit verhinderde echter niet dat ook de westelijke zeereep, die van een punt ten noordwesten van het dorp tot ten oosten van het huidige Griltjeplak liep, ernstig werd aangetast. Omstreeks 1850 sloeg het duin hier jaarlijks nog over een aanzienlijke lengte weg.

Inmiddels waren in het noordwesten nog enkele zandbanken bij het eiland aangesloten. Een zeer grote verbreding ontstond toen in 1866 de geul tussen de ca. 500 ha grote Noordvaarder en het eiland verzandde. Al deze zandbanken vormden een belangrijke nieuwe zandbron, waardoor in 1866 voor de westelijke zeereep, vanaf paal 8, een nieuwe duinenrij ontstond met er achter een zeer smalle vallei. Deze liep zuidwaarts uit in een doorwaadbare geul tussen de duinen en de Noordvaarder, ter plaatse van het huidige Groene Strand, die tot eind vorige eeuw in stand bleef.

Omdat de verdere duinvorming op de Noordvaarder zeer langzaam verliep, legde men tussen 1920 en 1928 een aantal stuifdijken aan die delen van de strandvlakte afsloten, de Kroonpolders (afb. 10). Ten zuiden van de Kroonpolders zijn sindsdien nog meer duinen ontstaan, afgewisseld met natte en vochtige valleien. Ook aan de noordkust werd de zeereep in de vorige eeuw ernstig aangetast. Tussen paal 13 en 17 was al in 1877 een klifkust gevormd. Sindsdien zijn de duinen hier voortdurend teruggeweken. Om het zand te behouden, wordt de zeereep hier door Rijkswaterstaat naar achteren geschoven, de aangrenzende vallei in (afb. 11). In het oosten vond een spectaculaire aangroei plaats. Het Koggediep verzandde (Koggegronden), waardoor de Boschplaat met het eiland verheelde. Aan de wadzijde van de plaat ontstond een aantal duincomplexen, maar het grootste deel bleef tot kort voor de laatste oorlog een onbegroeide, bij elke hoge vloed overspoelde vlakte, evenals De Groede. Naarmate de duintjes zich uitbreidden, nam de getijstroom in de tussenliggende lage delen van de plaat toe, waardoor diepe geulen ontstonden. De plaat dreigde tenslotte op diverse plaatsen te worden doorsneden. Om dit tegen te gaan legde Rijkswaterstaat tussen 1923 en 1929 een stuifdijk aan van de noordoostpunt van de duinen bij paal 20 naar de Eerste Duintjes. De dijk lag echter ongunstig ten opzichte van de wind, stoof niet op en sloeg gedeeltelijk weer weg. Tussen 1931 en 1938 legde men daarom een



Foto Stiboka 28026

Afb. 11 Ten oosten van Hoorn op Terschelling wordt de zeereep binnenwaarts gedrongen en schuift de tot weiland ontgonnen duinvalleien in. Helm en kruipwilg trachten zich boven de zandmassa uit te werken. De uitgestrekte vallei is een loopduinvlakte, waarvan het verplaatste zand zich heeft opgehoopt in de hoge duinen op de achtergrond.

nieuwe stuifdijk aan, ditmaal dicht langs zee, vanaf hetzelfde vertrekpunt naar het Amelanderduin (zie afbeelding 10). Op deze dijk vormden zich snel duinen, terwijl de plaat begroeid raakte en gedeeltelijk met een dunne kleilaag werd overdekt.

### 3.3 Ameland

De oudste vermelding van het eiland dateert uit de tweede helft van de achttiende eeuw en luidt "insula que dicitur Ambla" (Gijsseling, 1960), waarbij dus al sprake was van een eiland. Verdere historische berichten ontbreken tot het jaar 1396, toen Albrecht van Beieren, graaf van Holland, poogde Friesland onder zijn gezag te brengen. Ameland zegde toe hem als heer in te huldigen, zodra hij Friesland onderworpen had (Poort, 1966). Toen dit in 1398 gebeurde, schonk Albrecht het eiland als leen aan de heer van Egmond. Omdat Friesland zich al spoedig weer vrij maakte, voordat Albrecht was ingehuldigd, is de geldigheid van de belening altijd bestreden en betuigde Ameland met succes weer zijn onafhankelijkheid. Wel werd de afspraak met Albrecht en later met zijn zoon op bovengenoemde voorwaarden vernieuwd.

Het feitelijke gezag op het eiland berustte sinds de vijftiende eeuw bij het geslacht Cammingha, voortgekomen uit een aanzienlijk Amelands ingezetene uit die tijd. In 1500 erkende Maximiliaan van Oostenrijk de Cammingha's uitdrukkelijk als heren van Ameland. Oorspronkelijk behoorde het gebied ten oosten van de slenk tussen Buren en Nes echter aan het klooster van Foswerd in Friesland. Pas toen in 1580 de kloostergoederen werden geconfisqueerd, kwam ook dit deel in eigendom aan de Cammingha's.

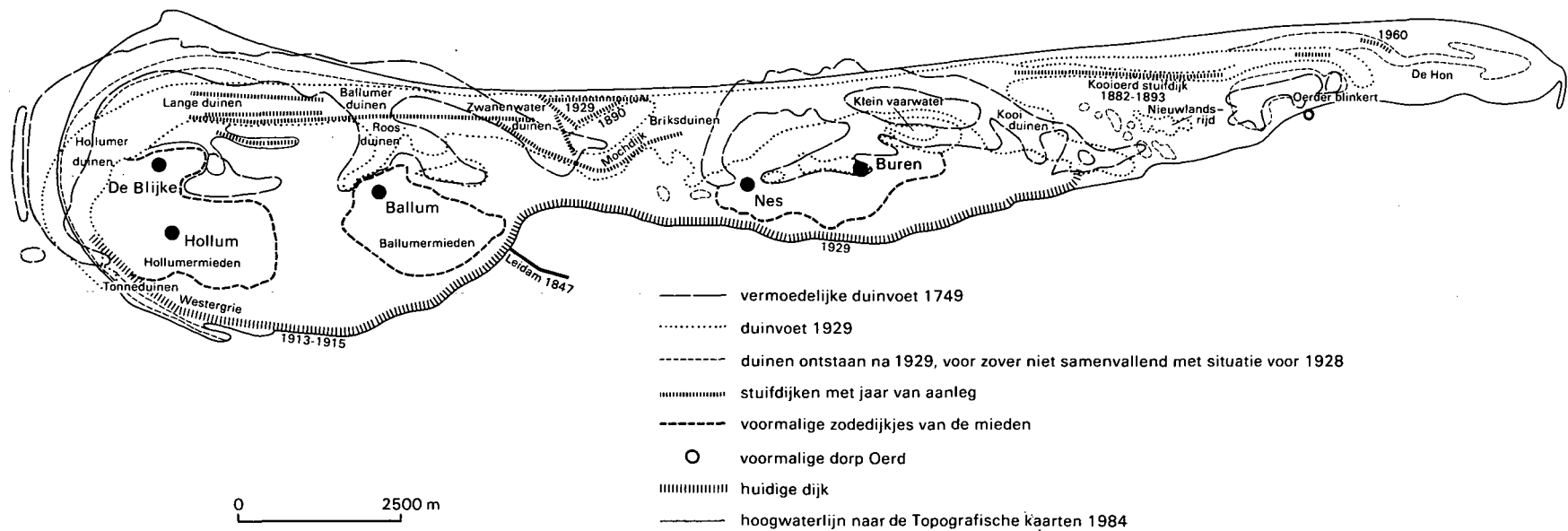
De zelfstandigheid van Ameland blijkt ook uit het feit dat het eiland in de Tachtigjarige oorlog neutraal bleef, evenals in de oorlog met Engeland in 1672. Na het overlijden van de laatste erfgenaam van de Cammingha's werd het eiland verkocht aan Willem Friso, Stadhouders van Friesland, maar tot 1795 behoorde het nog steeds niet officieel tot de Verenigde Nederlanden.

Hoewel de eerste berichten dus pas uit de veertiende eeuw stammen, waren de oude dorpen waarschijnlijk toen al enkele honderden jaren oud. Deze dorpen lagen binnen drie duinbogen (afb. 12 en 2.2), tot in de vorige eeuw gescheiden door brede strandvlakten die bij hoge vloed onderliepen. Aan de kant van de Waddenzee lag toen vóór deze duinbogen en strandvlakten nog een doorlopende strook kleigrond. Waarschijnlijk was eertijds ook een doorlopende strandwal met duinen aanwezig, waarvóór de klei werd afgezet. Mogelijk vinden we resten van deze strandwal in de lage duingebieden tussen Hollum en Ballum en in de Bramerdunnen ten oosten van Nes. Wanneer deze duinrug doorgebroken is en in welke tijd de duinbogen zijn ontstaan, is onbekend. Gezien de ligging van de dorpen, die blijkens hun namen uit de tiende of elfde eeuw dateren, moeten de duinbogen voor die tijd zijn gevormd, wellicht kort voor of in de vroege Middeleeuwen.

In het westen van de westelijke boog lag Hollum, dat uit twee delen bestond. In het noorden lag een ongeordende agrarische nederzetting dicht bij het duin. Ten zuiden daarvan vond men een regelmatig aangelegde schippersnederzetting aan de weg naar de rede. Ten noorden van Hollum lag het gehucht Bliet (De Blijke), dat in het begin van de vorige eeuw slechts uit 7 boerderijen bestond. Thans ligt de vroegere kern grotendeels onder het duinzand. In de zestiende eeuw lag ten westen van Hollum tegen de binnenduinvloet het gehucht Sier, dat geheel onder de duinen verdwenen is. Bij het terugdringen van de westelijke duinvloet door de zee vond men in 1825 en in 1950 resten ervan op het strand terug. Het tweede grote dorp in de westelijke duinboog was Ballum, van oudsher het belangrijkste dorp op het eiland, waar ook het "slot" van de Cammingha's stond.

Op een vooruitspringende punt van de oude duinreeks, waarvan de Bramerdunnen de resten zijn, lag binnen de middelste duinboog het dorp Nes. Ook hier was het noordelijke deel een landbouwdorp en het zuidelijke, grootste deel, een vissers- en zeelieden-nederzetting. De landbouwgronden lagen in de betrekkelijk hoge duinvlakte (de Haverpadsdelle) ten noordoosten van het dorp. Buren (Buren in Nes), een geheel agrarische nederzetting, is zoals de oude naam ook aangeeft, een latere nevenvesti-

Afb. 12 De vormverandering, duinvorming en stuif(dijk)aanleg sinds 1749 op Ameland (naar Isbary, 1936; Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979; iets gewijzigd en aangevuld).

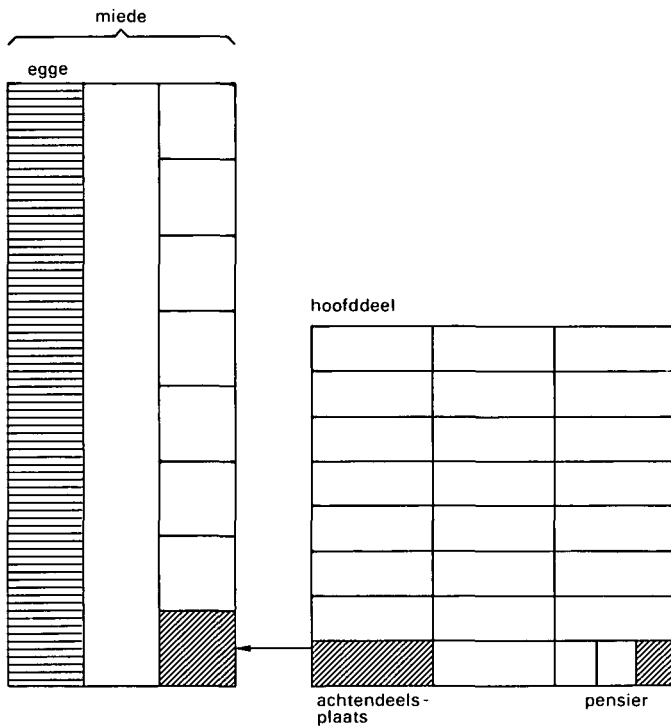




ging van Nes.

Bij de eendenkooi in de Kooiduinen lag het dorp Swartenwolde, dat na 1558 verdwenen moet zijn. Dit is ook het geval met de dorpen Oerd en Oldhuys of Oosterhuizen, die binnen de oostelijke duinboog lagen. Na de stormvloed van 1825 (en ook in 1933) kwamen aan de wadkant van de Oerderduinen resten van de vroegere huizen van Oerd, alsmede diverse gebruiksvoorwerpen te voorschijn. De ligging van Oosterhuizen is niet bekend. De oude Amelandse dorpen kenden een gering bouwlandareaal, dat evenals op Terschelling, in de onmiddellijke nabijheid van de nederzettingen was gelegen. Dit bouwland werd evenals trouwens de hooilanden tegen het zeewater beschermd door lage kaden. De onbedijkte kwelders (grieën) en de duinen waren in gemeenschappelijk gebruik. Dit gold ook voor de hooilanden, die op een bijzonder ingewikkelde manier waren verdeeld.

De mieden van Hollum en Ballum bestonden elk uit 3 eggen en deze uit 8 hoofddelen (afb. 13). Elk hoofddeel was onderverdeeld in 24 achtendeelsplaatsen (een landmaat), die elk weer waren opgesplitst in 3 pensieren (verbastering van penningckshuur), waarschijnlijk de cijns voor deze oppervlakte aan de heer (Postma, 1954). Iedere hoeve had in elk hoofddeel een pensier. Misschien mogen we daaruit opmaken dat toen deze regeling werd ingesteld, zowel in Hollum als in Ballum 72 hoeven in het systeem participeerden. Het aandeel in de buitenweide en in het weinige bouwland was evenredig aan het aandeel in de miede. Een achtendeel gaf het recht één koe in de buitenweide te laten grazen. Een hoeve kon dus hoogstens acht koeien houden, meestal waren het er echter maar 4 of 5 met een melkopbrengst van 6 á 7 l per koe per dag.



Afb. 13 De oude landverdeling van de mieden van Hollum en Ballum.

De in percelen verdeelde mieden werden in Hollum tot 1840 en in Ballum tot 1770 periodiek herverdeeld (Houwink, 1899). Ze waren niet of nauwelijks ontwaterd en in natte zomers dreef het hooi over het land. Na 2 september mocht het vee in de mieden en werden deze (al)gemene weide. Doordat de mieden naar het zuiden niet uitgebreid

konden worden, werd later bij Ballum en Nes, maar vooral bij Hollum, bouwland in grasland omgezet. In de lage binnenduinen legde men dan nieuwe bouwlanden, soms zelfs grasland aan, de z.g. hiemen. Deze waren afzonderlijk tegen het vee beveiligd en particulier bezit (Brouwer, 1936).

Evenals op Terschelling was veeteelt de hoofdbron van inkomsten, voornamelijk de fokkerij; de zuivel was bijzaak (Bertoen-Brouwer, 1941). Op Ameland was ook veel paardenfokkerij. De akkerbouw diende hoofdzakelijk voor eigen behoefte. Men verbouwde vooral rogge en rondom de dorpen bovendien aardappelen.

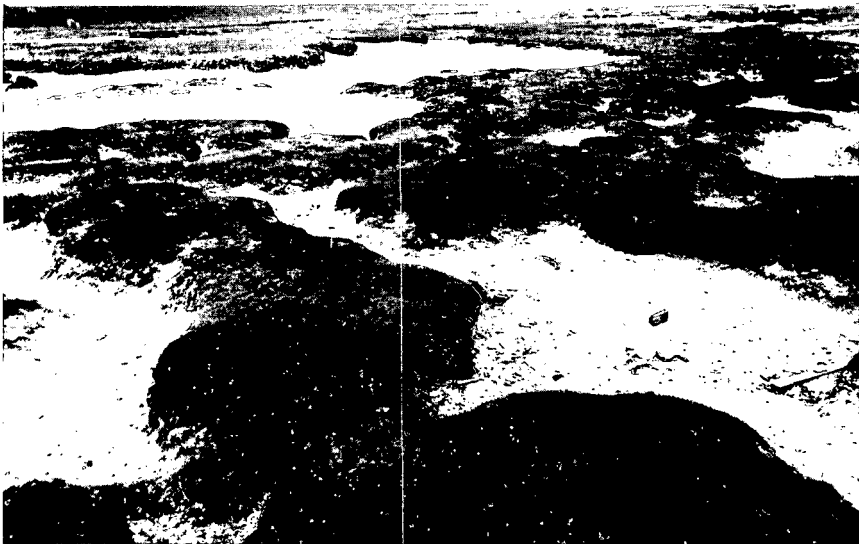
Ook op Ameland waren de duinen een integrerend deel van het agrarische bedrijf. Ze waren in Hollum en Ballum het gehele jaar en op het oostelijke deel van Ameland van half september tot begin december bij de gerechtigden in gebruik, o.a. voor het weiden van vee, het steken van plaggen, het snijden van helm (voor dakbedekking) en voor de konijnenjacht (Brouwer, 1936). De schade door het snijden van helm beperkte men, doordat iedere gerechtigde op de plek waar hij gesneden had, nieuwe helm moest planten. Dit werd tweemaal per jaar gecontroleerd. De grote verstuingen van de achttiende eeuw (zie 2.2) waren vooral een gevolg van het weiden van vee en de konijnenjacht, waardoor de duinen tot 1884 grotendeels kaal waren. Regelmatig waren er klachten over verstuingen, zoals in het gemeenteverslag van 1884: "ten westen van Hollum een deel der gemeene weiden ter grootte van ca. 80 ha (!) door zand der rijksduinen overstoven, te Nes de gehele Slinkweide, groot 31 ha en de duinvlakte van Nes tot Hollum en een deel van de weide ten zuiden van de rijkszeekeurende duinen door die duinen onder duinzand bedolven zijn".

Behalve door verstuing, waren de oorspronkelijke duinen ook in ernstige mate door de zee aangetast (Allan, 1857). Volgens oude kaarten lag de westelijke duinboog in 1749 nog op zijn vroegere plaats. Deze oude duinboog was in het oosten uitgebouwd met de Roosduinen en ten noorden daarvan met het zuidelijke deel van de huidige Zwanewaterduinen (zie afbeelding 12). In de achttiende eeuw werd de duinvoet bij Hollum echter 500 m naar het zuidoosten gedrongen. Meer naar het noorden verdwenen de duinen van de oude boog tussen Hollum en Ballum vrijwel geheel in zee, of stoven naar het oosten. Een groot deel van het zand werd opgehoopt in de Ballumerblinkert, die zich nog tot 1927 langzaam naar het oosten verplaatste. De stormvloed van 1825 richtte grote verwoestingen aan. Veel duinen werden weggeslagen en de dijken braken door. Hooi- en bouwlanden werden alom met duin- en zeezand overdekt (Van der Molen, 1968). In het begin van de vorige eeuw was de toestand zo kritiek geworden, dat men ten zuiden van de nog overgebleven duinen over het Grootslegt een stuifdijk aanlegde, die tot ten zuiden van de Zwanewaterduinen liep. Het zuidoostelijke deel werd in 1920-1921 verbreed en tot 6 m opgehoogd, de huidige Ballumer stuifdijk. Ten noorden ervan legde men een aantal lage dijkjes aan. Het geheel ontwikkelde zich tot de huidige Lange Duinen. Na 1929 ontstonden hier aan de zeezijde nieuwe duinen, waardoor een brede vallei werd afgesnoerd. Door recente duinvorming is deze vrijwel volledig van de zee afgesloten en is een groot, vrijwel zoet water- en moerasgebied ontstaan.

Ook de ten westen van Hollum gelegen Tonneduinen waren zo sterk aangetast en naar binnen gestoven, dat men hier in de jaren tachtig van de vorige eeuw eveneens een stuifdijk legde. De aantasting ging echter door en thans worden de Tonneduinen beschermd door enkele strandhoofden. De ten oosten van de Tonneduinen gelegen kwelder, de Westergrie, heeft ook voortdurend van landverlies te lijden gehad; sinds 1927 is hier meer dan 250 m weggeslagen (afb. 14).

Het landverlies bleef niet beperkt tot de duinen. Ook de vroegere Ballumergrie, waarvan nog de Zuidergrie en de Oostergrie resten, was eertijds aanzienlijk groter. Waar nu de Ballumerbocht ligt, liep de kust vrijwel recht naar het oosten. Het eiland had hier in 1568 zijn grootste uitbreiding. Sindsdien tastte een tegen de kust liggende geul de kust zodanig aan, dat men in 1847 de Leidam aanlegde. Inmiddels was echter bijna twee kilometer land verloren gegaan en was op het zuidelijk deel van de strandvlakte tussen de westelijke en de middelste duincomplexen een slenk ontstaan (voor het eerst vermeld in 1627), waardoor het eiland in tweeën dreigde te splitsen. Reeds

in 1807 legde men dwars over de vlakte een eerste stuifdijk aan, die in 1808 al doorbrak. Na het herstel volgde nog tweemaal een doorbraak, tot men omstreeks 1850 de stuifdijk ophoogde en versterkte tot de huidige Mol- of Mòchdijk. Ten noorden hiervan ontstond naderhand een nieuwe duinenrij, de Briksduinen, tegen de oude Nesserduinboog. In 1890 kwam de Zwanewaterstuifdijk tot stand, waarvoor zich al snel op de strandvlakte nieuwe duintjes vormden, de huidige Zwanewaterduinen. In 1929 sloot men deze met een nieuwe stuifdijk van de zee af, waarna een nieuwe zeereep opstoot.



*Foto Stiboka R46-142*

*Afb. 14 De Westergrie op Ameland, een hoge kwelder in afbraak. Grote erosiegeulen zonder begroeiing in de hoge, begraasde kwelder.*

Bij Nes lag oorspronkelijk een duinboog die een deel van de voormalige strandvlakte, de Haverpadsdelle, omsloot en die naderhand in het oosten met enkele nieuwe duinketens, waaronder de Kooидуinen, was vergroot. Hierbij werd een grote vallei, het Groot Vaarwater, ingesloten. Het oostelijk deel van het oude binnenduin begon eind achttiende eeuw te verstuiven en verplaatste zich als een 10 m hoog paraboolduin naar het oosten. Pas in het midden van de vorige eeuw kwam het tot stilstand. In de uitblazingsvallei tussen de paraboolarmen ontstond een duinmeer, dat als het Klein Vaarwater werd aangeduid.

De duinen in het noorden van de oude boog zijn geheel verstoven en als loopduinen naar het oosten verplaatst. Hierbij stoven de Haverpadsdelle en het Groot Vaarwater grotendeels dicht. Ook de Kooiduinen werden sterk aangetast en zijn, doordat ze als gemeenschappelijke weide in gebruik zijn, gedeeltelijk nog aan verstuiving onderhevig. Op de grote strandvlakte tussen de Nesser- en de Oerderduinen had men tussen 1855 en 1858 al een vruchteloze poging gedaan deze complexen met elkaar te verbinden. De huidige Kooioerdstuifdijk over het Nieuwlandsrijd kwam pas tussen 1880 en 1893 tot stand, waarna ten zuiden van de dijk al snel een begroeide kwelder ontstond. De duintjes, die in de vorige eeuw op de strandvlakte waren ontstaan, werden door de dijk van verdere zandtoevoer afgesloten en raakten begroeid of werden door de wind en aan de wadkant door water, weer afgebroken (Launspach en Schils, 1972).

Het meest oostelijke duincomplex, de Oerderduinen, bestond uit één enkele boog, die een grote vlakte omsloot. De oude binnenduinen aan de wadzijde zijn sterk aangetast en gedeeltelijk verdwenen. De duinen ter plaatse van het vroegere dorp sloegen in 1825 weg, waarbij oude fundamenten en waterputten bloot kwamen. Maar

ook de rest van de oorspronkelijke oude duinboog is sterk aangetast en verstoven. Hierbij ontstond de Oerder Blinkert, het hoogste duin van het eiland (24 m + NAP).

Nadat in 1879 ten oosten van de oude boog een nieuwe keten met een smalle vallei was gevormd, ontstond in 1910 een duinenrij, die vanaf ca. één kilometer voor het einde van de Kooioerdstuifdijk langs het Nieuwlandsrijd met een wijde boog het gehele Oerderduincomplex omvatte. Deze duinenrij sluit ook duinen en een hoog gelegen vallei in, die al voor 1900 dicht tegen de noordzijde van de stuifdijk waren ontstaan. In 1928 begon de vorming van een derde rij duinen, die vanaf paal 19 ten noorden van de stuifdijk de Oerderduinen tot de oostelijke kant omvatte. Nog recenter (na 1933) zijn de hiervoor gelegen duinen van de huidige zeereep. Ze worden naar het oosten geleidelijk lager en liggen op een stuifdijk (tot paal 23) uit de jaren zestig.

Hiervoor en verder naar het oosten gaan ze over in nog opstuivende, primaire duintjes. De vallei tussen deze zeereep en de duinketen uit 1928 is in het oosten nog niet gesloten. Door de beschuttende werking van laatstgenoemde duinenrij is op een groot deel van De Hon, ten oosten van de Oerderduinen, een uitgestrekte kwelder ontstaan. Ook zijn aan de wadkant lage duincomplexjes gevormd.

Inmiddels was Rijkswaterstaat tussen 1884 en 1894 begonnen de verstuiving van de oude duinen te beteugelen door het aanplanten van helm. Bovendien werden tussen 1889 en 1913 door de Heide Maatschappij en later door het Staatsbosbeheer een aantal denbossen aangelegd. Tenslotte waren ook veranderingen op landbouwgebied een dringende noodzaak. De binnenweiden waren uiteindelijk zo sterk versnipperd, dat sommige perceeltjes niet groter waren dan enkele tientallen vierkante meters. De (onverdeelde) buitenweiden lagen open voor eb en vloed. In 1912 hadden in Ballum 43 van de 48 bedrijven slechts 1-4 ha grond; in Hollum was de toestand niet veel beter. Een definitieve verbetering moest echter wachten op het tot stand komen van een zeedijk langs de waddenkust, die in het westen van het eiland in 1915 gereed kwam.

Nadat in 1896 het waterschap "De Grieën" was opgericht, werd een aanvraag gedaan tot verdeling van de gemene gronden. De verdeling van alle gronden ten westen van de vroegere slenk, het oude dorpsbezit van Hollum en Ballum, vond in 1901 plaats. Een voorlopige afronding kregen deze verbeteringen toen hier de eerste ruilverkavelingen van Nederland tot stand kwamen, in 1917 in Ballum en in 1927 in Hollum. De over ca. 119 eigenaren verspreide 3659 percelen in Ballum, gemiddeld ca. 520 m<sup>2</sup> groot, bracht men daarbij terug tot 219 percelen van gemiddeld ca. 0,76 ha.

Op het oostelijke deel van het eiland werd in 1928 de marke van Buren verdeeld, waarna in 1948 ook hier een ruilverkaveling volgde. Als zeer uitzonderlijk voor ons land bleven tot heden de gronden van het Nieuwlandsrijd met een deel van de Kooi-duinen en het Oerd in gemeenschappelijk bezit, ingebracht in een N.V.

Het in 1893 opgerichte Waterschap "Nes op Ameland" ging in 1927 op in een nieuw Waterschap Nes-Buren. De zeedijk ten zuiden van deze dorpen kwam in 1929/1930 gereed. De beide waterschappen zijn thans verenigd tot het Waterschap de Ameland-Grieën.

In de jaren zestig vond op het westelijke deel van het eiland een nieuwe ruilverkaveling plaats, waarbij het oude cultuurpatroon met zijn kronkelende wegen, heggen, oude wallen en vroegere wadkreeken, dat bij de eerste ruilverkaveling nog grotendeels was gespaard, is vernietigd. Ook werd nog 80 ha duinheide ontgonnen en grotendeels geëgaliseerd, evenals 175 ha zandgrond in de rest van het gebied. Bovendien werd 50 ha veengrond bezand.

### 3.4 Schiermonnikoog

In een charter uit 1465 wordt gezegd dat "scira moncken each" al sinds onheuglijke tijden het eigendom van het klooster Claerkamp in Rinsumageest was. Naar de grauwe pijpen van de Cisterciënzers, die dit klooster in 1165 hadden gesticht, zou het eiland genoemd zijn.

De Staten van Friesland onteigenden in 1580 de kloostereigendommen en verhieven het eiland in 1638 tot een vrije heerlijkheid, waarbij het voor een bedrag van f 18.151,- in volle eigendom overging aan Johan Stachouwer (Allan, 1856). De er-

ven van deze familie verkochten het eiland in 1858 aan Mr. John Eric Banck. Na zijn dood in 1892 kwam Schiermonnikoog aan de Duitse graaf Hartwig Von Bernstorff-Wehningen. Als vijandig bezit werd het in 1945 geconfisceerd en onder beheer van de Dienst der Domeinen gesteld.

In tegenstelling met de drie tot nu toe besproken eilanden, waarvan de kern of kernen in de laatste eeuwen nauwelijks van plaats zijn veranderd, is van het Schiermonnikoog uit de vijftiende of zeventiende eeuw niet veel meer over. Het grootste deel van het vroegere eiland is in het westen geleidelijk in zee verdwenen. Daar tegenover staat een voortdurende uitbreiding in het oosten, waardoor het lijkt of het eiland zich van het westen naar het oosten heeft verplaatst.

Het vroegere eiland bestond volgens de reconstructie van Isbary (1936) uit één duinboog (zie 2.2), bestaande uit twee evenwijdige ketens (afb. 15), met in het zuiden een west-oost verlopende, waarschijnlijk nog oudere duinenrij.

Van de binnenste keten van de oude duinboog is door latere verstuiwing en afgraving nauwelijks meer iets terug te vinden. Van de buitenste keten rest de duinenrij, die ten noordoosten van het strandhotel door de zuidelijke punt van het bos naar het oosten loopt en zich voorbij het Oostduin (momenteel het hoogste punt van het eiland, "bekroond" met een bunker uit de oorlog) voortzet in de Kooiduinen. Ook deze duinen zijn naderhand door verstuiwing gedeeltelijk vervormd en met jonger materiaal vermengd, vooral bij het strandhotel en bij het Oostduin. De west-oost lopende, oudste keten is vrij goed behouden in de duinenrij waartegen het huidige dorp is gelegen.

Toen in de zeventiende eeuw de oude duinboog nog bestond, waren er vier buurschappen, die tezamen één kerk hadden. Deze stond ver ten westen van de huidige kust temidden van de onregelmatig verspreide huizen van de buurschappen. Deze kerk brak men, na sterke aantasting van de kustduinen en de daarop volgende verstuiwingen, in 1715 af. Meer naar het zuidoosten bouwde men een nieuwe kerk. Op deze plaats hadden zich reeds eerder verdreven bewoners van het oude dorp gevestigd in een regelmatig aangelegde nederzetting, bestaande uit twee rijen huizen.

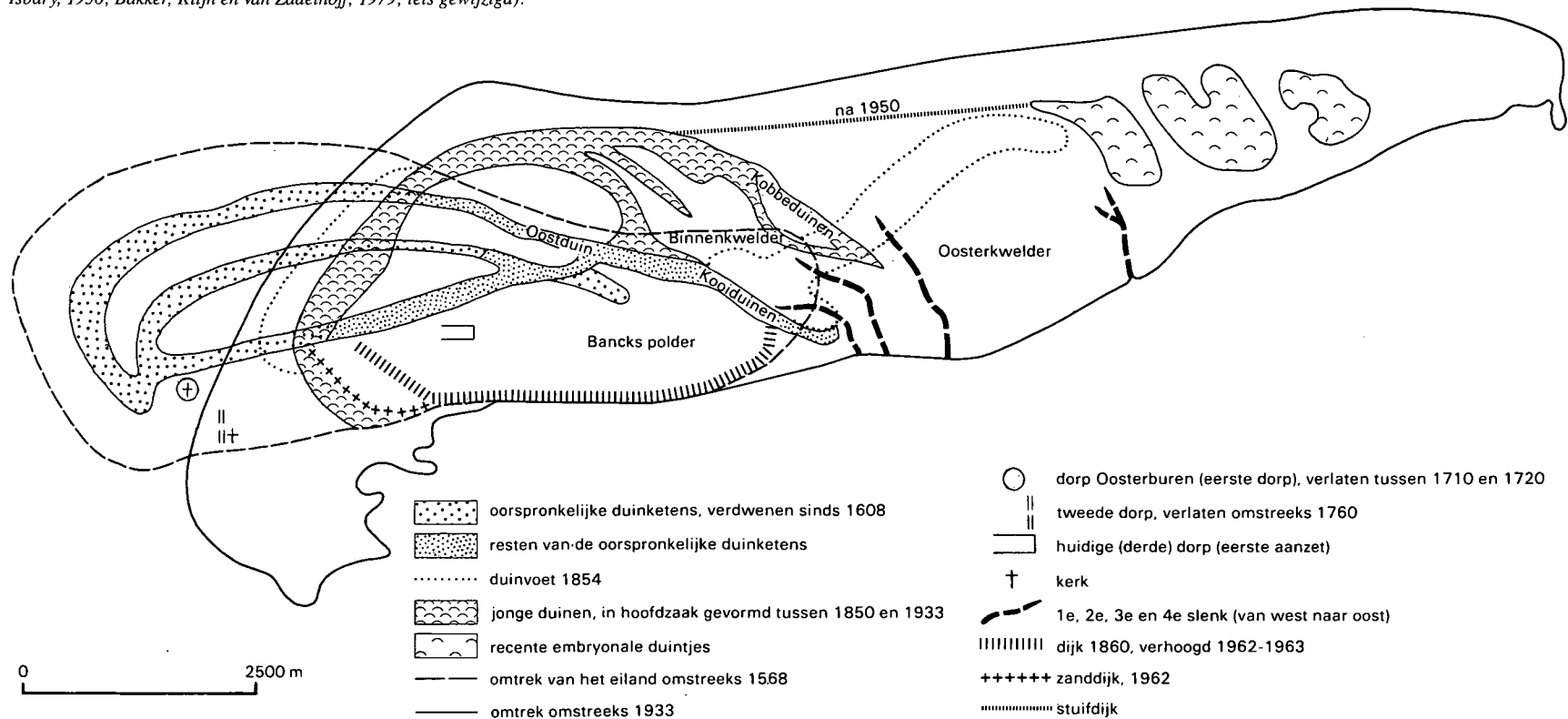
Door de vloed van 1717 en 1720 verdwenen er zoveel duinen in het westen, dat de meeste van de nog resterende bewoners van het oude dorp werden verdreven. Ze trokken niet naar het nieuwe dorp, maar nog verder naar het oosten, waar twee regelmatige huizenrijen de aanzet tot het huidige dorp gaven. Na een grote stormvloed in 1756 brak men ook "Binnendijken", de behuizing van de Stachouwers in het tweede dorp af en men verplaatste dit naar het tegenwoordige dorp (nu de jeugdherberg Rijsbergen). De tweede kerk werd in 1760 door de zee ondermijnd en geleidelijk waren ook bewoners van het nieuwe dorp genoodzaakt zich in het huidige dorp te vestigen, waar men in 1762 een derde kerk bouwde.

Het is niet met zekerheid bekend of de vroegere landbouw uit gemengde bedrijven bestond of dat men, zoals op Ameland, hoofdzakelijk veeteelt bedreef, maar na verplaatsing van het dorp in 1760 was er in ieder geval maar weinig akkerbouw meer. De oude cultuurgronden waren in zee verdwenen, de nieuwe, aangeslibde gronden ten zuiden en ten oosten van het dorp werden regelmatig door de zee overspoeld. De eerste lage dijkes kwamen pas in 1758 en 1767 tot stand. Het zo enigszins tegen de zee beveiligde en nog wat later ingepolderde land benutte men aanvankelijk voor akkerbouw en wat tuinbouw.

De na 1760 nog overgebleven akkers ten noorden van het dorp overstoven in het begin van de negentiende eeuw. Toen Mr. Banck het eiland in 1858 kocht, bestond alle (verpachte) cultuurgrond uit slechts 2,25 ha bouwland en ca. 15 ha gemengd bouwen weiland en uit ca. 17 ha onverpacht land. De overige gronden besloegen ca. 365 ha, waarvan 195 ha gemeenschappelijke weidegronden, die nog open lagen voor de zee. In 1840 werd met de eerste inpolderingen begonnen. De grote dijk, die 400 ha landbouwgrond tegen de zee beschermde, kwam in 1860 gereed (Abramse en Koning, 1972). Van zeer kleine bedrijven, zoals op Ameland, is op Schiermonnikoog nooit sprake geweest.

Ook nu nog ligt de gemiddelde bedrijfsgrootte aanzienlijk boven die van Ameland; in 1958 bedroeg deze 18 ha. In 1972 lagen er nog acht bedrijven met gemiddeld 28 ha

Afb. 15 De vormverandering van en de duinvorming op Schiermonnikoog sinds 1568 (naar Isbary, 1936; Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979, iets gewijzigd).



grond, uitsluitend in grasland; thans zijn er nog slechts 6 bedrijven.

Reeds voordat met de aanleg van de dijk werd begonnen, trof men maatregelen om de aanzienlijke verstuingen in de duinen tegen te gaan. In 1840 begon men daartoe met het aanplanten van helm. Toen de dijk om de polder werd aangelegd, vormde de buitenste keten van de oude duinboog in het noorden en noordoosten nog steeds de zeereep. Wel was op de strandvlakte ten oosten van de Kooiduinen een zuidwest-noordoost lopende rij jonge duintjes ontstaan, die naderhand echter weer zijn opgeruimd. Waarschijnlijk zijn de lage zandschilden op de huidige kwelder (Zn50Ab uit de associatie Zn50Ab/Zd20Ab/MOb72) hiervan een overblijfsel.

In het westen duurde de afslag van het eiland aanvankelijk nog voort. In het begin van de vorige eeuw kwamen op het strand de resten van het kerkhof van het eerste dorp aan het oppervlak. Na 1865 was hier voor het eerst weer sprake van enige uitbreiding door verheling van enkele zandplaten. Een groot deel van de huidige duinen ten westen van het dorp is pas na 1854 gevormd (Bleuten, 1971). Voorbij de vuurtoren week de kust in het noordwesten aanvankelijk nog terug. Na 1916 ging aan het eind van de Strandweg 300 m verloren en in 1925 verdween het Strandhotel met de boulevard, een grote villa en enkele andere huizen in zee. Nadien begon ook hier wat nieuwe duinvorming.

In het noorden kwam een eerste landwinst tot stand, toen in de tweede helft van de vorige eeuw vanaf het oude buitenduin bij paal 5 kort na elkaar op het strand twee reeksen duinen ontstonden. Ze zijn naderhand door de wind naar het oosten verplaatst, waarbij de grote uitblazingsvalleien (nu gedeeltelijk met moerige gronden, vWz) ten zuiden en ten zuidoosten van het bos achterbleven. Het westelijke deel van beide duinreeksen is naderhand bebost, de oudere reeks buigt ten oosten van het bos naar het zuiden. De jongere reeks loopt met een grotere boog om de oostelijke uitblazingsvallei en buigt langs de Prins Bernhardweg naar het zuiden, om bij het Oostduin aan te sluiten bij de vroegere zeereep.

De jongste, grote uitbreiding vond plaats tegen het eind van de vorige eeuw, toen de huidige Kobbeduinen werden gevormd. Ze sloten in het westen eveneens bij paal 5 op de oudere duinen aan en liepen met een wijde boog naar het zuidoosten, daarbij een brede strandvlakte insluitend. Enkele rijen zeer lage duintjes op deze vlakte duiden op een eerdere aanzet tot de vorming van nieuwe duinenrijen. De Kobbeduinen zelf bestaan uit drie ketens, gescheiden door twee zeer smalle valleien.

In deze eeuw zijn op de Oosterkwelder<sup>1)</sup>, vanaf het midden van de Kobbeduinen, een reeks jonge duintjes gevormd. Naar het oosten gaan deze over in wat grotere en hogere, vrij ver uiteenliggende complexen, die waarschijnlijk door de wind gedeeltelijk wat naar het zuiden zijn verplaatst (Bleuten, 1971). Het meest oostelijke complex, het 9 m hoge Willemsduin, moet thans tegen aantasting door zee en wind worden beschermd. Verdere opstuiving van deze jonge duinen wordt verhinderd, doordat men in de jaren vijftig, vanaf de Kobbeduinen bij de Reddingsweg, een stuifdijk over het Oosterstrand heeft aangelegd. Na enkele mislukkingen kwam deze in 1978 gereed, maar werd nadien voorbij paal 11 weer door de zee vernield. Tussen de Kobbeduinen en paal 10 is echter een vrij hoog buitenduin ontstaan, dat een grote achterduinse strandvlakte afsnoert. Deze is in het oosten nog toegankelijk voor de zee, maar begint in het westen te verzoeten. Ten oosten van paal 11 zijn de overgebleven delen van de stuifdijk tot een rij verbrokkelde lage duintjes opgestoven, die in oostelijke richting geleidelijk lager worden. De kweldervegetatie, die zich nog steeds geleidelijk naar het noordoosten uitbreidt, gaat voorbij het Willemsduin over in een vrijwel onbegroeide zandplaat, De Balg.

In verband met het op hoogte brengen van de kustverdediging, sloot men de toenmalige Westerkwelder (nu bekend als Westerpas) in 1953 voorlopig met een laag dijkje af, dat in 1962 door een hoge dijk werd vervangen. Deze is inmiddels tot een hoge duinenrij opgestoven. Ervoor worden nu op een stuifdijkje jonge duintjes gevormd en, juist waar de duinenrij in een asfaltdijk overgaat, ontstaat buitendijks een nieuwe kwelder.

<sup>1)</sup> zie voetnoot bij 5.4.3





## 4 *Vegetatie en bodem*

In hoofdstuk 2 wezen we reeds op de nauwe samenhang tussen duinvorming en vegetatieontwikkeling. Hiermede gaat tevens een duidelijke bodemontwikkeling samen. Bodemkundige processen, vooral de vorming van een humushoudende bovengrond en ontkalking, verlopen in de geologisch nog jonge duinzanden betrekkelijk snel. In 4.2 wordt hierop nader ingegaan. Vooraf bespreken we enkele van belang zijnde gegevens betreffende duinzand en kwelderafzettingen, met name de textuur en het kalkgehalte, alsmede de rol van het grondwater en de rijping van kleigronden op de kwelder.

### 4.1 Enkele bodemkundige gegevens

#### 4.1.1 Textuur

Weinig uitzonderingen daar gelaten bestaan alle duinen op de Waddeneilanden uit zand met een mediaan tussen 170 en 210  $\mu\text{m}$  (tabel 1). Hierin verschillen ze nauwelijks van de overige duinzanden in Nederland (Eisma, 1968). Hier en daar wordt over een kleine oppervlakte zand aangetroffen dat wellicht net zeer fijn ( $M_{50} < 150 \mu\text{m}$ ) of matig grof ( $M_{50} > 210 \mu\text{m}$ ) is.

Ofschoon het in tabel 1 gegeven cijfermateriaal te gering is om betrouwbare conclusies te trekken, lijkt het zand van west naar oost iets fijner te worden door een toename van de fractie 105-150  $\mu\text{m}$ . Een hier bijgevoegd monster van Rottum, dat bijna zeer fijn is ( $M_{50} < 150 \mu\text{m}$ ), schijnt dit te bevestigen.

Ook de stranden bestaan overwegend uit matig fijn zand, zoals uit de tabel blijkt. Wel is het zand op Vlieland duidelijk grover dan op de overige eilanden. Alleen op een deel van de grote zandplaten op de westpunt van Vlieland en Terschelling, n.l. op het uiterste puntje van de Vliehors bij paal 35 en op een groot deel van de Noordvaarder, komt zand voor dat matig grof is.

Tabel 1 Textuur van duin- en strandzand

Plaats bemonstering	<2 µm	2-16 µm	16-50 µm	50-105 µm	105-150 µm	150-210 µm <sup>1)</sup>	>210 µm	M50 µm
<i>DUINEN</i>								
Vlieland, Meeuwenduinen	1	1	0	sp.	11	87		180
Vlieland, oostpunt	2	1	0	sp.	12	85		180
Terschelling, Landerumerheide	1	1	sp.	sp.	8	90		180
Ameland, Oerderduinen	1	sp.	0	1	18	68	12	180
Schiermonnikoog, midden eiland	1	sp.	sp.	1	30	61	7	170
Schiermonnikoog, 1e duintje op Oosterkwelder	1	sp.	0	1	28	71		170
Rottum	1	1	sp.	3	44	51	2	155
<i>STRANDEN</i>								
Terschelling, paal 7	1	1	sp.	2	13	67	16	180
Ameland, Oerd	sp.	1	sp.	1	11	67	20	185
Schiermonnikoog, Prins Bernhardweg	1	1	sp.	1	16	68	13	180
Vlieland, Badweg	2	1	sp.	1	11	41	44	200
Vlieland, Vliehors (punt)	2	2	sp.	sp.	1	29	66	250
Terschelling, Noordvaarder	1	1	sp.	sp.	4	42	52	220

<sup>1)</sup> >150 µm, indien kolom >210 blanco is.

Voor wat het materiaal op de kwelders en in de polders (voormalige kwelders) betreft, is er een opmerkelijk verschil in korrelgrootteverdeling tussen het zand direct onder de lutumrijke laag op Terschelling en Schiermonnikoog.

Op Terschelling komt het zand vrijwel overeen met duinzand; alleen de hoeveelheid van de fractie > 210 µm is duidelijk groter (tabel 2). Op Schiermonnikoog bevat het zand tot een zekere diepte meestal wat lutum en zijn niet alleen de hoeveelheden van de fracties 2-16 µm en 16-50 µm iets groter dan bij duinzand, maar bovendien is het aandeel van de fractie 105-150 µm duidelijk groter en dat van de fractie > 210 µm opmerkelijk veel kleiner dan op Terschelling.

Tabel 2 Textuur van het zand onder de lutumrijke bovenlaag van de kwelders van Terschelling en Schiermonnikoog

Plaats bemonstering	< 2 µm	2-16 µm	16-50 µm	50-105 µm	105-150 µm	150-210 µm	> 210 µm	M50 µm
<i>Terschelling</i>								
lage kwelder bij De Groede	1	1	1	6	14	54	23	180
hoge kwelder bij De Groede	sp.	sp.	sp.	1	13	63	23	185
hoge kwelder ten oosten van de Koggegronden	1	sp.	1	1	12	56	29	190
idem	1	sp.	sp.	1	15	58	25	185
brakke overgang bij De Groede	1	1	1	1	11	57	29	190
<i>Schiermonnikoog</i>								
lage kwelder, Oosterkwelder	9	4	13	31	32	10	1	125
lage kwelder, Oosterkwelder	5	2	4	2	32	51	4	170
hoge kwelder, Oosterkwelder	1	1	0	2	37	55	4	160

Wellicht hangt een en ander samen met de verschillende ontstaanswijzen van de kwelders. Op Terschelling was een zandplaat aanwezig, waarvan het materiaal weinig zal hebben verschild met dat van de duinen, behalve dat bij het opwaaien van de duinen de fractie > 210 µm in mindere mate zal zijn getransporteerd. Door de aanleg van de stuifdijk veranderden de sedimentatieomstandigheden plotseling en begon onmiddellijk de afzetting van kwelderleij.

Op Schiermonnikoog is de kwelder onder meer natuurlijke omstandigheden in een steeds rustiger wordend milieu opgeslibd, waardoor geleidelijk fijner, meer slib en lutum bevattend materiaal werd afgezet. Ook de zandfracties in de sliblagen vertonen waarschijnlijk eenzelfde beeld als de onderliggende zanden.

#### 4.1.2 Kalkgehalte

De duinen van de Waddeneilanden en van Noord-Holland ten noorden van Bergen verschillen duidelijk van die ten zuiden van deze plaats. Terwijl het grijsbruine tot iets geelbruine, z.g. "blonde" zand van laatst genoemde duinen overal vrij veel kalk bevat, is het duidelijk blekere, vaalbruine zand ten noorden van Bergen en op de Waddeneilanden over grote oppervlakten vrijwel kalkloos. Ook het recent aangevoerde zand bevat hier aanzienlijk minder kalk dan ten zuiden van Bergen. Uiteraard gaat met dit verschil in kalkgehalte een duidelijk verschil in vegetatie samen.

Niet alleen het kalkgehalte in de twee genoemde duingebieden verschilt, maar tevens is er verschil in de hoeveelheid andere elementen, zoals Mg, Al en Fe (Doing, 1966; Eisma, 1968); Westhoff (1947) geeft 0,24% Fe als gemiddelde voor het duinzand van Terschelling, tegenover 0,4-1,04% in de duinen van het vasteland.

Volgens Eisma (1968) is de oorzaak van het lage kalkgehalte van het niet-uitgeploogde zand ten noorden van Bergen vooral het verschil in herkomst. Hierbij speelt in het noorden het ontbreken van mariene, zeer schelprijke afzettingen uit het Eemien een belangrijke rol, evenals bijmenging met glaciële zanden of/en dekzand. Bovendien is ten noorden van Bergen, in tegenstelling met de zuidelijker delen van de kust, lange tijd een groot waddengebied aanwezig geweest. In een dergelijk milieu leven weinig dunschalige schelpdieren en deze gemakkelijk te vergruizen schalen zijn juist de voornaamste bron voor het fijne kalkgruis in het zand.

Tenslotte is de kust ten noorden van Bergen, evenals bijna overal op de Waddeneilanden, sinds de Middeleeuwen voortdurend teruggeweken, waardoor ophoping van schelpen op het strand slechts op beperkte schaal plaats vond.

Hoewel het kalkgehalte van het vers aangevoerde zand op de Waddeneilanden dus aanzienlijk lager is dan van het zand ten zuiden van Bergen in Noord-Holland, is er in de zeereep nog weinig verschil in vegetatie. Door de geringe hoeveelheid kalk in het zand is er echter wel een relatief snelle ontkalking. Ca. 50 jaar oude duinen kunnen al tot enkele decimeters of meer ontkalkt zijn, vooral op Vlieland en Terschelling, waar het vers aangevoerde zand van de zeereep het laagste kalkgehalte heeft (zie 8.1). Zelfs op Schiermonnikoog, waar het uitgangsmateriaal wat meer kalk bevat, zijn ca. 100 jaar oude duinen al tot 40 à 50 cm ontkalkt.

Een goede indicator voor de mate van ontkalking is de duindoorn. De indruk bestaat dat deze nog goed groeit indien het kalkgehalte meer dan 0,3% bedraagt, wat samen gaat met een pH (H<sub>2</sub>O) van meer dan 6,5; bovendien mag de bovengrond niet dieper dan ca. 50 cm ontkalkt zijn.

In het algemeen zien we bij een lagere pH of bij een ontkalking tot 50 à 70 cm talrijke afgestorven struiken en is de fertiliteit sterk afgenomen (weinig exemplaren met bessen). Op tot 80 cm of meer ontkalkte gronden komt duindoorn nauwelijks meer voor. Volgens Westhoff (1947) treedt bij daling van de pH onder 5,5 massale sterfte op. Dat pas bij een kalkgehalte van 0,3% de verzuring van de bodem en de reactie van de vegetatie duidelijk merkbaar wordt, klopt met de waarneming van Leertouwer (1967) dat bij een daling van het kalkgehalte tot 0,3% de bijbehorende pH (KC1) slechts zeer weinig afneemt (van 8,3 tot ca. 7,0), maar bij nog lagere gehalten (tot 0,1%) de pH snel daalt tot ca. 5,8 en vervolgens tot 4,0<sup>1)</sup>.

#### 4.1.3 Het grondwater

Het grondwater is naast het kalkgehalte een van de belangrijkste factoren die de vegetatie en daarmee de bodemontwikkeling in de duinen bepalen. Dit geldt in hoofdzaak voor de duinvalleien; daarbuiten zijn de duinen meestal zo hoog, dat het grondwater geen of slechts een zeer beperkte invloed op de vegetatie heeft.

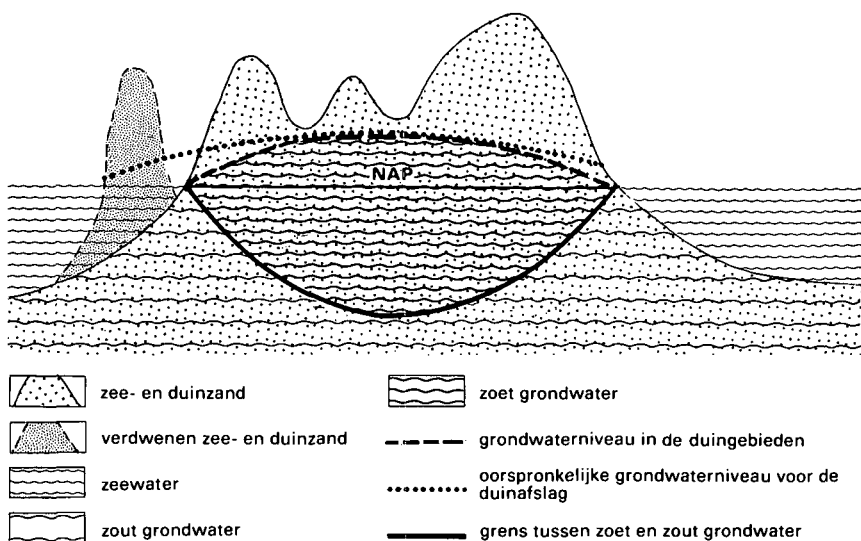
Het zoete grondwater drijft met slechts een betrekkelijk dunne, brakke overgangszone (afb. 16), als een bel op het zoute water in de diepere ondergrond. Enerzijds is er een opbolling van het zoete grondwater boven NAP, anderzijds wordt het zoute grondwater diep weggedrukt. De mate van opbolling hangt samen met het neerslagoverschot (verschil tussen neerslag en verdamping) en met de duinbreedte (Bakker, 1981). De diepte van de zoetwaterbel beneden NAP is theoretisch 40 maal de hoogte boven dit niveau; in de praktijk worden waarden van 15 tot 25 maal de stijghoogte boven NAP bereikt. Het is duidelijk dat zowel een vermindering van het neerslagoverschot door toenemende verdamping, als een afname van de duinbreedte, een daling van de grondwaterstand betekent, alsmede een stijging van het grensvlak zoet-zout. Omgekeerd zal bij een aangroeiende kust het grondwater in het duingebied stijgen (streeplijn in afb. 16), vooral dicht bij de kust, zodat recent afgesloten strandvlaktes zich tot zeer natte valleien kunnen ontwikkelen en er zelfs duinplassen kunnen ontstaan. Ook reeds bestaande duinvalleien dicht bij de kust kunnen natter worden; verder van de kust af zal de invloed van de grondwaterstijging geringer zijn.

#### *Veranderingen in de grondwaterstand*

Beschrijvingen uit 1860 en 1870 en kort nadien, vermelden dat op alle eilanden, maar vooral op Vlieland en Terschelling, talloze uitgestrekte natte valleien voorkwamen, die een groot deel van de winter onder water stonden en in de zomer lang nat bleven. Duinplassen kwamen overal voor.

In het algemeen is sinds het einde van de vorige eeuw het grondwater op de meeste Waddeneilanden sterk gedaald. De gevolgen voor de vegetatie van de duinvalleien zijn aanzienlijk geweest, te meer als men bedenkt dat, mede door de geringe stijg-

<sup>1)</sup> De in deze toelichting genoemde pH's zijn gedeeltelijk bepaald op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek als pH-KC1 en gedeeltelijk in het veld gemeten met speciaal indicatorpapier van Merck. Deze bepalingen zijn volgens onderzoek van het laboratorium van de Stichting voor Bodemkartering goed met elkaar in overeenstemming. De pH-bepalingen van Westhoff (1947) hebben betrekking op pH-H<sub>2</sub>O.



Afb. 16 Het zoete grondwater in de duinen (naar Bakker, 1981).

hoogte van het grondwater in duinzand, een daling van enkele decimeters een niet te verwaarlozen verandering in de vegetatie van natte en vochtige valleien betekent. Er zijn diverse oorzaken voor de daling aan te wijzen (Van Dieren, 1934, Bakker, 1981). Allereerst zijn de uitgestrekte, vrijwel kale duingebieden, waarvan in hoofdstuk 3 sprake is, sindsdien geheel begroeid en zijn op alle eilanden grote complexen met overwegend naaldhout aangeplant. Zoals uit tabel 3 blijkt, is de verdamping van begroeid duinterrein, speciaal van vochtige valleien, aanzienlijk groter dan van onbegroeide duinen, terwijl de verdamping van bos, vooral naaldbos in vochtige valleien, nog veel groter is. Hierdoor is de nuttige neerslag (werkelijke neerslag minus verdamping) sterk afgenomen.

Tabel 3 De jaarlijkse verdamping van enkele begroeiingstypen in het duingebied van Terschelling (naar Bakker, 1981)

Begroeiing	Verdamping mm/jaar
onbegroeid duinterrein	185
begroeide droge duinen	365
begroeide vochtige vallei	555
vochtig loofbos	555
droog naaldbos	560
vochtig naaldbos	710

De diepe greppels en afvoersloten die bij de bosaanleg de valleien moesten ontwateren (Ter Hoeve, 1956), veroorzaakten een forse ingreep in de grondwaterstanden. Dit geldt eveneens voor de valleien die in het verleden werden omgevormd tot grasland, speciaal op Terschelling. Een derde oorzaak ligt, voor de drie oostelijke eilanden, in de verlaging van het grondwaterpeil in de polders ten zuiden van de duinen. Tenslotte speelt op alle eilanden de waterwinning een rol. Ter plaatse van de onttrekking is het grondwater één tot enkele meters gedaald, waardoor de betreffende valleien volledig zijn verdroogd. De invloed van de onttrekking is, in afnemende mate, tot ca. 1500 m van een winplaats merkbaar.

In hoofdstuk 5 zal nog nader op de grondwaterstandsveranderingen op de eilanden worden ingegaan. Globaal kan hierover het volgende worden opgemerkt. Op Vlie-

land heeft, vooral in het midden en in het westen, een daling van ca. 0,5 à 1 m resp. 1 à 2 m plaatsgevonden. Op Terschelling is door de grote aangroei van het duingebied in het uiterste westen een lichte stijging opgetreden. Het grondwater in het aangrenzende, oudere duingebied ten noorden en ten noordoosten van het dorp West-Terschelling is echter 1 à 1,5 m gedaald. Naar het oosten neemt de daling af tot ca. 0,5 m in het midden van het eiland en tot enkele decimeters bij Oosterend.

Op Ameland is in het westelijke duingebied door de sterke kustafslag de daling 1 à 2 m. Behalve een stijging van ca. 1 m door kustaanegroei ten noorden van de Lange Duinen, heeft in een groot deel van het overige duingebied tot het Nieuwlandsrijd, een daling van enkele decimeters plaatsgevonden, behalve in de Nesser- en de Buurderduinen, waar de daling 0,5 à 1 m bedraagt. In de Oerderduinen is de grondwaterstand weinig veranderd.

Alleen op Schiermonnikoog is de verandering in grondwaterstand (buiten het waterwingebied) beperkt gebleven tot een daling van enkele decimeters in de noordelijke duinen. De aanpassing van de grondwaterstand aan veranderende omstandigheden verloopt slechts langzaam en hangt vooral samen met de duinbreedte.

Volgens Bakker (1981) zou bij een plotselinge verandering van het neerslagoverschot en bij een duinbreedte van ca. 2 km, de grondwaterstand gedurende 70 à 100 jaar nog aan wijziging onderhevig zijn. De oorzaak van de lange tijdsduur is de weerstand van de tien tot vijftig maal zo dikke zoetwaterbel in de ondergrond, waarmee de opbolling (boven NAP) weer in evenwicht moet komen. In werkelijkheid duurt de aanpassing nog langer, omdat veel processen, zoals de begroeiing van de duinen en de aanplant en opgroei van bossen, zich over een lange tijd uitstrekken. Het is dan ook niet zeker, of en in hoeverre de huidige grondwaterstanden reeds aangepast zijn aan gewijzigde omstandigheden (bebossing, polderpeilverlaging enz.) in het recente verleden.

Bij verandering in grondwaterstand daalt zowel de gemiddeld hoogste als de gemiddeld laagste grondwaterstand. Een begreppeling, zoals bijvoorbeeld toegepast bij de bosaanleg, beïnvloedt de gemiddeld hoogste, dus de wintergrondwaterstand. Het omgekeerde geval kan zich voordoen bij de waterwinning, waarbij in de zomer door de enorme toeristenstroom een aanzienlijk grotere wateronttrekking plaats vindt dan in de winter. De daling van de gemiddeld laagste grondwaterstand is in dit geval veel groter dan van de gemiddeld hoogste, met andere woorden de fluctuatie neemt sterk toe.

#### *Weergave van de grondwaterstand op de bodemkaart*

3e kartering van de grondwatertrappen (zie Algemene begrippen en indelingen hoofdstuk 5.4) levert in het duingebied verschillende moeilijkheden op.

Kenmerken in de grond die een aanwijzing voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) geven, zijn uiterst vaag, weinig scherp begrensd en derhalve slecht bruikbaar. De zone van totale reductie (G-horizont), die een indicatie geeft voor de gemiddeld laagste grondwaterstand, is in de duinen weliswaar duidelijk en redelijk scherp afgetekend, maar bij hogere grondwaterstanden (vaak tot ver in de zomer) loopt de boor in het leemarme duinzand vaak vast vóór de G-horizont is bereikt.

Meting van waterstanden op het moment dat het grondwater op een, uit waterstands-buizen berekend, GHG-niveau staat, is voor de duinen van de eilanden nauweljks mogelijk, omdat het hoogst twijfelachtig is of het grondwater, gezien de grote beïnvloeding vroeger en nu, een zodanig stabiel peil heeft (afgezien van de normale seizoen- en jaarschommelingen), dat een langjarig gemiddelde mag worden berekend. Daar komt bij dat het gebied door de grote reliëfverschillen moeilijk is te overzien. Mede door verschillen in hoogte van de begroeiing is de hoogteligging van duinvalleien of andere lage delen ten opzichte van elkaar en daarmee ook de Gt, slecht te schatten. Er zijn dus in korte tijd zeer veel waarnemingen nodig, wat onder de vaak ongunstige weersomstandigheden in de betreffende tijd van het jaar (nawinter) slecht uitvoerbaar is. Waarnemingen en metingen van grondwaterstanden tijdens de kartering gaven de indruk dat de GLG (behoudens een nog aan de gang zijnde langzame

stijging of daling) redelijk overeenkomt met de diepte waarop de G-horizont begint. Ondanks het boven genoemde bezwaar, werd voor de toekenning van een grondwatertrap daarom zoveel mogelijk dit veldkenmerk gebruikt. Er van uitgaande dat (behoudens in abnormale situaties, zoals waterwinning) Gt V in het duingebied van de eilanden niet voorkomt, geeft de ligging van de G-horizont en dus van de GLG boven of beneden 120 cm de scheiding tussen Gt III en IV enerzijds en Gt VI anderzijds aan en daarmee in dit gebied tevens de scheiding tussen vlakvaaggronden en duinvaaggronden.

Een belangrijk hulpmiddel bij het beoordelen van de waterhuishouding is de vegetatie. In duinvalleien komen vrijwel altijd freatofyten voor, dat wil zeggen, planten die afhankelijk zijn van nalevering van vocht uit het grondwater. In duinzand is een nalevering van 2 mm/dag (de minimaal benodigde hoeveelheid) tot ca. 80 cm mogelijk. Indien we rekening houden met de beworteling, zal bij het voorkomen van freatofyten de gemiddeld laagste grondwaterstand meestal wel ondieper dan 120 cm zijn. In twijfelgevallen tussen grondwatertrap VI en III werd bij het voorkomen van freatofyten dan ook Gt III aangegeven.

Het onderscheid tussen Gt III en IV is moeilijk vast te stellen. Met een fluctuatie in het duinzand van ca. 70 cm (Bakker, 1981 en eigen waarnemingen) is bij een G-horizont dieper dan 100 cm het voorkomen van Gt IV niet uitgesloten. Inderdaad treft men hier en daar valleigedeelten aan zonder freatofyten en soms zelfs met uitgesproken droogteplanten (buntgras), die een G-horizont tussen 100 en 120 cm hebben. Wegens de nauwe marge waarbij met de gegeven fluctuatie Gt IV mogelijk is en de onbetrouwbaarheid van de kenmerken in de bodem die met de GHG zijn te correleren, is in deze gevallen toch Gt III aangegeven. De gemiddeld hoogste grondwaterstand zal echter nooit dieper dan 50 cm zijn.

Alleen sommige delen van de bossen, waar door diepe begreppeling de gemiddeld hoogste grondwaterstanden duidelijk zijn gedaald, maar de gemiddeld laagste nauwelijks zijn beïnvloed, hebben duidelijk Gt IV. In verband met de kaartschaal kon dit alleen in het bos ten noorden van Hoorn op Terschelling worden aangegeven.

Ofschoon door het ondieper voorkomen van de G-horizont grondwatertrap I en II wat gemakkelijker waren vast te stellen dan Gt III, is ook hier de vegetatie een belangrijke indicator. In de oudere, kalkloze duinvalleien op Vlieland en Terschelling en hier en daar ook op Ameland, wordt het aspect van de vegetatie bij Gt III bepaald door struikheide (Terschelling) of door struikheide met dopheide (Vlieland). Bij Gt II overheerst op Terschelling dopheide, al of niet gemengd met lage cranberry. Cranberry's hebben de overhand bij Gt I en zijn dan zeer fors ontwikkeld, soms ontbreekt dopheide geheel. Naar gelang de gronden met Gt I natter zijn, neemt op Terschelling ook gagel (*Myrica gale*) toe. De beschreven correlatie is zo strikt, dat in de meeste kleine valleitjes een duidelijke scheiding is te zien. Op de diepste gedeelten (Gt I) groeit overwegend cranberry, daaromheen een ringvormige, wat hoger gelegen gordel (Gt II) met dopheide en daarboven een zone met Gt III, begroeid met struikheide. Nog hoger (Gt VI en VII) begint dan een "duinvegetatie" met helm, buntgras, korstmossen enz.

Bij jongere, minder verzuurde valleien neemt het aantal freatofyten bij Gt II, vergeleken met Gt III, sterk toe, waarbij vooral het talrijke voorkomen van riet (*Phragmites australis*), waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), tormentil (*Potentilla tormentilla*) en watermunt (*Mentha aquatica*) als indicatie dient. Bij Gt I is dit nog meer het geval, meestal vergezeld door een aantal echte moerasplanten als kattestaart (*Lythrum salicaria*), wateraardbei (*Potentilla palustris*), veel zeggen (*Carex* sp.) en andere.

Ook de meeste zeer jonge, nog kalkhoudende valleien met parnassia (*Parnassia palustris*) en knobbies (*Schoenus nigricans*) hebben Gt I, evenals grote delen van de hoge kwelders. Bij de meeste gronden met Gt I staat het grondwater vele maanden boven het oppervlak. Er is een geleidelijke overgang naar een echt moeras, waar het grondwater in de zomer nauwelijks meer onder het oppervlak daalt. De scheiding op de kaart is dan ook betrekkelijk willekeurig.

In tegenstelling met de besproken grondwatertrappen, geeft de vegetatie voor het on-



Foto Stiboka R46-145

Afb. 17 Regelmatig microreliëf van kommetjes (Gt II) en zeer lage duintjes (Gt VI) binnen de samengestelde eenheid Zn50Ab-II/Zd20Ab-VI/VII in de Zwanewaterduinen op Ameland.

derscheid tussen Gt VI, VII en VII\* weinig houvast. Bij de gronden met Gt VI en VII begint boven 120 cm een vage, bleke verkleuring met meestal wat uiterst fijne, onduidelijke, oranje roestspikkels. Door het vage karakter van de verschijnselen is correlatie met GHG moeilijk. Wel beginnen de verschijnselen bij Gt VI uiteraard ondieper dan bij Gt VII. Waar de G-horizont niet al te diep beneden 120 cm begint en we dus zeker met Gt VI te maken hebben, neemt het zand nog binnen 120 cm een grauwe tint aan en zijn vaak spaarzame, maar duidelijke, donkerbruine roestadertjes langs wortelkanalen aanwezig.

Waar scheiding tussen Gt VI en VII moeilijk bleef, gaf het microreliëf vaak de doorslag. Een duin van enige hoogte heeft al gauw een gemiddeld hoogste grondwaterstand dieper dan 80 cm. Een groot deel van de hogere duinen heeft daardoor Gt VII of VII\*. Gt VI geeft in het duingebied van de eilanden hoofdzakelijk de zeer lage kopjes aan in valleien met Gt III. Ook betreft het lage duintjes in een gebied met regelmatig microreliëf met ondiepe kommetjes met Gt II (Zwanewaterduinen op Ameland; afb. 17) of lage duintjes die afwisselen met hogere duinen met Gt VII (middendeel van Vlieland). Slechts hier en daar komt een droge (waarschijnlijk verdroogde of volgestoven) vallei voor, die geheel Gt VI heeft, zoals de vallei ten noorden van Hollum op Ameland, waar water wordt onttrokken. Tenslotte hebben buiten het duingebied nog grote delen van de hogere zandgronden in de polder van Ameland en hier en daar op Terschelling Gt VI.

Gt VII\* werd aangegeven bij de hoogste duinen; binnen 120 cm is het zand dan nog egaal licht grijsbruin zonder enige spoor van roest. Aangenomen mag worden dat de GHG in deze gronden dieper dan 150 à 200 cm ligt.

Niet alleen het schatten van de Gt op een bepaald punt gaf moeilijkheden, maar vaak ook leverde de karakterisering van de grondwaterhuishouding van een kaartvlak problemen op in verband met het sterk geaccidenteerde karakter van het duingebied. Veel valleien hebben een sterk microreliëf of er komt een duidelijk lager gelegen middengedeelte voor. Een en ander gaat samen met duidelijke vegetatieverschillen. Deze valleien zijn met één Gt niet voldoende te karakteriseren. Hiervoor werd al besproken dat ook aan sommige duincomplexen, met zowel zeer lage als wat hogere koppen, Gt VI/VII moet worden toegekend. De meeste moeilijkheden gaven echter



grote delen van het duingebied met een zo kleinschalige afwisseling van hoge duinen met duinvaaggronden en valleien met vlakvaaggronden, dat ze alleen als een samengestelde eenheid op de kaart kunnen worden weergegeven. Door de in het algemeen vrij geleidelijke overgang tussen valleien en hogere duinen is de oppervlakte van deze overgangen (met eigen Gt) relatief vrij groot (afb. 18).

Ze zijn in de Gt-code echter *nooit* aangegeven, omdat de situatie met de code Zn.../Zd..., ieder met één Gt-aanduiding, voldoende is gekarakteriseerd.

Waar wel drie of een enkele maal zelfs vier Gt's zijn aangegeven, is in het betrokken gebied de grondwatersituatie van de valleien of/ en van de hogere duinreeksen zelf al zo gecompliceerd, dat deze slechts met twee of meer Gt's te karakteriseren is.

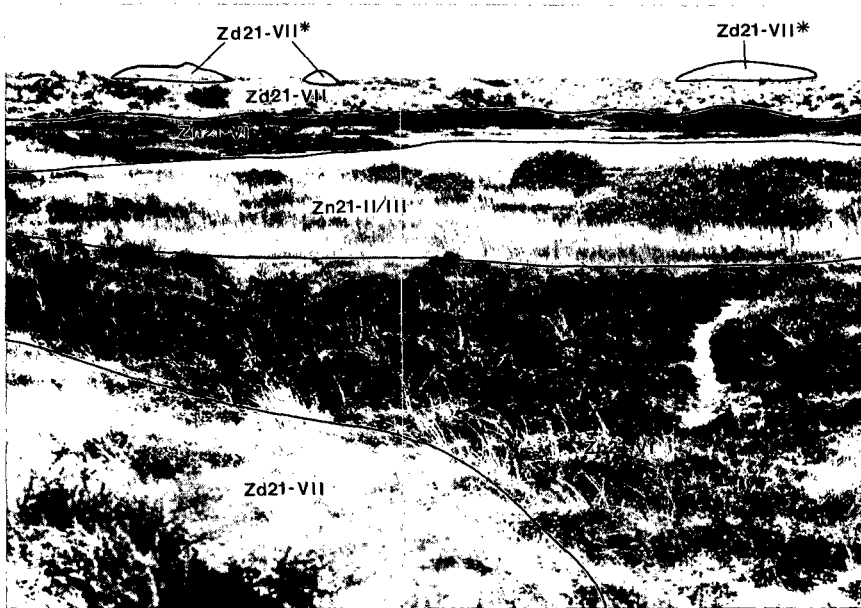


Foto Stiboka R46-130

Afb. 18 Een gedeelte van de Landerumerheide op Terschelling, aangegeven met de samengestelde eenheid Zn21-II/III/Zd21-VII. De stroken met zeer lage duintjes (Zn21-VI) zijn een onderdeel van de samengestelde eenheid, maar niet als zodanig in de code vermeld. Op de achtergrond zijn nog enkele toppen van zeer hoge duinen (Gt VII\*) zichtbaar.

#### 4.1.4 Rijping van zeekleigronden

Door de zee afgezette zavel- of kleilagen die niet of nauwelijks droog komen te liggen, vormen een geheel met water verzadigde, slappe, onbegaanbare massa. Waar dit materiaal bij eb lang genoeg droogvalt en er door verdamping en een beginnende begroeiing water aan wordt onttrokken, begint de rijping van het sediment. Er treedt waterverlies op en bij wat zwaardere en/of dikkere lagen ook samentrekking van het bodemskelet. Hierdoor ontstaan krimp-scheuren, waarlangs wortels kunnen indringen. Het waterverlies is een onomkeerbaar proces; na herbevochtiging neemt de grond niet meer de oorspronkelijke hoeveelheid water op.

Tijdens de rijping wordt de grond geleidelijk minder slap. Bij bijna gerijpte gronden is het materiaal hoogstens nog iets slap of al matig stevig.

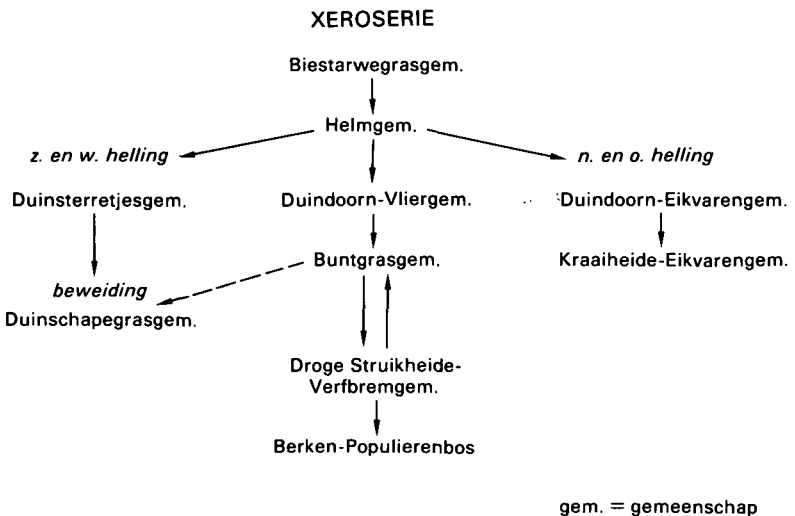
Goed gerijpte gronden zijn geheel stevig. Door de wateronttrekking en de vorming van scheuren dringt zuurstof in de grond door en worden ijzerverbindingen geoxydeerd. Er ontstaan roestvlekken, vooral langs scheuren en wortelgangen. Ook treden veranderingen op in de verhouding van de kationen, die aan het adsorbtiecomplex zijn gebonden. Waar de gronden nog regelmatig met zout water worden overspoeld, heeft het adsorbtiecomplex veel Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> en Mg<sup>++</sup>. Bij de rijping en de geleidelijke verzoeting nemen deze kationen af en neemt de hoeveelheid Ca<sup>++</sup> toe.

## 4.2 Vegetatie en bodemontwikkeling

In het nog zeer dynamische eerste begin van de duinvorming (zie hoofdstuk 2), is van bodemvorming nog nauwelijks sprake. Naarmate de vegetatie zich ontwikkelt en de duinen minder aan verandering onderhevig zijn (afgezien van secundaire verstuvingen), begint aan het oppervlak de ophoping van organische stof, de omzetting daarvan in humus en daarmee de vorming van een humushoudende bovengrond (A1-horizont). Vooral in vochtige duinvalleien kan in betrekkelijk korte tijd, soms in slechts enkele tientallen jaren, een weliswaar vrij dunne (5 à 10 cm), maar door een hoog organisch-stofgehalte zeer geprononceerde, vaak zelfs venige bovengrond worden gevormd. Hoewel bij de droge duinzandgronden het organische-stofgehalte lager blijft en de dikte van de humushoudende bovengrond aanzienlijk minder is, is ook daar een duidelijke bodemontwikkeling gaande.

Doordat de bodemclassificatie en de daaruit ontwikkelde legenda voor de kaart 1 : 50 000, sterk op de landbouwkundige toepassing is gericht, zijn de genoemde, toch wel markante bodemvormingen niet onderscheiden. Ze worden beide tot de vaaggronden gerekend. Alleen waar de venige bovengrond meer dan 10 cm dik is, zijn moerige gronden onderscheiden. Alle overige duingebieden op de eilanden zijn aangegeven als duinvaaggronden of vlakvaaggronden. Dit onderscheid weerspiegelt een belangrijk vegetatiekundig verschil. Bij de vegetatieontwikkeling kunnen twee ontwikkelingsreeksen worden onderscheiden (Westhoff, 1947), namelijk de ontwikkelingsreeks van de droge duinen, de xeroserie (tabel 4), en die van de natte duinen,

Tabel 4 Successieschema van de vegetaties in de droge duinen (xeroserie)



de hygroserie (tabel 6). Vooral bij de laatste serie is er een nauwe correlatie tussen grondwaterstand en vegetatietype.

Een derde ontwikkelingsreeks is de haloserie (tabel 8), de vegetatieontwikkeling van een onbegroeid, regelmatig met zoutwater overspoeld wad naar een begroeide, bijna zoete hoge kwelder. Ook hier geeft de bodemkundige karakterisering moeilijkheden, doordat op de eilanden de kwelders over grote oppervlakten geen of slechts een uiterst dun slibdekje hebben. Deze zandige kwelders moeten daardoor eveneens tot de vlakvaaggronden worden gerekend.

De polders van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog (voormalige kwelders) bestaan derhalve ook hoofdzakelijk uit vlakvaaggronden. Wel is op Terschelling dicht bij de dorpen een enkele decimeters dikke, matig humusarme bovengrond aanwezig, ontstaan door het eeuwenlange gebruik als bouwland (zie 3.2). Slechts op enkele plaatsen bevat deze bovengrond voldoende organische stof of is dik genoeg om

de betreffende gronden resp. tot de gooreerdgronden en de lage enkeerdgronden te rekenen.

Hieronder zal op de hoofdzaken van het verband duinvorming - vegetatie - bodem wat nader worden ingegaan, speciaal voor zover de vegetatie een leidraad is geweest bij de weergave van de bodemgesteldheid. Voor een uitvoerige beschrijving van de vegetatieontwikkeling en de huidige plantengroei van de Waddeneilanden wordt verwezen naar Westhoff en Van Oosten (i.v.). Tevens zullen wat gegevens over de bodem worden verstrekt, die hier beter tot hun recht komen dan verspreid bij de bespreking van de desbetreffende legenda-eenheden in de hoofdstukken 6 t/m 10. Wel moet worden bedacht dat goed cijfermateriaal over het duingebied en zeker over dat van de Waddeneilanden, betrekkelijk schaars is. De gegevens zijn bovendien vaak moeilijk vergelijkbaar door afwijkende methodieken bij de beschrijving en de bemonstering. Soms is de wijze, de plaats of de diepte van de beschrijving of de bemonstering niet aangegeven of zijn (gedeelten van) bodemhorizonten tezamen genomen.

Niettemin zal getracht worden enkele gegevens te verwerken, aangevuld met de weinige eigen gegevens, die in het kader van deze betrekkelijk kleinschalige kartering zijn verzameld.

#### 4.2.1 Xeroserie (tabel 4)

##### *De vegetatieontwikkeling in de xeroserie*

De ontwikkeling van de vegetatie in de droge duinen begint met de door de wind gevormde jonge duintjes op de strandvlakte. Meestal vormt een zoom van aangespoeld organisch materiaal een belangrijke windvang.

Op deze lage duintjes groeien vaak eenjarige planten, die de stikstof van de ontbindende organische stof benutten. Ze sterven in de herfst af, waarna de herfststormen de duintjes weer opruimen. Zodra zich echter op deze duintjes het overblijvende biestarwegras (*Elymus farctus*) vestigt, dat niet alleen in een zout milieu kan ontkiemen, maar ook overspoeling met zeewater verdraagt, wordt het zand vastgehouden door de wortels en door de plant, die steeds weer boven het aanstuivende zand weet uit te groeien. De korrels van het aanstuivende zand voeren een zeer geringe hoeveelheid voedingsstoffen aan. Het biestarwegras is hiervan afhankelijk, vooral voor zijn stikstofbehoefte en verdraagt dus niet alleen overstuiving maar heeft deze zelfs nodig. Doordat de plant slechts oppervlakkig wortelt, laat de geringe hoeveelheid aan-



*Foto Stiboka R46-156*

*Afb. 19 Jonge duinvorming op Ameland (De Hon). Op de voorgrond links biestarwegras en op de achtergrond op de hogere duinen helm.*

gevoerd voedsel slechts een betrekkelijk ijle stand toe, waardoor een groot deel van het aanstuivende zand nog wordt doorgelaten.



Foto M.F. van Oosten

Afb. 20 Kalkrijke helling (Zd20A) aan de lizijde van de zeereep met hoog opgroeiende duindoorn.

Als de opgroeiende duintjes ca. 1 m hoog zijn en een zekere hoeveelheid zoet water vasthouden, vestigt zich de zoutmijdende helm (*Ammophila arenaria*, afb. 19), vaak begeleid door zandhaver (*Elymus arenarius*). Ook deze planten hebben het aanstuivende zand nodig om hun stikstofbehoefte te dekken, maar door de diepgaande worteling is de bovengrondse stand veel dichter dan van het biestarwegras. De dichte helmpollen en de brede bladeren van de zandhaver laten maar weinig zand door, de duintjes worden nu snel hoger en sluiten zich aaneen tot een doorgaande keten. Ieder jaar wordt de totale spruitmassa in de herfst bedolven, waarna de planten het volgende jaar weer boven het zand uitgroeien.

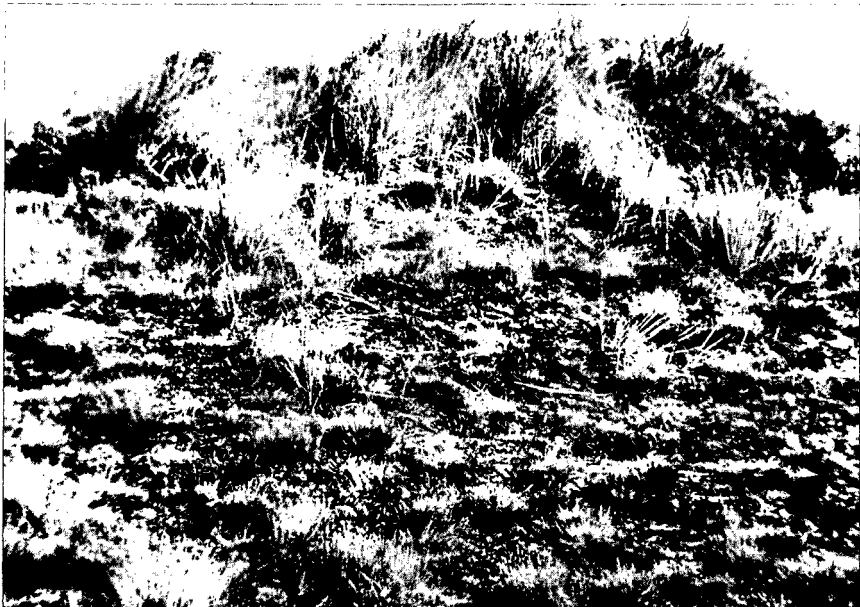


Foto M.F. van Oosten

Afb. 21 Buntgrasgemeenschap op ontcalcite duinen (Zd21). Tussen de verspreide pollen buntgras is de bodem bedekt met korstmossen.

Aan de lijzijde van het jonge duin, waar minder zandaanvoer is, vestigen zich geleidelijk aan wat andere planten, waaronder een duinvorm van het rood zwenkgras (*Festuca rubra* ssp. *arenaria*) die hier al een ijle mat kan vormen. Waar de zandaanvoer sterk achteruit gaat, b.v. doordat de duinen te hoog worden en/of een nieuwe duinenrij verder zeewaarts op de strandvlakte ontstaat, gaat de helm door gebrek aan voedsel (vooral stikstof) sterk achteruit. In het nog steeds bovenin kalkhoudende zand (eenheid Zd20A) vestigen zich nu andere planten (afb. 20), met als de meest kenmerkende de duindoorn (*Hippophaë rhamnoides*), die door in wortelknolletjes levende bacteriën in zijn stikstofbehoefte voorziet. Vooral op de noordhellingen is ook de eikvaren (*Polypodium vulgare*) een veel voorkomende soort. De plantengemeenschap met duindoorn vestigt zich bij voorkeur niet op de microklimatologisch minder gunstige zuidhellingen. Daar treedt een plantengemeenschap op bestaande uit lage, vroeg in het voorjaar bloeiende, eenjarige soorten en enkele droogteresistente mossen, met name het duinsterretje (*Tortula ruraliformis*). Deze plantengemeenschap wortelt uiteraard ondiep, maar heeft wel enige kalk nodig. Omdat op de Waddeneilanden de oppervlakkige ontkalking al snel merkbaar wordt, komt de duinsterretjesgemeenschap alleen voor waar regelmatig nog enig kalkhoudend zand wordt aangevoerd.

Vrij regelmatig met kalkrijk en iets humushoudend zand overstoven noord- en oosthellingen vormen ook het geëigende milieu voor de dauwbraam (*Rubus caesius*). Dergelijke bramenhellingen, die in de kalkrijke duinen van Noord- en Zuid-Holland grote oppervlakten beslaan (Doing, 1974), zijn uiteraard op de Waddeneilanden zeldzaam. Ze komen alleen over wat grotere oppervlakten voor achter de zeeleep van de Westerduinen op Schiermonnikoog. Waar geen kalkrijk zand meer wordt aangevoerd, raakt het zand bovenin relatief snel ontkalkt. De begroeiing gaat dan over in een vegetatietype, gekenmerkt door buntgras (*Corynephorus canescens*) en talrijke korstmossen. Deze plantengemeenschap neemt het grootste deel van de kalkloze duinen (Zd21) in beslag. Vaak kan van een ware "korstmossensteppe" gesproken worden, die grote oppervlakten bedekt, vooral op Vlieland en Terschelling. Hier kan dit vegetatietype soms al direct uit de Helmgemeenschap ontstaan. Het plantendek is vaak zeer open (afb. 21) met verspreide polletjes buntgras en slechts weinig andere soorten. De korstmossen liggen vrij los op het zand, waardoor bij betreding door mens of dier of door de wind gemakkelijk open plekken ontstaan, die aanleiding tot grotere stuifplekken geven. Voor zover geen grote stuifkuilen ontstaan, wordt een dergelijke plek door de zandzegge (*Carex arenaria*), met zijn meters lange kruipende wortelstokken, weer vastgelegd, waarna de Buntgrasgemeenschap zich herstelt.

Op steile noordhellingen ontwikkelt zich in plaats van de Buntgrasgemeenschap een vegetatie, gekenmerkt door het voorkomen van kraaiheide (*Empetrum nigrum*) en eikvaren (*Polypodium vulgare*).

De Buntgrasgemeenschap en de Kraaiheide-Eikvarengemeenschap vormen een semi-permanent eindstadium van de vegetatie-ontwikkeling in de droge duinen. Wel dringt op niet of slechts flauw hellend terrein de struikheide (*Calluna vulgaris*) tenslotte in de Buntgrasgemeenschap door, vaak tezamen met kraaiheide. Deze heidebegroeiing wordt gekenmerkt door een aantal soorten van de droge duinen, zoals zandzegge en korstmossen. Ze kan echter alleen in stand blijven door regelmatig grazen, plaggen of branden. Anders sterft de heide tenslotte af en installeert de Buntgrasgemeenschap zich opnieuw. Er treedt zodoende een cyclische successie op, waardoor op veel plaatsen alle mogelijke tussenstadia zijn waar te nemen.

Ook is het mogelijk dat op beschutte plaatsen, zoals in droge valleien, de berk opslaat of/en de ratelpopulier (*Populus tremula*) en er een ontwikkeling plaats vindt naar een, zij het (voorlopig?) fragmentair Berken-Populierenbos. Hier en daar is deze aanzet tot bosvorming te zien, zoals b.v. op Schiermonnikoog (zie afbeelding 22).

De tot nu toe geschetste ontwikkeling wordt min of meer doorkruist, indien in een of ander stadium (extensieve) beweiding plaats vindt. Dan ontwikkelt zich onder invloed van betreding en bemesting een soortenrijk duingrasland, gekenmerkt door duinschapegras (*Festuca ovina* ssp. *tenuifolia*), echt walstoo (*Galium verum*) en an-



Foto M.F. van Oosten

Afb. 22 Bosopslag (berk) op Schiermonnikoog.

dere grassen. Gezien de vooral vroeger veelvuldige beweiding in de duinen en de konijnenvraat (zie hoofdstuk 3) behoeft het niet te verwonderen dat deze duinweiden niet zeldzaam zijn. Waar begrazing lange tijd achterwege blijft, ontwikkelt zich op noordhellingen tenslotte weer de Gemeenschap van Kraaiheide en Eikvaren, elders de besproken Duinheide- of de Buntgrasgemeenschap.

#### *De bodemontwikkeling in de xeroserie*

In de jonge duintjes met de Helmgemeenschap, waar voortdurend nieuw zand wordt afgezet, is uiteraard nog geen sprake van de vorming van een humushoudende bovengrond. Hoogstens ligt hier en daar wat grof strooisel van dode stengeldelen. Wel zijn in het zandlichaam van het duintje uiterst dunne, zwak humushoudende bandjes aanwezig, afkomstig van de jaarlijks begraven en gehumificeerde bladmassa.

De helm is zeer droogteresistent, maar heeft zoet water nodig. Het sterk vertakte, diepgaande wortelstelsel kan niet alleen uit een grote zandmassa vocht opnemen, maar bereikt in niet te hoge duintjes ook de kleine zoetwaterbel, die zich al spoedig onder betrekkelijk kleine duintjes vormt.

Zo had het grondwater op het niveau van de zomers zelden overspoelde strandvlakte ten noorden van de stuifdijk op Terschelling tussen de eerste biestarwegrasduintjes een chloorgehalte van 2,3-4,0 ‰  $\text{Cl}^-$  (oligohalien tot even mesohalien). Onder een ca. 1 m hoger biestarwegrasduintje was het grondwater (op 120 cm) met 1,0 ‰  $\text{Cl}^-$  nog altijd oligohalien (brak). In de meer naar achter gelegen biestarwegrasduintjes was het chloorgehalte al gedaald tot 0,2 ‰ (net zoet); naar de diepte nam dit echter snel toe tot 0,4 ‰ (zwak brak) op 50 cm onder de grondwaterspiegel. In het aangrenzende ca. 2 m hoge helmduin was het grondwater bovenin reeds duidelijk zoet (0,1 ‰  $\text{Cl}^-$ ). Overigens bevatte het grondwater hier, zoals mocht worden verwacht, nog duidelijk meer zout dan in oudere, geheel verzoete duinvaleien, waar het zoutgehalte volgens Bakker (1981) varieerde van 0,04 tot 0,1 ‰  $\text{Cl}^-$ /l.

Door de voortdurende aanvoer van vers zand komt in de Helmgemeenschap vanaf het oppervlak kalk voor. Waar dit verse zand een zeer laag kalkgehalte heeft, zoals op

<sup>1)</sup> Volgens internationale normen ligt de grens tussen zoet en oligohalien (zwak brak) bij 0,3 ‰  $\text{Cl}^-$ /l water.

Vlieland en Terschelling, kan in de wat meer gestabiliseerde fase met rood zwenkgras echter al een diepe ontkalking optreden.

Een eerste zwakke bodemvorming zien we in de begroeiing met duindoorn. Onder een mosdek ligt een zeer dun (0,5 à 1 cm), donker gekleurd laagje, waarin een overgang van puur, onverteerd strooisel (hoofdzakelijk van duindoornblad) naar meer of minder verteerd en met zand vermengd materiaal. Ofschoon het kalkgehalte laag is (ca. 0,1 %), is het laagje weinig zuur (pH ca. 6,5) en is het C/N quotient laag (ca. 13).

Dit laagje rust scherp op een enkele centimeters dikke, donkergrijze A1 met ca. 9 % organische stof (profielchets nr. 26), een pH van 5,2 à 5,0 en een C/N quotient van ca. 12. Ook hier is het kalkgehalte slechts 0,1 %; het onderliggende zand heeft op 10 cm diepte echter reeds 0,4 % koolzure kalk. Vergeleken met de zeer lage stikstofwaarden van de Helmgemeenschap (ca. 0,08 % N volgens Westhoff, 1947) is er reeds aanzienlijk meer stikstof aanwezig. Dit blijkt ook uit de aanwezigheid van een aantal nitrofiële (stikstofminnende) plantesoorten, waaronder vooral de vaak grote massa's wilgenroosjes (*Epilobium angustifolium*) opvallen, b.v. op de vroegere stuifdijken van de Kroonpolders op Terschelling en op de oosthelling van de Kobbenduinen op Schiermonnikoog.

De verdere bodemvorming bestaat hoofdzakelijk uit een verder gaande ontkalking en de vorming van een bleekbruine (Bv-horizont) direct onder de humushoudende bovengrond. Bij de Buntgrasgemeenschap is deze bovengrond meestal zeer dun (hoogstens enkele centimeters) met slechts enkele procenten organische stof. Op veel plaatsen is tussen de buntgraspollen in het geheel geen humushoudende bovengrond gevormd.

De pH is, vergeleken met de Duindoorngemeenschap, gedaald tot 5,0 à 4,5. De kationenbezetting, die zelfs in de betrekkelijk dikke, bijna 29 % organische stof bevattende bovengrond van een kalkloze, vochtige duinvallei al niet erg hoog is, blijkt in de Buntgrasgemeenschap extreem veel lager te zijn en nog verarmd ten opzichte van de Duindoorngemeenschap (tabel 5).

Tabel 5 De kationenbezetting van de humushoudende bovengrond in enkele gronden van de xero-serie

Humushoudende bovengrond (A1)	Na	K	Mg	Ca
	in meq/100 g droge grond			
Kalkarme vochtige duinvallei	1,0	0,9	2,4	31,4
Duindoorngemeenschap	0,1	0,1	0,9	6,9
Buntgrasgemeenschap	0,1	0,0	0,1	0,3

De zo juist besproken bovengrond van de Buntgrasgemeenschap rust, via een enkele centimeters dik overgangslaagje, op een enkele decimeters dikke, bleekbruine horizont (Bv). Soms kan men een eerste aanzet tot de vorming van deze horizont al aantreffen in de enkele centimeters diep ontkalkte bovenlaag van de kalkhoudende duinen (Zd20Ab).

Het ijzergehalte van deze bleekbruine horizont verschilt nauwelijks van dat van het zand in de ondergrond, in de nabijgelegen (kalkrijke) zeereep of van het voorliggende strand. Het organische-stofgehalte bedraagt slechts 0,2 à 0,3 % tegenover 0,0 à 0,1 % in de diepere ondergrond. Zonder nader onderzoek is niet uit te maken of we met een zwakke humusophoping, in welke vorm ook, te doen hebben of toch wellicht met een vrijmaking van ijzer ter plaatse.

De Struikheidgemeenschap ontwikkelt zich op de Waddeneilanden bij voorkeur in nog wat vochtige valleien met Gt III. Deze worden bij de hygroserie behandeld. Op wat drogere gronden, b.v. met Gt VI, heeft deze gemeenschap plaatselijk een nog wat duidelijker ontwikkelde Bv-horizont dan de Buntgrasgemeenschap. Tevens is dan een enkele centimeters dikke strooisellaag (A0) aanwezig en een ca. 5 cm dikke, gebleekte A2-horizont.

Het eindstadium van de vegetatieontwikkeling op noordhellingen, de Kraaiheide-Eikvarengemeenschap, heeft door de gunstiger micro-klimatologische omstandigheden een wat dikkere bovengrond met 15 à 30 % organische stof. Soms is een 1 à 2 cm dikke strooisellaag (A0) aanwezig. Ook hier wordt wel een bruine horizont aangetroffen, evenals een zeer dun laagje direct onder de A1, waarin reeds tamelijk veel afgeloogde, grauwe korrels voorkomen. De pH in de bovengrond is dan ook slechts 4,7 à 4,6, in een later stadium zelfs 4,4. Onder de bruine laag (op ca. 25 cm diepte) zijn deze cijfers resp. 5,0 en 4,7.

In het door begrazing ontstane duingrasland neemt het humusgehalte op den duur langzaam toe. Tenslotte heeft de 1 à 2 cm dikke bovengrond 2 tot 4 % organische stof en een pH die, afhankelijk van het kalkgehalte, varieert van ca. 5,0 in de humushoudende bovengrond tot bijna 6,0 in het zand direct eronder.

#### 4.2.2 Hygroserie (tabel 6)

##### *De vegetatieontwikkeling in de hygroserie*

De ontwikkeling van de vegetatie in de natte en vochtige duinvalleien is ingewikkelder dan in de droge duinen of op de kwelders. De in 4.1.3 beschreven veranderingen in grondwaterstand hebben de vegetatieontwikkeling van plaats tot plaats vaak in verschillende richtingen laten verlopen (tabel 6). Van de talloze mogelijkheden kunnen hier slechts enkele worden besproken. Het is niet waarschijnlijk dat de hierbij genoemde "eindstadia" van de vegetatieontwikkeling dit ook werkelijk zijn. Mogelijk ontwikkelen zich hieruit nog weer andere plantengemeenschappen, waarover nog onvoldoende bekend is. Niet alleen is de benodigde tijd voor het ontstaan van dergelijke gemeenschappen nauwelijks toereikend geweest, maar ook de genoemde veranderingen in het grondwaterregime kunnen de ontwikkeling (tijdelijk) weer in een geheel andere richting sturen.

In primaire duinvalleien kan het grondwater zo hoog stijgen (b.v. bij een snel aangroeiende kust) dat duinplassen ontstaan. Bij secundaire valleien kan dit het geval zijn na diepe uitblazing in een zeer droge tijd. In de plassen komen waterplantengeselschappen voor, waarop hier niet nader wordt ingegaan. Waar de grond 's zomers gedurende enige tijd droogvalt, ontwikkelt zich op de niet te voedselarme en niet geheel ontkalkte bodem van ondiepe tot zeer ondiepe duinplassen met een wisselende waterstand een pioniervegetatie, o.a. gekenmerkt door oeverkruid (*Littorella uniflora*) en waterpunge (*Samolus valerandi*).

Blijft de waterstand ongeveer gelijk, dan ontstaat hieruit een moerasvegetatie met verschillende, ook elders in Nederland algemene moerasplanten als riet (*Phragmites australis*), kattestaart (*Lythrum salicaria*), watermunt (*Mentha aquatica*) en waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*).

Ook langs de randen van diepere duinplassen komt deze vegetatie voor. In deze gemeenschap, die geleidelijk iets minder eutroof wordt, slaan vaak wilgen op (kruipwilg en grauwe wilg, *Salix repens* en *Salix cinerea*), later soms ook wat berken (*Betula pubescens*), waaruit tenslotte een Berken-Wilgenbroek ontstaan kan.

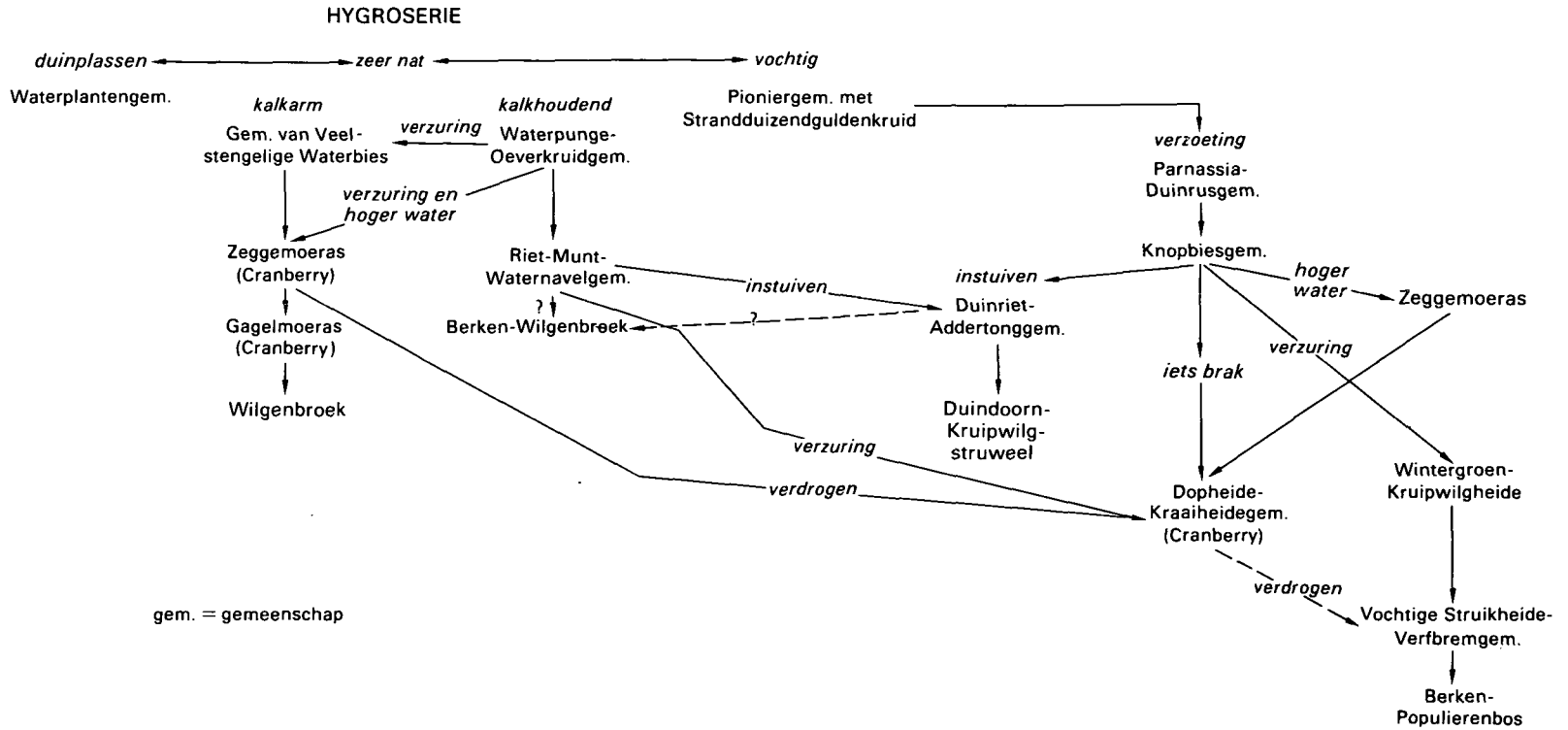
Waar het grondwater 's zomers ongeveer aan en 's winters langdurig boven het oppervlak staat (b.v. bij Gt I) en de bodem tevens wat zuurder wordt, ontstaat een Zegge-"moeras" met als meest kenmerkende planten de gewone zegge (*Carex nigra*) en de voor duinvalleien kenmerkende drienerfve zegge (*Carex trinervis*). Dit Zeggemoeras kan zich door verzuring ook ontwikkelen uit de reeds genoemde begroeiing met riet, watermunt enz., vooral als tevens de waterstand iets hoger wordt.

Het Zeggemoeras is speciaal op Terschelling een van de geëigende groeiplaatsen voor de lepeltesheide of cranberry (*Oxycoccus macrocarpos*) en in een later stadium van gagele (*Myrica gale*). De cranberry ontwikkelt zich het best waar de bodem 's winters onder water staat en ook 's zomers zo nat mogelijk blijft, dus in moerassen of bij gronden met grondwatertrap I.

Wordt de bodem van het Zeggemoeras duidelijk zuurder en vaak ook iets droger (Gt II), dan verschijnen dopheide (*Erica tetralix*) en kraaiheide (*Empetrum nigrum*).



Tabel 6 Successieschema van de vegetaties in de vochtige tot natte duinvalleien (hygroserie)



Cranberry komt nog wel voor, maar is duidelijk minder goed ontwikkeld dan bij gronden met Gt I.

De Dopheide-Kraaiheidegemeenschap kan lang standhouden, vooral als de bodem wordt afgeplagd, zoals vroeger veelal gebeurde. Bij verdere daling van de grondwaterstand verdwijnt de cranberry echter en gaat ook de dopheide achteruit. Struikheide en soms ook korstmossen dringen de gemeenschap binnen. Deze Struikheidegemeenschap, meestal met Gt III, verschilt met die van de droge duinen vooral door het voorkomen van verfbrem (*Genista tinctoria*) en meestal ook wat dopheide.

Voor wat betreft de slecht bekende en weinig bestudeerde verdere vegetatieontwikkeling, kan hier alleen gewezen worden op de mogelijke vorming van een Berken-Populierenbos uit de Struikheidegemeenschap.

De mogelijkheid is hier wellicht nog iets groter dan bij de drogere variant van deze heide in de xeroserie. Ten westen van De Groede op Terschelling en op Schiermonnikoog is deze bosvorming momenteel volop in ontwikkeling (afb. 22).

Kort samengevat gaat de vegetatieontwikkeling in de duinvalleien bij een min of meer gelijkblijvend grondwaterregime dus naar een moerasvegetatie (met gageel) of naar een (Berken)-Wilgenbos, dat tenslotte ook uit het Gageelmoeras zou kunnen ontstaan. Bij geleidelijk droger wordende omstandigheden ontstaat een heidevegetatie, die wellicht nog weer overgaat in een Berken-Populierenbos.

Een andere ontwikkeling van de hygroserie treffen we aan als eindstadium van de ha-

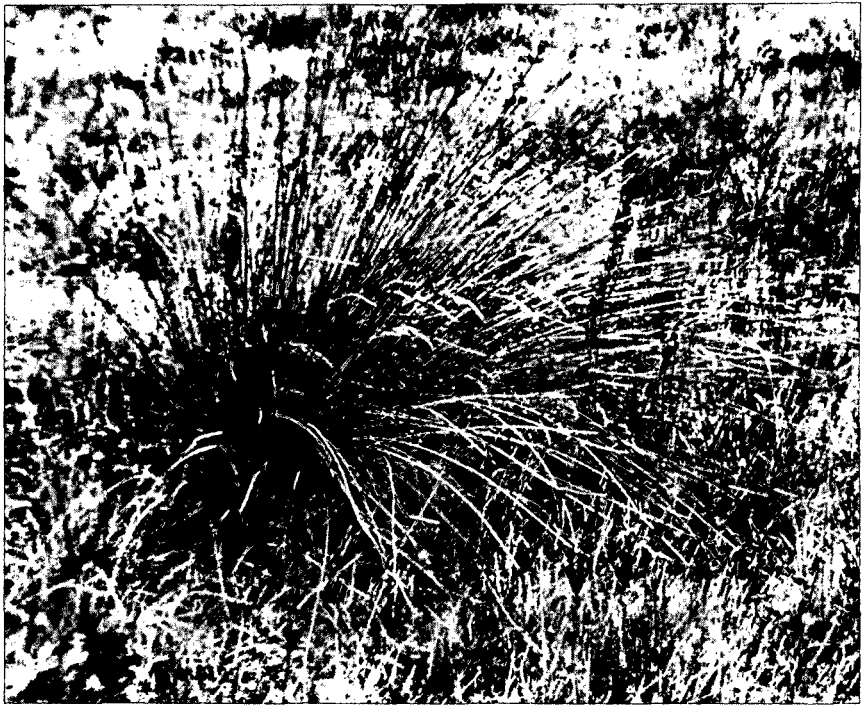


Foto M.F. van Oosten

Afb. 23 De eerste min of meer gesloten begroeiing in een jonge achterduinse strandvlakte (Schiermonnikoog). Naast de grote pol knopbies zijn de donkere bloeiwijzen van een duinrus zichtbaar. Daartussen overal de witte bloemen van *parnassia*.

loserie en bij jaarlijks lange tijd droogvallende valleien. Zodra het zoutgehalte van de bodem zodanig is gedaald, dat bodem en grondwater nog hoogstens zwak brak zijn, verdwijnt de kenmerkende zoutvegetatie (zie 4.2.3). Er verschijnt een lage, vaak vrij open plantengemeenschap, gekenmerkt door een russensoort met opvallende, bijna zwarte bloemhoofdjes, de duinrus (*Juncus alpino-articulatus* subsp. *atricapillus*) en door *parnassia* (*Parnassia palustris*). Deze gemeenschap ontwikkelt zich overigens ook wel op wat drogere randen van de eerder besproken kalkhoudende, natte duin-

valleien. Het milieu lijkt hier aanvankelijk uiteraard sterk op dat van een achterduinse strandvlakte die 's zomers lange tijd droogvalt. Hier ontwikkelt zich een open pioniergemeenschap, benoemd naar het voor deze plaatsen kenmerkende strandduizendguldenkruid (*Centaureum littorale*) of andere pioniervegetaties. Beide zo juist genoemde vegetatietypen worden gewoonlijk spoedig weer vervangen door een begroeiing, waarin de in ons land vrijwel tot dit milieu beperkte knopbies (*Schoenus nigricans*) sterk domineert. De duinrus is vaak nog talrijk in de Knopbiesgemeenschap (afb. 23), waarin ook een aantal orchideeënsoorten kan optreden. De grondwaterstand is vrij hoog; meestal komt grondwatertrap I voor, een enkele maal II.

De Knopbiesgemeenschap handhaaft zich zelden langer dan ca. 20 jaar. Door verzuring, vooral in een zwak brak milieu, dringt bij een gelijkblijvende grondwaterstand, dopheide binnen en ontstaat ook hier de reeds besproken DopheideKraaiheidegemeenschap.

Bij lichte verzuring en geringe overstuiving of/en verdroging dringt de kruipwilg in en breidt zich uit tot een gesloten dek. Hierin wordt veelvuldig een aantal saprofytisch levende planten aangetroffen, alsmede het rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*), waarnaar de gemeenschap als Wintergroen-Kruipwilg-'heide' wordt aangeduid.

De achterduinse strandvlakten en de primaire jonge duinvalleien liggen meestal direct achter een jonge, nog in opbouw zijnde duinenrij. Hierdoor hebben beide vaak te lijden van instuivend zand, waardoor ook de Knopbiesgemeenschap wordt beïnvloed. Op deze plaatsen verschijnt het ca. 1 m hoge duinriet (*Calamagrostis epigejos*), vaak begeleid door een klein varentje met niet verdeeld blad, de addertong (*Ophioglossum vulgatum*). Door de ophoping met instuivend zand wordt de grond vaak ook iets droger.

Uit de Duinriet-Addertonggemeenschap ontwikkelt zich bij voortgaande successie een dichte Kruipwilgbegroeiing met meestal veel duindoorns, een indicatie dat de bodem nog niet tot grote diepte ontkalkt is.

#### *De bodemontwikkeling in de hygroserie*

In tegenstelling tot de xeroserie kenmerkt de bodemontwikkeling bij de hygroserie zich door de vorming van een duidelijke ophoping van organisch materiaal aan het oppervlak. Dikte en organisch-stofgehalte van deze laag kunnen echter sterk uiteenlopen, ook bij eenzelfde vegetatietype. Ten dele komt dit voort uit het feit dat eenzelfde vegetatietype, zoals boven beschreven, op verschillende manieren kan ontstaan.

Als we de echte moerassen buiten beschouwing laten, dan is in de zeer natte valleien de vegetatie met riet, kattestaart, munt en watervanel bij wat drogere ligging (Gt I, soms II), de eerste gemeenschap waarin we een aanzienlijke ophoping van organische stof aantreffen. De tot 15 cm dikke laag bevat vaak veel onverteerde of slechts ten dele verteerde planteresten en is meestal geheel met water verzadigd. Het organische-stofgehalte is altijd wel 15 à 20 %, maar kan oplopen tot 35 % of meer. Doordat er vaak nog sporen kalk aanwezig zijn en het kalkrijke zand ondiep begint (40 à 50 cm), is de pH nog betrekkelijk hoog (5,3 in de bovengrond en 5,5 in het zand direct eronder) en het C-N quotiënt betrekkelijk laag (tabel 7). Dit duidt op een goede kwaliteit ('rijke') humus.

Tabel 7 Kationenbezetting, organisch-stofgehalte en C-N quotiënt van enkele vegetatietypen van de hygroserie

Vegetatietype		Na	K	Mg	Ca	H	org.stof %	C/N
		in meq/100 g droge grond						
Riet-Munt-Waternavelgem.	V.	4,4	0,7	5,5	34,0	12,6	35,1	12,5
Idem	A.	1,0	0,9	2,4	31,4	13,2	28,8	13
Idem	S.	0,9	0,2	1,4	20,2	6,8	17,0	15
Berken-Wilgenbos	T.	4,0	0,8	14,3	27,9	12,7	35,7	15
Dopheide-Cranberrygem.	V.	1,2	0,5	1,6	3,1	29,3	24,8	34
Struikheide-Verfbremgem.	T.	0,6	0,4	1,5	1,9	35,9	30,0	29
Knopbiesgem.	S.	69,3	2,5	24,4	37,2	10,2	40,0	11
Duinriet-Addertonggem.	V.	1,2	0,4	1,8	5,8	8,1	12,8	16
Idem	A.	0,5	0,3	1,9	14,5	3,7	12,7	16

V = Vlieland

T = Terschelling

A = Ameland

S = Schiermonnikoog

De kationenbezetting is, zoals bij vrijwel alle gronden van de hygroserie, duidelijk hoger dan bij de xeroserie; vooral  $Ca^{++}$  is nog vrij hoog,  $H^+$  daarentegen laag, wat op een slechts geringe verzuring wijst. Het zand onder de humushoudende bovengrond is vlekkelig grijs van kleur, zoals bij de meeste gronden van de hygroserie, met veel reductievlekken en wat roest tot het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand, waar de grond blauwgrijs gereduceerd is.

Waar ook in latere ontwikkelingsstadia het grondwater hoog blijft, ontwikkelt zich een echte, 10 à 15 cm dikke, veenlaag. Dit is o.a. het geval in de natte boscomplexen op De Groede (Terschelling) en op enkele plaatsen op Schiermonnikoog, aangegeven met eenheid vWz. Het organische-stofgehalte bedraagt 35 % of meer; overigens verschilt de bodem niet aanmerkelijk met die van het voorgaande vegetatietype. Alleen de ontkalking is soms wat dieper.

Duidelijker veranderingen doen zich voor, waar de bodem sterk verzuurd en de Dopheide- en Struikheidegemeenschappen zich ontwikkelen. Bij beide gemeenschappen is vaak een dunne strooisellaag (A0) aanwezig, die dikker wordt naar gelang de grond droger is. Hieronder volgt een enkele tot 4 à 5 cm dikke, diepzwarte A1-horizont. Deze is sterk zuur (pH 4,1-4,5) en bevat, waar wat zand is ingewaaid, soms maar 15 à 20 % organische stof, maar elders 30 % en meer. De sterk zure humus heeft een hoog C-N quotiënt (zie tabel 7). Vergeleken met eerdere stadia in de vegetatieontwikkeling is  $Ca^{++}$  in de kationenbezetting sterk afgenomen,  $H^+$  daarentegen aanzienlijk toegenomen.

De humushoudende bovengrond bevat in de natte Dopheide-Kraaiheidegemeenschap vaak veel afgeloogde korrels. Naar gelang de grond droger wordt, is een duidelijker, 1 à 3 cm dikke, grijze A2-horizont aanwezig met nog 1,0 tot 1,5% organische stof. Bij de niet al te natte heidevegetaties volgt hieronder een 25 à 30 cm dikke, flauwe, grijsbruine (inspoelings?) horizont, waarvan het organische-stofgehalte nooit hoger is dan ca. 0,5% en de pH zeer laag (ca. 4,0).

Voor wat de bodemontwikkeling op de 's zomers droogvallende, achterduinse strandvlakte of op gelijkwaardige standplaatsen betreft, is reeds opgemerkt dat pas in de Knopbiesgemeenschap een duidelijke bodemvorming optreedt. In zeer korte tijd wordt een 4 à 5 cm dikke, diepzwarte bovengrond gevormd, soms met 40% organische stof. Er is vaak nog wat kalk aanwezig, waardoor de pH 6,5 of iets meer bedraagt en het C-N quotiënt niet hoger is dan 11 à 12. Bij een geleidelijk verdwijnen van de kalk zakt de pH naar 6,0 à 5,5. De kationenbezetting is meestal hoog met uiteraard relatief veel  $Ca^{++}$ . Waar de Knopbiesgemeenschap op een betrekkelijk recent ontzilte strandvlakte is gevormd en/of nog een enkele maal door zout water wordt overspoeld, kunnen ook  $Na^+$  en  $Mg^{++}$  met nog hoge waarden in het adsorbtiecomplex

aanwezig zijn, zoals in het gegeven voorbeeld van Schiermonnikoog (zie tabel 7). Het micromorfologische beeld van de humushoudende bovengrond (afb. 24) in de Knopbiesgemeenschap wijkt vrij sterk af van dat van de vochtige zandgronden elders in Nederland. De daar kenmerkende, betrekkelijk zure moderhumus ontbreekt in de Knopbiesgemeenschap. Daar heeft de humusvorming plaats in een kalkhoudend milieu. Er is veel gefragmenteerd organisch materiaal en losse excrementen, waarbij slechts weinig duidelijk moderachtige aggregaten voorkomen. Voor zover aanwezig worden die bovendien snel omgezet in amorfe humus. De aantasting van het organische materiaal door kleine bodemdieren is sterk en in de A0/A1 zijn veel schimmeldraden aanwezig, wat waarschijnlijk met het natte milieu (meestal Gt I) samenhangt. Het zand onder de humushoudende bovengrond is soms direct kalkrijk of, bij voortschrijdende vegetatie- en bodemontwikkeling, tot 10 cm ontkalkt. In het ontkalkte materiaal is de pH aanvankelijk nog bijna 6,0. Onder deze omstandigheden gaat de omzetting van organische stof zeer snel.

Indien de ontkalking en de daarmee gepaard gaande daling van de pH in de bovengrond niet te snel doorzet, zien we een ontwikkeling naar de Wintergroen-Kruipwilgheide. Hier wordt een relatief dikke (10 cm of meer) strooisellaag (A0) gevormd. Hieronder ligt een 5 à 10 cm dikke A1-horizont met een even grote variatie in organisch-stofgehalte als bij de heidegemeenschappen.

Ook de pH varieert sterk (5,8-4,5 in de A0 en 5,3-3,8 in de A1), afhankelijk van het successiestadium van de gemeenschap. Waar deze zich recent uit de Knopbiesgemeenschap heeft ontwikkeld, treft men de hogere pH's aan; in latere stadia veel lagere.

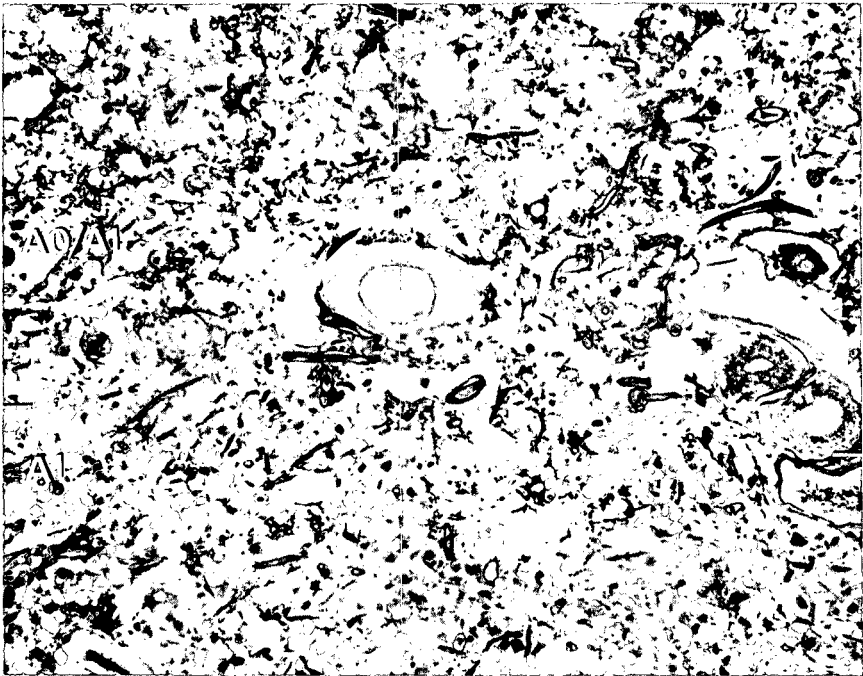


Foto Micropedologie G4634

Afb. 24 Micromorfologisch beeld (8x vergroot) van een humushoudende bovengrond in de Kroonpolders op Terschelling.

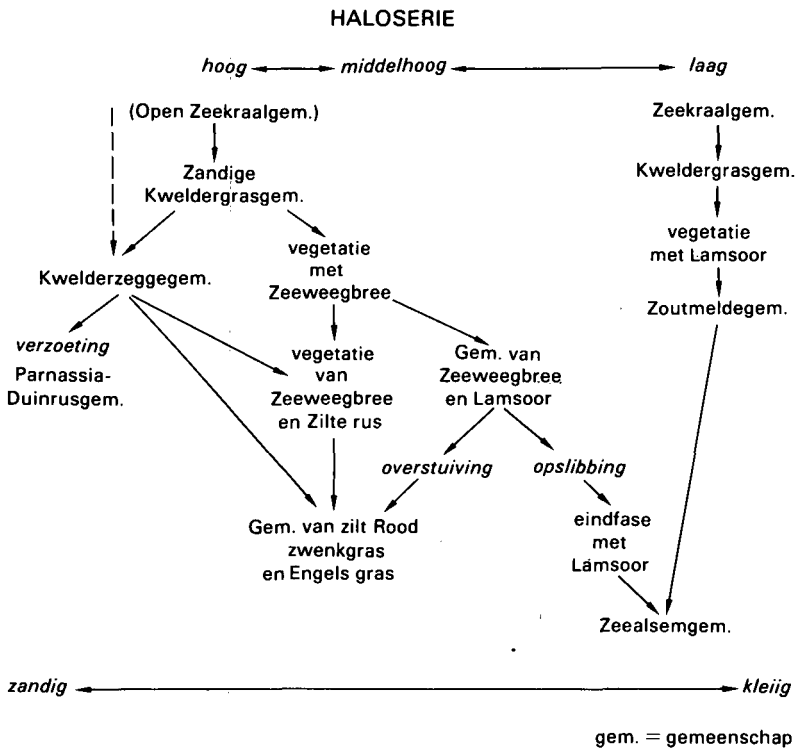
A0	+ 1 - 0 cm	sterk verteerde organische stof en plantfragmenten. Tussen de horizontaal gerichte plantedelen amorfe zwarte humus
A0/A1	0 - 1 cm	minerale overgangslaag. Plantfragmenten en hoekige fragmenten van zwarte vrijwel amorfe organische stof. Veel schimmeldraden
A1	1 - 3 cm	minerale eerdlaag met zeer fijne plantfragmenten en verspreid fijne hoekige fragmenten van zwarte vrijwel amorfe organische stof. Plaatselijk enige dierlijke vraat met sterk samengeklonterde excrementen
C	3 - 8 cm	dicht gepakt matig fijn zand met enige wortelresten.

Waar de Knopbiesgemeenschap door overstuiving overgaat in de Addertong-Duinrietgemeenschap, neemt de dikte van de bovengrond door het instuivende zand toe, soms tot 15 cm. Het organische-stofgehalte kan uiteraard sterk wisselen; soms is het slechts 12%. Wel is de bovengrond nog weinig zuur (pH 6,0 à 5,5) en wijkt de kationenbezetting maar weinig af van de Knopbiesgemeenschap. Het C-N quotiënt is meestal ook nog vrij laag (ca. 15). De bovengrond bevat soms nog sporen kalk; kalkrijk materiaal begint vaak pas op 40 cm of nog wat dieper.

#### 4.2.3 Haloserie (tabel 8)

##### *De vegetatieontwikkeling in de haloserie*

Grote delen van de eilanden worden nog regelmatig of ten minste bij stormvloed door de zee overstroomd. Ze zijn begroeid met een specifieke, zouttolerante vegetatie en worden aangeduid als kwelders. Het grondwater en het bodemvocht van de kwelders zijn, afhankelijk van de duur en de frequentie van de overspoeling, zout tot zwak brak <sup>1)</sup>.



Tabel 8 Successieschema van de kweldervegetaties (haloserie). Gedeeltelijk naar Don, c.s., 1980

In het algemeen wordt bij een geleidelijk aangroeiende kust door de zee slibrijk materiaal aangevoerd, waardoor de kust geleidelijk aangroeit en boven gemiddeld zeeniveau komt. Dit laagste deel van de kwelder wordt nog bij iedere vloed, dus meestal tweemaal per dag, overstroomd. Naarmate de kwelder in zeewaartse richting aangroeit, neemt de dikte van de eerder afgezette kleilaag toe en daarmee de hoogte boven de zeespiegel. De duur en frequentie van de overstromingen worden daardoor minder en het zoutgehalte van de bodem neemt af. Hiermede gepaard gaat een verandering in de vegetatie; het aantal zouttolerante soorten neemt af en op nog maar zelden door de zee bereikte plaatsen verschijnen soorten van een zoet milieu.

<sup>1)</sup> Het zoutgehalte wordt uitgedrukt in grammen Cl<sup>-</sup> per liter water. Volgens de internationale normen ligt de grens tussen brak (oligohalien) en zoet water bij 0,3 g Cl<sup>-</sup>/l.

Op de Waddeneilanden verloopt de opbouw van de kwelder en de vegetatie-ontwikkeling vaak iets anders. De uitgestrekte kwelders op de oostpunt van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog zijn grotendeels ontstaan op vroegere zandplaten, die met de eilanden "verheelden". Door de aanleg van stuifdijken of door natuurlijke duinvorming ontstond op grote delen van de platen vrij plotseling een dusdanig rustig milieu, dat zich een begroeiing kon vestigen en de zee op de lagere delen slib begon af te zetten. De hogere delen van de platen werden in dit stadium echter al minder, soms veel minder frequent en minder langdurig, overstroomd. Deze verkeerden van de aanvang af dus al in de situatie van een "normale" middelhoge en hoge kwelder. Daardoor is de vegetatie-ontwikkeling hier iets anders verlopen dan op het lage deel van de nieuwe kwelder, waar het beeld min of meer overeenkomt met de ontwikkeling van een "normale" kwelder. Onderzoek hiernaar is gedaan door Don, Van Hooff, Jansen en Jonker (1980) en vooral door Drs. Roozen uit Beekbergen, die ons uit zijn nog te verschijnen publicatie een aantal gegevens ter beschikking stelde.

De *lage kwelder*, die bij laag water gedurende enige tijd droogvalt, is begroeid met zeekraal (*Salicornia europaea*). De zeekraal prefereert een slibrijke bodem; naar gelang de bodem zandiger is, wordt de zeekraalbegroeiing ijler.

De Zeekraalgemeenschap is optimaal ontwikkeld van ongeveer 10 cm onder tot enkele centimeters boven de gemiddelde hoogwaterlijn. Waar de kwelder hoger wordt en duur en frequentie van de overspoeling dus afnemen, verschijnt geleidelijk het kweldergras (*Puccinellia maritima*). De eerste aanzet wordt vaak gegeven door losse plukjes gras, die tussen de zeekraalplanten blijven hangen. De Kweldergrasgemeenschap beslaat de zone van de gemiddelde hoogwaterlijn tot iets beneden de hoogwaterlijn bij springvloed. Behalve het kweldergras treft men in deze gemeenschap o.a. nog zeeweegbree (*Plantago maritima*), de zulte of zeeaster (*Aster tripolium*) en wat lamsoren (*Limonium vulgare*) aan.



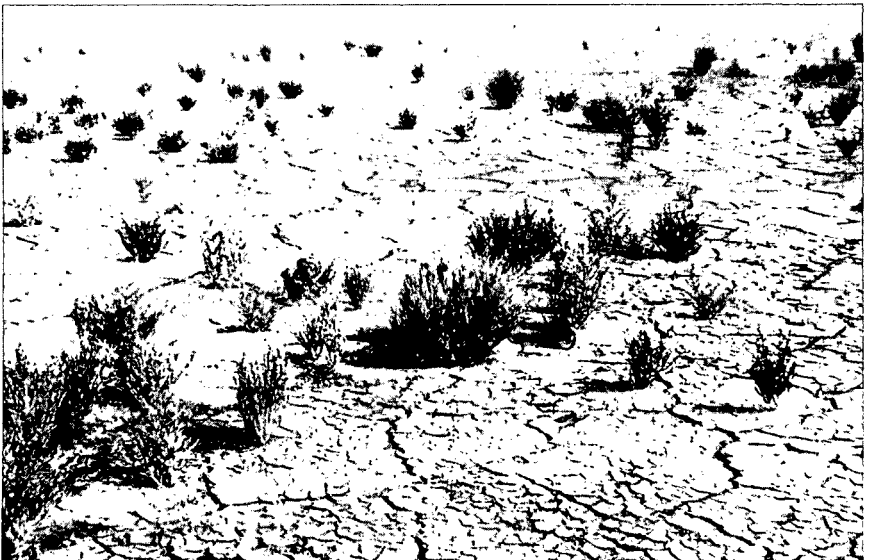
Foto M.F. van Oosten  
Afb. 25 Overgang van de lage kwelder met lamsoren (achtergrond) naar de middelhoge kwelder met de hoge grijze bloeipluimen van de zeeseem (voorground).

Bij aanvoer van voldoende slib houdt het dichte, zodevormende kweldergras dit zo goed vast, dat al spoedig wat hogere plekken ontstaan. Hiertussen ligt een grillig netwerk van wat lagere geultjes, waardoor het overstromingswater zich een weg zoekt. De bodem is hier langer geïnundeerd en daardoor ook zouter, waardoor er vaak nog veel zeekraal en ook wat schorrekruid (*Suaeda maritima*) groeit. Soms zijn deze lagere geultjes geheel onbegroeid, wellicht door enige erosie, waardoor het patroon dan extra geaccentueerd wordt.

Bij doorgaande opslibbing neemt de lamsoor sterk toe (afb. 25) en gaat het vegetatiebeeld bepalen. Later verschijnt een voor de hogere kwelder kenmerkende melde-soort, de zoutmelde (*Halimione portulacoides*). Deze vormt soms een vrijwel gesloten vegetatie, de Zoutmeldegemeenschap. Tenslotte vestigt zich op het hoogste niveau de zealsem (*Artemisia maritima*) en het zilt rood zwenkgras (*Festuca rubra* ssp. *litoralis*), een op de kwelder voorkomende vorm van het in Nederland algemene rood zwenkgras.

De *middelhoge kwelder* ontwikkelt zich op het niveau van de voormalige strandvlakte van de zandplaat. De overstromingsfrequentie is minder en de overstromingsduur korter dan van de lage kwelder. Meestal wordt de middelhoge kwelder alleen in een periode van springvloed een aantal dagen bij hoogwater overstromd.

De vegetatieontwikkeling op de zandige bodem begint soms met een zeer open, kortstondige zeekraalbegroeiing (afb. 26), die al snel overgaat in een afwijkende vorm van de Kweldergrasgemeenschap met wat soorten die een zandbodem prefereren. Soms vormt deze Zandige Kweldergrasgemeenschap, die ook veel minder dicht is dan de typische vorm, direct de eerste begroeiing.



Afb. 26 Open zeekraalbegroeiing op de zandige lage kwelder.

Foto Stiboka 28027

Geleidelijk wordt ook op dit niveau toch wat slib afgezet, waardoor de bodem ook wat meer zout vasthoudt. Hierdoor neemt aanvankelijk de al genoemde zeeweegbree en in een later stadium ook de lamsoor sterk toe tot deze twee soorten het vegetatiebeeld beheersen. Het bij de lage kwelder beschreven microreliëf is ook hier aanwezig. In de lagere geultjes wordt dan zeekraal en kweldergras aangetroffen. Plaatselijk ontbreekt in deze geultjes alle begroeiing, wellicht door de hoge zoutconcentratie. In een later stadium neemt de zeeweegbree geleidelijk af. Neemt de dikte van de sliblaag nog wat toe, dan ontstaan de uitgestrekte velden met overheersend lamsoor, zo karakteristiek voor grote delen van de Boschplaat op Terschelling.

De opslibbing van de middelhoge kwelder gaat gewoonlijk door tot 1,30 m boven ge-



middeld zeeniveau. Uiteindelijk ontwikkelt zich ook hier een vegetatie met of gedomineerd door de zoutmelde en later de Zeealsemgemeenschap met veel zilt rood zwenkgras.

Wordt de Zeeweebree-Lamsoorgemeenschap overstoven, wat niet zeldzaam is, dan ontwikkelt zich de Gemeenschap van zilt Rood zwenkgras en Engels gras (*Armeria maritima*), die bij de hoge kwelder nader zal worden besproken.

De *hoge kwelder* wordt alfeen nog bij een flinke springvloed en bij stormvloed overspoeld. Aanvankelijk wordt dan ook nauwelijks enig slib afgezet. De vegetatieontwikkeling begint hier gewoonlijk direct met de bovengenoemde zandige vorm van de Kweldergrasgemeenschap. De levensduur van deze gemeenschap is in dit geval echter zeer kort. Wordt nu toch een weinig slib afgezet, dan komt de situatie overeen met die bij de middelhoge kwelder en gaat de zeeweebree het beeld overheersen. Blijft de bodem zandig dan ontstaat een vegetatie, gekenmerkt door de kwelderzegge (*Carex extensa*), waarnaast ook hier weer het zilt rood zwenkgras en de zeeweebree algemeen voorkomen. In het eerste geval of, indien naderhand in de Kwelderzeggegemeenschap toch nog wat slib wordt afgezet, gaat naast het zilt rood zwenkgras een kleine russensoort, de zilte rus (*Juncus gerardi*) het vegetatiebeeld sterk bepalen. Tegenover deze twee soorten een dichte grasmat. Bij beweiding gaat in deze vegetatie de zilte rus sterk overheersen en verdwijnen sommige andere soorten.

Uiteindelijk ontstaat op het hoogste deel van de hoge kwelder een begroeiing die sterk wordt gedomineerd door zilt rood zwenkgras met veel engels gras (*Armeria maritima*). Deze gemeenschap preferereert een zandige bodem en ontstaat dan ook vaak direct uit de Kwelderzeggegemeenschap. Vooral op Schiermonnikoog beslaat dit vegetatietype een grote oppervlakte op de Oosterkwelder.

Op de hoge, maar soms ook op ver landinwaarts doorlopende lage kwelders, zijn vaak wat hogere, zandige plekken aanwezig, deels in de vorm van lage zand"schilden". Deze zijn waarschijnlijk opgestoven op de vroegere strandvlakte, voor de kweldebegroeiing zich kon ontwikkelen. Ze worden door hun hogere ligging meestal maar weinig meer door de zee overspoeld en door hun zandige bodem en diepere grondwaterstand weer snel ontzilt. Aan hun voet is vaak een begroeiing met zilt rood zwenkgras en engels gras aanwezig, met veelal resten van de Kwelderzeggegemeenschap. Overigens zijn ze dicht begroeid met strandkweek (*Elytrigia pungens*; zie afbeelding 28), een verwant van het gewone kweekgras, die ook op wat hogere, zandige plaatsen in de gemeenschap van zilt rood zwenkgras en engels gras wel voorkomt. Soms zijn de zand"schilden" zo talrijk, dat op de bodemkaart een associatie met de hoge kwelder moest worden aangegeven, zoals op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog.

Waar de hoge kwelder aan de duinen grenst, zoals bijna overal op de eilanden, kan het zoutgehalte van de bodem en van het grondwater sterk wisselen, afhankelijk van de overspoeling en de hoeveelheid aangevoerd regen- en kwelwater. Naast planten van de hoge kwelder groeit hier een aantal soorten die kenmerkend zijn voor een grensmilieu met sterk wisselende milieufactoren. Voor het hier aangeduide brakke, maar soms vrij zoute of bijna zoete milieu, is het in ons land algemene zilverschoon (*Potentilla anserina*) een goede indicator, met de zeerus (*Juncus maritimus*), aardbeiklaver (*Trifolium fragiferum*), rode ogentroost (*Odontites verna*) en ook de gewone witte klaver (*Trifolium repens*). Deze brakke vegetatie beslaat meestal slechts een smalle zone, maar is over een vrij grote oppervlakte aanwezig op De Groede op Terschelling en op het Nieuwlandsdijld op Ameland.

Op de achterduinse strandvlakte, waar de bodem uit vrijwel puur zand bestaat, met hoogstens wat fijne sliblaagjes, komt de situatie aanvankelijk overeen met het beginstadium op de hoge kwelder. Soms kan ook hier een fragmentaire begroeiing van de Zeekraal- en de Kweldergrasgemeenschap worden aangetroffen. Doordat de zee vaak al spoedig alleen bij hoge vloed, soms zelfs alleen bij stormvloed toegang heeft, neemt het zoutgehalte snel af. Na betrekkelijk korte tijd verschijnt op de minst door de zee bereikte plaatsen dan de Kwelderzeggegemeenschap. Op wat ziltere plekken wil het engels gras zich daarna nog wel vestigen, maar op de minst zoute plaatsen

verschijnt de duinrus (*Juncus alpino-articulatus* ssp. *atricapillus*) met zijn kenmerkende, bijna zwarte bloemhoofdjes die duidelijk in twee etages staan. Bij verdere ontzilting verdwijnt geleidelijk de kwelderzegge en gaan duinrus en parnassia (*Parnassia palustris*) het aspect bepalen. Het milieu is dan vrijwel zoet; de verdere ontwikkeling is besproken bij de hygroserie (4.2.2).

#### *De bodemontwikkeling in de haloserie*

Zoals in het voorgaande reeds werd besproken, is in de zeekraalzone langs de Waddekust de lutumrijke bovengrond zelden dikker dan 15 à 25 cm, maar, vooral het dichtst bij zee, vaak veel dunner en ontbreekt soms vrijwel geheel. Dikkere lagen komen vooral voor in en langs de krekken en plaatselijk aan de zeezijde van de zeedijk op Terschelling. Ze zijn meestal geheel ongerijpt, blauwzwart gereduceerd en zeer slap (eenheid MOo02). Wat hoger op de kwelder zijn de dikkere, lutumrijke lagen, die bij eb langere tijd droogvallen, bovendien vaak al half gerijpt (eenheid MOb72). Langs de wortelgangen komen dan soms al wat roestvlekken voor. Op alle eilanden is het materiaal kalkrijk met tot 8%  $\text{CaCO}_3$ . Ook het onderliggende zand is meestal kalkrijk. De organische-stofproductie van de Zeekraalgemeenschap is betrekkelijk laag, zoals overigens van de meeste zoutplantengemeenschappen (Beeftink, 1965). Wel wordt wat organische stof aangevoerd met het slib en wordt een niet te verwaarlozen bijdrage geleverd door algen en wieren, die in de zeekraalzone nog groeien of worden aangespoeld en die in de zeekraalplanten blijven hangen. Het organische-stofgehalte varieert globaal tussen 8 en 15%. Het zoutgehalte van het grondwater, dat tijdens eb niet dieper dan 30 cm staat, ligt ook op de hogere delen van de Zeekraalgemeenschap nog dicht bij dat van het water van de Waddenzee met ca. 17 g  $\text{Cl}^-/\text{l}$ .

Waar de kwelder minder frequent en/of minder langdurig overstromt, zoals in de zone van de Zandige Kweldergrasgemeenschap en de Gemeenschap van Zeeweegbree en Lamsoor, wordt door verdamping en vegetatie water aan de grond onttrokken. De lucht dringt verder en langduriger in de bodem door dan in de zeekraalzone en de rijping is duidelijk verder voortgeschreden. Blauwzwarte reductiekleuren worden hier niet meer aangetroffen. Het slib is tot ca. 10 cm half of iets meer gerijpt, daaronder iets minder.

Overall komt langs de wortelgangen roest voor, ook in het onderliggende zand. Het organische-stofgehalte is vaak iets hoger dan in de zeekraalzone. Wel zal de eigen produktie hoger zijn, maar er blijft waarschijnlijk minder aangevoerd materiaal achter.

Het zoutgehalte van het grondwater is duidelijk lager dan in de zeekraalzone (zie tabel 9). Het zoutgehalte van de bovengrond zal door de regelmatige overspoeling nooit sterk dalen, in droge zomers kan het gehalte bovenin echter aanzienlijk toenemen. Op plaatsen met langdurig stagnerend zeewater, zoals in kommen zonder goede afvoer, kan zelfs een zoutkorst aan het oppervlak achterblijven.

Speciaal in de lamsoor-zeekraalzone is de bovenste 10 cm van de sliblaag soms al bijna gerijpt; de onderste 10 à 15 cm is dan half gerijpt. Geheel gerijpte lagen, ook zeer dunne, zijn nog vrijwel afwezig.

Op de hoge kwelder van de Waddeneilanden is geen of slechts een dunne, lutumrijke laag van 5 à 15 cm dikte aanwezig, die meestal geheel gerijpt is. Waar deze laag wat dikker is, zoals op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog, zijn de bovenste 10 cm eveneens geheel of vrijwel geheel gerijpt, in tegenstelling tot de onderste 5 à 10 cm, die nog niet geheel gerijpt en iets slap zijn (MOb72-I, ter onderscheiding van de lage kwelder). De bovenste 15 cm van de lutumrijke laag op Terschelling is ontkalkt; dunner lagen zijn ontkalkt tot de zandondergrond. Op het Nieuwlandsrijd en op De Hon (Ameland) is zowel de lutumrijke laag als het onderliggende zand kalkrijk. Op Schiermonnikoog is de Binnenkwelder tot 40 à 50 cm ontkalkt (code Ab) en op de Oosterkwelder is slechts de bovenste 25 cm ontkalkt (code A).

De organische-stofproductie is op de hoge kwelder duidelijk groter dan op de lage kwelder. Aan het oppervlak begint zich hier vaak een enkele centimeters dik, venig laagje te vormen met 25 à 35% organische stof. Hieronder heeft de humushoudende

bovengrond dan tot 8 à 10 cm een organisch-stofgehalte van 7 à 12%, soms wat meer. Het zoutgehalte van het grondwater op de hoge kwelder is, zoals uit tabel 9 blijkt, hier en daar nog iets hoger dan op de hoogste delen van de lage kwelder, maar kan nabij de duinvoet of nabij de grens met de duidelijk brakke overgangsbegroeiing dalen tot 1,5 à 2,5 g Cl<sup>-</sup>/l. Het zoutgehalte van de grond boven het grondwater kan sterk variëren. Bij weinig overstroming en veel neerslag kan het aanzienlijk dalen. Na een overstroming, gevolgd door een droogteperiode, kan het nabij het oppervlak sterk oplopen en zelfs hoger worden dan van zeewater.

Tabel 9 Zoutgehalte (van grondwater of volcapillair bodemvocht) van kweldervegetaties in g Cl<sup>-</sup>/l<sup>1)</sup>

<b>LAGE KWELDER</b>	
<i>Zeekraalzone</i>	
A De Hon	15,0
S Balg	14,0
A De Hon	11,0
<i>Kweldergraszone</i>	
S Balg ten westen van het Willemsduin nabij zeekraalzone	14,0
S Oosterkwelder	12,5
T Boschplaat ten noorden van Vierde Duintjes	8,5
T De Groede	7,5
<i>Lamsoor- en zeeweegbreezone</i>	
T Boschplaat ten noorden van Derde Duintjes	8,5
T Boschplaat bij Amelanderduin	8,0
T Boschplaat ten noordwesten van Vierde Duintjes	6,5
A De Hon westelijke deel	6,5
A De Hon oostelijke deel	6,0
A De Hon op grens hoge kwelder	5,0
T Boschplaat ten noorden van Eerste Duintjes op grens hoge kwelder	5,0
<b>HOGE KWELDER</b>	
T Boschplaat tussen Eerste Duintjes en Eerste Slenk nabij lage kwelder	5,5
S Oosterkwelder	5,0
T Koggegronden	3,5
A Nieuwlandsrijd ca. 800 m ten westen van Oordersloot	3,5
A De Hon westelijke deel nabij brakke zone	3,0
T De Groede nabij duintjes en brak gebied	3,0
A Nieuwlandsrijd nabij brakke zone in westelijk deel	2,5
S Balg nabij rand Willemsduin	2,5
T Boschplaat ten noordwesten van Vijfde Duintjes dicht bij stuifdijk	2,0
T Boschplaat ten noorden van Vierde Duintjes dicht bij stuifdijk	1,3
<b>BRAKKE OVERGANGSZONE</b>	
S Oosterkwelder op grens hoge kwelder	4,0
T De Groede	3,0
A Nieuwlandsrijd tussen Oordersloot en Oerderduinen	2,5
A De Hon direct ten zuiden van baak	1,9
A Nieuwlandsrijd westelijke rand	1,5
T Koggegronden	1,0
S Binnenkwelder	1,0
A Nieuwlandsrijd uiterste noordwestpunt	1,0
A Nieuwlandsrijd tussen lage duintjes ten noorden van Kooipollen	1,0
T Koggegronden aan voet Oudscherf	0,4
T Boschplaat laagte in Vierde Duintjes met sporadisch zoutplanten	0,3

<sup>1)</sup> De hoeveelheden zijn boven 2 g Cl<sup>-</sup>/l afgerond op halve grammen, beneden 2 g Cl<sup>-</sup>/l op 0,1 g.

T = Terschelling

A = Ameland

S = Schiermonnikoog

Waar de planten, kenmerkend voor een brak, sterk in zoutgehalte wisselend milieu gaan optreden, neemt de dikte van het venige laagje aan het oppervlak sterk toe. Vaak is de venige bovengrond hier 10 à 15 cm dik, met een organisch-stofgehalte van 30% of meer (eenheid nvWz). Waar deze venige laag geheel of gedeeltelijk slibhoudend is, zoals op De Groede (Terschelling) en het Nieuwlandsrijd (Ameland), is vaak nog wat kalk (0,2-0,3%) aanwezig. Het niet-slibhoudende deel van de venige bovengrond kan dan vrijwel kalkloos zijn. Het zand onder de venige bovengrond is meestal zeer ondiep ontkalkt, maar de kalk kan ook pas op ca. 50 cm beginnen, zoals op de

Koggegronden en op delen van De Groede (Terschelling).

De brakke, venige bovengrond geeft micromorfologisch een beeld van een snelle omzetting van organisch materiaal in een strooiselrijke mull, voor zover enige klei aanwezig is. Waar deze ontbreekt, gaat het beeld meer in de richting van humusvorming in de bovengrond van de Knopbiesgemeenschap (zie afbeelding 24). Een en ander blijkt ook uit het verschil tussen de bovenste 5 cm met zandige laagjes en de hieronder liggende, slibhoudende horizont.

Aan de diatomeeën is te zien dat, in overeenstemming met de in 3.2 beschreven ontwikkeling van De Groede, het lutumrijke laagje op de aanvankelijk nog onbegroeide zandplaat is afgezet in een vrijwel zout milieu. Naarmate de overspoeling afnam en het milieu brak werd, begon de snelle ophoping van organisch materiaal, waarbij blijkbaar alleen bij grote stormvloedten wat anorganisch materiaal werd afgezet, in de vorm van dunne zandlaagjes.

De bodemvorming op de zandige achterduinse strandvlakte begint eigenlijk pas in de Knopbiesgemeenschap, zoals bij de hygroserie is besproken. Niet alleen vindt daarvoor slechts een geringe ophoping van organische stof plaats, maar ook is van ontkalking nog nauwelijks sprake.

# 5 Bodemkundig-landschappelijke beschrijving

## 5.1 Vlieland

Bij de bespreking van de bodemkundig-landschappelijke gesteldheid van Vlieland kan een globale driedeling worden gemaakt. Ten westen van het Posthuis ligt het betrekkelijk jonge westelijke deel van het eiland met de Vliehors, de Kroon's Polders en de Meeuwenduinen. Het middendeel ligt tussen het Posthuis en de grote vallei de Kooisplek, ten westen van het bosgebied bij het dorp en het derde deel beslaat het gebied vanaf laatstgenoemde vallei tot de oostpunt.

### 5.1.1 De Vliehors, de Kroon's Polders en de Meeuwenduinen

Van de Vliehors zijn in verband met de moeilijke toegankelijkheid en de geringe differentiatie weinig gegevens voorhanden. Het matig fijne zand bevat vanaf het oppervlak wat kalk. Volgens De Vries (1961) op de wat hogere delen ten hoogste 0,4%; volgens enkele eigen metingen 0,4-0,8%, plaatselijk zelfs nog iets hoger.

Enkele resten van een stuifdijk uit de jaren dertig (Zd20A-VII) vormen de hoogste terreingedeelten op de overigens zeer vlakke plaat.

De vroegere stuifdijken van de Kroon's Polders zijn gedeeltelijk opgestoven tot 4 à 5 meter hoge duinen; de dijk langs de zuidzijde zelfs nog iets hoger. Door het oorspronkelijk lage kalkgehalte zijn grote delen van 10 tot 20, soms tot 50 à 70 cm ontkalkt. Ze zijn als Zd21 aangegeven, hoewel als onzuiverheid bepaalde delen nog tot de kalkhoudende duinen (Zd20Ab) behoren, waarop nog duindoorn staat.

In het hoge duinlandschap ten westen van het militaire kamp, is het kalkgehalte bijzonder laag (0,1 à 0,2%). Wellicht is het zand afkomstig van het verdwenen, destijds al gedeeltelijk ontkalkte duingebied van West-Vlieland. De valleien ten noordwesten en ten noorden van het kamp stuiven in snel tempo dicht.

Alleen de duinen tegen de zuidelijke dijk, gevormd op de resten van een mislukte vijfde Kroon's Polder, hebben ondiep wat kalk (Zd20Ab). In de luwte van deze duinen vormen zich thans kleine, zandige kwelders, waarvan er op de bodemkaart slechts één kon worden aangegeven (*n*Zn50A).

De Kroon's Polders worden als natuurreservaat beheerd. Ze staan (behalve de eerste) met duikers in open verbinding met de Waddenzee. Hierdoor komt, vooral in de winter, zout water in de polders, waardoor een zeer complexe situatie is ontstaan, zowel bodemkundig als vegetatiekundig. In de twee middelste Kroon's Polders komen in oppervlakte wisselende plassen voor, omgeven door een onbegroeide zandbodem. Hieromheen ligt een smalle, naar het westen bredere strook zandige, lage kwelder, overgaand in een hoge kwelder en vervolgens (voornamelijk naar het westen) overgaand in een brak tot bijna zoet milieu, met een ca. 10 cm dikke, moerige bovengrond (eenheid vWz). De strook moerige gronden is slechts op enkele plaatsen voldoende breed om op de bodemkaart aan te geven. De vierde (zuidelijkste) Kroon's Polder heeft ongeveer dezelfde opbouw, maar de oppervlakte open water ontbreekt. De eerste (noordelijkste) polder is vrijwel volledig verzoet en bestaat langs de noordzijde uit een strook moerige gronden en een op de kaart niet aangegeven moerassige,

met riet begroeide strook met een dunne tot zeer dunne bovengrond langs de zuidzijde. Het zand bevat direct onder de moerige laag al enige kalk (0,2%). Het grondwater (op 15 cm) is zwak brak (0,6 mg Cl/l). De kleine poldertjes direct ten westen van de Kroon's Polders zijn geëutrofeerd door water uit het militaire kamp. Ze bestaan nu uit een met riet begroeid moeras.

Aan de oostkant van de Kroon's Polders is langs de wadzijde van het eiland een nog steeds aangroeiende lage kwelder ontstaan (MOB72). Tegen de duinkust ligt ca. 20 cm niet-gerijpt lutumrijk materiaal, dat vanaf 10 cm blauw gereduceerd is, op zand. Verder zuidwaarts neemt deze laag toe tot ca. 30 cm dikte en bevat bovenin wat kalk. De Meeuwenduinen ten noorden van de Kroon's Polders bestaan in het westelijk en in het zuidelijk deel afwisselend uit hoge duinen (Zd21-VII) en natte valleien (Zn21-II). Hier en daar komen nog duinplasjes voor, waar omheen de grond nog zeer zwak brak is (0,35 mg Cl/l), evenals het grondwater (0,45 mg Cl/l).

De hoge duinen zijn deels ontstaan uit relatief jonge stuifdijkjes (De Vries, 1961). Hier komt betrekkelijk ondiep nog enige kalk voor, waarop ook de vegetatie (duindoorn) wijst. Overigens zijn de duinen kalkloos (Zd21-VII\*), met hier en daar een dunne laag iets kalkhoudend, recent opgestoven zand. De zuidelijke en de oostelijke valleien zijn al sterk verzuurd en ten dele begroeid met dopheide en kraaiheide, plaatselijk met cranberry. De 5 à 10 cm dikke bovengrond heeft een organisch-stofgehalte van 22 à 35%. Soms is de moerige bovengrond zelfs 10 à 15 cm dik.

De zeereep van de Meeuwenduinen (Zd20A-VII\*) bevat vanaf het oppervlak 0,3 tot 0,7% kalk.

### 5.1.2 Het middendeel van het eiland

In het midden van het eiland ligt achter de zeereep een diep ontkalkt duingebied met grote en kleine valleien (Zn21-II en III), in afwisseling met hoge tot zeer hoge duinketens (Zd21-VII en VII\*).

Sinds het eind van de vorige eeuw zijn de grondwaterstanden in het middengebied door kustafslag en de aanplant van bossen, gepaard aan enige ontwatering, met 0,5 tot 1 m gedaald. Dit is vooral het geval ten noorden, ten noordwesten en ten oosten van het Posthuis. Hierdoor is een aantal vroeger natte valleien, o.a. bij het Oude Huizenlid en de Rug van het Veen, zo sterk verdroogd, dat deze nu Gt VI hebben. In de Vallei van Malgum komt zelfs Gt VII voor. Vroeger zeer natte valleien in het westelijke deel van het middengebied hebben door deze grondwaterstands daling nu Gt III. Ze worden gekenmerkt door het voorkomen van kraaiheide en dopheide, in de droogste ook struikheide.

In de enkele natte, naar het oosten wat talrijker wordende valleien met Gt II neemt de cranberry toe naarmate de grond natter wordt. Enkele grote valleien zijn op de kaart afzonderlijk aangegeven. In de meest oostelijke, bij de Rug van het Veen, komt als onzuiverheid een gedeelte met Gt I voor; de begroeiing bestaat daar vrijwel uitsluitend uit fors ontwikkelde cranberry. In de valleien met Gt II is meestal een ca. 5 cm dikke, venige bovengrond aanwezig met 15 à 25% organische stof.

Bij de Oude en de Nieuwe Eendenkooi zijn enkele valleien ontgonnen tot grasland. Ze hebben een gemiddeld diepste grondwaterstand van omstreeks 80 cm en zijn met Gt III aangegeven. Het weiland ten zuiden van het kooibos van de Nieuwe Eendenkooi heeft gedeeltelijk een 10 à 15 cm dikke, donkere bovengrond.

De hoge duinen hebben in het westen overwegend Gt VII; de zeer hoge met Gt VII\* nemen naar het oosten toe. Over een grote uitgestrektheid komt op deze droge duinen met een uiterst dunne, of een vrijwel ontbrekende, humushoudende bovengrond, een zeer open begroeiing voor met buntgras en korstmossen. Ten noorden van de vallei bij de "Rug van het Veen" duidt het symbool "geïsoleerd hoog duin" op een reeks nog stuivende paraboolduinen (zie afbeelding 4) met tot het grondwater reikende stuifkuilen.

Behalve in de boven besproken valleien komt Gt VI meestal voor in de talrijke lage kopjes in de valleien met Gt II of III, of in valleien waar door het microreliëf delen met Gt III en VI op korte afstand van elkaar liggen. In de lagere delen (Gt III) groeit

dan vaak nog struikheide, op de hogere (Gt VI) wordt, evenals in de valleien met Gt VI, een vegetatie met duingrassen, zandzegge en verspreide helm aangetroffen.

### 5.1.3 Het oostelijke deel van het eiland

Het oostelijke deel van het eiland is grotendeels bebost. Ook in dit gebied zijn, door bebossing en duinafslag, grondwaterstandsalingen van 0,5 tot 1 m opgetreden. Met uitzondering van een klein open terreintje in het noordoosten, zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstanden in de lagere delen van het bos dieper dan 40 cm komen te liggen (Gt IV en VI).

Ook de grote vallei, de Kooisplek, direct ten westen van het bos, met overwegend Gt III is duidelijk verdroogd. Dit blijkt onder meer uit de vegetatie, waarin kraaiheide en dopheide nog domineren, maar waar op verschillende plaatsen struikheide en korstmossen indringen.

Overigens bestaat de rest van het gebied buiten het bos overwegend uit zeer hoge duinen (Zd21-VII\*), waaronder het 45 m hoge Vuurduin.

In de kalkhoudende jonge duinen (Zd20A-VII\*) ligt geheel in het oosten een vrij grote, tot ca. 25 cm ontkalkte vallei. Deze vallei is door kustafslag (zie 3.1) geheel verdroogd (Gt VII) en tevens overstoven.

Ten westen van het dorp ligt tussen de weg en de kust een smalle, zoute kwelder (het Westerveld), met zeekraal en kweldergras, die in de richting van de weg overgaat in een hoge kwelder. De ca. 30 cm dikke laag, onderin slechts half gerijpte klei, wordt in deze richting dunner en rust dan op ca. 25 cm zandig veen. Nog meer naar de weg verdwijnen de zoutplanten en treft men een zandbodem aan. Naar het westen wordt het gebied nog smaller en is de grond langs de kust direct al brak met 25 cm gerijpte klei op zavel. Ook hier wigt de kleilaag naar het noorden uit en is tegen de weg een niet-zoute zandgrond aanwezig. Daar de grootste breedte van dit gebied nauwelijks 100 m bedraagt, is het geheel op de bodemkaart als *nkZn21* aangegeven.

## 5.2 Terschelling

### 5.2.1 Het poldergebied

In het poldergebied van Terschelling liggen hoofdzakelijk kalkloze zandgronden (Zn21). Alleen langs de Waddendijk komen kalkloze kleigronden voor, die deels geheel gerijpt (Mn86C), deels binnen 80 cm nog niet geheel gerijpt zijn (Mo80C). In de Strijperpolder is een kleine oppervlakte niet-gerijpte kleigronden kalkrijk (Mo80A). De kleigronden wiggen naar het noorden over het zand uit, waardoor hier over een kleine oppervlakte een zavel- of kleidek aanwezig is (toevoeging *k...*).

In depressies van de zandgronden is plaatselijk een dunne veenlaag gevormd. Deze is over het algemeen dunner dan 40 cm (vWz). Ten noordwesten van Midsland en bij Halfweg is de veenlaag wat dikker of wat dunner dan 40 cm, zodat hier associaties van veengronden en moerige gronden zijn aangegeven (hVz/vWz en hVz/Wo).

Bij Halfweg wordt een kleine oppervlakte gronden met een meer dan 50 cm dikke, ten dele opgebrachte, humushoudende bovengrond (EZg21) aangetroffen. Ten noorden van Hee is de humushoudende bovengrond 30 à 50 cm dik (pZn21). Soms is in de zandondergrond binnen 120 cm een niet geheel gerijpte lutumrijke laag (toevoeging *...r*) aanwezig, waarvan de ouderdom onbekend is.

In het poldergebied komt uitsluitend grasland voor. Het gebied is grotendeels boomloos, behalve bij de dorpen. Van de vroeger talrijke houtsingels op de perceelsscheidingen van de wat drogere gronden, zijn er nog enkele overgebleven, o.a. bij Halfweg en Hee, langs de duinvoet tussen Midsland en Hoorn en tussen de hoofdweg en de duinen bij Oosterend (afb. 27). Ten oosten van Oosterend, bij Hoorn en bij Midsland liggen een paar eendenkooien, die met bos zijn omgeven.

Ofschoon het gebied vrij vlak is, wordt bij de duinvoet, waar de dorpen liggen, en op de strook hogere gronden ten zuiden van Midsland en Baaiduinen, een gering microreliëf aangetroffen. De hoogteligging varieert hier van 1 tot 4 m + NAP. Enkele hogere, nu verlaten oude bewoningskernen en het centrum van Midsland, zijn afzon-

derlijk op de kaart aangegeven (T). Het overige zandgebied ligt tussen 2 en 0,5 m + NAP. Het reliëf wordt ten dele veroorzaakt door de wisselende dikte van het slibdek, vooral waar smalle geultjes (prielen) aanwezig zijn, zoals ten zuiden van Lies. De zeekleigronden liggen nog iets lager (tot 0,25 m + NAP); er komen wat diepere, oude geulen voor, waarvan enkele op de kaart zijn aangegeven.



*Foto Stiboka R46-131*

*Afb. 27 Bij de ruilverkaveling gespaarde elzensingels rondom de kleine percelen op de wat hogere zandgronden aan de voet van de duinen ten oosten van Hoorn. Op de achtergrond links een elzenbosje en rechts een eendenkooi.*

### 5.2.2 Het gebied ten westen van de oude kern

De betrekkelijk lage jonge duinen en natte valleitjes van de Noordvaarder (Zn50Ab-I/II/Zd20Ab-VII) vormen momenteel het meest westelijke duingebied van het eiland. Door het bijzonder lage kalkgehalte van het verse zand zijn ze, ondanks hun vrij geringe ouderdom, al enkele decimeters ontkalkt. Ofschoon de vrij talrijke duindoorns nog op het betrekkelijk ondiep voorkomen van kalk duiden, groeit hier en daar ook al kraaiheide en plaatselijk zelfs het sterk kalkmijdende buntgras. Ook de kleine, vrij natte valleitjes vertonen eenzelfde beeld, nl. naast een kalkminnende begroeiing (knopbiesvegetatie) in een wat grotere vallei, komt elders ook al kraaiheide en in het zuidelijk deel van het gebied zelfs cranberry voor. Naar het westen treft men in deze valleitjes in toenemende mate zoutplanten aan. De duintjes worden hier geleidelijk lager tot het geheel het aspect krijgt van een in ontzilting verkerende strandvlakte met nog veel, zeer lage, kalkrijke duintjes. Hier en daar komt een lage kweldervegetatie voor. Nog verder westwaarts ligt de Noordvaarder, een uitgestrekte, als militair oefenterrein gebruikte, onbegroeide zandplaat met matig grof, kalkarm zand (Zn30Ab). Op het oostelijk deel vormt zich thans een lage kwelder (*n*Zn50Ab). Deze wordt naar het westen begrensd door een smalle, verbrokkelde, boogvormig verlopende duinketen, gevormd op de resten van een doorgebroken stuifdijk (Zd20Ab). Vóór deze duinketen zijn enkele lage, jonge duinruggen gevormd met tussenliggende, natte valleien. Ze zijn als gevolg van hun geringe breedte niet op de bodemkaart aangegeven. Naar het noorden grenst het genoemde jonge duingebied aan de Kroonpolders, met fraaie voorbeelden van vegetatieontwikkeling in samenhang met ontkalking als gevolg van verschillen in ouderdom. De vroegere stuifdijken van deze "polders" bestaan nu uit matig hoge duinketens, waarvan de meest oostelijke reeds diep ontkalkt is (Zd21-VII\*). Naar het westen neemt de ontkalkingsdiepte af tot 40 à



60 cm in de volgende en tot ca. 40 cm in de meest westelijke keten (Zd20Ab-VII\*). De jonge helmduinen van de zeereep zijn nog tot bovenin kalkrijk (Zd20A-VII\*), maar bevatten slechts 0,4-0,5% CaCO<sub>3</sub>. De natte tot zeer natte valleien (Gt I en II) vertonen eenzelfde tendens, maar zijn tot grotere diepte ontkalkt. In de meest oostelijke vallei groeit zelfs al dopheide en cranberry. Een deel van deze valleien bestaat uit moeras, ook komen er open duinplassen voor.

Tussen het jonge duingebied van de Noordvaarder en de oude duinen ten noorden van West-Terschelling ligt een langgerekte vallei, het Groene Strand. De zeer natte vallei heeft een ca. 15 cm dikke, venige bovengrond (vWz). Het middendeel is tot grasland ontgonnen, waarbij de venige bovengrond ondiep is doorgespit. Alleen ten zuiden van het als voetpad dienende dijkje staat de vallei nog in open verbinding met de zee, waardoor in zuidelijke richting een toenemende zoutinvloed merkbaar is (toevoeging n...). Het noordelijke, niet-ontgonnen zeer natte deel heeft reeds het karakter van een zure duinvallei met cranberry, dopheide en andere moerasplanten.

Ten noordoosten van de Kroonpolders sluit een brede, ondiep ontkalkte duinstrook (Zd20Ab-VII\*) aan bij één van de vroegere stuifdijken. De nieuwe, zeer natte duinvallei achter de (nieuwe) zeereep (Zn50Ab-II) heeft nog het karakter van een kalkhoudende, primaire duinvallei.

### 5.2.3 De oude kern van het eiland

Het gehele duingebied ten oosten van het Groene Strand tot en met het beboste gedeelte ten westen van De Koegelwieck (ten noorden van Hoorn), bestaat uit een afwisseling van kalkloze, hoge duinketens (Zd21-VII\*) met talrijke kleine tot zeer grote secundaire valleien, die tijdens de grote verstuingen van de vorige eeuw en eerder ontstonden (zie 3.2). Door de grote variatie op korte afstand en doordat in de grotere valleien nog talrijke lage duintjes met Gt VII achterbleven of opnieuw opstoven, zijn grote delen van dit gebied als associatie aangegeven (Zn21-II en/of III/Zd21-VII). De lange, smalle strook met deze associatie bij West aan Zee, wijkt enigszins af van het patroon. De associatie bestaat hier uit een smalle, lage duinrichel, kennelijk een vroegere stuifdijk, ter weerszijden begrensd door eveneens smalle, langgerekte valleien.

Het karakter van de valleien ten westen van de zeeweg bij paal 8 verschilt enigszins van die meer naar het oosten. Eerstgenoemde valleien zijn bijna alle matig tot sterk verdroogd, alleen bij de kust komt hier en daar Gt I of moeras voor. Het merendeel van de valleien heeft echter Gt II of III, terwijl (niet-aangegeven) delen van het Groenplak ten noorden van West-Terschelling zelfs Gt VI hebben.

Nog wat méer uitgesproken is de verdroging in de beboste duinen ten noorden van het dorp, waar een groot deel van de vroeger zeer natte valleien nu Gt III heeft. Alleen ten noordwesten van de Groene Pollen, een ontwaterd en geëgaliseerd weiland midden in het bos (binnen het vlak Zn21-III), komt nog een zeer natte, gedeeltelijk beboste vallei met Gt I voor. Een uitzondering op het bovenstaande vormt voorts het Grieltjeplak ten noorden van het bos, waar een grote oppervlakte open water en moeras ligt in een vallei met Gt I en II.

Ten oosten van de zeeweg is het aantal valleien of valleidelen met Gt I veel groter, vooral bij de kust. Ook zijn hier meer moerassige valleien aanwezig, zoals het Waterplak ten westen van de Heereweg, de weg van Midsland naar het strand. In het bos bij Formerum zijn de valleien weer sterk verdroogd. Ze hebben Gt III en ten dele zelfs Gt VI. In afwijking van de indeling in vlakvaag- en duinvaaggronden elders in het duingebied zijn deze valleien aangegeven als Zn21-VI. Deze diep begreppelde gronden hebben nog het uiterlijk van vlakvaaggronden met Gt II of III en in natte duinvalleien duidelijke roest boven 40 cm. Zowel de hoogste als de laagste grondwaterstanden zijn nu echter duidelijk lager.

Het gebied vanaf De Koegelwieck tot De Groede en de Koggegronden ten oosten van Oosterend, heeft een ander karakter. Direct achter de zeereep zijn uitgestrekte, plaatselijk tot 1 km brede valleien aanwezig. De kalkrijke, maar slechts 0,3-0,6% kalk bevattende zeereep (Zd20A-VII\*) is hier zeer smal. Er is geen sprake van nieuwe duin-

vorming, zoals in het westen en verder naar het oosten, maar de zeereep wijkt hier terug en moet kunstmatig worden versterkt en opgehoogd. Ten noorden van het Hoornder bos en verder naar het oosten gaat de zeereep met een steile, deels onbegroeide helling over in de vlakke valleien, waarvan een deel al onder het landinwaarts schuivende zand is bedolven. (zie afbeelding 11).

De valleien zelf zijn ontstaan door de eerder beschreven verwaaiing van een vroeger duingebied. Het zand van deze duinen is gedeeltelijk terug te vinden in een groot aantal geïsoleerde loopduinen, die verspreid in deze valleien liggen. Een aantal is op de kaart aangegeven als min of meer ronde of ovale complexen (Zd21-VII\*) of, waar ze voor weergave te klein waren, met een symbool. Plaatselijk, zoals o.a. in het 18 m hoge Parapluduin op de grens met de Koggegronden, is op 60 à 70 cm nog kalk aanwezig. Mede door de vorming van een nieuwe stuifkuil aan de westzijde, is het Parapluduin een van de weinige duincomplexen op de eilanden die nog aan verstuing onderhevig zijn. Het verplaatst zich nog steeds in oostelijke richting.

De valleien ten westen van de strandweg van Oosterend zijn door het terugwijken van de zeereep vrij sterk tot sterk verdroogd en hebben overwegend Gt III. Alleen op de diepste plaatsen en wat verder naar het zuiden komt Gt II voor. Ten oosten van de strandweg zijn de valleien natter (Gt I en II). Grote oppervlakten zijn als weiland in gebruik of tot voor kort in gebruik geweest; de rest is begroeid met een kalkmijdende vegetatie met veel cranberry op plaatsen met Gt I en met dopheide, kraaiheide en kruipwilg op plaatsen met Gt II.

De sterk verdroogde gronden met Gt III dragen een begroeiing met struikheide en kraaiheide of met duinriet.

Ten zuiden van bovengenoemde valleien liggen enkele hoge, kalkloze duinketens (Zd21-VII\*), deels afgewisseld met kleine, secundaire valleien. In het laatste geval is hier steeds een associatie van vlakvaaggronden en duinvaaggronden aangegeven. De valleien zijn veel minder nat dan die ten westen van De Koegelwiek; Gt I komt voornamelijk voor (als niet-aangegeven onzuiverheid) in kleine kommetjes of in de diepste delen van grotere valleien met Gt II of III. Alleen ten oosten van de strandweg van Oosterend komt in het Dazenplak een bijna moerassige laagte voor met Gt I.

In een deel van het aan De Groede grenzende gebied in het zuidoosten, aangegeven als Zn21-II/Zd21-VI/VII, ontwikkelt zich uit de heide een natuurlijk berkenbos.

Ten zuiden hiervan ligt een bij de polder in het westen aansluitend, maar niet bedijkt graslandgebied (Zn21-II en III) met een aantal eendenkooien.

De wat lager liggende zuidrand langs de Waddenzee is een zoute, hoge kwelder met een 15 à 25 cm dik gerijpt zavel- of kleidek (*nkZn21-I*). Naar het oosten wordt deze kwelder, die tot de Rimkeskooi doorloopt, wat breder. Hier is aan de zuidzijde nog een zeer smalle strook middelhoge kwelder aanwezig met niet geheel gerijpte zavel of klei, die naar het oosten geleidelijk overgaat in de lage kwelder op de oostpunt van De Groede.

#### 5.2.4 De Groede en de Boschplaat

Ten oosten van de laatste hoge duinen van de oude kern van het eiland ligt De Groede met ten noorden de Koggegronden, die min of meer een overgang vormen naar de Boschplaat. De betrekkelijk jonge, maar reeds diep ontkalkte Koggegronden bestaan grotendeels uit een bonte afwisseling van kalkloze, vochtige tot natte valleitjes met kalkloze lage duintjes (Zn21-II/Zd21-VI/III).

Tussen dit gebied en de hoge oude duinen in het zuidwesten (Jan Thijssensduin) ligt een zeer natte uitloper van De Groede, begroeid met een laag, maar zeer dicht berkenbos. Er komt een 15 cm dikke, venige bovengrond voor (*vWz-I*).

De overgang van de Koggegronden naar de Boschplaat wordt gevormd door een strook brakke gronden met een dikke laag onverteerd organisch materiaal (*nvWz*). De bodem is tot het grondwater, op ca. 50 cm diepte, ontkalkt. Deze brakke, venige strook zet zich aan de andere zijde van een noordwest-zuidoost lopend oud stuifdijkje voort langs de voet van de grote stuifdijk op de Boschplaat.

De Groede is een brak, betrekkelijk vlak, nat gebied met over het algemeen een ca.

10 cm dikke, venige bovengrond. Er komen talrijke, in het westen matig hoge (vooral Gt VII), naar het oosten toe lager wordende (vooral Gt VI) duintjes voor. Deze zijn plaatselijk tot 30 à 60 cm, maar meestal tot 80 cm of dieper kalkloos. Ze vormen een onregelmatig patroon met de brakke, moerige gronden, zodat het gehele gebied als een associatie is aangegeven (*nvWz-I/Zd21-VI/VII*).

Naar het westen, waar het gebied ook bijna zoet wordt, is vaak een 10 à 15 cm dikke, bijna uit puur veen bestaande bovengrond aanwezig, zoals in de met *vWz-I* aangegeven St. Janshoek. Deze wordt nog zeer sporadisch met zoutwater overspoeld, is zeer zwak brak (0,6 g Cl'/l), maar heeft geen echte zoutplanten meer.

Naar het oosten neemt niet alleen het zoutgehalte maar ook het lutumgehalte in de bovengrond toe en gaan de lage delen zeer geleidelijk en onregelmatig (vaak afhankelijk van kleine hoogteverschillen) over in een hoge kwelder met een dun zavel- of kleidek. Ook hier liggen nog talrijke lage duintjes (associatie *nkZn50A-I/ Zd21-VI/VII*). Tussen de meest oostelijke duintjes en de Eerste Slenk ligt nog een smalle strook hoge kwelder met een gerijpt, kalkrijk, lutumrijk dek, dat niet afzonderlijk kon worden aangegeven. De punt van De Groede in het zuidoosten bestaat uit een lage kwelder; de 15 à 20 cm dikke, lutumrijke bovengrond is hier niet geheel gerijpt (MOB72). Deze lage kwelder zet zich als een zeer smalle zone (niet op de kaart aangegeven) naar het noordoosten langs de Eerste Slenk voort.

De Boschplaat bestaat over een grote oppervlakte uit een hoge en lage kwelder, met van west naar oost enkele betrekkelijk grote duincomplexen, resp. de Eerste, de Tweede, de Derde en de Vierde Duintjes. Ten noorden van deze grotere complexen zijn nabij de stuifdijk op de kwelder talrijke kleine, zeer lage zandschilden aanwezig, begroeid met helm of strandkweek (afb. 28). Deze zandschilden zijn vóór de aanleg van de stuifdijk op de toenmalige strandvlakte opgestoven.



Foto M.F. van Oosten

Afb. 28 Lage kwelder met veel bloeiende lamsoor. Ertussen zijn de dunne bloeiaren van de zeeweegbree zichtbaar. Op de achtergrond een lage "zandbult" (zandschild) met zeekweek.

De hoge kwelder (*nZn50A-I*) is ondiep ontkalkt en vanaf het oppervlak zandig, of er is een van enkele tot 5 cm dik gerijpt sliblaagje aanwezig. Alleen ten noorden van de Eerste Slenk is deze laag wat dikker en is een zavel- of kleidek (*nkZn50A-I*) aangegeven. Hier en daar vormt de hoge kwelder een mozaïek met ca. 5 cm lager liggende, in bodemgesteldheid weinig afwijkende, lage kwelderplekken, zoals ten noorden van de Vierde Duintjes.

Langs de krek en rondom de meeste duincomplexen komt een ver naar het noorden doorlopende, lage kwelder voor met een 5 à 10 cm, plaatselijk tot 20 cm dikke, half gerijpte, lutumrijke laag (MOB72).

De Eerste, de Tweede, de Derde en de Vierde Duintjes bestaan uit een smalle, al of niet gesloten, ringvormige duinrug van kalkrijke en ondiep ontkalkte, betrekkelijk hoge duinen met Gt VII en als onzuiverheid plaatselijk koppen met Gt VII\*. Binnen deze ring komt een bonte afwisseling voor van lage duintjes, zoete valleitjes (al of niet met een dunne venige bovengrond), brakke overgangen van de kwelder naar de duinen en hier en daar geheel zoute hoge kwelders. De duintjes zijn soms tot bovenin kalkrijk, maar over het algemeen tot 15 à 20 cm ontkalkt of er is nog ca. 0,2% kalk aanwezig. Het kalkgehalte hieronder blijft dan vaak tot ca. 40 à 50 cm laag (0,3%) om pas daarna iets hoger te worden. De lage delen zijn eveneens over enkele decimeters ontkalkt, of waar in brakke overgangssituaties een venige bovengrond aanwezig is, wat dieper. De kweldergedeelten staan vaak door openingen in de buitenste duinenrij of door echte slenken, zoals bij de Eerste en de Tweede Duintjes, in verbinding met de Waddenzee. Deze duincomplexen zijn in hun geheel als associatie AD met Gt II, III en VII aangegeven. Alleen de Amelander Duintjes bestaan uitsluitend uit matig hoge duinen, die vrijwel vanaf het oppervlak ca. 0,4% kalk bevatten (Zd20A-VII).

De Boschplaat wordt naar het noorden begrensd door de stuifdijk, die tot een hoge duinreeks met Gt VII\* is opgestoven. Deze duinen zijn aan de zeezijde tot ca. 15 cm en aan de binnenzijde reeds tot 25 à 30 cm ontkalkt. Direct daaronder is het kalkgehalte slechts 0,1 à 0,2%, zodat de duinen van de stuifdijk als Zd20Ab zijn aangegeven.

Ten noorden van de stuifdijk zijn op het oostelijke deel van de hier zeer brede strandvlakte nieuwe biestarwegras- en helmduintjes gevormd, die echter geen gesloten keten vormen (Zd20A-VI/VII). Toch ligt tussen deze duintjes en de stuifdijk al een achterduinse strandvlakte. Deze is nog aan alle kanten voor de zee toegankelijk en is gedeeltelijk onbegroeid, gedeeltelijk begroeid met een lage, plaatselijk met een hoge kweldervegetatie (*nZn50A*).

## 5.3 Ameland

### 5.3.1 Het poldergebied

Het grote poldergebied van Ameland heeft alleen langs de Waddendijk tussen Hollum en Ballum en tussen Nes en Buren een smalle strook kalkloze zeekleigronden. Ten zuiden van Hollum rust de klei binnen 80 cm op zand (Mn52C). Elders begint het zand, dat vaak kalkrijk is, tussen 80 en 120 cm of dieper. Ook de klei bevat onderin soms wat kalk en is op een enkele plek geheel kalkrijk. Naar het noorden wigt het lutumrijke materiaal geleidelijk over het zand uit, zodat hier nog een zavel- of kleidek (toevoeging *k...*) op de kalkloze zandgronden (Zn21), waaruit de rest van het poldergebied bestaat, aanwezig is. Plaatselijk komt ook in de ondergrond een soms niet geheel gerijpte, lutumrijke laag voor (toevoeging *...r*). Ten westen en ten oosten van Hollum is in enkele depressies veen gevormd, waarop naderhand zand is aangebracht ter versterking van de zode, of wellicht is opgestoven (zVz). Op andere plaatsen zijn soortgelijke veenlagen, al of niet met een zanddek, minder dan 40 cm dik (zWz, vWz).

Het zuidelijke deel van dit zandgebied zal oorspronkelijk het karakter van een hoge kwelder of van een strandvlakte met lage duintjes (nolletjes) hebben gehad. Ten westen van Nes zijn nog wat van deze nolletjes bewaard. Veel zijn door afgraving ver-

dwenen. Naar het noorden ging de kwelder of strandvlakte geleidelijk over in een geaccidenteerd gebied met zeer lage duintjes. Hier kwam veel heide voor, die begraasd werd door schapen. Veel van deze heideterreinen zijn afgegraven en geëgaliseerd (toevoeging  $\psi$ ) en nu als grasland in gebruik. Alleen langs de grote weg tussen Hollum en Ballum zijn nog enkele stukjes (met Gt VI) gespaard. Overigens zal dit gebied een sterke gelijkenis vertoond hebben met en geleidelijk zijn overgegaan in de nog niet aangetaste delen van de Hollumerheide en van de Roosduinen (zie 5.3.2). Ten westen van Buren ligt nog een restant van de zeer oude Bramerduinen en ten noorden van Buren ligt een laag, maar bijzonder fraai paraboolduin (beide Zd21-VII). Het Klein Vaarwater is de geaccidenteerde, met lage duintjes bezette uitblazingsvlakte (Zn21-III/VI) van dit paraboolduin.

### 5.3.2 Het westelijke duingebied tot en met de Kooivlakte

Het meest westelijke duingebied van Ameland wordt gevormd door de Tonneduinen en de Hollumerduinen. Het recent aangevoerde zand van de zeereep heeft hier een bijzonder laag kalkgehalte (0,3%) en is reeds tot enkele decimeters ontkalkt. Buiten deze ontkalkte strook (Zd20Ab-VII\*) zijn de beide duincomplexen tot 80 cm of dieper ontkalkt. Vooral de Hollumerduinen zijn dan ook over een grote oppervlakte met een buntgrasvegetatie met korstmossen begroeid. Een grote vallei in de Hollumerduinen is door wateronttrekking sterk verdroogd en heeft nu Gt VI.

Het lage, zwak golvende gebied tussen deze duinen en het uitgestrekte kampeerterein van Hollum is de laatste rest van de Hollumerheide. Het gebied is vrij sterk verdroogd en bestaat uit lage, vroeger vrij natte delen, waarin de dopheidevegetatie nu verdrongen wordt door struikheide en uit zeer lage duintjes, waar de struikheide sterk achteruitgaat.

Tussen de Tonneduinen en de polder ligt een vallei die naar het zuidoosten nog open is voor de zee en die overgaat in een smalle kwelder, de Westergrie. Een gedeelte van deze kwelder heeft een zavel- of kleidek (toevoeging *k...*). Het zandige, begraasde, hoge gedeelte (*n*Zn21) is sterk geërodeerd, waardoor er bij vloed overstromde erosievlakken en -geultjes aanwezig zijn met een dun sliblaagje.

De Hollumerduinen zetten zich naar het oosten voort in de Lange Duinen. De noordelijke duinstrook bestaat eigenlijk uit twee zeer smalle duinrichels (van oorsprong stuifdijken, zie 3.3), met een tussenliggende, betrekkelijk ondiepe vallei. De zuidelijke richel is tot 60 à 80 cm diepte ontkalkt, de "vallei" tot ca. 50 cm en de noordelijke richel tot ca. 30 cm. Het geheel is als ondiep ontkalkt op de kaart aangegeven (Zd20Ab-VI/VII).

In de vallei direct ten zuiden hiervan staat het water in de noordelijke helft een groot deel van het jaar boven het oppervlak. Dit moeras is op de kaart samen genomen met het iets drogere, zuidelijke deel (Zn21-I). Het westelijke deel van deze zeer natte vallei is sterk verzuurd (pH 4,6) en dicht begroeid met cranberry, vrijwel de enige groeiplaats op Ameland.

In het diep ontkalkte zuidelijke deel van de Lange Duinen liggen enkele west-oost verlopende, wat drogere valleien, gescheiden door zeer smalle, lage duinketens, de vroegere stuifdijkjes. Ze konden niet afzonderlijk op de kaart worden aangegeven (Zn21-II/III/Zd21-VI).

In de grote, pas recent gevormde, primaire duinvallei ten noorden van de Lange Duinen komt naast een uitgestrekt moeras nog veel open water voor. Er zijn enkele zeer smalle oost-west verlopende lage ruggetjes met kalkrijk zand (Zd20A-VII\*). De zeereep, die de vallei naar het noorden begrenst, heeft nog een opening (kleine slufte) waardoor bij hoge vloed zout water over enige afstand binnendringt.

De Ballumerduinen bestaan uit een vrij brede, hoge keten (Zd21-VII\*), die op ca. 90 cm diepte nog enige kalk bevat. Ten noorden hiervan ligt tegen de zeereep een uitloper van de natte vallei die ten zuiden van de Lange Duinen ligt. De Ballumerduinen worden in het zuiden door de (voormalige) Ballumerstuifdijk gescheiden van de Roosduinen. Dit zeer oude, diep kalkloze gebied is nogal verdroogd en bestaat grotendeels uit lage, vlakke delen met Gt III, afgewisseld met lage tot matig hoge duin-



Foto Stiboka R46-154

Afb. 29 Mozaiek van vrij droge (verdroogde), vrij vlakke valleien met Gt III, afgewisseld met zeer lage duintjes met Gt VI in de Roosduinen op Ameland. Op de achtergrond een duinrichel met Gt VII.

tjes (Zn21-III/Zd21-VI/VII) (afb. 29). Doordat er geen schapen meer weiden en er niet meer geplagd wordt, is de heide grotendeels verdwenen. Een gedeelte is nu bebost. Aan herstel van de heide wordt door Staatsbosbeheer gewerkt. Alleen in het noorden tegen de voormalige stuifdijk komen nog natte valleitjes voor (Gt II) met dopheide en kraaiheide. Een deel van de Roosduinen is indertijd ontgonnen en daarbij afgegraven (toevoeging ↕).

Ten noorden van de Ballumerstuifdijk sluit een zwak golvend, droog gedeelte (Gt VI met koppen met Gt VII) van de oudere Zwanewaterduinen, afgewisseld met natte valleien met Gt II, aan bij het nattere deel van de Roosduinen. In het eerstgenoemde gebied wordt de ontkalkingsdiepte in de hoogste delen naar de kust toe geleidelijk minder; de hoge duinen in het noorden (Gt VII\*) zijn slechts tot ca. 40 cm ontkalkt (Zd20Ab). Het meest westelijke uiteinde tegen de zeereep wordt gevormd door respectievelijk een 8 m hoog, voormalig loopduin, de Ballumerblinkert, en direct ten westen hiervan een 13 m hoog, nu vastgelegd, paraboolduin. Beide zijn eertijds in zuidelijke richting een natte vallei (Zn21-II) ingestoven en hebben deze in drie stukken opgedeeld.

De zo juist besproken hoge duinen zetten zich naar het noorden en het oosten voort in de eveneens ondiep ontkalkte duinen die gevormd zijn op de vroegere stuifdijken rondom de Kooivlakte en in het oostelijke, jongere deel van de Zwanewaterduinen. Dit indertijd op de strandvlakte gevormde, en later sterk verstoven, gebied bestaat uit een afwisseling van kleine, weinig vochtige valleitjes met matig hoge duinen, die beide slechts tot 20 à 25 cm ontkalkt zijn (Zn50A-III/Zd20A-VII). Langs de zuidrand zijn de duinen wat lager en de kommen natter (Zn50A-II/Zd20A-VI). De kunstmatig ontstane Kooivlakte (zie 3.3) heeft langs de Zwanewaterstuifdijk min of meer het aspect van een jonge, primaire duinvallei, die in het voorjaar lang onder water staat. Het meest natte, noordoostelijke deel (Zn50Ab-I) heeft een ca. 5 à 8 cm dikke, venige bovengrond, die nog nauwelijks verzuurd is (pH 5,3 en 6,0 in het zand direct onder de bovengrond); de kalk begint op ca. 40 cm. Naar het zuidwesten wordt de vallei iets droger; de venige bovengrond is slechts enkele centimeters dik (Zn50Ab-II/III). Het zuidoostelijke deel van de Kooivlakte bestaat uit een afwisseling van natte, tot

ca. 45 cm ontkalkte, valleigedeelten en reeds matig hoge, tot 45 à 55 cm ontkalkte duintjes (Zn50Ab-II/Zd20Ab-VI/VII). De wat diepere ontkalking weerspiegelt zich in het voorkomen van kalkmijdende planten naast duindoorn.

### 5.3.3 Het centrale duingebied

Vanaf de Kooivlakte tot het begin van het Nieuwlandsrijd strekken zich ten noorden van de polder de Briksduinen, de Nesserduinen en de Buurderduinen uit. De diepe kommen van het westelijke, jongere deel van de hoofdzakelijk met dennen beplante Briksduinen zijn tot ca. 90 cm ontkalkt. Ze wisselen af met hoge tot slechts 40 à 50 cm ontkalkte duinen (Zn21-III/Zd20Ab-VII\*)<sup>1)</sup>.

Het oostelijke, oudere deel van de Briksduinen bestaat hoofdzakelijk uit diep ont-kalkte, lage en hoge duinen (Zd21-VI/VII\*).

Ten oosten van het beboste deel van de Briksduinen ligt een vallei, die gedeeltelijk tot weiland is ontgonnen (Zn21-III). Het niet-ontgonnen deel bestaat uit een afwisseling van valleitjes en met struikheide begroeide, diep kalkloze, lage duinen (Zn21-III/Zd21-VI/VII).

De gedeeltelijk beboste Nesserduinen en de Buurderduinen bestaan hoofdzakelijk uit een strook lage tot matig hoge, tot 70 à 90 cm ontkalkte duinen aan de zuidzijde (Zd21-VI/VII) en een daarbij aansluitende strook tot 35 à 45 cm diepte ontkalkte, hoofdzakelijk zeer hoge duinen in het noorden (Zd20Ab-VII\*). De enige grote vallei in dit gebied, ten noorden van Buren, is sterk verdroogd (Zd20Ab-VI/VII) door wateronttrekking.

Het gehele zojuist besproken duingebied wordt naar het noorden begrensd door een zeer smalle zeereep (Zd20A-VII\*), die vooral ter hoogte van Buren sterk door de zee wordt aangetast. Hier werd in 1983 door Rijkswaterstaat een grote hoeveelheid zand tegen de bestaande zeereep opgespoten. Bij het begin van de stuifdijk over het Nieuwlandsrijd is een bredere strook weinig ontkalkte duinen aanwezig, doordat hier een groot voormalig loopduin, de 15,5 m hoge Buurderblinkert, bij de zeereep aansluit.

De Buurderduinen zetten zich naar het zuidoosten voort in de veel jongere Kooidui-nen. Deze bestaan uit een zeer hoge, smalle keten, waarin het zand tot 25 à 50 cm is ontkalkt (Zd20Ab-VII\*). Ten zuiden sluiten hierbij tot 70 à 90 cm ontkalkte, wat lagere duinen aan, die afwisselen met vrij grote natte valleien (Zn21-II/Zd21-VI/VII\*). Er komen, ook in de hoge keten in het noorden, nogal wat kale, stuivende plekken voor, doordat deze duinen tot het beweide gedeelte van de bezit-tingen van "Het Nieuwlandsrijd" behoren (zie 3.3).

### 5.3.4 Het Nieuwlandsrijd met aangrenzende duinen, de Oerderduinen en De Hon.

De ca. 3 km lange Kooioerdstuifdijk, vanaf de Buurderblinkert tot het Oerd, is opge-stoven tot een smalle duinenrij, die tot ca. 40 cm ontkalkt is (Zd20Ab-VII\*). Een bre-de betrekkelijk jonge, kalkrijke duinenrij, die dicht bij het oostelijke uiteinde van de stuifdijk een primaire duinvallei insluit, wordt naar het westen smaller en sluit dan aan bij de stuifdijk. Hierdoor is een zeer smalle, noordelijke strook van de stuifdijk-keten minder diep ontkalkt dan de rest. De na de aanleg van de stuifdijk ten noorden hiervan ontstane nieuwe duinketens zijn beide nog kalkrijk (Zd20A-VII\*), evenals de ingesloten valleien, waarvan alleen de grootste op de kaart kon worden aangege-ven (Zn50A-I en II).

Het Nieuwlandsrijd, dat slechts door een lage, door een slenk doorbroken kade tegen de zee wordt beschermd, heeft grotendeels het karakter van een zandige hoge kwel-der met een dun zavel- of kleidek (*nk*Zn50A-I). Er komen veel, op de vroegere strandvlakte gevormde, lage of zeer lage duintjes voor, waarvan alleen de grotere en hogere konden worden aangegeven (Zd20A-VII). Rondom de slenk, waar het zee-

<sup>1)</sup> De grond in de aangegeven kommen is op 90 cm blauwgrijs gereduceerd, ofschoon op 120 cm nog talrijke roestvlekken aanwezig zijn en het grondwater eind augustus duidelijk dieper staat. De grondwaterstand moet hier aanzienlijk zijn gedaald, zodat de grondwatertrap van (een deel van) deze komen wellicht IV of zelfs VI is.

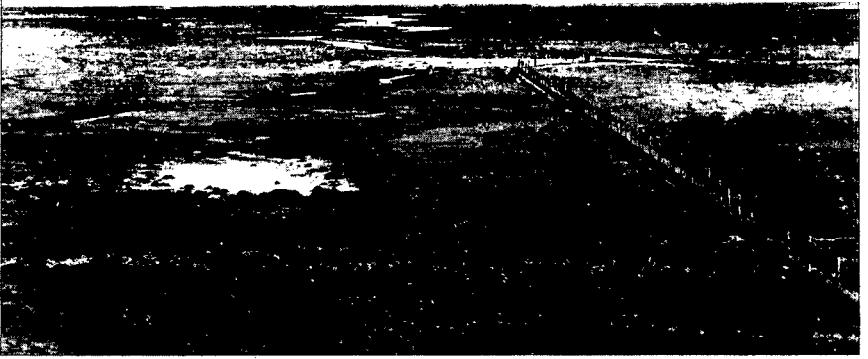


Foto Stiboka R46-151

Afb. 30 Het Nieuwlandsrijd op Ameland ter hoogte van de grote slenk, bij hoog water.

water bij iedere vloed binnendringt (afb. 30), ligt een ca. 20 cm dik, niet geheel gerijpt lutumrijk dek op zand (MOB72). Sommige delen dicht bij de slenk hebben het karakter van een lage kwelder, met kweldergras en in de lagere delen zeekraal.

Zowel nabij de grens met de grote duincomplexen in het westen en het oosten als langs de stuifdijk komt een smalle, brakke overgangszone voor met een 15 à 20 cm dikke, venige, iets kleiige bovengrond. Alleen in het westelijk deel van het Nieuwlandsrijd, o.a. in de Kooipollen, konden deze moerige gronden in twee smalle stroken worden aangegeven (nvWz-I). Ze maken echter ook deel uit van de tussenliggende associatie van vele eenheden (AD). Deze associatie bestaat uit een afwisseling van ondiep ontkalkte natte kommen en lage duinen aan weerszijden van de hoge, oostelijke uitloper (Zn50Ab-II/Zd20Ab-VII\*) van de Buurderduinen. Naar het noorden en het oosten worden de kommen geleidelijk brak en hebben dan een 15-20 cm dikke, venige bovengrond. Bovendien worden de duintjes geleidelijk lager. Tenslotte komen nog slechts enkele decimeters hoge, op de voormalige strandvlakte gevormde nolletjes voor, in afwisseling met zeer natte, brakke, moerige overgangsgronden.

De Oerderduinen bestaan uit een bij de stuifdijk aansluitend, cirkelvormig duincomplex met een grote, ingesloten laagte. De hoge duinen zijn tot 40 à 50 cm ontkalkt (Zd20Ab-VII\*). Het kalkgehalte op 45 cm bedraagt 0,4%, iets dieper 0,6%. Doordat deze duinen, vooral in het westen en het noorden, sterk secundair verstoven zijn, wordt soms tot 60 à 70 cm diepte, kalkloos, iets humushoudend zand aangetroffen. De duinboog eindigt in het zuiden bij het zg. Bunkerduin, met 24 m het hoogste punt van het eiland, met een groot bunkercomplex uit de laatste oorlog. Door de vele vergravingen bij de aanleg van de bunker is de bodemtoestand hier sterk verstoord. De centrale vlakte is zeer nat en bevat twee duinmeertjes (afb. 31). Er komen veel lage, plaatselijk wat hogere, ondiep ontkalkte duintjes voor, zodat het geheel als een associatie is aangegeven (Zn50Ab-II/Zd20Ab-VI/VII).

Ten noorden en ten oosten van genoemde duinboog zijn jongere, smalle, ondiep tot nauwelijks ontkalkte duinketens gevormd, die zeer smalle, primaire duinvalleien met nog veel lage duintjes hebben afgesnoerd. De ondiep ontkalkte duinen bevatten op 25 à 50 cm nog wel enige kalk, maar niet meer dan ca. 0,3%; pas dieper loopt het gehalte op tot 0,6% en hier en daar tot 1%. Al deze zeer smalle duinketens en valleien zijn aangegeven als een associatie, aansluitend bij de centrale vlakte van Het Oerd (Zn50Ab-II of III/Zd20Ab-VI/VII).

De zeer jonge duinen van de zeereep en de hiermee verbonden, iets oudere duinke-





Foto Stiboka R46-155

Afb. 31 Duinmeertjes in de Oerderduinen op Ameland.

tens hebben een relatief vrij hoog kalkgehalte van 1,2% op 25 cm diepte. Achter de zeereep ligt een zeer jonge, primaire, kalkrijke duinvallei (Zn50A-I/II), die in het oosten zeer zwak zout wordt en geleidelijk overgaat in de hoge kwelder van De Hon. Ten westen van deze vallei ligt een wat oudere, die tot ver achter de stuifdijk doorloopt. Deze is tot ca. 25 cm ontkalkt.

Het oostelijke uiteinde van Ameland wordt gevormd door de vroegere zandplaat De Hon, waarop in het noorden, aansluitend bij de zeereep van de Oerderduinen, een strook lage kalkrijke, biestarwegras- en helmduintjes zijn ontstaan (Zd20A-VII). Ze zetten zich naar het oosten voort als zeer lage biestarwegrasduintjes (Zd20A-VI), die met een wijde boog aan de wadzijde nog een eindweegs naar het westen doorlopen. Ze gaan zeewaarts via zeer lage, kale duintjes geleidelijk over in de strandvlakte.

Op het zuidelijk deel van De Hon is in de beschutting van bovengenoemde duintjes een kwelder ontstaan met een 10 à 20 cm dikke, half tot bijna gerijpte, lutumrijke bovengrond.

Naar het noorden wordt de laag geleidelijk dunner. Daar ligt op de overgang naar de jonge duintjes een brede strook waar kweldergedeelten met meestal een dun, niet geheel gerijpt sliblaagje afwisselen met iets hogere, op de oorspronkelijke strandvlakte opgestoven, vrijwel vlakke, zeer lage "zandschilden". De zandschilden worden bij zeer hoge vloed nog overstromd, zodat het geheel is aangegeven als nZn50A-II/III/MOB72-II.

## 5.4 Schiermonnikoog

### 5.4.1 Het poldergebied

De betrekkelijk kleine Banckspolder (440 ha) ligt overwegend tussen 1,5 en 2,5 m + NAP. Alleen nabij het dorp loopt het terrein op tot ca. 3 m + NAP. Er worden uitsluitend zandgronden aangetroffen, waarvan een kleine oppervlakte, in de zuidoosthoek, een zavel- of kleidek heeft (toevoeging k...). Tevens komt hier op enkele plaatsen dieper dan 70 cm een 10 à 15 cm dikke, kalkrijke zavellaag voor. Er komt uitsluitend grasland voor. Bomen ontbreken vrijwel geheel, met uitzondering van het bos rondom de eendenkooi.

De polder heeft een natuurlijke afwatering op de Waddenzee. Door het ontbreken van een boezem is er 's zomers hier en daar verdroging en 's winters plaatselijk wateroverlast.

#### 5.4.2 De oude kern

Het westelijke duingebied van Schiermonnikoog, tot ongeveer even ten oosten van de Reddingweg, bestaat uit een kern van kalkloze oudere duinen, afgewisseld met grote en kleine, kalkloze valleien. Vooral ten noorden van het dorp wisselen ter weerszijden van de Badweg lage en hoge duinen op korte afstand af met betrekkelijk kleine valleien (Zn21-III/Zd21-VI/VII). Een aantal zeer hoge ruggen (Zd21-VII\*) is afzonderlijk aangegeven. Op sommige plaatsen wordt hierin op 70 à 100 cm diepte nog kalk aangetroffen. Ten westen van de Badweg, waar water aan de grond wordt onttrokken, hebben deze valleien, die vroeger wel wat natter moeten zijn geweest, nu grotendeels Gt III. Dit geldt ook voor het noordelijk deel van de Hertenbosvallei, ten westen van het dorp, die in het zuidelijke deel nog Gt II heeft met een 15 à 20 cm dikke, enigszins verdroogde, humushoudende bovengrond.

Ten oosten van de Badweg ligt een nog vrij nat gebied, het Kapenglop. Deze secundaire duinvallei staat soms tot ver in het voorjaar onder water. De moerasvegetatie in deze natste delen heeft een vrij eutroof karakter; slechts op een klein plekje wordt wat dopheide en cranberry aangetroffen, de enige voorkomens op Schiermonnikoog.

In de laagste gedeelten is meestal een 4 à 10 cm dik venig laagje aan het oppervlak aanwezig. In de geheel of gedeeltelijk met berkenbos begroeide valleien ten westen van de Prins Bernhardweg, is deze venige laag 10 tot 20 cm dik (vWz-II). Het zand onder de venige bovengrond bevat vaak op 40 à 50 cm diepte nog kalk.

De zo juist besproken oudere kern wordt in het westen begrensd door jongere niet of nauwelijks ontkalkte (Zd20A-VII\*) en in het noorden en oosten door jongere, ondiep ontkalkte duinen (Zd20Ab-VII\*). Ten westen van de Hertenbosvallei komen hierin nog stuivende koppen voor, waarbij zich nieuwe, tot het grondwater uitgestoven valleien vormen. Ook in de oostelijke duingordel, die door de Prins Bernhardweg wordt doorsneden, komen nog stuivende gedeelten voor. Hier begint het kalkhoudende zand plaatselijk ook ondieper dan 40 cm of er ligt een dun laagje kalkrijk zand op het gewoonlijk tot 40 à 50 cm ontkalkte materiaal.

Vooral ten oosten van de Prins Bernhardweg, waar de ondiep ontkalkte duinen in contact komen met de duinen van de kalkloze, westoost lopende oudere rug midden door het gebied, is door de grote verstuiwingen in vroeger eeuwen een ingewikkelde situatie ontstaan, met grote verschillen in ontkalkingsdiepte op korte afstand.

Dit geldt ook voor het zg. Bunkerduin, ontstaan op het ontmoetingspunt van beide duinreeksen, momenteel met 15 m + NAP het hoogste punt van het eiland.

In de bovengrond van de ondiep ontkalkte duinen is onder een zeer dunne, humushoudende bovengrond meestal een enkele decimeters dikke, bruingrijze tot grijsbruine (Bv)horizont gevormd (zie 4.2.1). Dit geldt ook voor de matig hoge duinen in het met Zn50Ab-II/III/Zd20Ab-VII aangegeven gebied in het noordwesten. De talrijke, vrij natte valleitjes zijn hier slechts tot 30 cm ontkalkt.

Afhankelijk van de ontkalkingsdiepte kan men op de kalkarme duinen vrij dicht tot zeer verspreid groeiende duindoorns aantreffen. Op tot 50 cm ontkalkte plaatsen groeit soms ook al het sterk kalkmijdende buntgras, dat op Schiermonnikoog overigens geen grote verbreiding heeft. De genoemde valleitjes in het noordwesten hebben ten dele nog een kalkminnende flora, met o.a. Parnassia.

De kalkrijke duinen in het westen (Zd20A-VII\*) zetten zich in oostelijke richting als een vrij smalle zeereep voort tot bij paal 10. Achter en soms al op de zeereep komt een vrij fors ontwikkeld duindoornstruikgewas voor. In het westen worden veel hellingen regelmatig met een dun laagje kalkrijk zand overstoven; ze zijn daardoor overdekt met een dichte vegetatie van dauwbraam (zie 4.2.1).

Ten zuidwesten van het dorp omsluit de buitenste duinrichel de vroegere, nu door een dijk van de zee afgesloten, Westerkwelder (afb. 32). Behalve een grote, nu gedeeltelijk met riet dichtgroeïende oppervlakte open water, bestaat het nog slechts hier en daar zwak brakke gebied uit een vrij nat, diep ontkalkt, vlak gedeelte met Gt II, doorsneden door enkele lage duinrichels. Voor de afsluitende dijk wordt momenteel een nieuwe kwelder gevormd (MO72) met een 20 à 25 cm dikke half gerijpte sliblaag op zand. Hierop is weer een ca. 10 cm dik zandlaagje afgezet met aan het oppervlak een

0,5 tot 5 cm dik laagje niet geheel gerijpt slib.

Naar het zuidoosten zetten de jongere, ondiep ontkalkte duinen zich voort in de Kooi-  
duinen. Deze zijn tot ca. 50 cm diepte tot 0,1 à 0,2% ontkalkt. Hieronder bedraagt  
het kalkgehalte 0,6%. Er komt nog tamelijk veel duindoorn voor, maar ook reeds  
kalkmijdende planten, zoals buntgras.

Ten zuiden van de Kooi-  
duinen ligt het natuurreservaat het Grieënglop, een over-  
gangsgebied van de polder naar de duinen. Het bijna vlakke, oostelijke deel is vrij nat  
(Zn21-I/II). Het heeft het karakter van een schraal grasland en wordt jaarlijks ge-  
maaid. Het westelijke deel is iets droger, maar vrij geaccidenteerd door het voorko-  
men van talrijke zeer lage duintjes (Zn21-II/Zd21-VI). In het westen nabij de Red-  
dingweg heeft zich spontaan een dicht bos ontwikkeld; op een kleine, zeer natte op-  
pervlakte komt hier een elzen-berkenbroek voor.



Foto M.F. van Oosten

Afb. 32 Gezicht op de voormalige Westerkwelder op Schiermonnikoog. Achter de West-  
erplas, gevormd op de vroegere kwelder, zijn de hoge bomen in het dorp zichtbaar.

#### 5.4.3 De Binnenkwelder en de Kobbeduinen

Ten oosten van het tot nu toe besproken duingebied begint de Binnenkwelder <sup>1)</sup>, die  
vanaf het wad in noordwestelijke richting geleidelijk van een zoute, hoge kwelder  
verandert in een brak overgangsgebied. Dit gaat over in een geheel zoete duinvallei,  
die nog tot ver ten westen van de Prins Bernhardweg doorloopt. De hoge kwelder  
breekt met een steilrandje af tegen het wad. Tussen het zandige wad en de hoge kwel-  
der is slechts een smalle strook lage kwelder aanwezig met een zeekraalbegroeiing.  
De kwelder heeft in het zuiden een 20 à 25 cm dik zavel- of kleidek (nkZn50Ab-I).  
Dit wordt naar het noordwesten geleidelijk dunner, het eerst uiteraard weer nabij de  
duintjes. Tenslotte is nog slechts een dun laagje (5-10 cm) gerijpt slib aanwezig, dat  
in de brakke overgangszone overgaat in een lutumhoudende, 5 à 7 cm dikke, venige  
bovengrond.

<sup>1)</sup> Het gebied tussen de Kooi-  
duinen en de Kobbeduinen wordt op recente kaarten, ter onderschei-  
ding van de kwelder ten oosten van de Kobbeduinen, algemeen als Binnenkwelder aangeduid. De op  
topografische kaarten uit de jaren zeventig nog gebruikte naam Oosterkwelder is overgegaan op het  
jongere kweldergebied tussen de Kobbeduinen en de vierde slenk.

De zandondergrond op de kwelder is reeds over geringe diepte, vaak tot ca. 25 cm, meer naar het noorden tot 40 à 50 cm diepte, ontkalkt. Op enige afstand van de wadkust zijn op de kwelder zeer lage zandschilden aanwezig, die naar het noordwesten overgaan in talrijke lage, tot 30 à 50 cm ontcalcite duintjes. Het eerst rondom en tussen deze duintjes en tenslotte in het gehele gebied wordt de hoge kweldebegroeiing geleidelijk vervangen door een brakke overgangsvegetatie met kwelderzegge en duinrus of met veel zeerus en nog verder naar het noordwesten door vegetaties met knobbies, zilverschoon enz. (zie 4.2.3). Tenslotte is het milieu vrijwel zoet, mede door het toestromen van zoet water uit de hogere duinen. Dan verschijnt er ook riet.

Wegens de ingewikkelde bodemkundige situatie is het gehele gebied als een associatie van lage duinen, duinvalleien, hoge kwelder en brakke overgang van kwelder naar duinen weergegeven (AD). Ook het zuidoostelijke uiteinde van de Kooiduinen, waar lage duintjes met Gt VI afwisselen met hoge kwelddelen of met een brak overgangsmilieu, is tot deze associatie gerekend <sup>1)</sup>.

Even ten oosten van de Reddingweg wordt de nog steeds zeer natte vallei overwegend zoet (Zn50Ab-I) met een vegetatie, kenmerkend voor voedselrijke, natte duinvalleien, zoals riet, watermunt, waternavel, enz. Aan het oppervlak is een 5 à 7 cm dikke, venige laag aanwezig; het zand hieronder is tot 40 à 50 cm diepte ontcalcit.

De Binnenkwelder wordt naar het oosten afgesloten door de tot ca. 50 cm ontcalcite Kobbenduinen. Ze dragen een dichte vegetatie van duindoorn en vlierstruiken met op open plaatsen een vrij rijk duingrasland met schapegras en walstroo.

#### 5.4.4 De Oosterkwelder en de Balg

Ten oosten van de Kobbenduinen ligt het gebied van de Oosterkwelder. De bodemkundige en vegetatiekundige situatie is vrij ingewikkeld. In grote lijnen betreft het een uitgestrekte kwelder met een dunne, lutumrijke laag, die naar het noorden geleidelijk dunner wordt en uitwigt over het zand. In deze richting vertakt de kwelder zich tussen talrijke vrij vlakke zandschilden en lage duintjes. Geheel in het noorden liggen lage, plaatselijk wat hogere duintjes met tussenliggende lage gedeelten, waar de vegetatie er op wijst dat de bodem hier geleidelijk brak tot zeer zwak brak wordt.

Op de lage kwelder langs de Waddenkust ligt in het algemeen een 15 à 20 cm dikke, onderin half gerijpte, bovenin bijna gerijpte kalkrijke sliblaag (MOB72). Aan de wadkant begint de lage kwelder echter met een smalle, verspreid met zeekraal begroeide strook, waar de sliblaag soms maar enkele centimeters dik is en vrijwel ongerijpt.

Naar het noorden is er een geleidelijke, soms vrij abrupte overgang naar de hoge kwelder (MOB72-II). De sliblaag is hier dunner, meer gerijpt, met bovenin wat meer organische stof.

Een aanzienlijke oppervlakte van de hoge kwelder bestaat afwisselend uit lage "zandschilden" en lage duintjes (Zn50Ab-III/Zd20Ab-VI/MOB72-II). De zandgronden zijn tot 30 à 40 cm diepte ontcalcit. De hoofdzakelijk met strandkweek begroeide zandschilden zijn wellicht een overblijfsel van een verdwenen duinenrij uit de vorige eeuw (zie 3.4) of ze zijn, evenals de met strandkweek en verspreide helm begroeide duintjes, opgewaaid op de toenmalige strandvlakte, vóór de aanleg van de stuifdijk.

In het gebied waar brakke overgangsgronden en lage duinen afwisselen (*n*Zn50Ab-I/Zd20A-VI), is een nog slechts enkele tot 5 cm dik, gerijpt sliblaagje met veel organische stof aanwezig, of dit ontbreekt geheel. Het zand is meestal tot 30 cm, plaatselijk wel wat ondieper, ontcalcit. Er is een geleidelijke overgang naar een brak tot bijna zoet milieu met een 5 à 7 cm dikke, venige, soms nog iets kleiige bovengrond. De

<sup>1)</sup> Door verlanding van de uit zee binnendringende krekken wordt de afwatering geleidelijk slechter en wordt het bijna zoete deel van het gebied zeer nat. Tussen het riet komen al enkele plekken met veenmos voor. Waarschijnlijk is het de enige plaats in ons land, en wellicht in West-Europa, waar een niet door de mens beïnvloede en niet door een dijk kunstmatig begrensde kwelder zich ongestoord kan ontwikkelen tot een veenmosmoeras, zoals in het verleden in het huidige veengebied in het westen van ons land.

duintjes zijn hier niet of slechts tot 15 à 25 cm ontkalkt, waarschijnlijk doordat ze jonger zijn dan de duintjes meer naar het zuiden en begroeid met helm en verspreide duindoorns.

Het hierboven besproken gebied wordt naar het noorden begrensd door een west-oost lopende, jonge, kalkrijke duinrug (Zd20A-VI/VII\*) met veel duindoorns. Aan de buitenzijde hiervan is in de laatste jaren door het aanleggen van een stuifdijk een nieuwe, primaire duinvallei (achterduinse strandvlakte) ontstaan. De stuifdijk is tot een hoge, kalkrijke zeereep (Zd20A-VII\*) opgestoven. De vallei is in het oosten nog toegankelijk voor de zee, waardoor de zoute en onbegroeide strandvlakte (Zn50A) hier een eindweegs de vallei indringt. Naar het westen wordt de vallei geleidelijk minder zout. Behalve vrij grote, kale delen komt er een open kweldervegetatie voor, die naar het westen overgaat in een brakke strandvlakte met de daarvoor kenmerkende vegetatie van kwelderzegge en duinrus (zie 4.2.3). In de uiterste westpunt is een knobbiesvegetatie in ontwikkeling (zie afbeelding 23) met een begin van de vorming van een dunne, ca. 4 cm dikke, venige bovengrond, rustend op kalkrijk zand. Overigens ligt in de gehele vallei het kalkrijke zand nog aan het oppervlak (nZn50A). Wegens de onregelmatige overstroming met zeewater is hier geen Gt aangegeven. In het midden van de vallei komt een rij lage tot middelhoge, kalkrijke duintjes voor met tussenliggende, soms iets opgestoven delen van de strandvlakte (nZn50A-I/Zd20A-VI/VII).

Van het voorgaande gebied gescheiden door een brede slenk, die bij stormvloed nog in verbinding met de Noordzee staat, ligt op het oostelijk uiteinde van het eiland de Balg, een kweldergebied met een vijftal kleine duincomplexen. Hiervan is het meest oostelijke, het Willemsduin met 8 m het hoogst.

De lage kwelder (MOB72) neemt in dit gebied een grote oppervlakte in en dringt tot ver tussen de duincomplexen naar het noorden. Er is slechts een enkele tot 5 à 10 cm dikke, half tot niet geheel gerijpte laag lichte zavel tot lichte klei aanwezig. De hoge kwelder bestaat uit een geringe oppervlakte, vooral rondom het eerste duincomplex en is grotendeels zandig (nZn50A-I), tot vrijwel bovenin kalkrijk en met slechts hier en daar een dun sliblaagje. Wel is rondom de meeste duincomplexen nog een smalle, hoge kwelder aanwezig, al of niet met een dun sliblaagje en van het eigenlijke duin gescheiden door een wat hoger, zandig gedeelte met strandkweek, vergelijkbaar met de zandschilden ten westen van de vierde slenk.

De lage delen binnen de duincomplexen hebben het karakter van een hoge kwelder, al of niet met een enkele centimeters dikke, lutumrijke laag aan het oppervlak of van een brakke overgang van kwelder naar duin en dan vaak met een enkele centimeters dikke, venige bovengrond.

Gescheiden van deze duincomplexen door een smalle zone met een hoge kwelder, een brakke overgang of zeer lage zandschilden, liggen langs het Noordzeestrand zeer lage tot lage, kalkrijke duintjes, opgestoven op de resten van de voormalige, nu doorbroken stuifdijk. Alle duincomplexen met ingesloten en tussenliggende gronden zijn wegens hun gecompliceerde opbouw en afwisseling op korte afstand samengevat in de reeds op de Binnenkwelder aangegeven associatie van duinen, al of niet brakke valleien en kwelders (AD). Het meest oostelijke complex met het Willemsduin omvat tevens enkele zeer laag opgestoven delen van de strandvlakte met Gt III. Deze zijn begroeid met een pioniersgezelschap, gemengd met nog wat zoutplanten.

De ten noorden van dit complexe gebied liggende lage en matig hoge, zeer jonge kalkrijke biestaruwegras- en helmduintjes (Zd20A-VI/VII) lopen ver naar het oosten door tot op de kale zandplaat, die als een voortzetting van het strand langs de Noordzeekust (Zn50A) het meest oostelijke uiteinde van het eiland vormt.



# 6 Veengronden en moerige gronden

Veengronden worden alleen aangetroffen in de poldergebieden van Terschelling en Ameland. Ze bestaan voornamelijk uit moeilijk herkenbaar, fijn zeggeveen. Op Terschelling is de bovengrond veraard, d.w.z. dat het veen van de wat lutumhoudende bovengrond is omgezet in humus, waarbij de veenstructuur geheel verloren is gegaan. Op Ameland bestaat de bovengrond uit een humushoudend zanddek.

De moerige gronden komen op alle vier eilanden voor en hebben vrijwel overal een moerige bovengrond, die binnen 40 cm rust op zand, zavel of klei. Alleen op Ameland komt op enkele plaatsen een moerige tussenlaag voor onder een humushoudend zanddek.

## 6.1 De eenheden van de veengronden

*hVz Koopveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm*

### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond					Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %	M50 µm		
hVz-II	10	50-70	40	18	22	15				)
hVzr-II	10	50-70	40	18	22	15				1')

) Komt alleen in een samengestelde eenheid voor.

Deze gronden liggen op Terschelling in twee depressies ten westen van Midland en ten westen van Hee. In beide gevallen komen ze voor in associatie met moerige gronden (resp. vWz en Wo).

Het veen bestaat voornamelijk uit moeilijk herkenbaar fijn zeggeveen, dat in niet-geoxydeerde toestand geelbruin van kleur is en langs de duinzijde enkele zandlaagjes heeft. De bovengrond bevat meestal 10 à 25% lutum en heeft plaatselijk wat zandbijmenging. De zandondergrond begint tussen 40 en 120 cm diepte. Behalve langs de duinvoet is onder het zand binnen 120 cm diepte nog een laag meestal half gerijpte zavel of klei aanwezig (toevoeging ...r). Bij uitzondering rust het veen in enkele oude geulen direct op de zavel of klei.

*Profielschets nr. 1, kaartenheid hVzr-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1	0- 18	22	15		donkerbruine venige klei met plaatselijk wat zandbijmenging
C1	18- 60	75			bruin zeggeveen
G	60-100		4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos matig fijn zand
DG	100-120		45		groengrijze gereduceerde half gerijpte kalkloze zware klei.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 40 cm.

*zVz Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm*

**KAARTEENHEID**

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
zVz-II	15	60-80	30	10-40	1-12		4	180	1	2

Deze gronden komen alleen voor op Ameland, ten westen en ten oosten van Hollum. Ze liggen in depressies van het zandgebied.

Het organische-stofgehalte in het 10 à 40 cm dikke zanddek varieert sterk. Is het dek ontstaan door opstuiving, dan bevat het 1 à 5% organische stof, is het opgebracht, dan bedraagt dit 5 à 12%. Het veen bestaat overwegend uit (geel)bruin zeggeveen. De zandondergrond begint tussen 60 en 120 cm diepte en is meestal kalkloos. Slechts op enkele plaatsen wordt kalkarm zand aangetroffen. Ook komt zeer plaatselijk in het zand een dun kleilaagje voor. Soms is de veenlaag minder dan 40 cm dik.

*Profielschets nr. 2, kaartenheid zVz-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
Aan1	0- 5	6 (5-12)	4	180	zwart zeer humeus kalkloos matig fijn zand
Aan2	5- 20	3 (1-12)	4	180	grijsbruin matig humusarm kalkloos matig fijn zand
C1	20- 60	55			bruin moeilijk herkenbaar zeggeveen
G	60-100	70			geelbruin niet-geoxydeerd zeggeveen
DG	100-120		3	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos matig fijn zand.

GHG 15 cm, GLG 60 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 30 cm.

**6.2 De eenheden van de moerige gronden**

*Wo Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag op niet-gerijpte zavel of klei*

**KAARTEENHEID**

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
Wo-II	10	50-80	25-35	10-20	10-25	10-45			1	3,4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Komt alleen in een samengestelde eenheid voor.



Deze gronden liggen alleen op Terschelling, ten westen van Hee. Ze vormen hier een associatie met eenheid hVz.

Zowel de dikte als het organische-stofgehalte van de bovengrond varieert sterk. Plaatselijk bevat de moerige bovengrond wat lutum; soms is een dun zanddekje aanwezig. Tussen het moerige materiaal en de ongerijpte zavel of klei ligt meestal nog een zandlaag (profielchets nr. 3). Binnen de associatie worden de moerige gronden voornamelijk aangetroffen in het zuidoosten van het vlak. De zandlaag wordt hier dunner en in tegenstelling met de veengronden meer naar het noorden, bestaat de ondergrond voornamelijk uit zavel of klei die binnen 80 cm ongerijpt is (profielchets nr. 4).

*Profielchets nr. 3, kaarteenheid Wo-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 20	25 (10-25)	10 (10-45)		zwarte iets roestige kalkloze venige klei
C1g	20- 40	1	45		grijze roestige kalkloze zware klei
D	40- 60			180	grijs kalkloos matig fijn zand
CG	60- 90	1	45		grijze kalkloze ongerijpte zware klei
DG	90-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 35 cm.

*Profielchets nr. 4, kaarteenheid Wo-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1	0- 10	10	33 (10-45)		donkerbruine zeer humeuze kalkloze lichte klei
C11g	10- 20	1	42		grijze iets roestige kalkloze zware klei
D	20- 40	70			bruin zeggeveen
C12g	40- 60	1	45		grijze iets roestige kalkloze zware klei
G1	60-100	2	48		blauwgrijze ongerijpte kalkloze zware klei
G2	100-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 55 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 25 cm.

*zWz Moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand*

KAARTEENHEID

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse Profielchets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %		
zWz-II	15	70	40	10-35	6		10	180	1 5

Deze gronden komen alleen voor op Ameland, in twee ondiepe depressies. Het 10 à 35 cm dikke, humushoudende zanddek is ten dele opgebracht en ten dele opgestoven.

In het zuidelijke vlakje ligt tussen de dunne veenlaag en de zandondergrond een ca. 10 cm dik laagje zavel. De ondergrond is plaatselijk kalkarm en bevat soms een dun laagje klei.

Profielschets nr. 5, kaartenheid zWz-II

Hor.	cm-mv	% humus	% leem	M50	Omschrijving
Aan	0- 10	6	10	180	grijsbruin matig fijn zand
C1	10- 35	1	4	180	grijs kalkloos fijn zand
D	35- 70	75			bruin wat verweerd zeggeachtig veen
G	70-120		3	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 15 cm, GLG 70 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 40 cm.

vWz *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand*

KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
vWz-I	0	35-50		10-25	25-40	2-10		160-180	1	6
nvWz-I	0	40-50		10-20	25-60	2-45		170-190	1	7
vWz-II	0-10	50-60	30	10-20	15-40	0-40		150-200	1	
nvWz-II	0-10	50-60	30	10-20	15-40	0-40		150-200	1	
vWzr-II	0-10	50-60	30	10-20	15-40	0-40		150-200	1	8

Deze gronden liggen in lage, natte duinvalleien, op vroegere strandvlakten (Groene Strand op Terschelling), in een wat afwijkende situatie (zie 5.1.1) in de Kroon's Polders op Vlieland en op de overgang van de hoge, zoute kwelders naar de gronden met een zoetwaterregime. Omdat in dit laatste geval de gronden bij stormvloed en nog wel eens met zout water worden overspoeld en tevens de vegetatie hierop wijst, is hier toevoeging *n...* (profielschets nr. 7) aangegeven.

De 10 à 20 cm dikke, donkere bovengrond heeft overal een hoog organischstofgehalte (15 à 35%) of bestaat zelfs grotendeels uit plantaardig materiaal. Zowel in de polder van Ameland als plaatselijk ten oosten van Midsland op Terschelling, bevat de venige bovengrond zand. Dit komt ook op veel plaatsen in de duinen voor (profielschets nr. 6). Ten westen van Midsland bestaat de bovengrond uit venige klei of kleiig veen (profielschets nr. 8). Dit is ook het geval in het brakke overgangsg gebied, waar een dunne zavel- of kleilaag van de aangrenzende kwelders uitwigt over de hoger gelegen gronden. Plaatselijk is ook hier in de venige klei- of kleiige veenbovengrond wat zand gestoven. Op Ameland is dit lutumrijke materiaal kalkarm (0,4% CaCO<sub>3</sub>).

De venige bovengrond rust bijna overal op kalkloos matig fijn zand. Op Ameland is het zand kalkarm (0,8% CaCO<sub>3</sub>) maar wordt op ca 70 cm diepte kalkrijk (1,2% CaCO<sub>3</sub>). Bij Formerum en ten noorden van Baaiduinen op Terschelling wordt onder de venige bovengrond nog een laag verweerd veen of bruin zeggeveen aangetroffen. Eveneens ten noorden van Baaiduinen en bij Midsland bevindt zich in de zandondergrond een 20 à 30 cm dikke, half gerijpte zavel- of kleilaag (toevoeging *...r*).

Een deel van het Groene Strand op Terschelling is in cultuur gebracht en tot ca. 30 cm diepte gespit. Het zand onder de venige bovengrond is hier iets grover (M50 ca. 200 µm) dan elders in het duingebied.

In De Groede op Terschelling komt deze eenheid voor in associatie met eenheid Zd21.

Het kaartvlak nvWz-I ten noorden van De Groede op Terschelling heeft ten onrechte een iets afwijkende kleur ten opzichte van de overige kaartvlakken van dezelfde eenheid.

*Profielschets nr. 6, kaartenheid vWz-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 6

Hor.	cm-mv.	% humus	M50	Omschrijving
A1g	0- 10	25,5 (25-40)	180	zwart ten dele verteerd zandig veen
ACg	10- 17	17,3 (10-20)	180	grijs iets roestig kalkloos fijn zand
Cg	17- 35		180	lichtgrijs kalkloos fijn zand met spaarzaam zeer zwakke roestvlekken
G	35-120		180	blauwgrijs gereduceerd fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 35 cm-mv.

Opmerking: Dit profiel is kenmerkend voor de moerige duinvalleien met Gt I en II. In de beboste valleien, o.a. op Schiermonnikoog is een 2 à 5 cm dikke strooisellaag (A0) aanwezig.

*Profielschets nr. 7, kaartenheid nvWz-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 7

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
C	0- 10	27,5 (25-60)	24 (2-45)		donkergrijze venige klei
ADg	10- 15	8	6		zeer humeus kleilig fijn zand met enkele roestvlekjes
Dg	15- 50	0,6	1	190	grijs kalkloos fijn zand met zeer zwakke roest
G	50-120			180	blauwgrijs gereduceerd fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 50 cm-mv.

Opmerking: Het lutumgehalte van de bovengrond is vaak lager dan in dit voorbeeld. Vooral waar deze groen grenzen aan de zandige kwelder of de duinen, kan de lutum vrijwel ontbreken.

*Profielschets nr. 8, kaartenheid vWzr-II*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 8

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 12	26,0 (15-40)	10		zwarte venige klei
C11g	12- 18	35,1	18		donkerbruin verweerd kleilig veen
C12g	18- 27	27,7	28		donkerbruine venige klei
D1g	27- 38	10,8	45		grijsbruine zeer humeuze zware klei met zwakke roest
D2g	38- 70	0,1		180	bruingrijs fijn zand met zeer zwakke roest
G1	70- 90	0,1	30	180	blauwgrijze gereduceerde half gerijpte lichte klei
G2	90-120	0,1		180	blauwgrijs gereduceerd fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.

Bewortelbaar tot 30 cm.



# 7 Eerdgronden

Eerdgronden komen alleen voor op Terschelling. Het zijn hier gronden met een 15 à 25 cm dikke, donkere, humushoudende bovengrond (gooreerdgronden) en gronden met een 50 à 60 cm dikke humushoudende bovengrond (enkeerdgronden). In het bijgevoegde boekje "Algemene begrippen en indelingen" zijn deze gronden respectievelijk besproken in de hoofdstukken 5.2.5 en 5.2.6 en ondergebracht in de tabellen 10 en 11.

## 7.1 De eenheden van de eerdgronden

EZg21 *Lage enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand*

pZn21 *Gooreerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand*

### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
EZg21-III*	35	100-120	50-60	50-60	3		9	180	1	9
pZn21-III	20	85	40	15-25	4		8	180	1	10

De lage enkeerdgronden (EZg21) liggen ten noordoosten van West-Terschelling. De 50 à 60 cm dikke, humushoudende bovengrond is ten dele opgebracht. Het hoogste terreingedeelte binnen deze eenheid heeft de dikste humushoudende bovengrond. Plaatselijk wordt dieper dan 80 cm een laag kalkarme zavel in het kalkloze matig fijne zand aangetroffen.

De gooreerdgronden (pZn21) liggen iets verder naar het noordoosten, bij Hee. De humushoudende bovengrond is 15 à 25 cm dik en bevat in de regel wat meer organische stof dan de bovengrond van de enkeerdgronden.

#### Profielschets nr. 9, kaartenheid EZg21-III\*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
Aan	0- 50	3	9	180	grijsbruin matig humeus fijn zand met enkele baksteenresten
C1	50-100		4	180	grijs kalkloos fijn zand
G	100-120		4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 35 cm, GLG 100 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 50 cm.

*Profielschets nr. 10, kaartenheid pZn21-III*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 25	4	8	180	donker grijsbruin matig humeus fijn zand
C1g	25- 90		4	180	grijs kalkloos fijn zand met enkele onduidelijke roestvlekjes
G	90-120		4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 20 cm, GLG 85 cm-mv.

Bewortelbaar tot 40 cm.

## 8 *Kalkloze en kalkhoudende zandgronden*

Kalkloze en kalkhoudende zandgronden worden op de Waddeneilanden veelvuldig aangetroffen. Ze bestaan overwegend uit strand- en duinzandgronden, die al of niet zijn ontkalkt.

In de landelijke legenda zijn deze gronden ondergebracht in twee hoofdklassen (zie bijgevoegd boekje Algemene begrippen en indelingen, hoofdstukken 5.2.6 en 5.2.7). Omdat in deze gebieden de kalkloze en de kalkhoudende zandgronden in hetzelfde materiaal zijn ontstaan, zijn ze samengevat in één hoofdstuk. Enkele in de Algemene begrippen en indelingen niet voldoende omschreven, maar voor de Waddeneilanden belangrijke processen, vereisen een nadere toelichting.

### 8.1 **Ontkalking en kalkverloop**

Evenals in de duinen van het vasteland tussen Bergen en Hoek van Holland, bevat de zeereep op de Waddeneilanden vrijwel vanaf het oppervlak kalk. Direct achter de zeereep is het zand, in tegenstelling met de zojuist genoemde duinen van het vasteland, al tot enige diepte ontkalkt. Iets oudere duinen kunnen zelfs al diep ontkalkt zijn (zie 4.2). De oorzaak ligt in het lage koolzure kalkgehalte van het vers aangevoerde zand (0,3 à 0,4 tot ca. 1%), dat slechts plaatselijk een wat hoger kalkgehalte (1,5 à 2%) heeft. Zoals in 4.1.2 besproken is, blijkt een duidelijk kalkmijdende vegetatie pas op te treden bij minder dan 0,3% koolzure kalk. De grens tussen kalkarm en kalkloos zand is op de Waddeneilanden daarom bij 0,3% gekozen.

De kalkarme duinen van de zeereep worden tot de kalkhoudende zandgronden (code A) gerekend. Als zodanig onderscheiden ze zich op de kaart niet van de duinen tussen Bergen en Hoek van Holland. Wel moet worden bedacht, dat deze geheel uit kalkrijk zand bestaan met meer dan 2 tot bijna 9% (bij Katwijk) koolzure kalk.

De vegetatie van de ondiep ontkalkte gronden direct achter de zeereep of elders wordt nog duidelijk beïnvloed door het kalkarme zand in de ondergrond. Ofschoon bij zeer kalkarm uitgangsmateriaal (0,3 à 0,5%) een aantal kenmerkende planten van kalkloze zandgronden soms al bij zeer ondiepe ontkalking optreden, verschijnt de karakteristieke vegetatie van deze gronden pas bij een ontkalkingsdiepte van ca. 50 cm. Planten op kalkarm zand nemen bij een diepere ontkalking snel in aantal en in vitaliteit af. In overeenstemming met deze reactie van de natuurlijke begroeiing zijn de tot ca. 50 cm ontkalkte gronden op de Waddeneilanden met code ...Ab aangegeven. Gronden die tot dieper dan ca. 50 cm minder dan 0,3% koolzure kalk bevatten, zijn tot de kalkloze zandgronden gerekend.

### 8.2 **Vorming van een A1-horizont**

Een van de belangrijkste bodemvormende processen is de vorming van een min of meer donker gekleurde, humushoudende bovengrond (A1-horizont).

Zoals in 4.2.1 besproken, ontbreekt bij de jonge droge duinen de A1-horizont geheel of vrijwel geheel. Later wordt een dunne of zelfs zeer dunne, weinig duidelijke A1-horizont gevormd met een betrekkelijk laag humusgehalte.

Ook in recent gevormde duinvalleien en op jonge (zandige) kwelders is in eerste instantie geen humushoudende bovengrond aanwezig. Hier wordt echter vrij snel een dunne, maar wel duidelijke A1 gevormd, met een hoog of zelfs zeer hoog organisch-stofgehalte. In kalkarme duinvalleien met zuur strooisel van Cranberry en heide is de A1 meestal weinig (organische stof >15%) en dan vaak 5 à 10 cm dik. De brakke overgangszone tussen de hoge kwelder en de duinvoet heeft over het algemeen een 10 à 15 cm dikke, venige bovengrond. Deze gronden zijn bij de moerige gronden ondergebracht.

In de polders bevat de bovengrond veel minder organische stof dan in de hierboven besproken gronden. Wel zijn deze bovengronden vaak dikker, soms tot 30 cm. Ze zijn waarschijnlijk ontstaan door langdurig gebruik voor akkerbouw.

### 8.3 Hydromorfe kenmerken

Zowel bij de kalkloze als bij de kalkhoudende zandgronden wordt onderscheid gemaakt tussen gronden die in een natte en die in een droge situatie zijn gevormd. Ze worden resp. *vlakvaaggronden* en *duinvaaggronden* genoemd.

Vlakvaaggronden hebben een G-horizont die binnen 80 cm begint en er ontbreken ijzerhuidjes op de zandkorrels. Ze zijn onder de A1-horizont overwegend grauw getint, met een vage, bleke vlekkeligheid en schaarse, onduidelijke, plaatselijk wat meer geprononceerde roestvlekjes. De diepte waarop de vlekkeligheid begint, komt in het algemeen overeen met de GHG. Bij een deel van de gronden met Gt III en IV, waar de G-horizont dus dieper dan 80 cm begint, is soms een dunne, wat gelere horizont aanwezig. Deze is veelal bovenin wat meer bruinrijks van kleur, zoals (in meer geprononceerde vorm) bij de duinvaaggronden. Omdat hierin de aan- of afwezigheid van ijzerhuidjes moeilijk is vast te stellen, zijn deze gronden tot de vlakvaaggronden gerekend. In overeenstemming hiermee zijn in het duingebied alle gronden met Gt VI, VII en VII\*, duinvaaggronden genoemd. Een uitzondering vormt het zuidelijke gedeelte van het bos bij Formerum op Terschelling, waar het bodemprofiel een vrij natte grondwaterstand suggereert (Gt III), maar door de diepe begreppeling en de bosvegetatie is het grondwater aanzienlijk gedaald. In de nog duidelijk boven 120 cm herkenbare, totale reductiezone zijn nu grote, duidelijke roestvlekken aanwezig, die tot dieper dan 120 cm doorgaan. Het grondwater staat iedere zomer lange tijd dieper dan 120 cm. Deze gronden zijn als Zn21-VI (vlakvaaggronden) aangegeven.

### 8.4 Textuur

De meeste strand- en duinzanden hebben, evenals de zandgronden in de polders, een zeer uniforme textuur. Het zand is vrijwel overal matig fijn met uiterst weinig (hoogstens enkele procenten) deeltjes kleiner dan 2 µm. De M50 van het zand is overal ongeveer 180 µm (zie 4.1.1). Alleen op enkele zandplaten op Vlieland en Terschelling wordt matig grof zand aangetroffen.

Op veel plaatsen in de polders en op de kwelders is een zavel- of kleidek aangegeven (toevoeging *k...*). Tussen de zavel of klei en het zand komt soms een enkele tot 10 à 20 cm dik laagje zeer fijn, iets lutumhoudend wadzand of zeer lichte zavel voor. Vaak is er ook een afwisseling van dit materiaal met dunne kleibandjes.



## 8.5 De eenheden van de kalkloze vlakvaaggronden

### Zn21 Kalkloze vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

#### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
Zn21-I	0- 5	30- 50		2- 8	25-40				1	11
kZn21-I	5-10	40- 50	30	10	3- 8	10-25			1	
nkZn21-I	10-20	40- 50		5-10	3- 8	10-25			1	
Zn21-II	10-25	50- 80	30	10-20	3		4-8	170-180	1	12 <sup>1)</sup>
Zn21-II	5-25	50- 80		2- 8	20-30		2-3	170-180	1	<sup>2)</sup>
kZn21-II	10-25	50- 80	30-40	5-15	3-10	10-45			1	13
kZn21r-II	10-25	50- 80	30-40	5-15	3-10	10-45			1	14
kZn21w-II	15	70	30-40	5-15	3-10	10-20			1	
Zn21r-II	10-25	50- 80	30	10-20	3- 8		2-3	170-180	1	
Zn21ϕ-II	15	70	30	10	2		2-3	170-180	1	
Zn21-III	15-25	80-120	30	10-20	3		4	170-180	1	<sup>1)</sup>
Zn21-III	15-25	80-120		2- 8	15-30		1-4	170-180	1	<sup>2)</sup>
kZn21-III	15-25	80-120	35	5-20	3- 8	10-45			1	15
Zn21r-III	15-25	80-120	30	10-20	3		1-4	170-180	1	
Zn21w-III	15-25	80-110	30	10-20	3		4	170-180	1	
Zn21-III*	25-40	80-120	30	10-20	3		4-8	170-180	1	16
Zn21r-III*	25-40	80-120	30	10-20	3		4-8	170-180	1	
Zn21ϕ-III*	25-40	80-120	30	15	2		4	170-180	1	
Zn21-IV	40-60	100-120	30	10-20	3		4	170-180	1	
Zn21-IV	40-50	100-120		5-10	10-20		2-3	180	1	<sup>2)</sup>
Zn21-VI	50-80	120-150	30-50	10-20	3		4	170-180	1	17 <sup>1)</sup>
Zn21-VI	40-50	120-140		5-10	10-20		2-3	180	1	<sup>2)</sup>
nZn21				0- 2	3		2-3	180	1	
nkZn21				5-10	10	15-25			1	

<sup>1)</sup> In het poldergebied

<sup>2)</sup> In duinvalleien

<sup>3)</sup> In ontwaterde en beboste duinvalleien. Komt alleen voor in associatie met Gt III.

Deze kalkloze vlakvaaggronden omvatten het grootste deel van de polders van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Ook worden ze aangetroffen in een groot deel van de zure en natte duinvalleien met Gt I, II en III. Eensdeels zijn dit oude, diep ontkalkte valleien, anderdeels jongere, door het oorspronkelijk geringe koolzure kalkgehalte relatief snel tot 50 à 60 cm diepte of dieper ontkalkte valleien. Ook de gronden van het (buitendijks gelegen) Westerveld op Vlieland en de Westerkwelder op Ameland zijn met deze eenheid aangegeven. Beide eenheden worden nu en dan nog met zeewater overstroomd, waarop de zoute vegetatie wijst (toevoeging *n...*). Gedeeltelijk hebben deze gronden een 5 à 20 cm dikke bovengrond van zavel (toevoeging *k...*).

Het organische-stofgehalte van de bovengrond in de zure valleien op Vlieland en Terschelling is vaak zeer hoog (tot 40% of meer; profielschets nr. 11). In sommige, wat minder zure valleien op Vlieland en op Ameland is het organische-stofgehalte meestal wat lager (15-30%). De dikte van deze humusrijke tot venige bovengrond in de duinvalleien bedraagt gewoonlijk slechts 2 à 8 cm.

In de polders is de bovengrond dikker (10 à 20 cm), maar bevat veel minder organische stof. Vroeger zijn dit kwelders en brakke overgangsggronden geweest of gronden die voor akkerbouw zijn gebruikt en dus zijn geploegd.

Op verschillende plaatsen op Terschelling en Ameland en bij een kleine oppervlakte op Schiermonnikoog is op deze zandgronden, als ze aansluiten aan de zeekleigronden, een 15 à 40 cm dik zavel- of kleidek (toevoeging *k...*) aanwezig.

Op Ameland zijn enkele heideterreinen afgegraven (toevoeging *...ϕ*) en ontgonnen tot grasland.

In de polders van Terschelling en Ameland komt plaatselijk in de niet geheel gerijpte ondergrond zavel of klei (toevoeging ...r) voor.

Tussen Hoorn en Oosterend op Terschelling en ten oosten van Nes op Ameland, is in het zand op 70 à 80 cm diepte een dunne veenlaag (toevoeging ...w) aanwezig.

Grondwatertrap IV is alleen aangegeven in enkele bossen in het duingebied op Vlieland en Terschelling. Door de bebossing en de daarmee gepaard gaande ontwatering, is de gemiddeld hoogste grondwaterstand gedaald tot dieper dan 40 cm. Ook waar de gemiddeld laagste grondwaterstand is gedaald tot dieper dan 120 cm (ten oosten en ten noorden van Formerum op Terschelling) is bij uitzondering grondwatertrap VI aangegeven (zie 8.3).

*Profielschets nr. 11, kaarteenheid Zn21-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 11

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A0	+4- 0				onverteerde strooisellaag
A1	0- 2	51,1 (30-50)			zwart veen met zandbijneming
C1g	2- 30		2	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest langs wortels
G	30-120		2	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 35 cm-mv.

Opmerking: De A1-horizont heeft een te hoog organisch-stofgehalte. Bevat nogal wat onverteerd strooisel. Verder is dit profiel representatief voor de zeer natte gronden in de duinvalleien die zijn begroeid met cranberry, gagel en andere moerasplanten, vooral op Vlieland en Terschelling.

*Profielschets nr. 12, kaarteenheid Zn21-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 20	3	7 (4-8)	170	donkergrijs matig humeus kalkloos fijn zand
C1g	20- 70		5	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest
G	70-120		4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 15 cm, GLG 70 cm-mv.

Bewortelbaar tot 30 cm.

Opmerking: Representatief profiel voor de gronden in de polders van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. De kalkrijke zandondergrond wordt slechts plaatselijk binnen 120 cm diepte aangetroffen.

*Profielschets nr. 13, kaarteenheid kZn21-II*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 13

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 8	10,0 (3-10)	10 (10-45)			donker grijsbruine humusrijke lichte zavel
C1g	8- 38	0,5	15			licht grijsbruine lichte zavel met roestvlekken
Dg	38- 70			2	180	lichtgrijs kalkloos fijn zand met enkele roestvlekjes
G	70-120			2	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 70 cm-mv.

Bewortelbaar tot 40 cm.

*Profielschets nr. 14, kaartenheid kZn21r-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A1	0-15	5	15			grijsbruine matig humeuze lichte zavel
C1g	15-60			4	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest
D	60-80		50			groengrijze kalkloze half gerijpte zware klei
G				4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 70 cm-mv.

Bewortelbaar tot 30 cm.

Opmerking: Op Ameland bestaat het half gerijpte materiaal plaatselijk uit kalkloze zware zavel.

*Profielschets nr. 15, kaartenheid kZn21-III*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 8	5	40 (10-45)			donkergrijze matig humeuze kalkloze zware klei
C11g	8- 35		42			grijze iets roestige kalkloze zware klei
C12g	35-100			5	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest
G	100-120			5	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 20 cm, GLG 100 cm-mv.

Bewortelbaar tot 35 cm.

*Profielschets nr. 16, kaartenheid Zn21-III\**

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 20	3	7	170	donker grijsbruin matig humeus kalkloos fijn zand
C1g	20-100		4	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest
G	100-120		4	180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 35 cm, GLG 100 cm-mv.

Bewortelbaar tot 30 cm.

Opmerking: Op Ameland tussen Hollum en Ballum en op Terschelling tussen Hoorn en Oosterend en ten westen van Hee komt langs de duinen bij deze eenheid tussen 40 en 120 cm diepte plaatselijk een oude bovengrond (A1b-horizont) van ca. 10 cm dikte voor.

*Profielschets nr. 17, kaartenheid Zn21-VI*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 20	3	5	170	donker grijsbruin matig humeus kalkloos fijn zand
AC	20- 30	2	4	180	grijs matig humusarm kalkloos fijn zand
C1g	30-120		4	180	grijs kalkloos fijn zand met zwakke roest.

GHG 60 cm, GLG 140 cm-mv.

Bewortelbaar tot 40 cm.

Opmerking: Deze gronden liggen in de poldergebieden. Op Terschelling komt tegen de grens met de Polder Het Nieuwland dieper dan 80 cm plaatselijk klei voor.

## 8.6 De eenheden van de kalkloze duinvaaggronden

### Zd21 Kalkloze duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

#### KAARTEENHEDEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond					Kalkklasse	Profiel-schets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %	M50 µm		
Zd21-VI	40-80	> 120		0-2	2		4	180	1	18
-VII	> 80	> 140		0-2			2-3	180	1	
-VII*	> 150	> 200		0-2			2-3	180	1	19

Deze gronden bestaan overwegend tot grote diepte uit kalkloos zand. Het betreft vaak de oudste nog bestaande duinen. Bij de wat jongere duinen wordt beneden 80 cm nog wat kalk aangetroffen, b.v. bij de oude, oost-west lopende duinketen, waarop het dorp Schiermonnikoog ligt. Door het wat hogere kalkgehalte van het oorspronkelijke zand is de ontkalking hier tot deze diepte beperkt gebleven. Nog ondieper ontcalcite, betrekkelijk jonge duinen zijn tot deze eenheid gerekend, indien ze tot dieper dan ca. 50 cm zijn ontcalcit (profiel-schets nr. 19).

Door de droge ligging verteert het strooisel van de vegetatie slechts langzaam en vaak is een zeer dun strooisellaagje aanwezig, dat meestal moeilijk te scheiden is van de dunne tot zeer dunne A1-horizont. Zowel de dikte van het strooisellaagje (A0-horizont) als die van de A1-horizont wisselt met het type vegetatie en de expositie. Op weinig begroeide plekken kunnen beide vrijwel afwezig zijn. In overeenstemming hiermee kan ook het organische-stofgehalte variëren van 1 tot ca. 20%. Vooral op de wat vochtiger noordhellingen of onder een struikheide- of kraaiheidebegroeiing met veel slecht verteerbaar strooisel, zijn de dikte van de A0- en de A1-horizont en het percentage van het organische-stofgehalte vaak het grootst.

Het zand onder de A1 heeft een iets bruinere tint dan het nog kalk bevattende zand in de jongste duinen of het kalkarme zand in de ondergrond (zie verschil C1- en C2-horizont in profiel-schets nr. 19). Bij wat oudere gronden is in het iets gelere materiaal direct onder de A1-horizont vaak een enkele cm's tot enkele dm's dikke, bleekbruine laag aanwezig. Deze is als een Bv-horizont aangeduid en reeds besproken in 4.2.1.

#### Profiel-schets nr. 18, kaarteenheden Zd21-VI

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 5	2	4	180	donker grijsbruin matig humusarm kalkloos fijn zand
A2	5- 6		1	180	licht grijsbruin kalkloos fijn zand
Bv	6- 16		1	180	bruin kalkloos fijn zand
C11	16- 45			180	licht geelbruin kalkloos fijn zand
C12	45-120			180	licht grijsgeel kalkloos fijn zand naar beneden geleidelijk grijs wordend met op 90 à 110 cm enkele zeer kleine roestspikkels.

GHG 80 cm, GLG >150 cm-mv.

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A0	+ 1- 0				strooisellaag
A1	0- 2	1,8	1	180	lichtgrijs kalkloos fijn zand
AB	2- 4	0,3		180	grijs kalkloos fijn zand
Bv	4- 25	0,2		180	lichtbruin kalkloos fijn zand
C1	25- 60	0,1		180	licht grijsbruin kalkloos fijn zand
C2	60-120			180	lichtgrijs kalkarm fijn zand.

GHG >150 cm, GLG >200 cm-mv.

Opmerking: De AB-horizont bevat meestal een zekere hoeveelheid loodzandkorrels. Soms, vooral onder heidebegroeiing, is een min of meer duidelijke, dunne A2-horizont ontwikkeld (zie profielschets nr. 18).

## 8.7 De eenheden van de kalkhoudende vlakvaaggronden

Zn50A *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand*

Zn50Ab *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand met een ontkalkte bovengrond*

Zn30Ab *Kalkhoudende vlakvaaggronden; grof zand met een ontkalkte bovengrond*

### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets	
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %				
Zn50A-I	0	35- 45		4-10	10-40			1	170-180	3	20
nZn50A-I	0	25- 35		0-10	0- 8	0-15				3	21
nkZn50A-I	0	25- 35		0-10	0- 8	8-25				3	
Zn50A-II	0-10	50- 60		0- 6	0-15			1	170-180	3	
nZn50A-II	0	60- 70		0- 6	0-25	0-25				3	1)
Zn50A-III	10-20	80-110		5-10	10-40			1	170-180	3	
nZn50A-III	10-20	80-110		5-10	10-40			1	170-180	3	1)
Zn50A								1	170-180		2)
nZn50A								1	170-180		2)
Zn50Ab-I	0	40- 50		5-15	12-45				170-180	1	22
nZn50Ab-I	0	40- 50		4- 8	20-45	2- 4			170-180	1	
nkZn50Ab-I	0	40- 50		6- 8	8-25	10-45				1	23
Zn50Ab-II	0-10	60- 70		5-10	10-40			2	170-180	1	24
nZn50Ab-II	0	60- 70		0-10	10-40	2-35				1	25
Zn50Ab-III	10-20	100-120		5-10	10-40			2	170-180	1	
nZn50Ab									170-180	1	
Zn30Ab									215-250	2	2)

1) Komt alleen in een samengestelde eenheid voor.

2) Met deze eenheden is het Noordzeestrand op de eilanden aangegeven.

Tot deze gronden behoren de hoge kwelders op Terschelling en Schiermonnikoog. Ze hebben een zandige bovengrond of een 10 à 25 cm dik, geheel gerijpt zavel- of kleidek (toevoeging *k...*). Omdat deze gronden vrij vaak worden overstromd met zeewater en ook de vegetatie hierop wijst, is toevoeging *n...* aangegeven. Ze zijn tot bovenin kalkrijk (*nZn50A*), zoals op de Boschplaat op Terschelling (profielschets nr. 21) of tot 30 à 40 cm diepte ontkalkt (minder dan 0,3% CaCO<sub>3</sub>; *nZn50Ab*), zoals op De Groede op Terschelling en op Schiermonnikoog (profielschets nr's 23 en 25). Zeer lage zandschilden of lage duintjes op of aan de rand van de kwelder op Ameland en Schiermonnikoog onderscheiden zich op de bodemkaart door het ontbreken van de toevoeging *n...* Hoewel deze gronden bij stormvloed nog wel eens overstromen, spoelt het zout snel weer uit de bodem weg, waardoor geen zouttolerante vegetatie aanwezig is.

Kalkhoudende vlakvaaggronden, al of niet tot enige diepte ontkalkt (Zn50A en Zn50Ab), komen ook voor in een aantal jonge, resp. zeer jonge duinvalleien op Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog (profielchets nr's 20, 22 en 24).

De achterduinse strandvlakten (zie 2.2), die de overgang vormen van de strandvlakte naar een "echte" duinvallei, zijn nog niet volledig van de zee afgesloten. Hier is toevoeging *n...* aangegeven. De in wording zijnde vallei ten noorden van de stuifdijk van de Boschplaat op Terschelling heeft geen grondwatertrap. Is, gezien de vegetatie, de overstroming minder frequent, zoals in de vallei van het Oerd op Ameland en ten noorden van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog, dan is wel een grondwatertrap aangegeven. Dit is ook het geval op de westpunt van Terschelling, waar de zandplaat van de Noordvaarder geleidelijk overgaat in een zandige hoge kwelder (*nZn50Ab-II*). Ook de zuidelijkste Kroon's Polder op Vlieland is met deze eenheid aangegeven (*nZn50Ab-I*).

Tenslotte zijn op de vier eilanden vrijwel alle stranden en de ermee vergroeide zandplaten met Zn50A aangegeven. Alleen het zand van de Noordvaarder op Terschelling en het erbij aansluitende strand tot ongeveer bij paal 8 is matig grof en kalkarm (Zn30Ab).

*Profielchets nr. 20, kaarteenheid Zn50A-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 20

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1g	0- 10	12,7 (10-40)	1	180	donkerbruin humusrijk kalkloos fijn zand
ACg	10- 15	0,5	1	180	licht bruingrijs kalkloos fijn zand met enkele roestvlekjes
C2g	15- 35		1	180	lichtgrijs kalkrijk fijn zand met enkele roestvlekjes
G	35-120		1	180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand met enkele schelpresten.

GHG 0 cm, GLG 35 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt in een duinvallei.

*Profielchets nr. 21, kaarteenheid nZn50A-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 21

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 5	6,8 (0-8)	11	18	180	donkergrijze zeer humeuze kalkloze lichte zavel
AC	5- 10	0,5	3	5	180	grijs kalkloos fijn zand
C2g	10- 25	0,3		1	185	lichtgrijs kalkrijk fijn zand met roest vooral langs wortelkanaaltjes
G	25-120				180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 30 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt op een hoge kwelder op Terschelling, nabij de hoge kweldergronden met een zavel- of kleidek. Elders op de hoge kweldergronden en in de achterduinse strandvlaktes ontbreekt de lutumrijke bovengrond.

*Profielchets nr. 22, kaarteenheid Zn50Ab-I*

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving	
A1	0- 7	40 (12-45)				zwart veen met veel wortelresten en onverteerde planteresten
C1g	7- 40		3	180	lichtgrijs kalkloos fijn zand met zwakke roestvlekjes	
G	40-120		3	180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.	

GHG 0 cm, GLG 40 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt in een duinvallei.

*Profielschets nr. 23, kaartenheid nkZn50Ab-I*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 23

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 8	8,0 (8-25)	12		180	donker grijsbruine zeer humeuze kalkloze lichte zavel
C11g	8- 10	0,5	15		185	grijze kalkloze lichte zavel met zwakke roest
C12g	10- 45	0,2		1	185	lichtgrijs kalkloos fijn zand met zwakke roest
G	45-120			1	180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 45 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt als een onzuiverheid temidden van de hoge kweldergronden (nkZn50A/Zd21) in het zuidelijke deel van De Groede op Terschelling.

*Profielschets nr. 24, kaartenheid Zn50Ab-II*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 24

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A1	0- 10	28,8 (10-40)	2	180	zandig veen
ACg	10- 13	1	2	180	donkergrijs kalkloos fijn zand
C1g	13- 40		2	180	grijs kalkloos fijn zand met enkele roestvlekjes
C2g	40- 70		2	180	lichtgrijs kalkrijk fijn zand met enkele roestvlekjes
G	70-120		2	180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.

*Profielschets nr. 25, kaartenheid nZn50Ab-II*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 25

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	% leem	M50	Omschrijving
A11	0- 3	31,2 (10-40)	20			donkerbruin kleiig veen
A12	3- 7	10,7	21		145	donker grijsbruine humusrijke zavel
C1g	7- 30	0,4		2	160	grijs roestig kalkloos fijn zand
C2g	30- 70	0,1			180	lichtgrijs kalkrijk fijn zand met enkele roestvlekken
G	70-120			2	165	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 70 cm-mv.

Opmerking: Het profiel ligt in het noordelijk deel van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. De vegetatie die er op staat is die van een hoge kwelder, maar de dunne lutumrijke laag is al geheel gerijpt en er vormt zich reeds een laagje met een hoog organisch-stofgehalte.

## 8.8 De eenheden van de kalkhoudende duinvaaggronden

Zd20A *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand*

Zd20Ab *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand met een ontkalkte bovengrond*

### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond					Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %	M50 µm		
Zd20A-VI	40-80	> 120		0-4			2	180	2	
-VII	> 80	> 150		0-4			2	180	2	
-VII*	> 150	> 200		0-4			2	180	2	26
Zd20Ab-VI	40-80	> 120		0-4			2	180	1	
-VII	> 80	> 150		0-4			2	180	1	')
-VII*	> 150	> 200		0-4			2	180	1	27

')

Gronden die vanaf het oppervlak of althans binnen 30 cm diepte kalk bevatten (code ...A), zijn op de Waddeneilanden beperkt tot de jonge, vrij recent gevormde of tot de nog in opbouw (afb. 33) zijnde duinen, en de zeereep, de strook duinen direct langs de Noordzeekust. In de Zwanewaterduinen en ten noorden en ten noordoosten van de stuifdijk naar Het Oerd op Ameland en op Schiermonnikoog komen ook verder landinwaarts nog slechts zeer ondiep ontcalcite duinen voor. Hier zijn de meeste duinen eveneens betrekkelijk jong en het oorspronkelijke kalkgehalte is hoger dan elders op de Waddeneilanden, waardoor de bovengrond minder snel ontcalcit raakt.

Het zand bevat over het algemeen 0,5 à 0,8% koolzure kalk. Bij grote delen van de kuststrook van Vlieland, evenals hier en daar op Terschelling, bedraagt dit slechts 0,3 à 0,4%.



Afb. 33 *Een hoge zeereep met kalkrijk zand (Zd20A-VII\*). Zeer open helmvegetatie.*

Foto Stiboka R46-144



Gronden die tot 30 à 50 cm diepte zijn ontkalkt (code ...Ab), beslaan een wat grotere oppervlakte. Op Terschelling en op Ameland omvatten ze een betrekkelijk smalle strook tussen de zeereep en de grote, diep ontkalkte, oudere kern van de eilanden. Verder behoren hiertoe de meeste jonge duinen van deze eilanden, zoals b.v. de voormalige stuifdijken van de Kroonpolders op Terschelling en de Kooiduinen en de betrekkelijk oude, maar geheel omgewerkte duinen van Het Oerd op Ameland. Het zand bevat tot 30 à 50 cm diepte slechts 0,1 à 0,2% koolzure kalk. Daarna stijgt dit gehalte tot 0,3 à 0,4%, op Schiermonnikoog vaak tot 0,5 à 0,6%.

*Profielschets nr. 26, kaarteenheid Zd20A-VII\**

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A0	+1- 0				strooisellaagje
A1	0- 3	9	2	180	donkergrijs humusrijk kalkloos fijn zand
C2	3-120		2	180	licht grijsbruin kalkarm fijn zand.

GHG >150 cm, GLG >200 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt op de zuidhelling van een zeereep met een goed ontwikkelde, vrij dichte begroeiing van duindoorn.

*Profielschets nr. 27, kaarteenheid Zd20Ab-VII\**

Hor.	cm-mv.	% humus	% leem	M50	Omschrijving
A0	+1- 0				strooisellaagje
A1	0- 4	1	2	180	grijs zeer humusarm kalkloos fijn zand
C1	4- 35		2	180	licht grijsbruin kalkloos fijn zand
C2	35-120		2	180	licht grijsbruin kalkrijk fijn zand.

GHG >150 cm, GLG >200 cm-mv.



## 9 Niet-gerijpte minerale gronden en zeeleiggronden

Niet-gerijpte minerale gronden worden op alle vier eilanden aangetroffen, maar zeeleiggronden alleen op Terschelling en Ameland. In de landelijke legenda zijn deze gronden ondergebracht in twee hoofdklassen. Zie hiervoor, en voor de beschrijving van de bodemvormende processen, de hoofdstukken 5.2.9 en 5.2.10 in het bijgevoegde boekje „Algemene begrippen en indelingen”.

### 9.1 De eenheden van de niet-gerijpte minerale gronden

MOb72 *Gorsvaaggronden; zware zavel en klei; zand beginnend ondieper dan 80 cm*

#### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond					Kalkklasse	Profiel-schets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %	M50 µm		
MOb72-II 0		60		5-10	15-30	12-40			3 28')	
MOb72				2-10	10-30	20-45			3 29, 30	

) Komt alleen in een samengestelde eenheid voor.

Deze gronden komen voornamelijk voor op de lage en middelhoge kwelders. In verband met frequente overstroming is hier geen grondwatertrap aangegeven. Dit geldt eveneens voor enkele buitendijkse gebiedjes tegen de Waddendijk op Terschelling en op Vlieland.

Een kleine oppervlakte van de hoge kwelders op Ameland (in associatie met eenheid nZn50A) en op Schiermonnikoog (in associatie met de eenheden Zn50Ab en Zd20Ab) bestaat uit deze gronden. Hierbij is wel een grondwatertrap aangegeven (profiel-schets nr. 28).

Profiel-schets nr. 28, kaarteenheden MOb72-II

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 28

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A11	0- 2	29,5 (15-30)	31 (12-40)		zwarte kalkrijke venige klei; sterk doorworteld
A12	2- 10	23,5	39		donkergrijze kalkrijke venige klei
ACg	10- 18	13,2	39		lichtgrijze humusrijke kalkrijke half gerijpte klei met enkele roestvlekjes
C2g	18- 60	0,5		170	lichtgrijs roestig kalkrijk fijn zand
G	60-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 0 cm, GLG 60 cm-mv.

Opmerking: Profiel ligt op Schiermonnikoog.

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1	0- 10	14,4 (10-30)	45 (20-45)		donkergrijze humusrijke kalkrijke half gerijpte zware klei met enkele roestvlekjes
C21g	10- 20	8,7	36		grijze kalkrijke half gerijpte zware klei met roest langs wortelgangen
C22g	20- 40	0,5		180	lichtgrijs iets roestig kalkrijk fijn zand
G	40-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

Opmerking: Profiel ligt als een onzuiverheid binnen de associatie *nkZn50A/Zd21* in De Groede op Terschelling. Het is een voorbeeld van een min of meer ingesloten "kom" binnen een hogere kwelder.

### Profielschets nr. 30, kaarteenhed MOB72

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 8	6	40 (20-45)		donkergrijze matig humeuze kalkrijke zware klei
C2g	8- 50	3	42		donker groengrijze kalkrijke half gerijpte zware klei met enkele roestvlekken
CG	50- 75	3	42		groengrijze kalkrijke niet-gerijpte zware klei
G	75-120			160	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

Opmerking: Profiel ligt buitendijks tegen de Waddendijk op Terschelling.

## 9.2 De eenheden van de zeekleigronden

### NESVAAGGRONDEN

Mo80A *Kalkrijke nesvaaggronden; klei*

Mo80C *Kalkarme nesvaaggronden; klei*

### KAARTEENHEDEN

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profielschets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
Mo80A-II	10	60-80	70	10	5-10	25-35			3	31
Mo80C-I	10	40-50	40	10	5-40	15-40			1	
-II	10	50-70	50-80	10	5-40	15-40			1	32

Deze gronden komen alleen voor op Terschelling. De kalkrijke nesvaaggronden liggen in de Polder Het Nieuwland ten zuiden van Midsland. De lichte klei is hier kalkrijk vanaf het maaiveld. Ook de zandondergrond, die tussen 90 en 120 cm diepte begint, is kalkrijk.

De kalkarme nesvaaggronden liggen langs de Waddenzeedijk ten zuiden van Hoorn. De klei is hier kalkloos, evenals het tussen 70 en 115 cm diepte beginnende zand. In de in dit gebied voorkomende geulen komen als onzuiverheid smalle stroken met kalkrijk materiaal voor.

*Profielschets nr. 31, kaarteenhed Mo80A-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1	0- 10	7 (5-10)	32 (25-35)		donker grijsbruine matig humeuze kalkrijke lichte klei
C2g	10- 70	1	45		grijze kalkrijke zware klei met roestvlekken
G1	70-110	1	23		groengrijze gereduceerde kalkrijke niet-gerijpte zware zavel
G2	110-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.

Bewortelbaar tot 70 cm.

Opmerking: De bovengrond bestaat plaatselijk uit zavel of is kalkarm.

*Profielschets nr. 32, kaarteenhed Mo80C-II*

Analyse, zie aanhangsel 2, nr. 32

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 10	34,8 (5-40)	16 (15-40)		zeer donker grijsbruin kleilig veen
ACg	10- 20	2	40		grijze zeer humusarme roestige kalkloze zware klei
C11g	20- 34	1,1	40		groengrijze roestige kalkloze zware klei
C12g	34- 42	0,5		180	grijs roestig kalkloos fijn zand
C13g	42- 60		43		grijze roestige kalkloze zware klei
G1	60- 90		49		blauwgrijze gereduceerde kalkloze onge-rijpte zware klei
G2	90-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 60 cm-mv.

Bewortelbaar tot 60 cm.

Opmerking: Verder van de grens met de vlakvaaggronden wordt de zandlaag tussen 34 en 42 cm dunner, om geleidelijk geheel te verdwijnen.

**POLDERVAAGGRONDEN**

Mn52C *Kalkarme poldervaaggronden; zavel, profielverloop 2*

Mn56C *Kalkarme poldervaaggronden; zavel, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4*

Mn86C *Kalkarme poldervaaggronden; klei, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4*

Mn25C *Kalkarme poldervaaggronden; zware zavel, profielverloop 5*

**KAARTEENHEDEN**

Code	GHG cm-mv.	GLG cm-mv.	Bewortel- bare diepte cm	Humushoudende bovengrond				M50 µm	Kalkklasse	Profiel- schets
				dikte cm	humus %	lutum %	leem %			
Mn52C-II	10	60- 80	60- 80	10	5-8	10-17		1	33	
Mn56C-II	10	60- 80	60- 80	10	5-8	10-17		1	34	
Mn86C-II	10	60- 80	60- 80	10	4-6	25-35		1		
	-III	10	80-120	80-100	10	4-6	25-35		1	35
Mn25C-III	10	80-120	80-100	10	4-6	17-25		1	36	

Op Terschelling komt alleen eenheid Mn86C voor en op Ameland alle vier eenheden.

Bij deze gronden begint de zandondergrond vrijwel overal binnen 120 cm diepte. Alleen ten zuidoosten van Hollum op Ameland wordt geen zand binnen 120 cm diepte aangetroffen (profielchets nr. 36).

Het zand op Ameland is overwegend kalkrijk, met uitzondering van het gebied ten zuiden van Hollum (profielchets nr's 33 en 34). Op Terschelling is het zand overwegend kalkloos. Hier komt alleen kalkrijk zand voor langs de zeedijk en in geulen.

*Profielschets nr. 33, kaartenheid Mn52C-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 10	6 (5-8)	14 (10-17)		grijsbruine matig humeuze kalkloze lichte zavel met enkele roestvlekken
C11g	10- 40	1	15		grijze kalkloze lichte zavel met roestvlekken
C12g	40- 80	1	20		grijze kalkloze zware zavel met enkele roestvlekken
G	80-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 70 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 70 cm.

*Profielschets nr. 34, kaartenheid Mn56C-II*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1g	0- 10	6 (5-8)	14 (10-17)		grijsbruine matig humeuze kalkloze lichte zavel met enkele roestvlekken
ACg	10- 20	1	16 (10-17)		grijsbruine kalkloze lichte zavel met roestvlekken
C2g	20- 40	1	22 (15-35)		grijze kalkarme zware zavel met roestvlekken
C1g	40- 80	1	46 (35-50)		grijze kalkloze zware klei met enkele roestvlekken
G	80-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkloos fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 70 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 60 cm.

*Profielschets nr. 35, kaartenheid Mn86C-III*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	M50	Omschrijving
A1	0- 10	6 (4-6)	32 (25-35)		grijsbruine matig humeuze kalkloze lichte klei
C11g	10- 35	1	34		grijze kalkloze lichte klei met roestvlekken
C12g	35- 50			170	grijs kalkloos fijn zand met roestvlekken
C13g	35- 80		48		grijze kalkloze zware klei met enkele roestvlekken
CG	80-100			180	grijs kalkarm fijn zand
G	100-120			180	blauwgrijs gereduceerd kalkrijk fijn zand.

GHG 10 cm, GLG 90 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 90 cm.

Opmerking: De zandtussenlaag komt alleen op Ameland ten zuiden van Buren voor. Nabij recente krekken zijn deze gronden soms geheel kalkrijk. Op Terschelling begint de (daar meestal kalkloze) zandondergrond in het algemeen ondieper dan 80 cm.

*Profielschets nr. 36, kaartenheid Mn25C-III*

Hor.	cm-mv.	% humus	% lutum	Omschrijving
A1	0- 10	6 (4-6)	20 (17-25)	donker grijsbruine matig humeuze kalkloze zware zavel
ACg	10- 20	3	22	grijsbruine matig humusarme kalkloze zware zavel met enkele roestvlekken
C11g	20- 40	1	24	grijze kalkloze zware zavel met roestvlekken
C12g	40- 80		30	grijze kalkloze lichte klei met roestvlekken
CG	80-100		24	grijze kalkarme zware zavel
G	100-120		22	blauwgrijze gereduceerde kalkrijke zware zavel.

GHG 10 cm, GLG 90 cm-mv.  
Bewortelbaar tot 80 cm.

Opmerking: Het koolzure-kalkgehalte wisselt op korte afstand. Vanaf ca. 80 cm diepte varieert het lutumgehalte van 8 tot 40%.

# 10 De samengestelde legenda-eenheden

Tot het aangeven van samengestelde legenda-eenheden is overgegaan op plaatsen waar de bodemgesteldheid op korte afstand zo sterk wisselt, dat de afzonderlijke eenheden op de gebruikte schaal niet betrouwbaar zijn weer te geven. Dit is vooral in het duingebied het geval, waar vaak over grote oppervlakten een zeer kleinschalig patroon van (droge) duinen in afwisseling met (vochtige tot natte) duinvalleien aanwezig is.

In de meeste gevallen was het mogelijk de inhoud van de kaartvlakken te omschrijven met twee eenheden. Waar op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog de kwelderafzettingen zeer onregelmatig afwisselen met lage zandschilden van de vroegere strandvlakte en met lage duintjes, kon de situatie alleen met drie eenheden worden gekarakteriseerd. Gebieden waar lage duinen onregelmatig afwisselen met natte valleien, brakke overgangsgronden en zoute kwelders, zijn zelfs met drie eenheden onvoldoende gekenschetst. Hiervoor is een associatie van vele enkelvoudige legenda-eenheden ingevoerd, die wordt gecodeerd met AD.

Voor de beschrijving van de verschillende enkelvoudige eenheden, waaruit de samengestelde legenda-eenheden zijn opgebouwd, wordt verwezen naar de hoofdstukken 6 t/m 9.

## 10.1 Associaties van twee en drie enkelvoudige legenda-eenheden

*hVz/Wo* – *Koopveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm; Gt II*  
– *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag op niet-gerijpte zavel of klei; Gt II*

Deze samengestelde legenda-eenheid wordt aangetroffen ten westen van Hee op Terschelling. Op korte afstand is de veenlaag hier dikker of dunner dan 40 cm.

Bij de moerige gronden is onder de moerige bovengrond meestal een laag gerijpte klei aanwezig, die van de ongerijpte klei in de ondergrond gescheiden wordt door een dunne zandlaag (zie ook 6.2). Bij de veengronden ontbreekt vaak de gerijpte klei; meestal is de zandlaag ook wat dikker, waardoor boven 120 cm alleen nog een dunne laag meestal half gerijpte zavel of klei aanwezig is (toevoeging ...r).

*hVz/vWz* – *Koopveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm; Gt II*  
– *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand; Gt II*

In een gebied ten noorden van Baaiduinen op Terschelling is de veenlaag op korte afstand onregelmatig dikker of dunner dan 40 cm, waardoor veengronden afwisselen met moerige gronden. Plaatselijk is een laag meestal half gerijpte zavel of klei in de ondergrond aanwezig (toevoeging ...r).

*vWz/Zd21* – *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand; Gt I*  
– *Kalkloze duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI/VII*

Deze associatie treft men aan in De Groede op Terschelling, waar brakke (toevoe-

ging *n...*), moerige gronden met Gt I, die kenmerkend zijn voor de overgang van een zout naar een zoet milieu, afwisselen met een groot aantal lage duincomplexen (Gt VI), vele met talrijke hogere kopjes (Gt VII).

Zn21/Zd21 - *Kalkloze vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt I/II, II, II/III, III, IV*  
- *Kalkloze duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI, VI/VII, VI/VII\*, VII, VII\**

Op alle eilanden zijn uitgestrekte duingebieden met deze associatie aangegeven. Het betreft soms matig hoge duinen (Zd21-VI/VII en VII), soms zeer hoge duinen (Zd21-VII\*), in afwisseling met natte en vochtige duinvalleien (Zn21-II en III), zoals o.a. een groot deel van Vlieland. Soms betreft het vrij grote, maar zeer smalle valleien in afwisseling met eveneens zeer smalle duinketens, o.a. de vroegere stuifduinen met tussenliggende valleien ten westen van Paal 8 op Terschelling en het gebied ten zuiden van de Lange Duinen op Ameland. Elders (Groenplak, Landerumerheide en Koegelwieck op Terschelling en het westelijk deel van Schiermonnikoog) komt een vrij regelmatige afwisseling voor van lage, vochtige delen en weinig hogere koppen, hoofdzakelijk met Gt VI; soms een afwisseling van lage en hoge duintjes (Gt VI/VII).

In al deze gebieden worden verspreid wat hoge koppen aangetroffen. Waar deze wat talrijker zijn, is dat aangegeven met Gt VII\*, zoals in het midden van Vlieland.

Zn21/Zd20Ab - *Kalkloze vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt III*  
- *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt VII\**

Deze associatie wordt alleen aangetroffen in het bos ten westen van Nes op Ameland. De hoge koppen in deze betrekkelijk jonge duinen (zie 4.1.2) bevatten op 40 cm of soms iets dieper nog kalk, de diepe kommen (Zn21) zijn tot grotere diepte ontkalkt.

Zn50A/Zd21 - *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand; Gt I*  
- *Kalkloze duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI/VII*

Een gedeelte van De Groede op Terschelling bestaat uit gronden van deze associatie. De gronden van eenheid Zn50A omvatten de hoge kwelders met een gerijpte zavel-of kleibovengrond (toevoeging *k...*). Ze worden nog regelmatig overstroomd met zee-water (toevoeging *n...*). De gronden van eenheid Zd21 bestaan uit lage en hoge duinen, die tot grote diepte zijn ontkalkt.

Zn50A/Zd20A - *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand; Gt I, II, III*  
- *Kalkhoudende duinvaaggronden; matig fijn zand; Gt VI, VI/VII, VII*

Deze associatie betreft een deel van de nieuwe, nog niet volledig van de zee afgesloten vallei op Schiermonnikoog, ten noordoosten van de Kobbeduinen en een gedeelte van de Zwanewaterduinen op Ameland. Op Schiermonnikoog zijn op de voormalige, grotendeels nog zoute strandvlakte (toevoeging *n...*) enkele kleine, lage (Gt VI) tot matig hoge (Gt VII), jonge duinen gevormd.

Zn50A/MOb72 - *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand; Gt II/III*  
- *Gorsvaaggronden; zware zavel en klei; zand beginnend ondieper dan 80 cm; Gt II*

Op De Hon op Ameland ligt tussen de (lage) duinen van de zeereep in het noorden en de kwelder langs de wadkant een gebied waar de lage kwelder met 10 à 15 cm niet geheel gerijpte klei (MOb72) afwisselt met iets hogere zandige gronden (Zn50A-II) en nog iets hogere, opgestoven schilden (Zn50A-III). De laatste gronden zullen nog



slechts bij uitzondering met zeewater overstroemd worden. Bij eenheid Zn50A-II zal dit vaker voorkomen, waarop ook de vegetatie wijst (toevoeging *n...*).

Zn50A/Zd20A – *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand; Gt I*  
– *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand; Gt VI/VII*

Deze associatie komt alleen op Schiermonnikoog voor, in het midden van een nieuwe duinvallei (achterduinse strandvlakte) ten noordoosten van de Kobbeduinen. Hier ligt een rij lage tot middelhoge duintjes (Zd20A) met daartussen iets opgestoven delen van de strandvlakte (Zn50A). Deze laagste delen worden nog wel eens overstroemd met zeewater (toevoeging *n...*).

Zn50Ab/Zd20A – *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt I*  
– *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand; Gt VI*

Deze associatie wordt op de Oosterkwelder op Schiermonnikoog aangetroffen. Het betreft een gebied waar brakke overgangsgonden en lage duinen elkaar afwisselen. Bij eenheid Zn50Ab is vaak nog een tot ca. 5 cm dik laagje gerijpte zavel of klei met wat organische stof aanwezig. Het zand is hier meestal tot 30 cm diepte ontkalkt. Bovendien worden deze gronden nog regelmatig met zeewater overstroemd (toevoeging *n...*). De duintjes (Zd20A) zijn slechts tot 15 à 25 cm diepte ontkalkt, waarschijnlijk omdat ze nog niet lang geleden opgestoven zijn.

Zn50Ab/Zd20Ab – *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt I/II, II, II/III, III*  
– *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt VI, VII/VII, VII*

In de nog betrekkelijk jonge, maar bovenin reeds ontkalkte duinen van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog komen delen voor, waar natte tot vochtige valleien (Zn50Ab-I, II en III) afwisselen met lage tot hoge duinen (Zd20Ab-VI en VII). Meestal hebben de valleien Gt II en/of III. Op Terschelling wordt ook Gt I/II aangetroffen in zeer natte valleien van het jonge duingebied op de overgang van de Kroonpolders naar de Noordvaarder en in het ten dele dichtgestoven middendeel van de zeer natte, lange vallei die zich van de Kroonpolders achter de zeereep naar het oosten uitstrekt.

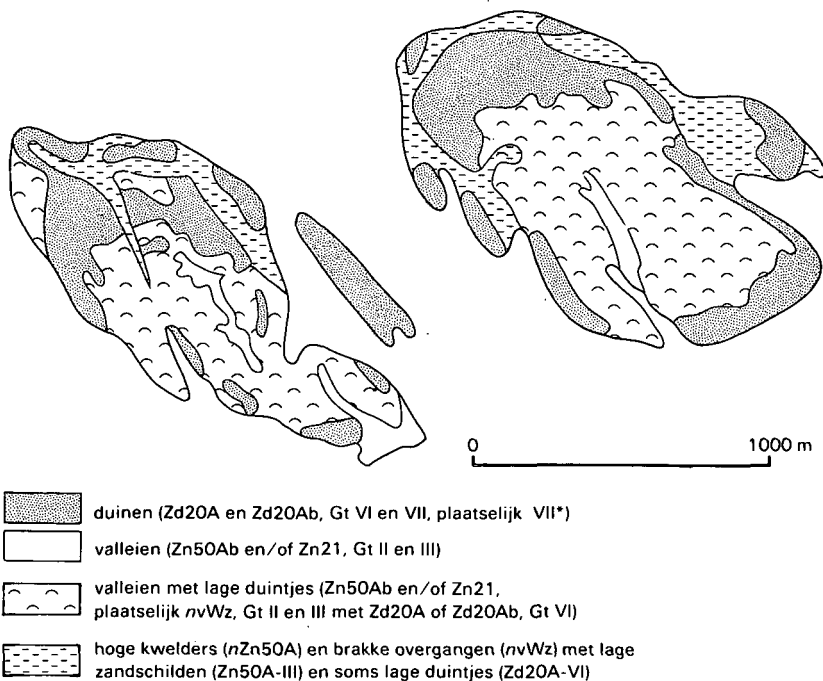
Zn50Ab/Zd20Ab/MOb72 – *Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt III*  
– *Kalkhoudende duinvaaggronden; fijn zand met een ontkalkte bovengrond; Gt VI*  
– *Gorsvaaggronden; zware zavel en klei; zand beginnend ondieper dan 80 cm; Gt II*

Op het noordelijk deel van de hoge kwelders van Schiermonnikoog, tussen de Kooi-duinen en de vierde slenk, wisselen hoge kweldergronden (MOB72) af met talrijke, soms vrij uitgestrekte lage zandschilden, die bovenin ontkalkt zijn (Zn50Ab). Ten dele zijn hierop lage duintjes ontstaan (Zd20Ab).

## 10.2 Associatie van vele enkelvoudige legenda-eenheden

*Associatie duin- en kweldergronden; Gt I/II/VI, II/III/VII, I/III/VI/VII, AD III/III/VI/VII, II/VI/VII*

Deze associatie is gebruikt waar op korte afstand een grillige afwisseling van gronden voorkomt (afb. 34). Op Ameland en op de Binnenkwelder van Schiermonnikoog betreft het een brak overgangsgebied (*n*Zn50A of *n*Zn50Ab en *nv*Wz) met talrijke duincomplexen, bestaande uit lage tot matig hoge duinen (Zd20Ab-VI en VII). Vooral op Schiermonnikoog vormen deze duinen lange, zeer smalle ketens met ertussen lagere delen met vlakvaaggronden (Zn50Ab-I of II, soms III). Op Ameland



Afb. 34 Detailkaartje van de Eerste en Tweede Duintjes op de Boschplaat op Terschelling. Deze duincomplexen zijn op de bodemkaart met een associatie van vele kaarteenheden (AD) aangegeven. Ook op deze schaal (1 : 25 000) is het nog niet mogelijk alle eenheden af te beelden.

gaan deze duintjes in het noordelijk deel van het gebied over in uiterst lage zandschilden (Zn50Ab-II).

Op de Boschplaat op Terschelling en op de Balg op Schiermonnikoog zijn de hogere duincomplexen op de kwelders met deze eenheid aangegeven. In overeenstemming met hun ontstaanswijze (zie 2.2) bestaat de buitenrand, of delen hiervan, uit betrekkelijk hoge duinen (Zd20A, soms Zd20Ab-VII). Daar binnen komt een bonte afwisseling voor van lagere duinen (Gt VI en VII), lage, soms vrij vlakke delen (Zn50A, soms Zn50Ab-I en II) en, waar de zee bij stormvloed nog toegang heeft, stukjes hoge kwelder. Waar een brakke overgang aanwezig is, worden ook wel moerige gronden aangetroffen.

# 11 Toevoegingen en overige onderscheidingen

## 11.1 Toevoegingen

Voor de algemene beschrijving van de toevoegingen wordt verwezen naar hoofdstuk 5.3.1 in het bijgevoegde boekje "Algemene begrippen en indelingen". Hier wordt alleen nog een aantal bijzonderheden vermeld die betrekking hebben op de Waddeneilanden.

*k... Zavel- of kleidek; in de polders 15 à 40 cm, op de kwelders 5 tot 10 à 40 cm dik*

Deze toevoeging is gebruikt in de polders waar zavel- en kleiafzettingen uit de Waddenzee als een dun dek uitwigen over de zandgronden. Ook de zeer dunne zavel- of kleidekken op de nog bestaande hoge kwelders zijn, voorzover de zavel of klei geheel gerijpt is, met deze toevoeging aangegeven.

*n... Plaatselijk zout*

De nog regelmatig of af en toe door zeewater overspoelde zandige hoge kwelders (vlakvaaggronden) en de nog niet volledig van de zee afgesloten (achterduinse) strandvlakten zijn met deze toevoeging aangegeven. Dit ter onderscheiding van de niet-zoute vlakvaaggronden in de polders en in de zoete duinvalleien. Ook de nog af en toe met zout water overspoelde, brakke, moerige gronden op de overgang van de zoute kwelders naar een zoet milieu hebben deze toevoeging. Tenslotte is deze toevoeging ook gebruikt in de drie zuidelijke Kroon's Polders op Vlieland, die kunstmatig met de Waddenzee in verbinding staan. Al deze gebieden onderscheiden zich door het voorkomen van een zouttolerante vegetatie (zeekraal, kweldergras, lamsoor, enz.).

*...r Meestal niet geheel gerijpte zavel en klei, beginnend tussen 40 en 120 cm*

Deze toevoeging is gebruikt in de polder van Terschelling en ten zuiden van Ballum en ten oosten van Buren op Ameland. De meestal niet geheel gerijpte zavel-en kleilagen die hier in de ondergrond voorkomen, zijn ermee aangegeven. Soms gaan deze lagen binnen 120 cm diepte over in zand, maar meestal is dit dieper dan 120 cm het geval.

*...w Moerig materiaal, 15 à 40 cm dik en beginnend tussen 40 en 80 cm*

Ten oosten van Hoorn op Terschelling en ten oosten van Nes op Ameland wordt in het zand (Zn21) beginnend op 70 à 80 cm diepte, een dunne veenlaag aangetroffen, die met deze toevoeging is aangegeven.

∇ *Afgegraven*

Rondom Hollum en Ballum op Ameland is een aantal lage duinterreinen ten behoeve van de zandwinning afgegraven. Daarna zijn deze terreinen weer in cultuur genomen.

## 11.2 Overige onderscheidingen

### — — — (in blauw) *Smalle kreekbeddingen*

Hiermee is een aantal van de grootste krekken op de kwelders van Terschelling en Schiermonnikoog aangegeven. Gedeeltelijk komt op de bodem van deze krekken slappe, ongerijpte klei voor.

### >>> *Smalle (voormalige) stuifdijken*

Op Ameland zijn enkele voormalige, al of niet tot lage duinen opgestoven stuifdijken zo smal, dat ze niet met een legenda-eenheid konden worden aangegeven. Hiervoor is deze onderscheiding gebruikt.

### T *Oude bewoningsplaatsen*

In de polder van Terschelling zijn enkele duidelijk in het terrein hoger liggende, vroegere bewoningskernen, alsmede de kern van het huidige dorp Midsland, met deze onderscheiding aangegeven.



### (in bruin) *Geïsoleerd hoog duin*

Speciaal op Terschelling liggen hier en daar zeer hoge, meestal min of meer ronde duinen geïsoleerd in lage gebieden. Deze vroegere "loopduinen" (zie 2.2) zijn te klein om met een legenda-eenheid op de kaart aan te geven. Ze zijn echter zeer markant en afwijkend van hun omgeving en daarom met deze signatuur weergegeven. Ditzelfde geldt voor een smalle duinrug op Vlieland ten noorden van de Vallei van het Veen.

# 12 Bodemgeschiktheid

## 12.1 Klimaat

Hoewel klimaatverschillen in Nederland over het algemeen geen grote rol spelen, kunnen zich in sommige gebieden weersomstandigheden voordoen die van de rest van het land afwijken. Zo bestaat er enig verschil tussen de kustzone van Holland en Zeeland en de Waddeneilanden enerzijds en de rest van ons land anderzijds. Dit verschil is van betekenis voor land-, tuin- en bosbouw.

Een van de meest opvallende verschillen tussen de kustzone en het binnenland van Nederland is de neerslagverdeling en de verdamping als gevolg van het grotere aantal uren zonneschijn en de hogere windsnelheid. Zo valt er op de eilanden in het groeiseizoen van april t/m augustus b.v. 50 à 60 mm minder neerslag dan gemiddeld in Nederland. Ondanks dat er in de herfst juist meer valt, blijft de totale hoeveelheid neerslag toch nog 25 à 50 mm beneden het landelijk gemiddelde van 750 mm.

Er bestaat in Nederland in het groeiseizoen een neerslagtekort, dat wil zeggen, dat in deze periode de verdamping de neerslaghoeveelheid overtreft. Dit is in de kustzone door de geringere neerslag en de grotere verdamping ruim tweemaal zo groot als in het binnenland. Een van de effecten hiervan is dat bepaalde, diep ontwaterde zandgronden in de kustgebieden extra droogtegevoelig zijn en daardoor een lagere waarderung krijgen dan dezelfde gronden in het binnenland.

Ook de invloed van de iets lagere temperatuur in de zomer, of de iets hogere temperatuur in de winter, als gevolg van het relatief koude of warme zeewater aan de kust, is niet onbelangrijk.

Nog een verschil van belang voor de bodemgeschiktheid wordt veroorzaakt door de windsnelheid. Deze is aan de kust veel hoger dan in het binnenland. Dit heeft vooral een nadelige invloed op de bosbouw, waardoor voor deze teelt dan ook de aparte beoordelingsfactor "zeewind" is onderscheiden.

## 12.2 Zeewind

Bij de behandeling van het klimaat is erop gewezen dat er aan de kust een hogere windsnelheid is dan in het binnenland. Deze factor is voor de bosbouw van belang, omdat door de sterke (zoute) zeewind verschillende boomsoorten na het planten moeilijk op gang komen. Ook de verdere ontwikkeling tot bos gaat aanmerkelijk trager dan elders. Slechts in een smalle zone, aan de lijzijde van de duinen, is de windkracht geringer.

De factor zeewind is moeilijk in gradaties aan te geven. Hij is een beperkende factor voor alle gronden die buiten de beschuttende zone van ca. 500 m vanaf de duinkust liggen. In aanhangsel 3 is dit met een + aangegeven.

## 12.3 Brak grondwater (zoutschade)

Het is bekend dat brak of zout grondwater een beperkende invloed op de groei van vrijwel alle gewassen heeft.

Voor de dieper wortelende boomgewassen wordt aangenomen, hoewel hierover nog niet veel bekend is, dat brak grondwater een storende invloed heeft op de wortelgroei. Dit geldt vooral voor de grondwatertrappen I t/m IV, waarbij het grondwater, althans voor een deel van het jaar, vrij hoog (tussen 40 en 80 cm) tot zeer hoog (binnen 40 cm) staat.

Op grond van genoemde gegevens is bij de geschiktheidsbeoordeling (aanhangel 3) een + aangegeven waar meer dan 300 milligram Cl/per liter in het grondwater voorkomt.

# Literatuurlijst

- Abramse J. en H. Koning* 1974 Schiermonnikoog van Westerstrand tot Willemsduin, 3e dr. Haren.
- Allan, F.* 1856 Het eiland Schiermonnikoog en zijne bewoners geschetst. Amsterdam.
- Allan, F.* 1857 Het eiland Ameland en zijne bewoners geschetst. Amsterdam.
- Allan, F.* 1857 Het eiland Vlieland en zijne bewoners geschetst. Amsterdam.
- Bakker, T.W.M.* 1981 Geohydrologie van de Nederlandse kustduinen. Diss. Wageningen.
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn en F.J. van Zadelhoff* 1979 Onderzoeksproject Nederlandse duinvalleien. Deelrapporten Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Studie- en informatiecentrum voor milieu-onderzoek, Delft.
- Beefink, W.G.* 1965 De zoutvegetatie van Zuidwest Nederland beschouwd in Europees verband. Diss. Wageningen. Hydrobiol. Inst. afd. Delta Onderz. Terschelling. Meded. 30. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen 65-1.
- Bertoen-Brouwer, D.A.* 1941 Het bodemgebruik op de Waddeneilanden. Tijdschr. Ned. Aardrijksk. Gen. 58, 863-871.
- Beukeboom, Th.H.* 1976 The hydrology of the Frisian Islands. Diss., Amsterdam (V.U.).
- Bleuten, W.* 1971 Een geomorfologische studie van het eiland Schiermonnikoog. Doctoraal scriptie Rijksuniversiteit, Utrecht.
- Boerboom, J.H.A.* 1963 Het verband tussen bodem en vegetatie in de Wassenaarse duinen. Boor en Spade 13, 120-155.
- Brouwer, D.A.* 1936 Ameland; een sociaal-geografische studie van een Waddeneiland. Amsterdam.
- Dieren, J.W. van* 1934 Organogene Dünenbildung. Diss. Amsterdam. Den Haag.
- Doing, H.* 1966 Beschrijving van de vegetatie der duinen tussen IJmuiden en Camperduin. Meded. Landbouwhogeschool 66.13, Wageningen.
- Doing, H.* 1974 Landschapsoecologie van de duinstreek tussen Wassenaar en IJmuiden. meded. Landbouwhogeschool 74.12, Wageningen.
- Don, R., W.C.M. van Hooff, S.B.J. Jansen en A.J.P. Jonker* 1980 Patroon, proces en dynamiek van vegetatie en milieu op de Boschplaat op Terschelling. Doctoraal scriptie Kath. Universiteit Nijmegen, Afd. Geobotanie.
- Eisma, D.* 1968 Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. Neth. Journ. of Sea Research, 123-267.

- Franssens, D.H.* 1958 Eiland in de branding. Land en water 1, 164-169.
- Gijsseling, M.* 1960 Toponymisch Woordenboek van België, Nederland, Luxemburg, Noord-Frankrijk en West-Duitsland (voor 1226). 2 delen. Brussel.
- Hoeve, J. ter* 1956 Grondwater en bos op Terschelling. Ned. Bosb. Tijdschr., 28,10.
- Houwink, J.* 1899 De Staatkundige- en Rechtsgeschiedenis van Ameland tot deze eeuw. Diss. Leiden.
- Isbary, G.* 1936 Das Inselgebiet von Ameland bis Rottumeroog. Morphologische und hydrographische Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der friesischen Inseln. Diss. Frankfurt/Main 1936; Arch. deutschen Seewarte 56,3.
- Jelgersma, S. en P.J. Ente* 1977 Genese van het Holoceen. In: Staalduinen, C.J. van: Geologisch onderzoek van het Waddengebied. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Knop, G.* 1946 Schylgeralân; een beschrijving van land en volk van het eiland Terschelling. Leiden.
- Launspach, W. en C.M.G.J. Schils* 1972 Vegetatiekartering van de Oerderduinen en het Hon op Ameland. Doctoraal scriptie Kath. Universiteit Nijmegen, afd. Geobotanie.
- Leertouwer, J.* 1967 Makro- en microgradienten in pH en kalkgehalte in relatie met de vegetatie op Schiermonnikoog. Doctoraal scriptie Rijksuniversiteit Groningen.
- Molen, S.J. van der* 1968 De afslag van Ameland en Schiermonnikoog na de stormvloed van 1825. Waddenbulletin 3, 15-16.
- Poort, Jzn., J.* 1966 Gans omspoeld door zilte baren; de Waddeneilanden, rijk aan geschiedenis, folklore, duin en strand. Harlingen.
- Postma, O.* 1954 Over de hoelevorming in de Friese zuidwestelijke kuststreek en op Ameland. Tijdschr. Ecol. Soc. Geogr. 45; 20-26 en 50-55.
- Smit, G.* 1971 De agrarisch-maritieme structuur van Terschelling omstreeks het midden van de negentiende eeuw.
- Smit, J.* 1972 Terschellinger getij. Haren.
- Staalduinen, C.J. van (red.)* 1977 Geologisch onderzoek van het Nederlandse Waddengebied. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Steur, G.G.L. en W. Heijntink et al.* 1983 Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Algemene begrippen en iindelingen. 2e Uitgebr. uitg. Wageningen.
- Thurkow, A.J. et al.* 1984 Bewoningsgeschiedenis. In: Atlas van Nederland, Deel 2. Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland. Staatsuitgeverij. Den Haag.
- Veen, G. van der, E. Kiestra en G. Rutten* 1981 De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Terschelling. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport nr. 1533.
- Visser, J.C.* 1947 Stuidijken op Vlieland en Terschelling. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 64, 31-39.
- Vries, V. de* 1946 Historische geografie van de westpunt van Vlieland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 63, 8-48 en 565-601.
- Vries, V. de* 1950 Vlieland, landschap en plantengroei. Leiden.
- Vries, V. de* 1961 Vegetatiestudie op de westpunt van Vlieland. Diss. Amsterdam.
- Westhoff, V. en M.F. van Oosten* i.v. De plantengroei van de Waddeneilanden, voorheen en thans.



- Westhoff, V.* 1947 The vegetation of dunes and salt marshes on the dutch islands of Terschelling, Vlieland and Texel. Diss. Utrecht.
- Wimkes, G.A.* 1900 Tussen Flie en Borne. Schetsen uit de geschiedenis van Schellingerland. Terschelling.
- Zagwijn, W.H.* 1975 De palaeografische ontwikkeling van Nederland in de laatste drie miljoen jaar. Geografisch Tijdschr. 9, 181-201.

AANHANGSEL I Alfabetische lijst van kaarteenheden en hun oppervlakte

Enkelvoudige kaarteenheden	Vlieland		Terschelling		Beschrijving op blz.
	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	
EZg21-III*			1	18	91
kZn21-I			1	14	95
-II			4	65	
kZn21r-II			3	226	
MOB72	1	34	10	553	105
Mn86C-II			3	86	107
Mo80A-II			1	13	106
Mo80C-I			1	8	106
-II			3	142	
nkZn21-I			1	33	95
nkZn21	1	15			
nkZn50A-I			1	47	99
nvWz-I			2	106	88
-II			1	5	
nZn50A-I			1	262	99
nZn50A	1	7	1	58	
nZn50Ab-I	1	25			99
nZn50Ab-II			1	51	
nZn50Ab			1	89	
pZn21-III			1	24	91
vWz-I	4	20	2	41	88
-II			4	71	
vWzr-II			1	50	
Zd20A-VI/VII			3	79	102
-VII	6	18	1	10	
-VII*	2	131	1	276	
Zd20Ab-VII*			4	261	102
Zd21-VI	2	20	1	3	98
-VI/VII	1	12	1	13	
-VII	4	57			
-VII*	7	673	18	1098	
Zn21-I			10	105	95
-I/II			3	69	
-II	3	58	21	558	
-II/III	2	26	2	35	
-III	5	94	15	432	
-III*			8	278	
-III/IV			1	38	
-III/VI			1	23	
-IV	1	19			
-VI			8	135	
Zn21r-II			2	29	
-III*			1	5	
Zn21w-III			1	10	
Zn30Ab			2	888	99
Zn50A-I			1	31	99
-II			1	9	
Zn50A	1	1831	1	882	
Zn50Ab-I	1	26	1	21	99
-II			1	25	
Samengestelde kaarteenheden					
AD-II/III/VII			5	288	111
hVz-II/vWz-II			1	12	109
hVzr-II/vWzr-II			1	21	
hVzr-II/Wo-II			1	45	109
nkZn50A-I/Zd21-VI/VII			1	87	110
nvWz-I/Zd21-VI/VII			1	128	109
Zn21-I/II/Zd21-VI/VII			1	63	110
Zn21-II/Zd21-VI/VII			1	111	
Zn21-II/Zd21-VII			1	112	
Zn21-II/III/Zd21-VII			5	245	
Zn21-III/Zd21-VI	2	90			
Zn21-III/Zd21-VI/VII	2	134			
Zn21-III/Zd21-VI/VII*	1	56			
Zn21-III/Zd21-VII	2	50	3	320	
Zn21-III/Zd21-VII*			2	58	
Zn21-IV/Zd21-VII	1	29			

AANHANGSEL I (vervolg)

Enkelvoudige kaarteenheden	Vlieland		Terschelling		Beschrijving op blz.
	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	
Zn50Ab-I/II/Zd20Ab-VI			1	27	111
Zn50Ab-I/II/Zd20Ab-VII			1	52	
TOTAAL		3425		8844	
Overige onderscheidingen					
T			4	9	114
water en moeras	12	88	14	87	
bebouwde kom enz.	1	33	2	169	
		Ameland		Schiermonnikoog	
kZn21-I/II			1	32	95
-II	7	191			
-III	3	151			
kZn21r-II	1	45			
kZn21w-II	1	11			
MOB72	3	116	5	330	105
Mn25C-III	1	42			107
Mn52C-II	1	14			107
Mn56C-II	1	25			107
Mn86C-II	1	10			107
-III	2	261			
nZn21	1	12			95
nZn50A-I	1	35	1	41	99
nkZn50A-I	2	153			
nZn50A			2	81	
nkZn50Ab-I			1	165	99
nvWz-I	2	48			88
vWz-II	2	20	2	28	
Zd20A-VI	1	34	1	6	102
-VI/VII			1	100	
-VI/VII*			1	80	
-VII	1	22	1	4	
-VII*	3	305	1	231	
Zd20Ab-VI	1	19			102
-VI/VII	2	54			
-VII	6	37	3	30	
-VII*	2	317	2	120	
Zd21-VI	1	11			98
-VI/VII	3	84			
-VI/VII*	1	21			
-VII	3	37			
-VII*	4	227	2	82	
Zn21-I	1	42			95
-I/II			1	21	
-II	6	149	3	144	
-II/III			1	32	
-III	6	69	3	30	
-III*	9	701	4	114	
-III/VI	1	23			
-IV			1	20	
-VI	11	510			
Zn21r-II	1	27			
-III	1	30			
Zn21v-II	1	34			
-III*	3	82			
Zn50A-I	2	48			99
-II	1	13			
-III	1	25			
Zn50A	2	599		1189	
Zn50Ab-I	1	17	1	85	99
-I/II	1	27			
-III	1	10			
zVz-II	2	57			86
zWz-II	2	39			87

AANHANGSEL I (vervolg)

Enkelvoudige kaarteenheden	Vlieland		Terschelling		Beschrijving op blz.
	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	aantal kaart- vlakken	opper- vlakte in ha	
<b>Samengestelde kaarteenheden</b>					
AD-I/II/VI	1	68			111
-I/III/VI/VII			1	72	
-I/VI/VII			2	155	
-II/III/VI/VII			1	89	
nZn50A-I/Zd20A-VI/VII			1	35	111
nZn50A-II/III/MOb72-II	1	47			110
nZn50Ab-I/Zd20A-VI			1	125	111
Zn21-II/Zd21-VI			1	28	110
Zn21-II/Zd21-VI/VII	1	68			
Zn21-II/Zd21-VI/VII*	1	64			
Zn21-II/III/Zd21-VI	1	71			
Zn21-III/Zd21-VI	1	37			
Zn21-III/Zd21-VI/VII	3	121	1	60	
Zn21-III/Zd20Ab-VII*	1	31			110
Zn50A-III/Zd20A-VI	1	13			111
Zn50A-III/Zd20A-VII	1	18			
Zn50Ab-II/Zd20Ab-VI/VII	3	97			111
Zn50Ab-II/Zd20Ab-VII*	1	38			
Zn50Ab-II/III/Zd20Ab-VII			1	33	
Zn50Ab-III/Zd20Ab-VI/VII	1	17			
Zn50Ab-III/Zd20Ab-VI/MOb72-II			1	118	111
TOTAAL		5494		3680	
<b>Overige onderscheidingen</b>					
water en moeras	4	69	8	25	
bebouwde kom enz.	4	213	2	104	



AANHANGSEL 2 Analyse-gegevens

Nr. profielschets	Code kaart-eenheid	Horizont	Diepte bemonsterde laag in cm	pH-KCl	In % van de grond		In % van de minerale delen						
					CaCO <sub>3</sub>	humus	< 2 µm	2 - 16	16 - 50	50 - 105	105 - 150	150 - 210	
6	vWz-I	A1g	0- 10		0,3	25,5							
		ACg	10- 17		0,0	17,3							
7	nvWz-I	C	3- 8	5,0	0,3	27,5	24	15	7	1	12	31	
		Dg	20- 25	5,4	0,1	0,6	1	1	1	1	11	57	
8	vWzr-II	A1g	0- 12	5,8	0,1	26,0	10	11	21	2	7	34	
		C11g	12- 18	5,6	0,2	35,1	18	21	23	2	5	22	
		C12g	18- 27	5,6	0,1	27,7	28	19	25	2	4	15	
		D1g	27- 38	5,9	0,1	10,8	45	23	18	1	9	1	
		D2g	38- 70	6,0	0,1	0,1	3	sp	sp	1	18	64	
		G2	100-120	6,9	1,2	0,1	3	1	3	1	26	40	
11	Zn21-II	A1	0- 2	4,1 <sup>2</sup>	0,0	51,1							
13	kZn21-II	A1	2- 7	5,0		10,0	10	7	10	2	48	7	
		C1g	12- 35	5,8		0,5	15	7	13	3	12	39	
		Dg	40- 60	5,8	0,0	0,0	2	sp	sp	1	24	56	
19	Zd21-VII*	A1	0- 2			1,8							
		AB	2- 4			0,3							
		Bv	4- 25			0,2							
		C1	25- 40			0,1							
		C2	40- 60	4,5		0,1	1	sp	sp	1	30	61	
20	Zn50A-I	A1g	0- 10		0,1	12,7							
		C2g	20- 25		1,3								
21	nZn50A-I	A1	0- 5	6,8	0,1	6,8	11	4	3	1	12	56	
		C2g	15- 20	8,2	0,8	0,3	1	sp	sp	1	15	58	
23	nkZn50Ab-I	A1	2- 7	6,6	0,2	8,0	12	5	13	10	7	34	
		C12g	20- 25	6,4	0,1	0,2	sp	sp	sp	1	13	63	
24	Zn50Ab-II	A1	0- 8		0,0	28,8							
25	nZn50Ab-II	A11	0- 3			31,2							
		A12	3- 7	6,3	0,1	10,7	21	13	15	5	22	22	
		C1g	15- 20	6,8	0,2	0,4	1	1	sp	2	37	55	
28	MOB72-II	A11	0- 2	7,2	5,0	29,5	31	20	41	2	2	3	
		A12	2- 10	7,0	3,8	23,5	39	25	31	2	1	1	
		ACg	10- 18	7,3	5,2	13,2	39	25	17	3	6	8	
29	MOB72	A1	3- 8	7,2	2,4	14,4	45	24	19	8	1	2	
		C21g	13- 18	7,6	4,4	8,7	36	17	27	17	2	1	
		C22g	25- 30	8,3	1,0	0,5	1	1	1	6	14	54	
32	Mo80C-II	A1g	8- 10	4,7		34,8	16	12	31	4	28	6	
		C11g	20- 34	6,0	0,2	1,1	40	17	11	8	9	11	
		C13g	45- 60	6,3	0,3	0,0	43	19	23	6	7	1	
		G1	60- 80	6,1	0,2	0,0	49	23	23	1	1	2	

<sup>1</sup> >210 µm, indien kolom >300 blanco is

<sup>2</sup> Veldbepaling met calorimetrische methode

210 - 300	> 300	M50 µm	Kationenwaarde in meq	Kationen in meq				C-elementair %	N-totaal %	C/N	Coördinaten W/O Z/N	Nummer Centraal Archief
				Na	K	Mg	Ca					
				1,7 0,7	0,3 0,1	2,9 1,6	29,5 18,6	11,5 9,8	1,07 0,71	13 14	207.700 611.160	6104 105
9 26	1 3	190		22,4	1,4	12,5	7,8	14,2	1,09	13	158.380 602.560	151596 597
15 9 7 3 14 26		180 180		1,2	0,4	10,5	34,3	13,5	1,17	12	148.110 599.960	6150 151 152 153 154 155
				1,5	0,7	4,6	8,5	25,0	0,89	28	148.600 601.320	6132
16 11 17		180									151.260 600.200	6147 148 149
				0,1	0,0	0,1	0,3	1,0	0,07	15	207.140 611.680	6083 084 085 086 087
7		180										
			22,0	0,5	0,3	1,9	14,5	6,4	0,40	16	188.260 608.660	6137 138
12 23	1 2	180 185		5,4	0,8	5,4	3,4	3,4	0,25	14	158.660 604.810	151589 590
19 20	3	180 185		7,8	0,7	5,3	5,4				159.000 602.640	151594 595
			44,0	1,0	0,9	2,4	31,4	13,0	0,97	13	188.210 608.440	6136
2 4		145 160	49,1 25,1	67,0 34,8	5,4 2,0	29,0 14,5	15,4 6,4	14,6 4,5	0,93 0,33	16 14	210.900 611.780	6097 098 099
1 1 2			59,6	16,2 96,4 48,8	8,5 5,5 3,5	53,4 34,3 20,1	5,2 18,8 13,7	13,7 10,9 5,8	1,07 0,81 0,45	13 13 13	212.240 611.400	6092 093 094
1 sp 21	sp sp 2	180		66,9	3,9	23,1	12,5	6,8	0,58	12	159.050 602.440	151591 592 593
3 4 1 1				6,7 2,5	1,0 1,2	7,8 18,3	15,5 7,5	15,8 1,6	1,37 0,15	12 11	152.760 600.840	6143 144 145 146

Code kaarteenheden	Beoordelingsfactoren in gradaties									Geschiktheidsklasse		
	ontwaterings- toestand	vochtleverend vermogen)	stevigheid bovengrond	verkrui- mel- baarheid	Structuur- stabiliteit	zuurgraad	zee- wind	brak grondwater	akkerbouw	weidebouw	bosbouw	
hVz-II	4	1	3	1	1	1.1	2		3.1	3.1	2.3	
hVzr-II												
zVz-II	4	1	2		1	1.2	3		3.1	2.1	2.1	
Wo-II	4	1	3	1	1	3.1	2		3.1	2.1	2.3	
zWz-II	4	1	2		1	2.2	3		3.1	2.1	2.1	
vWz-I	5	1	3		1	2.2	3		3.1	3.1	3.1	
nvWz-I												
vWz-II	4	1	3		1	2.2	3		3.1	3.1	2.1	
nvWz-II												
vWzr-II												
EZg21-III*	2	2	1		1	2.2	3		1.4	1.3	1.1	
pZn21-III	4	2	2		1	2.2	3		3.1	2.1	2.1	
Zn21-I	5	1	3		1	2.4	3		n.b.	n.b.	3.2	
kZn21-I	5	1	3	1	2	2.1	2		3.1	3.1	3.2	
nkZn21-I												
Zn21-II <sup>3</sup>	4	2	2		1	2.2	3		3.1	2.1	2.1	
Zn21-II <sup>4</sup>	4	1	2		1	2.4	3		n.b.	n.b.	2.3	
kZn21-II	4	2	2	1	2	2.1	2		3.1	2.1	2.3	
kZn21r-II												
kZn21w-II	4	2	3	1	2	2.1	2		3.1	3.1	2.3	
Zn21r-II	4	2	2		1	2.2	3		3.1	2.1	2.1	
Zn21ϕ-II												
Zn21-III <sup>3</sup>	4	3(2)	2		1	2.2	3		3.1	2.3	2.1	
Zn21-III <sup>4</sup>	4	2	2		1	2.4	3		n.b.	n.b.	2.3	
kZn21-III	4	3(2)	2	3	1	2.1	3		3.1	2.3	2.1	
Zn21r-III	4	3(2)	2		1	2.2	3		3.1	2.3	2.1	
Zn21w-III												
Zn21-III*	3	3(2)	1		1	2.2	3		2.3	2.2	2.1	
Zn21r-III*												
Zn21ϕ-III*												
Zn21-IV <sup>3</sup>	2	3(2)	1		3	2.2	3		2.3	2.2	1.1	
Zn21-IV <sup>4</sup>	2	3	1		3	2.2	3		n.b.	n.b.	1.1	
Zn21-VI <sup>3</sup>	2	4(3)	1		3	2.2	3		3.2	3.2	1.1	
Zn21-VI <sup>4</sup>	2	4	1		3	2.2	3		n.b.	n.b.	2.2	
nkZn21 <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
Zd21-VI	2	5(4)	1		3	2.4	3		n.b.	n.b.	3.1	
Zd21-VII	1	5(4)	1		3	2.4	3		n.b.	n.b.	3.1	
Zd21-VII*												
Zn50A-I	5	1	3		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.2	
nZn50A-I	5	1	3		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.2	
nkZn50A-I	5	1	3	1	2	2.1	2		n.b.	n.b.	3.2	
Zn50A-II	4	1	2		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
nZn50A-II	4	1	2		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zn50A-III	4	2	1		2	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
nZn50A-III	4	2	1		2	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zn50A <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
nZn50A <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
Zn50Ab-I	5	1	3		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.2	
nZn50Ab-I	5	1	3		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.2	
nkZn50Ab-I												
Zn50Ab-II	4	1	2		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
nZn50Ab-II	4	1	2		1	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zn50Ab-III												
nZn50Ab <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
Zn30Ab <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
Zd20A-VI	2	5(4)	1		3	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zd20A-VII	1	5(4)	1		3	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zd20A-VII*												
Zd20Ab-VI	2	5(4)	1		3	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zd20Ab-VII	1	5(4)	1		3	2.3	1	+	n.b.	n.b.	3.1	
Zd20Ab-VII*												
MOB72-II <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	
MOB72 <sup>2</sup>									n.b.	n.b.	n.b.	



Code kaartenheid	Beoordelingsfactoren in gradaties										Geschiktheidsklasse		
	ontwaterings- toestand	vochtleverend vermogen <sup>1)</sup>	stevigheid bovengrond	verkrui- mel- baarheid	Structuur- stabiliteit slemp	verstuiven	voedings- toestand	zuurgraad	zee- wind	brak grondwater	akkerbouw	weidebouw	bosbouw
Mo80A-II	4	1	3	3	1		3.1	1			3.1	3.1	2.3
Mo80C-I	5	1	3	3	1		3.1	2			3.1	3.1	3.2
Mo80C-II	4	1	3	3	1		3.1	2			3.1	3.1	2.3
Mn52C-II	4	1	3	1	3		2.1	2			3.1	3.1	2.3
Mn56C-II													
Mn86C-II	4	1	3	3	1		3.1	2			3.1	3.1	2.3
Mn86C-III	4	1	2	3	1		3.1	2			3.1	2.1	2.3
Mn25C-III	4	1	2	1	2		2.1	2			3.1	2.1	2.3

<sup>1)</sup> Vochtleverend vermogen bosbouw

<sup>2)</sup> Niet beoordeeld; strand, kwelder

<sup>3)</sup> Ligt in het poldergebied

<sup>4)</sup> Ligt in duinvalleien

Opmerking: De kaartenheden met dezelfde gradaties van beoordelingsfactoren en dus ook dezelfde geschiktheden zijn, voorzover ze direct op elkaar volgen, blanco gelaten. Ze hebben dus de gradaties en geschiktheden van de eerste erbovenstaande eenheid.

Klasse Gt Legenda-eenheden met eventuele toevoeging(en)

AKKERBOUW

1 Gronden met ruime mogelijkheden

1.4 III\* EZg21

2 Gronden met beperkte mogelijkheden

2.3 III\* Zn21, Zn21r, Zn21∇  
IV Zn21 (poldergebied)

3 Gronden met weinig mogelijkheden

3.1 I vWz, nvWz; kZn21, nkZn21; Mo80C  
II hVz, hVzr, zVz; Wo, zWz, vWz, nvWz, vWzr; Zn21 (poldergebied), kZn21, kZn21r, kZn21w; Zn21r, Zn21∇; Mo80A, Mo80C, Mn52C, Mn56C, Mn86C  
III pZn21, Zn21 (poldergebied), kZn21, Zn21r, Zn21w; Mn86C, Mn25C  
3.2 VI Zn21 (poldergebied)

Niet beoordeeld

n.b. I Zn21; Zn50A, nZn50A, nkZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab, nkZn50Ab  
II Zn21 (duinvalleien); Zn50A, nZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab; MOb72  
III Zn21 (duinvalleien); Zn50A, nZn50A, Zn50Ab  
IV Zn21 (duinvalleien)  
VI Zn21 (duinvalleien), Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
VII Zn21; Zd20A, Zd20Ab  
VII\* Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
geen Gt nZn21, nkZn21; Zn50A; nZn50A, nZn50Ab, Zn30Ab; MOb72

WEIDEBOUW

1 Gronden met ruime mogelijkheden

1.3 III\* EZg21

2 Gronden met beperkte mogelijkheden

2.1 II zVz; zWz; pZn21, Zn21 (poldergebied), kZn21, kZn21r, Zn21r, Zn21∇; Mn86C, Mn25C  
2.2 III\* Zn21, Zn21r, Zn21∇  
IV Zn21 (poldergebied)

2.3 III Zn21 (poldergebied), kZn21, Zn21r, Zn21w

3 Gronden met weinig mogelijkheden

3.1 I vWz, nvWz; kZn21, nkZn21; Mo80C  
II hVz, hVzr; Wo, vWz, nvWz, vWzr; kZn21w; Mo80A, Mo80C, Mn52C, Mn56C, Mn86C  
3.2 VI Zn21 (poldergebied)

Niet beoordeeld

n.b. I Zn21; Zn50A, nZn50A, nkZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab, nkZn50Ab  
II Zn21 (duinvalleien); Zn50A, nZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab; MOb72  
III Zn21 (duinvalleien); Zn50A, nZn50A, Zn50Ab  
IV Zn21 (duinvalleien)  
VI Zn21 (duinvalleien), Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
VII Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
VII\* Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
geen Gt nZn21, nkZn21; Zn50A, nZn50A, nZn50Ab, Zn30Ab; MOb72

BOSBOUW

1 Gronden met ruime mogelijkheden

1.1 III\* EZg21  
IV Zn21 (poldergebied), Zn21 (duinvalleien)  
VI Zn21 (poldergebied)

2 Gronden met beperkte mogelijkheden

2.1 II zVz; zWz, vWz, nvWz, vWzr; Zn21 (poldergebied), Zn21r, Zn21∇  
III pZn21, Zn21 (poldergebied), kZn21, Zn21r, Zn21w  
III\* Zn21, Zn21r, Zn21∇

2.2 VI Zn21 (duinvalleien)

- 2.3 II hVz, hVzr; Wo; Zn21 (duinvalleien), kZn21, kZn21r, kZn21w; Mo80A, Mo80C, Mn52C, Mn56C, Mn86C  
III Zn21 (duinvalleien); Mn86C, Mn25C
- 3 Gronden met weinig mogelijkheden
- 3.1 I vWz, nvWz  
II Zn50A, nZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab  
III Zn50A, nZn50A, Zn50Ab.  
VI Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
VII Zd21; Zd20A, Zd20Ab  
VII\* Zd21; Zd20A, Zd20Ab
- 3.2 I Zn21, kZn21, nkZn21; Zn50A, nZn50A, nkZn50A, Zn50Ab, nZn50Ab, nkZn50Ab
- Niet beoordeeld  
n.b. II MOb72  
geen Gt nZn21; nkZn21; Zn50A, nZn50A, nZn50Ab, Zn30Ab; MOb72