

Een eiland in beweging

Veranderingen in het Terschellinger landschap over anderhalve eeuw aan de hand van oude topografische kaarten en luchtfoto's

G.W. Hazeu¹⁾

J.A. Klijn¹⁾

E.J. Lammerts²⁾

W. Knol¹⁾

¹⁾ Alterra, Wageningen

²⁾ Staatsbosbeheer, Friesland

Alterra-rapport 501

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Hazeu, G.W., J.A. Klijn, W. Knol en E.J. Lammerts, 2002. *Een eiland in beweging; veranderingen in het Terschellinger landschap over anderhalve eeuw aan de hand van oude topografische kaarten en luchtfoto's*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 501. 72 blz. 19 fig.; 5 tab.; 31 ref.

De natuurlijke en antropogene landschapsdynamiek van Terschelling is bekeken met behulp van topografische kaarten vanaf 1850 en luchtfoto's van de jaren 1949, 1969 en 2000. Een uniforme legenda voor begroeiing en landgebruik is opgesteld. De geconstateerde veranderingen omvatten kweldervorming, duinvorming, bos- en struweelontwikkeling, heide-ontwikkeling, verstuiven versus vastleggen, in- en uit cultuur nemen, (recreatieve) bebouwing en natuurbouw. De gevolgde aanpak is in combinatie met additionele gegevens bruikbaar om lange termijn ontwikkelingen te beschrijven en te verklaren. De gegevens zijn nuttig om een lange-termijn beheersstrategie te ontwikkelen. Monitoring met behulp van oude topografische kaarten en luchtfoto's kan slechts in beperkte mate dienen om de realisatie en naleving van ruimtelijke en beheersplannen te evalueren.

Trefwoorden: beheer, dynamiek, GIS, landschap, luchtfoto's, monitoring, topografische kaarten, 1850 – 2000

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 23,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 501. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding: Landschappen in verandering	9
1.1 Introductie	9
1.2 De keuze van Terschelling : een afwijkend gebied	9
2 Onderzoeksvragen	13
3 Methode van onderzoek in hoofdlijnen	15
4 Kaart- en Luchtfoto-interpretaties	17
4.1 Interpretatie van topografische kaarten in een tweetal transecten: de periode 1850 tot 1998	17
4.1.1 Achtergrond	17
4.1.2 Methode	18
4.1.3 Resultaten	19
4.1.4 Conclusies op basis van de transectstudies van de reeksen topografische kaarten	21
4.2 De vergelijking van de luchtfoto-series (1949; 1969; 2000)	22
4.2.1 Theorie en achtergrond	22
4.2.2 Luchtfoto-interpretatie	22
4.2.3 Legenda begroeiing en landgebruik Terschelling	24
4.2.4 Resultaten en discussie	24
5 Ecologische interpretatie	41
5.1 Algemeen	41
5.2 Een stukje theorie	41
5.3 Ecologische hoofdlijnen in het verleden	42
5.4 Toetsing aan botanische ontwikkelingen in de laatste eeuw	44
5.5 Waarschijnlijke lange termijn ontwikkelingen	45
5.6 Beoordeling bestuur en beheer	46
6 Discussie en conclusies	49
6.1 Methode: gegevens en interpretatie	49
6.2 Aanbevelingen voor het ruimtelijk beleid en voor een lange termijn beheersstrategie	52
Literatuur:	55
Bijlagen	
I Verklaring van de legenda van de topografische kaartanalyse	59
II Materiaal gebruikt in luchtfoto-interpretaties.	61
III Luchtfoto interpretatie kaarten van Terschelling (1949, 1969 en 2000)	63

Woord vooraf

Deze studie beoogt na te gaan hoe met historische topografische kaarten en sequenties van luchtfoto's (1949-2000) een beeld is te verkrijgen van landschapsveranderingen. De studie heeft in belangrijke mate een methodische vraagstelling: zijn de gegevens zoveel mogelijk na het digitaal beschikbaar maken en in een GIS op te slaan bruikbaar om snel, efficiënt en relatief goedkoop landschapsveranderingen te registreren: naar aard, omvang, locatie. Ook is gekeken naar de extrapoleerbaarheid van de methode en eventueel verbetering daarin. Voorts is gelet op een tweetal toepassingen: ¹⁾ nagaan of en in welke mate langer termijn beleid op het gebied van de ruimtelijke ordening de landschapsveranderingen (voldoende) heeft gestuurd ²⁾ herzien of de inzichten in lange termijnprocessen aanleiding geven voor bijstelling in de beheersvisie voor de lange termijn. Ook is beredeneerd in hoeverre de methode ook elders toepasbaar is.

Het leeuwendeel van de studie is gefinancierd uit het DWK-onderzoeksprogramma 358 GIS & RS. Daarnaast heeft SBB een financiële bijdrage geleverd en actief in het onderzoek geparticipeerd. Het is de bedoeling om op basis van dit rapport en een aantal aanvullende gegevens een brochure samen te stellen die dienst kan doen bij de discussie over de lange termijn strategie voor ruimtelijk beleid en beheer.

Samenvatting

Met behulp van kaartfragmenten van topografische kaarten sinds 1850 en met opeenvolgende luchtfoto-series van resp. 1949, 1969 en 2000 is inzicht verkregen in de natuurlijke en antropogene landschapsdynamiek van Terschelling.

Daartoe zijn de verschillende bronnen via een uniforme classificatie in land vs. water, landgebruik en begroeiingstype in een digitale vorm geclassificeerd en gekarteerd, waarmee per tijdvak de aard, de locatie en het oppervlak van de veranderingen is aangegeven. De veranderingen omvatten bv. kweldervorming, nieuwe duinvorming, bos- en struweelontwikkeling, heide- ontwikkeling, verstuiven vs. vastleggen, in- en uit cultuur nemen, infrastructuur, bebouwing, recreatieve bebouwing en maatregelen gericht op natuurbouw. Er zijn belangrijke veranderingen geregistreerd: verdere vastlegging van duinen, de bosaanleg en latere omvorming naar loofbos, het gaandeweg uitblijven van primaire duinvallei-vorming, het stabiliseren van het aandeel kwelders. Daarnaast zien we verdere bebouwing in de kernen, de forse uitbreiding van 'tweede huisjes'- terreinen en in het cultuurlandschap de effecten van schaalvergroting en ontmenging alsmede de effecten van de na- oorlogse ruilverkaveling. De permanente bebouwing is vooral aangesloten op bestaande kernen, daarmee het hoofdpatroon van de bebouwing, afgewisseld met open ruimtes intact latend. Evenzo is de (lagere) polder gevrijwaard van bebouwing. Aan de binnenduinzoom is op grote schaal recreatieve bebouwing verschenen, evenals bij West aan Zee en Midsland aan Zee. Natuurbouwprojecten en het uit cultuur nemen van duingraslanden zijn recente fenomenen. Voor het lange- termijn ruimtelijk beleid is voortzetting van het huidige restrictieve beleid en duidelijke geleiding bebouwd- onbebouwd een goed uitgangspunt. Terughoudendheid met bouwen in duinen blijft het parool, m.n. gezien het lange termijn behouds- en beheersdenken. Het lange termijn beheer zou zo mogelijk dienen aan te sluiten bij de lange- termijn-dynamiek van duin, strand en kwelders.

De hier gevolgde aanpak blijkt, in samenhang met andere gegevens uit de literatuur en veldkennis, goed bruikbaar om lange termijn ontwikkelingen te beschrijven en te verklaren. De aanpak lijkt ook elders in den lande toepasbaar, al zullen daar de antropogene veranderingen domineren en dus andere accenten vragen. Monitoring m.b.v. oude topografische karten en oude luchtfoto's kan in beperkte mate dienen om de realisatie en naleving van ruimtelijke en beheersplannen te evalueren.

1 Inleiding: Landschappen in verandering

1.1 Introductie

Over langere tijd genomen, - bijvoorbeeld een eeuw of meer - zijn alle Nederlandse landschappen fors veranderd. Een boekje met daarin oude schoolplaten en moderne foto's, fragmenten van oude en nieuwe topografische kaarten en beschrijvingen verscheen in 1992 van de hand van Schuring et al. Daarbij ging het vooral om een aantal bijzondere plaatsen en nog niet om systematische overzichten van grotere gebieden in hun geheel. Dankzij moderne technieken zoals het scannen en classificeren van historische kaarten of luchtfoto's en een legenda die zowel op oude als nieuwe kaarten is toegesneden zijn die overzichten nu wel te geven, bijvoorbeeld per provincie (Kramer & Knol, 2002). Ook door steekproefsgewijze kaartanalyse over geheel Nederland kon een meer systematisch beeld worden verkregen. Deze zijn door Dijkstra et al. (1997) voor de periode tussen 1900 en 1990 per categorie grondgebruik of ecosysteem aangegeven (tabel 1).

Tabel 1. Ruimtegebruik (in%) Nederland voor de periode 1900 – 1990 (Dijkstra et al., 1997).

Ruimtegebruik (in %)	1900	1950	1980	1990
Bos	8,2	7,6	9,0	9,7
Heide/hoogveen	13,1	3,4	1,4	1,3
Drasland	2,0	1,1	0,9	0,8
Zand (strand, duinen, stuifzand)	1,7	1,4	1,3	1,2
Droogvallend (schor, slik etc.)	1,3	1,2	0,7	0,6
Water	6,6	3,4	2,2	2,4
Landbouwgronden	63,7	73,1	72,9	70,8
Bebouwing (verspreid en geconcentreerd)	1,6	2,9	5,9	7,5
Overig	1,8	5,9	5,7	5,7

Het blijkt dat landschapsveranderingen in ons land vooral bepaald werden door invloeden van de mens en in mindere mate door de natuur. Het meest opvallend zijn verstedelijking, de aanleg en het gebruik van infrastructuur, ingrepen in de waterhuishouding en zeewering, inpolderingen en de veranderingen in de landbouw (inclusief ruilverkaveling en landinrichting) en de aanleg van bos. Van recenter datum zijn recreatie- en natuurontwikkelingsprojecten.

1.2 De keuze van Terschelling : een afwijkend gebied

Het blijkt echter ook dat bepaalde streken een afwijkend beeld vertonen van het gemiddelde beeld voor Nederland, omdat natuurlijke processen daar relatief belangrijk kunnen zijn. Terschelling, één der waddeneilanden met een grote variatie in landschapstypen zoals stranden, duinen, kwelders, polders, dorpen is een gebied met zo'n relatief afwijkende ontwikkeling. Tot niet zo lang geleden vormde het eiland een perifeer en economisch weinig interessant gebied, met een agrarisch-maritieme economische structuur (Smit, 1971), ver weg van de snelle sociaal-economische

ontwikkeling in het westen van Nederland waar urbanisatie, industrialisatie, transport en een sterk opkomende dienstensector ingrijpende veranderingen in het ruimtegebruik teweegbrachten. Waar het de landbouwkundige ontwikkelingen betreft ruilverkaveling en landinrichting, schaalvergroting en intensivering en het plaatsmaken van gemengde bedrijven voor gespecialiseerde - zijn die zeker niet aan Terschelling of de andere waddeneilanden voorbijgegaan. Echter, ook hier is de geïsoleerde ligging en de daarmee verbonden handicap voor aan- en afvoer van grondstoffen en eindprodukten oorzaak van een geleidelijker en minder intensieve ontwikkeling dan elders in den lande, waar bv. bioindustrie, bollenteelt, sierteelten of kassenteelt sterk toenamen. Bovendien is het areaal cultuurland vrijwel beperkt tot de Terschellinger Polder (ca. 2000 ha). Het grootste areaal op het eiland was en is duin, strand of kwelder (ca. 7300 ha, zie tabel 2). En daarbinnen is de natuurlijke en niet zozeer de antropogene dynamiek aanzienlijk geweest.

Tabel 2. Oppervlakten (in ha) aan strand, duin, kwelder, bos, landbouw en stedelijk gebied op Terschelling voor de jaren 1949, 1969, 2000.

	1949	1969	2000
Natuurlijk landschap:	7332.8	7640.0	7314.1
Strand	2828.2	2534.4	1847.1
Kwelder	627.3	1226.5	1299.5
Bos	652.2	761.9	786.2
Duin	3225.1	3117.3	3381.3
Cultuur landschap:	1922.7	1960.8	1967.2
Landbouw	1839.7	1742.6	1649.4
Stedelijk gebied	82.9	218.1	317.9
Totaal	9255.5	9600.8	9281.3

- omgrenzing eiland is variabel tussen de jaren a.g.v. verschil in waterstand (getij) en deels "vrij" geïnterpreteerd m.b.v. topografische kaarten a.g.v. ontbreken luchtfoto's voor uiterste puntjes eiland
- ontginningen in duingebied zijn meegenomen onder landbouw

De belangrijkste veranderingen op onze waddeneilanden hebben veel te maken met de natuurlijke dynamiek van kust en duin, de natuurlijke vegetatieontwikkeling en het beheer dat daarop inspeelt (o.a. Bakker et al., 1979; 1981; Westhoff en Van Oosten, 1992). Deze dynamiek is langs de gehele kust werkzaam, maar speciaal in het waddengebied erg groot (Bakker et al., 1979; 1981; Klijn, 1981; Abrahamse en Woudstra (red.), 1990). Kustafslag en -aangroei, natuurlijke duinvorming en -vervorming, de invloed van mensen op de zeewering en duinvastlegging, ondermeer door bebossing, vegetatieontwikkeling (successie) en veranderingen in het beheer zijn dominante processen in voorgaande eeuwen. Daarenboven is er een tweede invloed van groot direct en indirect belang: de openluchtrecreatie. Zeker na de tweede wereldoorlog heeft die een grote vlucht genomen en de eilander economie is er steeds sterker door bepaald. Zij heeft ook in het landschap zijn directe en indirecte sporen getrokken.

Deze studie poogt voor Terschelling op basis van oude topografische kaarten uit de periode 1858 tot 1998 en luchtfoto's uit het tijdvak 1949 - 2000 een beeld te schetsen van de belangrijkste landschappelijke veranderingen, met name die van de laatste halve eeuw. De keuze daarvoor is ingegeven door de beschikbaarheid van luchtfoto-series en nieuwe technieken om die gegevens digitaal op te slaan en te verwerken om

daarmee een systematische en kwantitatieve analyse mogelijk te maken. Voor de periode 1850 – 1998 is door middel van patroonanalyse van oude en moderene topografische kaarten van een tweetal representatieve transecten een wat langere tijdschaal in het onderzoek betrokken. Op de doelen van het onderzoek en de aanpak wordt hieronder ingegaan.

2 Onderzoeksvragen

Er zijn **drie motieven** geweest om deze studie uit te voeren

- de methodologische vraag in hoeverre series luchtfoto's van uiteenlopende datum (in dit geval 1949, 1969 en 2000) met behulp van geavanceerde technieken (digitaliseren van gescande luchtfoto's en het na een aantal bewerkingen onderbrengen van alle informatie in een GIS) zijn te gebruiken om de belangrijkste landschapsveranderingen te registreren. Als toevoeging hierop: in welke mate is de periode van beschouwing uit te breiden tot een langere tijdreeks door gebruikmaking van een aantal topografische kaarten uit de voorafgaande periode? De methodologische vraag is ook van belang om na te kunnen gaan of en in welke mate de werkwijze ook elders bruikbaar en efficiënt zou kunnen zijn.
- de vraag hoe de gesignaleerde landschapsveranderingen zich verhouden tot het ruimtelijk beleid voor Terschelling en het natuurbeheer? Deze laatste vraag is slechts in hoofdlijnen en voorzover passend bij het beschikbare materiaal beantwoord. Er heeft géén uitgebreide bestuurlijke en beheersanalyse plaatsgevonden.
- de vraag of lange termijn landschappelijke veranderingen en hun achterliggende natuurlijke en antropogene oorzaken bruikbare aanwijzingen kunnen geven voor een lange termijn beheersstrategie die op die processen kan aansluiten?

3 Methode van onderzoek in hoofdlijnen

- Hoewel het hoofdaccent op de eerder vermelde periode 1949-2000 ligt vanwege de beschikbaarheid van luchtfoto's, is begonnen met een beknopte analyse van landschapsveranderingen in de voorgaande eeuw, gebaseerd op de topografische kaarten van 1850, 1927, 1949, 1958, 1969, 1980, 1990 en 1998. Met een tweetal representatieve transsecten, aan de westzijde en de oostzijde van het eiland, is in beeld gebracht wat de belangrijkste veranderingen zijn geweest. Dit om de historische draad wat eerder op te pakken dan vanaf 1949. Daarbij is gepoogd om in hoofdlijnen een classificatie van grondgebruik en begroeiing aan te houden die aansluit op de wat meer gedetailleerde classificatie van de luchtfoto's. In 4.1.2. wordt in concreto aangegeven welke bronnen en classificatie zijn gehanteerd.
- Naast de aangeschafte en bewerkte digitale luchtfoto's uit de jaren 1949, 1969 (beiden zwart-wit) en 2000 (zwart-wit en kleur) en de genoemde topografische kaarten is er binnen deze studie gebruik gemaakt van reliëfgegevens in de vorm van het Algemeen Hoogtebestand Nederland, grondgebruiksgegevens (volgens het Landelijk grondgebruiksbestand Nederland = LGN) en de vegetatiekaart van de SBB terreinen op Terschelling (Buro Bakker, 2000). Alle luchtfoto's, zijn geometrisch gecorrigeerd en voor de drie jaren tot eilanddekkende GIS bestanden geïntegreerd. Om tot vergelijkbaarheid van de diverse bronnen te komen is een voor alle bestanden bruikbare legenda opgesteld, waarmee na interpretatie van de drie luchtfoto-series systematische, dekkende geografische informatie voor de drie peildata is verkregen. Deze sets laten zich gebruiken om veranderingen naar plaats en omvang te registreren.
- De luchtfoto-interpretaties per fotoserie (per jaartal) zijn ook in een GIS opgeslagen en kunnen op variabele schaal in kleur geprint worden; dit materiaal is op basis van aanvullende literatuurgegevens en veldkennis door auteurs zonodig aangepast qua inhoud en in een enkel geval qua begrenzing. De aldus gecorrigeerde versies zijn gebruikt voor vergelijking van de jaargangen: voor- en achteruitgangen in oppervlak en geografische verschuivingen van kaarteenheden. Die veranderingen konden, ook weer met behulp van GIS programma's zichtbaar gemaakt worden en waar relevant gekwantificeerd. Het rapport geeft daarvan voorbeelden.
- De duiding van de veranderingen is de volgende stap. Wat zijn achterliggende mechanismen, hoe kunnen zij worden verklaard? Is er sprake van eenmalige en incidentele veranderingen, zijn er eventueel cycli of zit er een doorgaande trend in. Hierbij is gebruik gemaakt van eigen expertise van auteurs en aanvullende literatuur (m.n. recente overzichtpublicaties als van Westhoff en Van Oosten, 1992; Visser, 1979; Visser, 1991). Gekozen is voor een indeling van veranderingen (voor- en achteruitgang) van een achttal categorieën (zie 4.2).
- De analyse van ruimtelijk beleid en beheersstrategieën voor het aan de hand van plannen voor (delen) van het grondgebied: de vraag is of doelstellingen van plannen en de in werkelijkheid gerealiseerde veranderingen met elkaar stroken.

Dit is gezien de beschikbaarheid aan materiaal, tijd en de weinig gedetailleerde informatie uit luchtfoto's een zeer globale analyse geworden (zie bv Klijn, 1973 voor een uitgebreidere analyse van de periode tot ca. 1973).

- De inzichten in de geregistreerde natuurlijke en antropogene veranderingen zijn geïnterpreteerd naar een lange termijn beheersstrategie? Welke processen zijn vanuit natuur- en landschapsbeheer positief te waarderen? Kan met die processen meegekoppeld worden? Welke zijn als negatief te bestempelen en in welke mate bestaan er mogelijkheden voor tegenkoppeling? Waar op het eiland zijn de situaties het meest geschikt? Deze aspecten zijn op grond van eigen expertise en enige aanvullende literatuur aan de orde gesteld.

4 Kaart- en Luchtfoto-interpretaties

4.1 Interpretatie van topografische kaarten in een tweetal transecten: de periode 1850 tot 1998

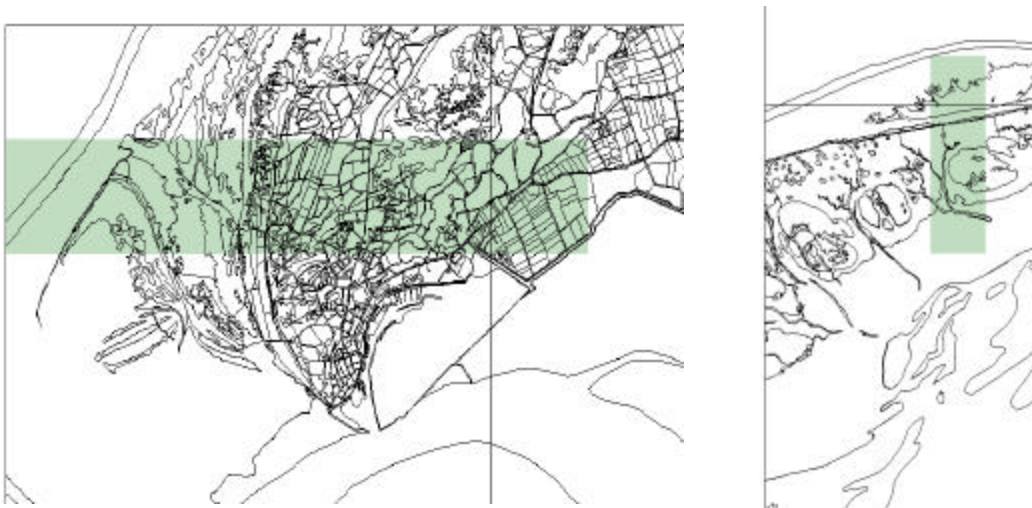
4.1.1 Achtergrond

Een nog weinig gebruikte bron om de dynamiek van landschappen en ecosystemen op hoofdlijnen te beschrijven is de tijdreeksanalyse van historische ecotopen. Met deze methode worden met gebruik van historische kaarten reconstructies gemaakt van het historisch grondgebruik en –begroeiingstype. Voor Nederland wordt momenteel een landsdekkende classificatie uitgevoerd, waarvoor voor dit project nog geen gegevens beschikbaar waren. Daarnaast worden voor de onderzochte periode abiotische kenmerken zoals de relevante bodemeenheden en Gt (=grondwater-trappen) klassen gereconstrueerd, uitgedrukt als fysiotoop (Buit & Farjon, 1998). Fysiotopen zijn vereenvoudigde classificaties van bodemeenheden en grondwater-combinaties met een ecologische relevantie. Unieke combinaties tussen fysiotopen en grondgebruik worden vervolgens opgevat als ecotopen (figuur 1). Deze ecotopen kunnen zowel voor de vegetatie als voor de fauna een typerende ecologische set aan condities vertonen. Maatregelen of ingrepen in bodem, hydrologie of beheer of natuurlijke veranderingen kunnen weer leiden tot het ontstaan van andere ecotopen. Op die wijze kunnen ecotoop-reconstructies inzicht geven in de veranderingen in landschapsecologische gesteldheid en daarmee een verklaring leveren voor de voor- en achteruitgang van bepaalde dier- en plantesoorten.

Vegetatiestructuur	Fysiotootype				
	Voedselarm Kalkarm Nat zand	Voedselarm kalkarm Vochtig zand	Voedselarm kalkarm droog zand		
Naaldbos					
Loofbos					
Heide					
Grasland					
.....					

Figuur 1. Voorbeeld van een ecotoopclassificatie.

In deze studie is alleen een historische tijdreeks van het grondgebruik opgesteld voor twee transecten op Terschelling. In figuur 2 (a en b) is de ligging van deze transecten weergegeven. Het opstellen van tijdreeksen met grondgebruik is sterk afhankelijk van de beschikbare kaartedities die zijn verschenen. De veranderingen in fysiotopen is vanwege de scope van het onderzoek buiten beschouwing gelaten, hoewel er grote veranderingen zijn opgetreden in de dynamiek, zout- en kalkgehalte en grondwaterstanden.



Figuur 2. Ligging onderzochte transecten (2a. transect Oost, 2b. transect West).

4.1.2 Methode

Voor Terschelling is gebruik gemaakt van de verschillende kaartbronnen (zie tabel 3). Niet van alle beschikbare kaartedities is het grondgebruik geclassificeerd. Voor ieder transect is een opdeling gemaakt in grids van 125 x 125 meter. Voor de kaartbladen voor 1930 geldt dat hiervoor een andere georeferentie moet worden aangehouden. Per grid is vervolgens handmatig het grondgebruik toegekend op basis van het meest dominante grondgebruik. In tabel 4 is het onderscheiden grondgebruik weergegeven en in bijlage I wordt een interpretatie van de gebruikte legenda beschreven.

Tabel 3. Gebruikte kaartedities voor het bepalen van historisch grondgebruik.

	Terschelling west	Terschelling oost
Topografisch Militaire Kaart	1850	1850
Bonne kaarten	1927	1927
Moderne topografische kaarten	1949	1949
Idem		1959
Idem	1969	1969
Idem	1980	1980
Idem		1990
Idem	1998	1998

Tabel 4. Onderscheiden grondgebruiksklassen.

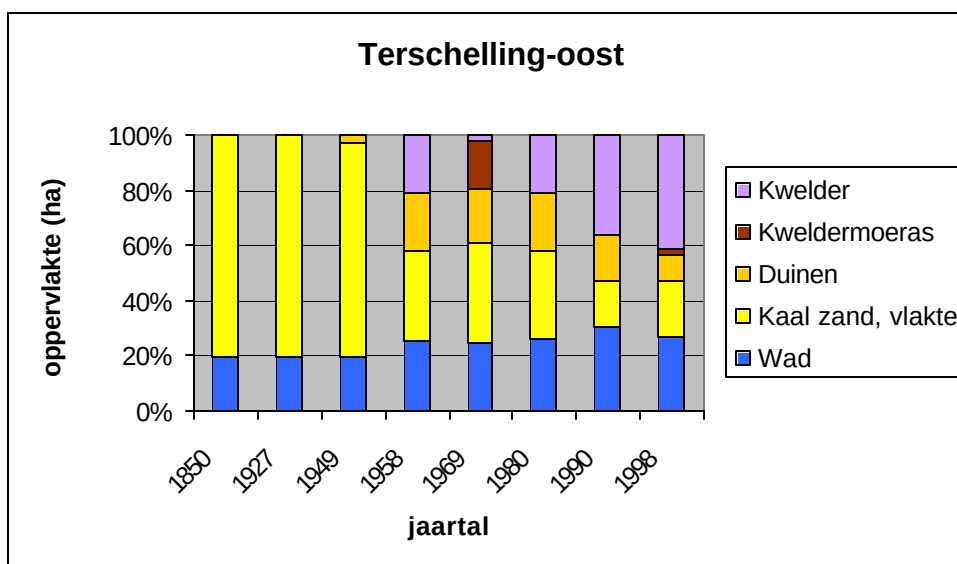
Codering	Legenda
1	Noordzee
2	Wad
3	Stagnant water
4	Kaal zand, vlakte
5	Duinen
6	Kweldermoeras
7	Kwelder
8	Poldergrasland
9	Duingrasland
10	Heide
11	Loofbos
12	Naaldbos
13	Gemengd bos
14	Akker
15	Stad

4.1.3 Resultaten

Transsect Oost (Boschplaat)

Dit noord- zuid transsect is 500 meter breed en 6 kilometer lang en loopt van het Noordzeestrand tot aan de Waddenzee en beslaat 300 hectare. In figuur 3 is de verandering in grondgebruik weergegeven. Hieruit blijkt dat bij aanvang in 1850 het gebied nog vrijwel geheel uit een zandplaat en water bestond. Daarin is pas na 1927 verandering gekomen toen de stuifdijk werd aangelegd. Na de vorming zijn er op grote schaal kwelders ontstaan (zie ook Klijn, 1974; Westhoff en Van Oosten, 1992) en volgens de topografische kaartlegenda ook 'kweldermoeras'. (Deze laatste legenda- eenheid is moeilijk van kwelder te onderscheiden en is opvallend vertegenwoordigd op de kaart van 1989 maar moet wellicht als hoge en natte kwelder of als overgangsgebied worden opgevat. Bij de interpretatie van veranderingen is dat laatste vooralsnog te verkiezen omdat vermoedelijk niet alle edities deze eenheid evenveel aandacht hebben gegeven).

Duidelijk in dit transsect is dat er een snelle successie optreedt in de richting van kweldervegetatie ten koste van open zand. In de loop der jaren treedt ook een lichte toename van de oppervlakte water op, veroorzaakt door het ontstaan van geulen en plassen achter de duinen van het Noordzeestrand, ten noorden van de Stuifdijk. Duidelijk is tenslotte ook dat de toename in diversiteit in milieutypen primair is veroorzaakt of ingeleid door menselijk handelen.

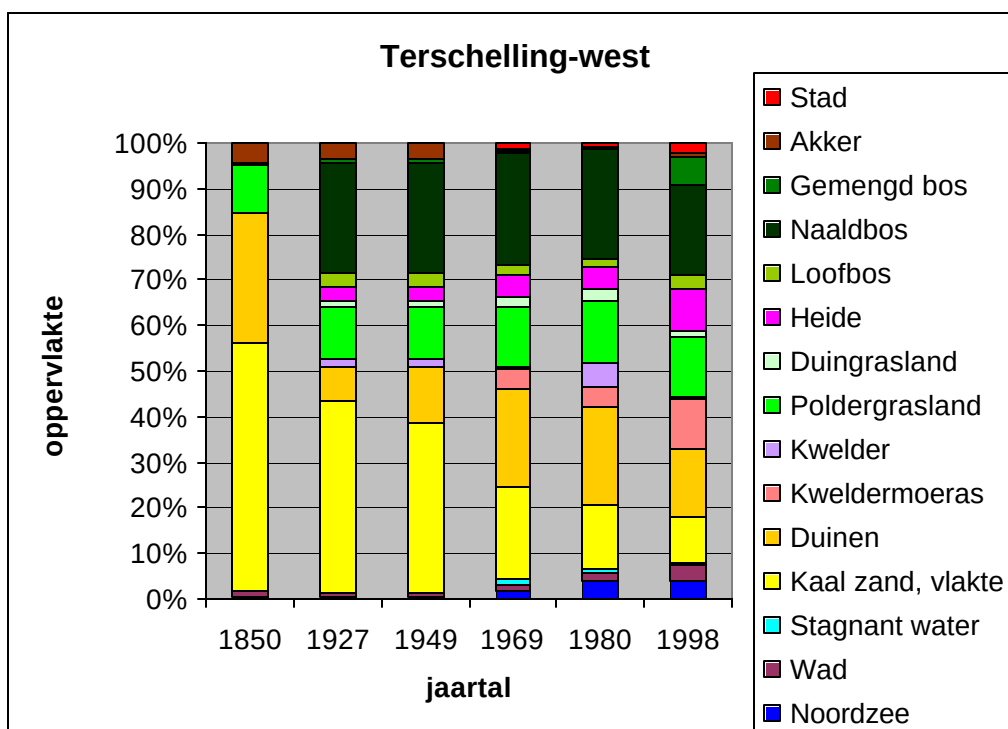


Figuur 3. Verhoudingen tussen oppervlakten voor verschillend grondgebruik in het oostelijke transsect (Boschplaat) tussen 1850 en 1998.

Westelijk transsect

In dit oost- west verlopende traject zijn zeer grote veranderingen in het landschap opgetreden. Deze ontwikkeling is gestart in de twintiger jaren toen stuifdijken zijn aangelegd (J.C.Visser, 1947; Westhoff en Van Oosten, 1992) en tal van duinen zijn bebost met overwegend naaldbout (Boodt, 1934 ; Bakker et al., 1981). Door de afname aan dynamiek zijn door uitloging en successie duinheides ontstaan en is er lokaal kweldervorming opgetreden in een gebied dat nu als 'groen strand' bekend staat. De laatste decennia is er sprake van omvorming van naaldbos naar loofbos, lokaal afname van de duinen, zandplaten en een grotere invloed van de Noordzee. Over de hele periode is er in het cultuurlandschap een afname van het areaal bouwland en toename van de bebouwing te zien.

Ook in dit transsect is een toename van de landschappelijke diversiteit te zien. In 1850 ging het nog om 8 typen grondgebruik annex begroeiingstypen, nu zijn het er 15 (zie figuur 4). Verwacht mag worden dat door doorgaande processen het areaal zandplaat en duin in de toekomst nog verder afneemt en dat kwelder(moeras) nog verder in areaal toeneemt.



Figuur 4. Verhoudingen tussen oppervlakten voor verschillend grondgebruik voor het westelijk transect tussen 1850 – 1998.

4.1.4 Conclusies op basis van de transectstudies van de reeksen topografische kaarten

Uit beide transecten blijkt dat in relatief korte tijd sterke veranderingen in de transecten zijn opgetreden met grote gevolgen voor de basiscondities voor flora en fauna. Samengevat kan worden gesteld dat de landschappelijke diversiteit (in termen van onderscheiden legenda-eenheden) is toegenomen en dat de dynamiek is afgenomen. Na behandeling van de uitkomsten van de luchtfotoanalyses zullen de ecologische interpretaties worden gegeven.

Een gebiedsdekkende ruimtelijke analyse met recente of historische vegetatiegegevens zou een veel completer inzicht kunnen geven in de landschappelijke veranderingen en daarmee plaats en tempo waar(in) soorten zich zouden kunnen vestigen of verdwijnen. Dat geldt voor de flora en uiteraard ook voor de fauna. Een reconstructie van historische ecotopen (vegetatie + grondgebruik / beheer + abiotische condities van bodem en grondwater) voor iedere tijdstap kan in ecologisch opzicht meer detaillering leveren dan alleen de verandering in grondgebruik. Daarbij is inzicht in historische dynamiek zoals ontkalking en ontzilting noodzakelijk. Door voor grotere gebieden een systematische classificatie en kartering uit te voeren zullen inzichten zeker worden vergroot, mogelijk op een wijze dat ook voorspellingen (o.a. met behulp van ruimtelijke modellen) in zicht komen. Bestaande kennis en hypothesen m.b.t. dynamiek en successie kunnen op die wijze worden vergeleken en getoetst.

4.2 De vergelijking van de luchtfoto-series (1949; 1969; 2000)

4.2.1 Theorie en achtergrond

Kaarten of GIS-bestanden vormen voor het beheer van natuurgebieden een belangrijke informatie- bron. Gebiedsdekkende informatie wordt gebruikt om o.a. veranderingen in de tijd te volgen en de effecten van menselijke activiteiten te evalueren. Voor het maken van kaarten wordt vaak gebruik gemaakt van luchtfoto's waarbij beeldinterpretatie ondersteund wordt met additionele informatie (o.a. veldwaarnemingen). Bij de kartering worden allerlei subjectieve keuzes gemaakt, gegevens worden gegeneraliseerd en/of er wordt gewerkt met onnauwkeurige gegevens (Janssen, 1999). Dit resulteert in 'onzekerheden' m.b.t. de gegevens in een kartering. Door deze onzekerheden geeft een vergelijking van kaarten/ bestanden voor een gebied uit verschillende jaren niet alleen de werkelijke veranderingen, maar ook 'veranderingen' a.g.v. verschillen in gehanteerde methode: oftewel artefacten. Een deel van deze onzekerheden kan ondervangen worden door bij de interpretatie van luchtfoto's van een ander tijdstip gebruik te maken van de grenzen die bij een recentere kartering zijn vastgelegd (Janssen & van Gennip, 2000). Het digitale bestand wordt getransformeerd naar coördinaten van de nieuwe luchtfoto's en alleen bij reëel geachte veranderingen worden de grenzen aangepast. Deze methode, de retrospectieve kartering ('terug in de tijd'), is o.a. toegepast door Kloosterman (in Schmidt et al., 1997) en ook hier gevolgd.

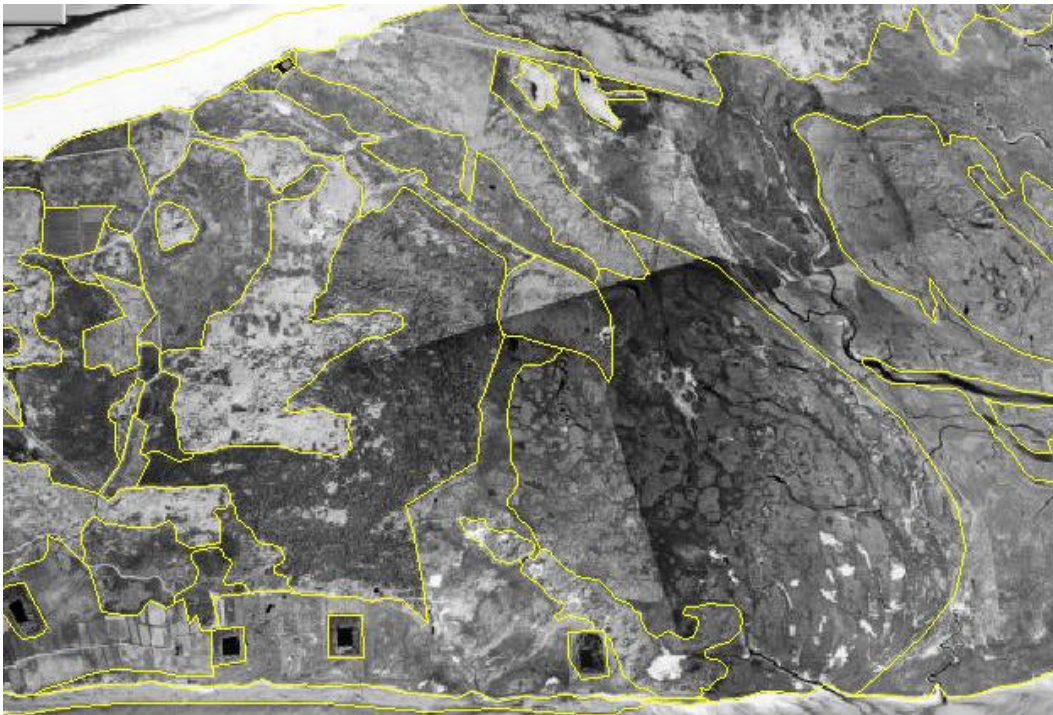
Echter, er zijn nog andere onzekerheden bij de interpretaties. In elke luchtfoto-interpretatie zijn de hardheid van grenzen (chorologische onzekerheid) en complexiteit van kaarteenheden (thematische onzekerheid) belangrijke factoren die de nauwkeurigheid van het eindproduct bepalen. Deze onzekerheden zijn algemeen geldend voor o.a. vegetatiekarteringen en worden hier niet specifiek behandeld. Voor een uitgebreide inventarisatie van onzekerheden die optreden bij een vegetatiekartering wordt verwezen naar Janssen (1996). Wel dient opgemerkt dat, naarmate een legenda verder gedetailleerd wordt, de kans op foute interpretaties toeneemt. Naarmate de legenda-eenheden eenvoudiger, gemakkelijker toewijsbaar en geringer in aantal zijn, zullen de fouten geringer in aantal en betekenis zijn.

4.2.2 Luchtfoto-interpretatie

Na geometrische correctie (naar een resolutie van 0.5 – 1 meter) van de zwart/wit luchtfoto's m.b.v. kleurenluchtfoto's uit 2000 en het maken van mozaïeken van de luchtfoto's per peildatum is gestart met de luchtfoto-interpretatie. Bijlage II geeft een overzicht van het gebruikte materiaal.

De interpretatie van de luchtfoto's is gebeurd a.d.h.v. verschillen in kleur (grijsinten van zwart tot wit), textuur en patronen die zichtbaar zijn op de luchtfoto's. In figuur 5 is ter illustratie een uitsnede van een luchtfoto- gegeven met de interpretatielijnen erop. Echter deze verschillen zijn niet altijd even duidelijk op de verschillende luchtfoto's binnen een jaar of voor de verschillende jaren. De interpretatie vond

plaats op het beeldscherm hetgeen als voordeel heeft dat er naar behoefte kan worden vergroot. Deze onafhankelijk visuele interpretatie is een iteratief proces waarbij de legenda verder ontwikkeld werd. De basis voor de legenda waren de hoofdgroepen die onderscheiden zijn door SBB (Buro Bakker, 2000). M.b.v. additionele informatie als het AHN, LGN, veld/expert kennis en het digitale bestand van de vegetatiekartering is een thematische invulling gegeven aan de vlakken en is gekeken of een verdere onderverdeling mogelijk was. De zwart/wit luchtfoto's van 2000 zijn als eerste geïnterpreteerd, omdat van het huidige Terschelling het meeste additionele referentie materiaal beschikbaar is. Op deze manier was het mogelijk een geometrisch en thematisch zo correct mogelijk representatie van de werkelijkheid te geven. Deze interpretatie heeft als basis gediend voor de interpretatie van de luchtfoto's van 1969. De interpretatie van 1969 is op zijn beurt weer als basis voor de luchtfoto interpretatie van 1949 gebruikt. Deze methode (zie 4.2.1) is gekozen om de subjectiviteit in interpretatie van grenzen bij monitoring op te lossen/te beperken (Janssen & van Gennip, 2000).



Figuur 5. Geïnterpreteerde uitsnede van de luchtfoto-mozaïek voor het jaar 2000 (westelijk deel Boschplaat); de begrenzingen zijn in witte lijnen aangebracht.

De drie op het scherm gedigitaliseerde luchtfoto-interpretaties zijn opgeslagen in een Geografisch Informatie Systeem (GIS). Het GIS is bij uitstek geschikt om ruimtelijke en temporele veranderingen te analyseren. Begroeiing en landgebruik zijn ruimtelijk weergegeven voor de jaren 1949, 1969 en 2000. Veranderingen in begroeiing en landgebruik voor de periode 1949 – 2000 zijn ruimtelijk weergegeven. Statistieken voor de legenda eenheden zijn berekend en in staafjes diagrammen uitgedrukt.

4.2.3 Legenda begroeiing en landgebruik Terschelling

De legenda geeft de verschillende begroeiingen en landgebruiken weer voor Terschelling. Op basis van additionele informatie en verschillen in textuur en grijsstint op de luchtfoto's zijn 22 eenheden onderscheiden. De verschillende begroeiingen en landgebruiken zijn in 7 hoofdgroepen terug te vinden.

Tabel 5. Legenda Begroeiing en Landgebruik Terschelling.

Zee		
Strand e/o strandvlaktes:	1	
- zonder (primaire) duinvorming: vlak, kaal		11
- met lage duintjes : schaars begroeid		12
Kwelder :	2	
- hoge kwelder : + /- boven HWL, merendeels begroeid		21
- lage kwelder : = /- onder HWL; slikkig, schaars begroeid		22
Hogere duinen (zonder bosaanplant):	3	
- vrijwel volledig kaal		31
- schaars begroeid (dynamische duinen elders)		32
- schaars begroeid (zeereep, stuifdijk)		321
- met overwegend gesloten korte / grazige vegetaties(incl korstmos)		33
- met overwegend struweel (bv duindoorn)		34
- duinen met grazige vegetaties, duinheides en overige vegetatie en kale plekken		35
Laaggelegen duin/ duinvlaktes (zonder bosaanplant):	4	
- met korte, grazige vegetaties		41
- met heide/ cranberry		42
- met overwegend struweel/ bos		43
- met moeras open water/ riet		44
- eendenkooien		441
- duinontginningen (overwegend grasland)		45
Bos(aanplant):	5	
- niet onderscheiden op naald-, loof- of gemengd		51
Cultuurland :	6	
- Agrarisch, kleinschalig (percelering/ landgebruiksvorm)		61
- Agrarisch, relatief grootschalig		62
Antropogeen :	7	
- Bebouwing gesloten + infrastructuur		71
- Bebouwing verspreid (m.n. recreatief)		72
- Havens		73

4.2.4 Resultaten en discussie

Met de aldus verkregen GIS bestanden van de drie peildata kunnen o.a. vegetatie-structuurveranderingen, veranderingen in landgebruik etc. als gevolg van geomorfologische processen, successie en/of menselijk ingrijpen in kaart worden gebracht. De luchtfoto-interpretatiekaarten zijn terug te vinden in bijlage III. De veranderingen zijn met behulp van GIS technieken geanalyseerd.

De dynamiek van het eiland Terschelling is inzichtelijk gemaakt door veranderingen te rangschikken naar hun aard, locatie en periode (1949-1969 en 1969-2000) waarin

ze plaats vinden. We hebben de veranderingen bekeken in het licht van de volgende rubrieken/ thema's:

- Kustlijnveranderingen
- Kweldervorming
- Nieuwvorming van duinen (natuurlijk en door stuifdijken) vs het verdwijnen van duinen
- Verstuiven resp. vastleggen/ begroeid raken van bestaande duinen
- Natuurlijke struweel-/ bosontwikkeling
- Natuurbouw/ ingrepen t.b.v. natuurontwikkeling (uitgraven ; afplaggen
- Bebouwing en aanleg infrastructuur; overige antropogene invloeden; daarbij zijn onderscheiden gesloten bebouwing en open, recreatieve bebouwing
- Schaalveranderingen in het cultuurland

De hieronder gepresenteerde figuren geven van boven naar beneden steeds de situatie weer voor respectievelijk 1949, 1969 en 2000.

Schaalvergroting cultuurland

In de periode van 1949 – 1969 is a.g.v. een herverkaveling (in de jaren '48/49) de gemiddelde perceelsoppervlakte toegenomen. De zeer sterk verdeelde en versnipperde kavelstructuur is daarbij sterk vereenvoudigd. Daarnaast hebben egalisaties, ontwatering, ontsluiting plaatsgevonden. Ter illustratie van het oude verkavelingspatroon geven we figuur 6 (uit: Smit, 1971). Volgens J. Smit (1972) is het peil in de polder gemiddeld 30 cm verlaagd, zijn er 120 km rechte landwegen gemaakt, alsmede een 240 km wegsloten. Het gemengde bedrijf verdween nagenoeg uit het landschapsbeeld.

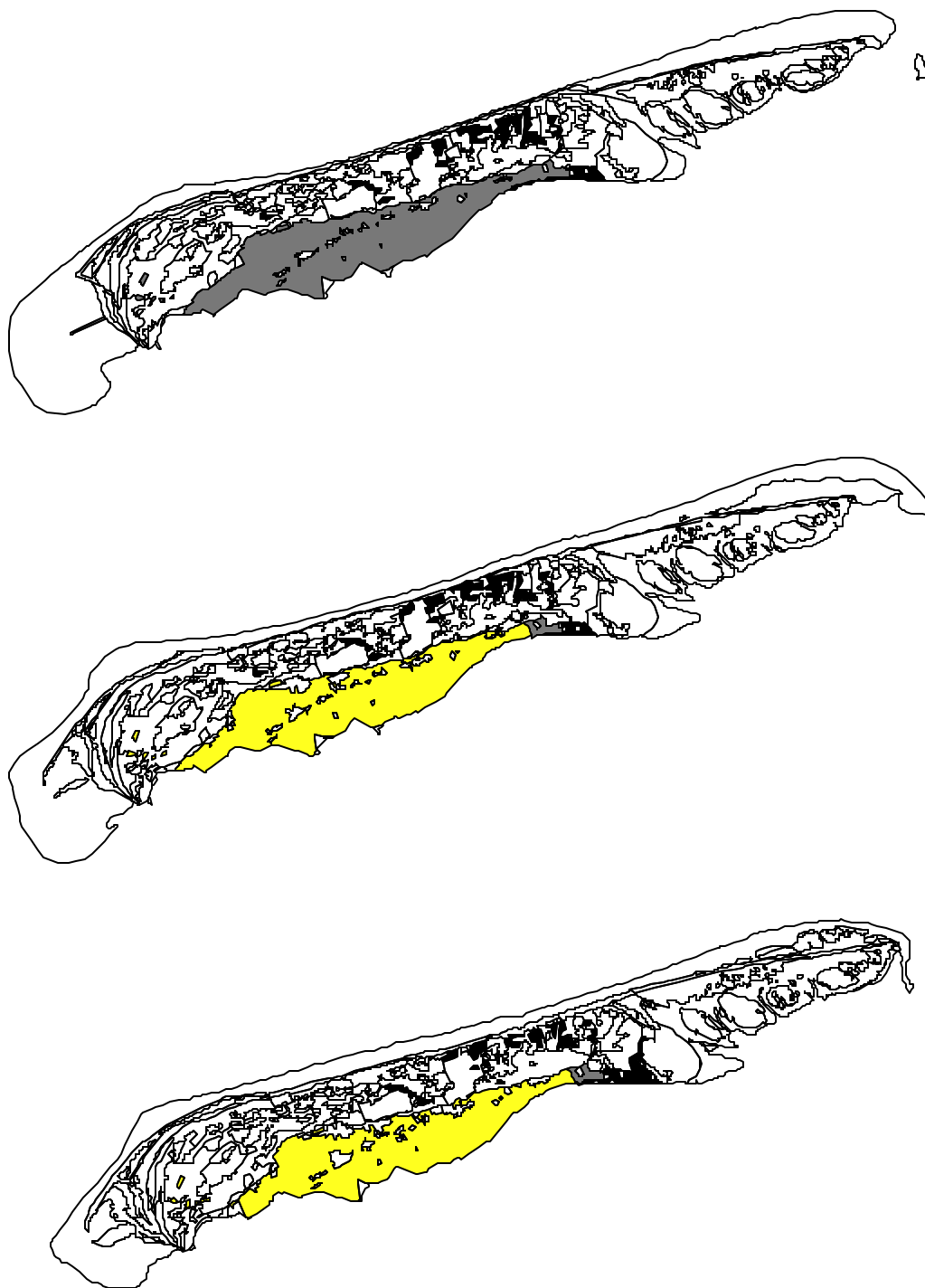
In de daarop volgende periode van 1969 – 2000 is de gemiddelde perceelsoppervlakte niet sterk veranderd, alhoewel een tweede verkaveling in de jaren 1985- 1992 heeft plaatsgevonden. Deze laatste is verhoudingsgewijs minder ingrijpend geweest.

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



Figuur 6. Verkavelingspatroon Terschellinger polder (naar Smit, 1971).

De schaalvergroting in de landbouw heeft op Terschelling in de afgelopen 50 jaar niet gezorgd voor een toename aan het areaal grond in gebruik voor landbouw. Het tegengestelde is gebeurd; een afname van het areaal landbouwgrond t.k.v. de uitbreiding van stedelijk gebied en infrastructuur (tabel 2). De ligging van de landbouwgronden is in de genoemde periode niet wezenlijk veranderd (figuur 7). Verder is een geringe afname in het oppervlakte duinontginningen (m.n. graslanden) waar te nemen. De afname is te verklaren uit het uit gebruik nemen van graslanden in het natuurlijk landschap. Wat op de foto's tot uitdrukking komt blijft vermoedelijk achter bij de formele wijziging in beheer. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de verruiging van deze graslanden moeilijk is waar te nemen op luchtfoto's (ruimtelijke resolutie onvoldoende: het is een geleidelijk proces dat niet direct op "perceels-niveau" waarneembaar is).

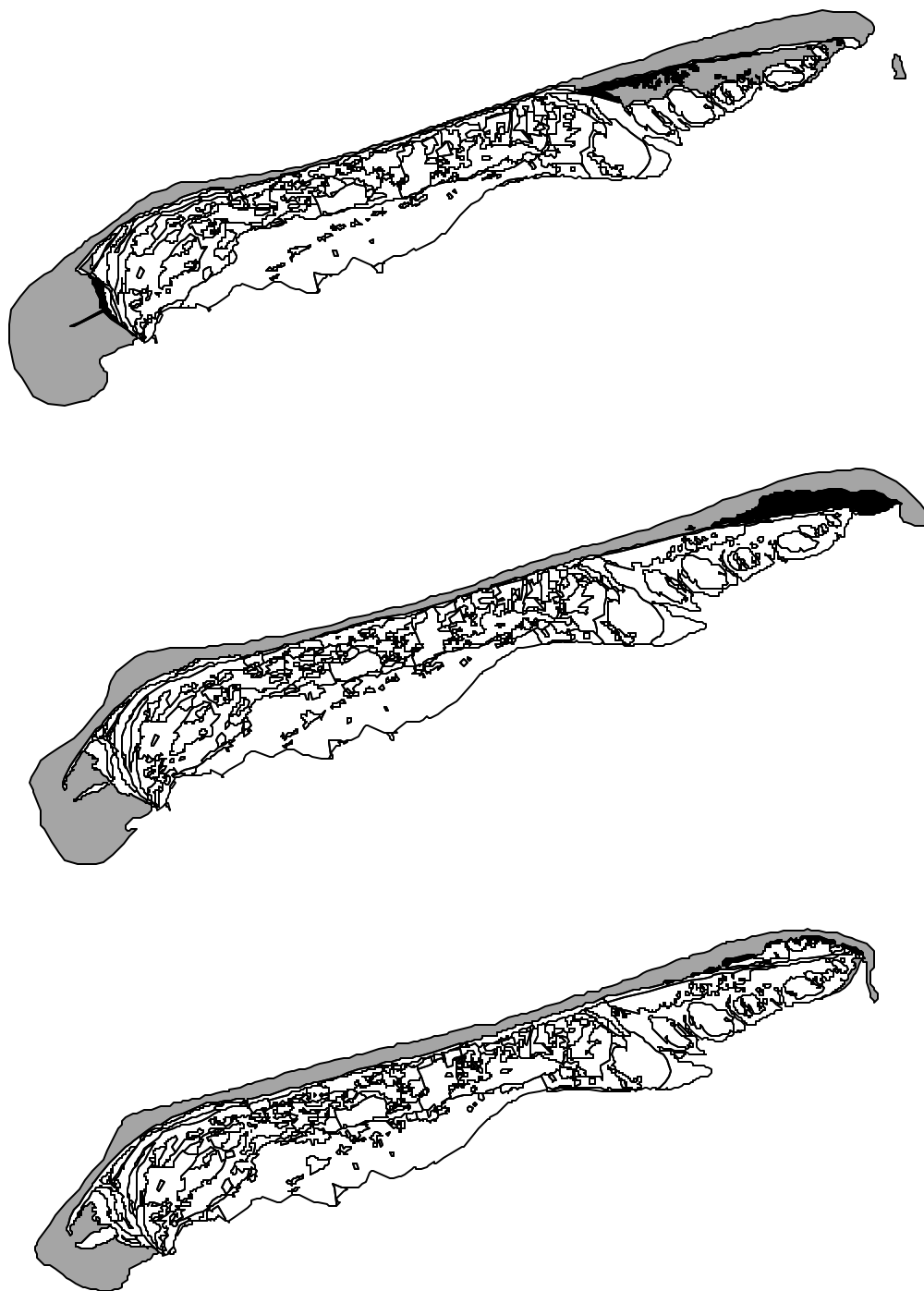


Figuur 7. Ruimtelijke spreiding van het cultuurland (de eenheden 45 (zwart), 61 (grijs) en 62 (lichtgrijs)) voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder).

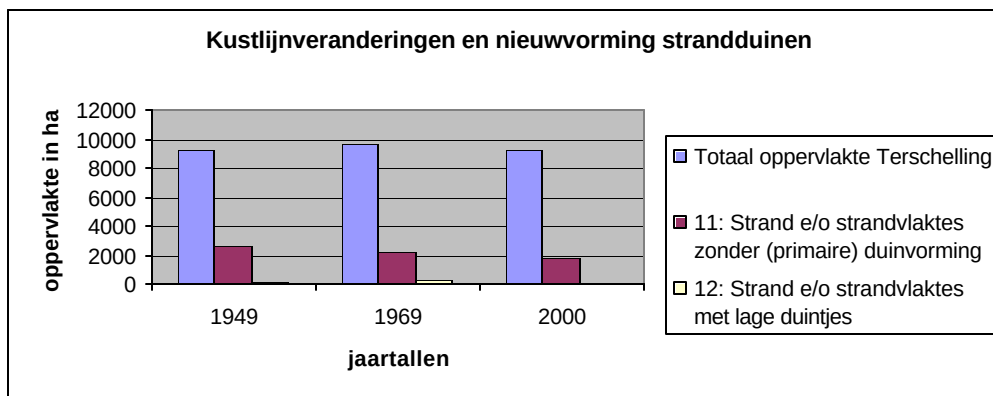
Kustlijnveranderingen (aanwas/afslag/kustverdediging)

Strandvlaktes en nieuwgevormde duinen bevinden zich rond geheel Terschelling m.u.v. de zuidkant gelegen aan de Waddenzee (figuur 8). Veranderingen in kustlijn en oppervlakte van nieuw gevormde duinen kunnen het gevolg zijn van aanwas, afslag en/of transformatie naar andere landschappen. Uit tabel 2 blijkt dat er een afname aan strand en/of strandvlaktes heeft plaatsgevonden in de periode 1949-2000. Echter de totale oppervlakte van het eiland Terschelling is in betreffende periode niet echt afgenomen (figuur 9 en tabel 2). Een tijdelijke toename in 1969 valt wel te constateren. Een groot deel van de strandvlakte is, m.n. rond de Noordvaarder en Boschplaat, in de periode 1949 – 2000 verdwenen (figuur 8) en getransformeerd naar duin- of kwelderlandschap.

De totale oppervlakte aan strand en/of strandvlakte dient niet te strikt genomen te worden aangezien de ligging van de kustlijn (overgang strand – zee) mede bepaald wordt door het getij en/of tijdelijke opstuwing van de zee (storm) op het moment van de luchtfoto-opname. Verder zijn de grenzen van het eiland voor de verschillende jaren rond de Noordkaap en Noordvaarder m.b.v. topografische kaarten “vrij” geïnterpreteerd. Een geringe afwijking t.o.v. de werkelijke situatie van de totale oppervlakte van Terschelling voor de verschillende jaren zou daardoor kunnen zijn ontstaan.



Figuur 8. De ligging van stranden en/of strandvlaktes met of zondere primaire duinvorming (zwart resp. grijs) op Terschelling voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder).



Figuur 9. Kustlijnveranderingen en nieuwvorming van strandduinen (veranderingen in oppervlakten).

1949 – 1969

De strandvlaktes noordelijk van de stuifdijk bij de Boschplaat zijn uitgebreid. Rond de Noordvaarder heeft duinvorming, ten koste van het areaal aan strand, plaatsgevonden. Echter, het strand tussen de Koegelwieck en het begin van de Boschplaat is, ondanks geringe kustafslag in deze zone enigermate groter geworden doordat de zeereep naar binnen is gebracht juist vanwege die kusterosie. Verder is de strandvlakte ten zuiden van de stuifdijk op de Boschplaat (Cupido's Polder) door begroeiing en opslibbing getransformeerd naar een kwelder.

1969 – 2000

In tegenstelling tot de vorige periode zijn de strandvlaktes noordelijk van de Boschplaat en rond de Noordvaarder sterk verkleind. Afslag en duinvorming hebben m.n. hieraan bijgedragen. Echter, het strand c.q. de strandvlakte tussen Koegelwieck en Noordvaarder is richting zee uitgebreid (met in achtneming van bovenstaande opmerking t.a.v. moment van opname). Verder kan er een op- of uitbouw van de zeereep tussen West aan Zee en de Koegelwieck worden geconstateerd.

Kweldervorming

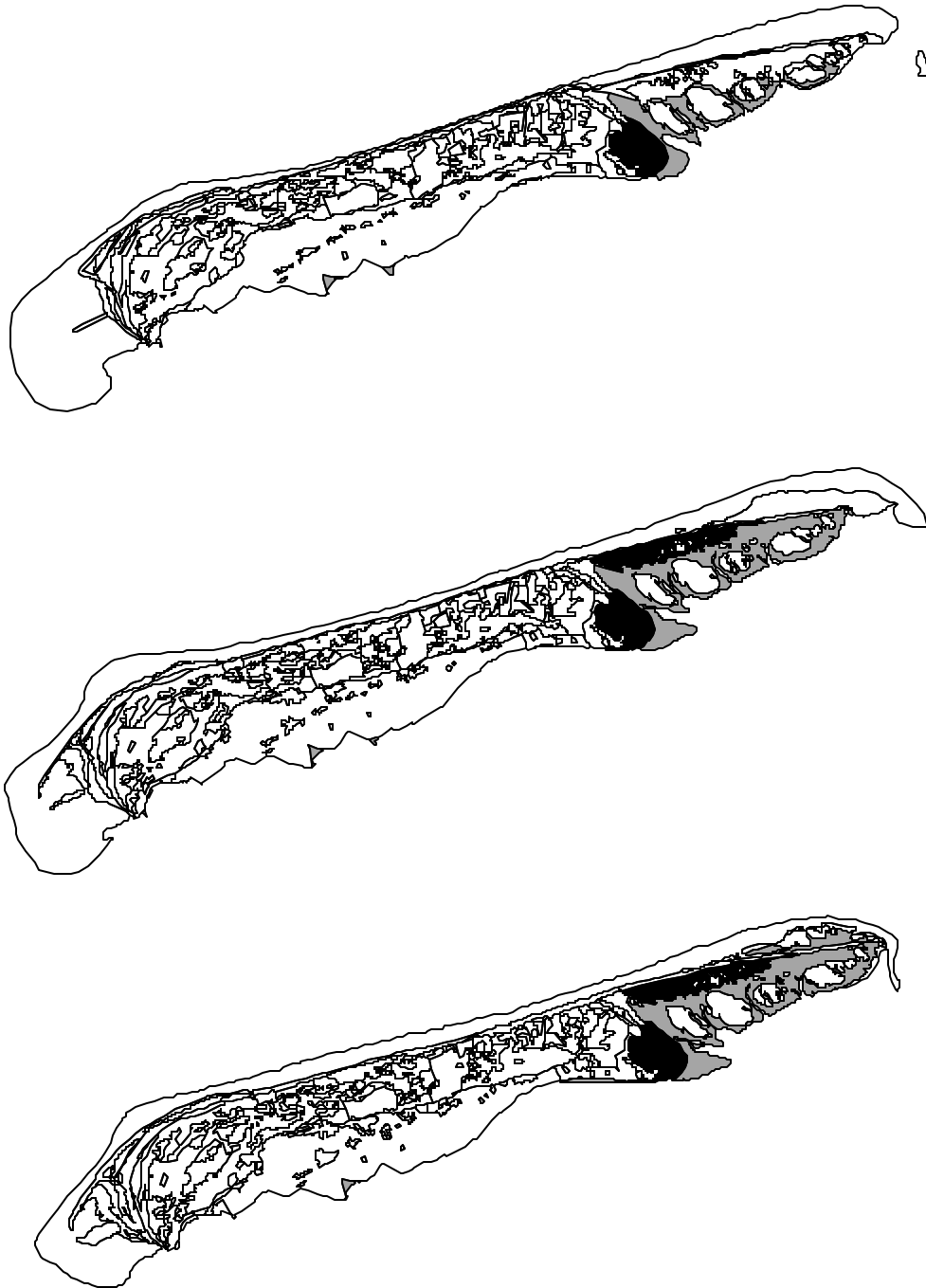
1949 – 1969

De kweldervorming heeft m.n. op de Boschplaat plaats gevonden. In 1949 was de (lage) kwelder beperkt tot gebiedjes rond de 1e, 2e, 3e en 4e duintjes en Groede (figuur 10). De sterke uitbereiding van het kweldergebied is ten koste gegaan van de strandvlakte met lage duintjes a.g.v. de aanleg van de stuifdijk. Naast de omzetting van de strandvlakte met lage duintjes naar kwelder heeft de totale oppervlakte aan kwelder zich ook richting de Waddenzee uitgebreid. Direct ten zuiden van de stuifdijk is een nieuwe hoger gelegen kwelder ontstaan (figuur 10).

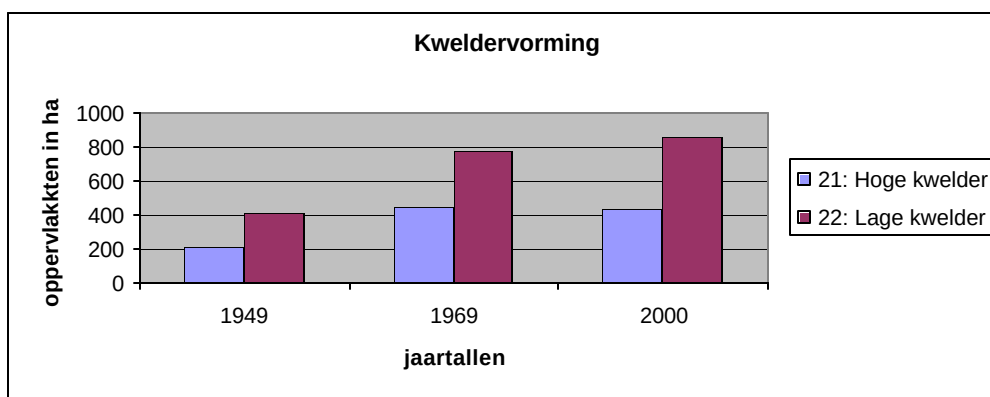
1969 – 2000

De sterke uitbereiding aan oppervlakte van de laag gelegen kwelder heeft geen vervolg gekregen in de periode 1969 – 2000 (figuur 11). De kweldervorming op de Boschplaat,

waarschijnlijk veroorzaakt a.g.v. de aanleg van de stuifdijk, is gestopt. In betreffende periode zijn er voor zowel de hoger als lager gelegen kwelders weinig veranderingen geconstateerd. Enige uitbereiding van de lage kwelder heeft ten noorden van de stuifdijk plaats gevonden. De afslag aan de zuidkant van de Grië is gestopt door de aanleg van een stenen dam.



Figuur 10. De ligging van de hoge (zwart) en lage (grijs) kwelders op Terschelling voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder).



Figuur 11. Kweldervorming. Het areaal aan kwelders voor de jaren 1949, 1969 en 2000.

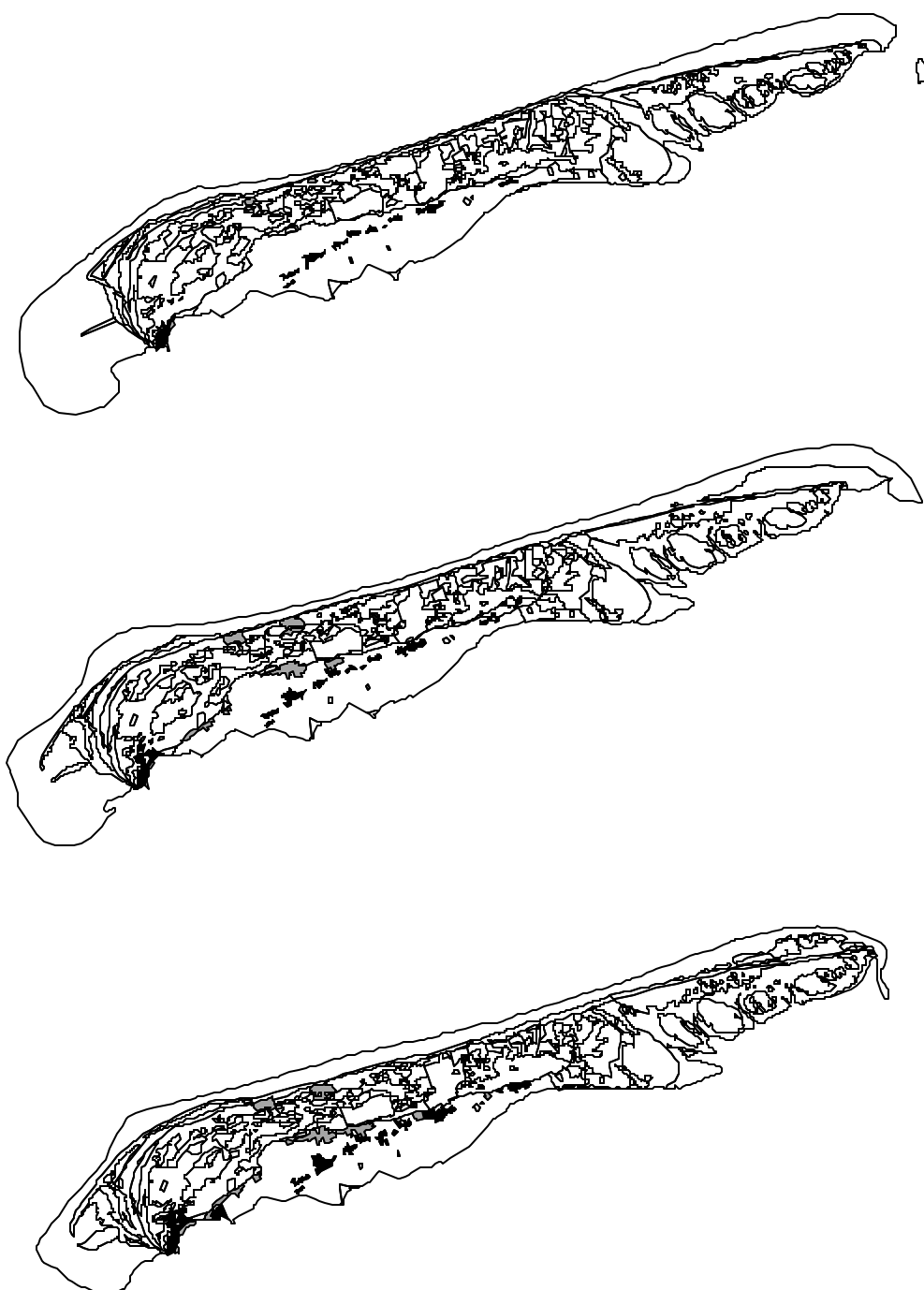
Verstedelijking / verharding

1949 – 1969

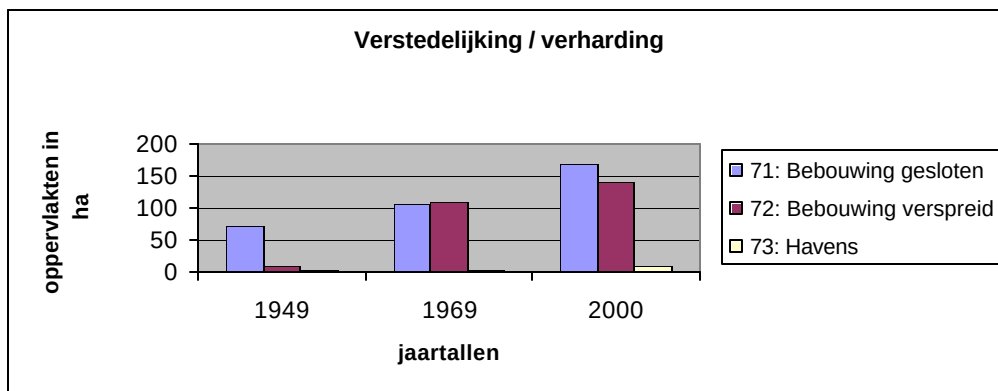
De verspreide en gesloten bebouwing is sterk toegenomen in de betreffende periode (figuur 12 en 13). In 1949 was de verspreide bebouwing (m.n. recreatieve bebouwingen) beperkt tot twee locaties in de duinen (West aan Zee en Midsland aan Zee). Deze locaties zijn sterk uitgebreid en in het polderlandschap hebben de bungalowparken en campings hun intrede gedaan tussen 1949 en 1969. De uitbereiding van recreatieve bebouwing is voornamelijk geconcentreerd op de grens van de duinen met het polderlandschap (Midsland, Formerum en Hee). Verder heeft de stedelijke bebouwing zich rond m.n. West Terschelling, Midsland en Hoorn uitgebreid.

1969 – 2000

In de periode 1969 – 2000 heeft een verdere uitbereiding en/of verdichting plaats gevonden van de gesloten en open bebouwing in m.n. het polderlandschap (figuur 12 en 13). Stedelijke uitbereiding heeft m.n. plaatsgevonden rond West-Terschelling, Midsland, Formerum, Hoorn en Oosterend. Tussen deze kernen zijn echter de open gedeelten redelijk open gebleven, waarbij de typische gelede structuur van het bebouwingslint van de genoemde dorpen met bebouwing op de eertijds hogere delen en open stukken in de lagere delen dus bewaard is gebleven. Verdichting van de recreatieve bebouwing heeft vooral plaatsgevonden in West aan Zee en Midsland aan zee, alsmede langs de binnenduintrand in de polder.



Figuur 12. De ligging van het stedelijk gebied, verspreide en gesloten bebouwing (in grijs resp. zwart weergegeven) op Terschelling voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder) .



Figuur 13. Verstedelijking. De ontwikkeling in stedelijk areaal voor de periode 1949-2000.

Struweel- en bosvorming

De toename van bos voor betreffende periode is niet spectaculair (figuur 15). Het meeste bos is vóór 1950 in de crisis periode (1910-1930) aangeplant (zie paragraaf 4.1). Nadien heeft er slechts sporadisch en op kleine schaal aanplant van bos plaats gevonden. De totale oppervlakte aan struweel lijkt gering. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn de relatief arme voedingsbodem waardoor struweel zich moeilijk ontwikkelt. Dit bijv. in contrast met mineraalrijkere substraten in het Duindistrict, zoals op Voorne of in de Zuidhollandse vastelandduinen. Een andere oorzaak voor het geringe oppervlak aan struweel zou kunnen liggen in een onderschatting van het areaal door het relatief moeilijk herkenbaar en karteerbaar zijn van struweel op luchtfoto's; struweel komt niet in grote oppervlakte voor (als punt informatie). Ook de toename aan struweel in de periode 1949-2000 kan om die reden onderschat zijn. Echter het inzetten van grazers door SBB kan ook zijn effect gehad hebben op de relatief beperkte ontwikkeling van het struweel in de laatste periode. Figuur 14 geeft de ruimtelijke spreiding van struwelen en bossen op Terschelling weer. Door Zumkehr (2001) wordt de natuurlijke opslag van dennen op de Noordvaarder na 1970 gemeld; na 1990 worden die ook weer verwijderd.

1949 – 1969

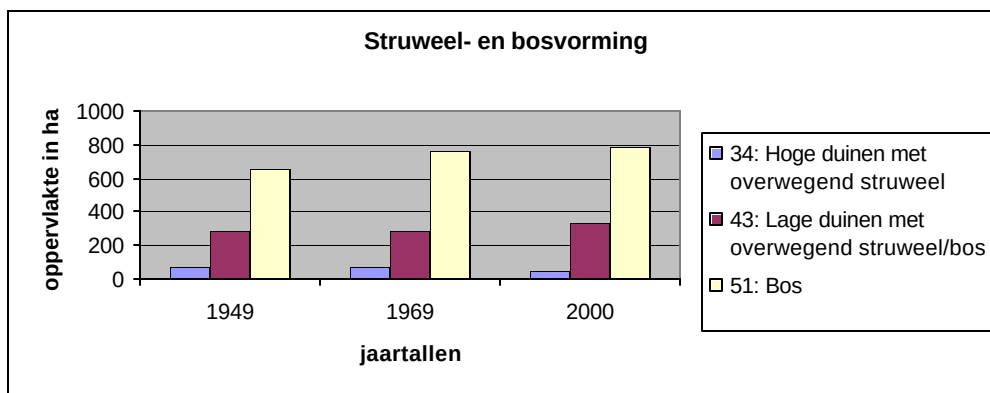
In de Berkenvallei heeft verstruweling/ verbossing van de heide plaats gevonden. Dit bos/struweel is ontstaan uit natuurlijke opslag. Dat met name dit gebied sterk verstruweelt is mogelijk een effect van een relatief rijker substraat (Bakker et al., 1979) en een zelf versterkend effect van aanwezige zaadbronnen. Bosaanplant heeft plaatsgevonden op de grens tussen duin en polderlandschap ter hoogte van Hee en de recreatieve bebouwing bij Midsland. In betreffende periode is er bos verdwenen t.b.v. m.n. de stedelijke uitbereiding van West Terschelling. Er is enige uitbereiding van de beplanting nabij het bungalowpark Midsland-Noord.

1969 – 2000

Ook hier heeft de stedelijke uitbereiding van West Terschelling gezorgd voor een afname in bosareaal rond West Terschelling. Het proces van verbossing is voortgeschreden in de Berkenvallei. Verder heeft er bosaanplant plaats gevonden in de buurt van de Koegelwieck en ten noorden van Hee. Verstruweling op “de duintjes” van de Boschplaat is waargenomen na vergelijking van de interpretaties van 1969 en 2000. Ook elders in de duinen is dat op de foto's in mindere mate waar te nemen.



Figuur 14. De verspreiding van bos (zwart) en voor de lage en hoge duinen struweel (grijs resp. geel) op Terschelling voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder).



Figuur 15. Struweel en bosvorming. Het areaal aan struweel en bos op Terschelling voor de periode 1949-2000.

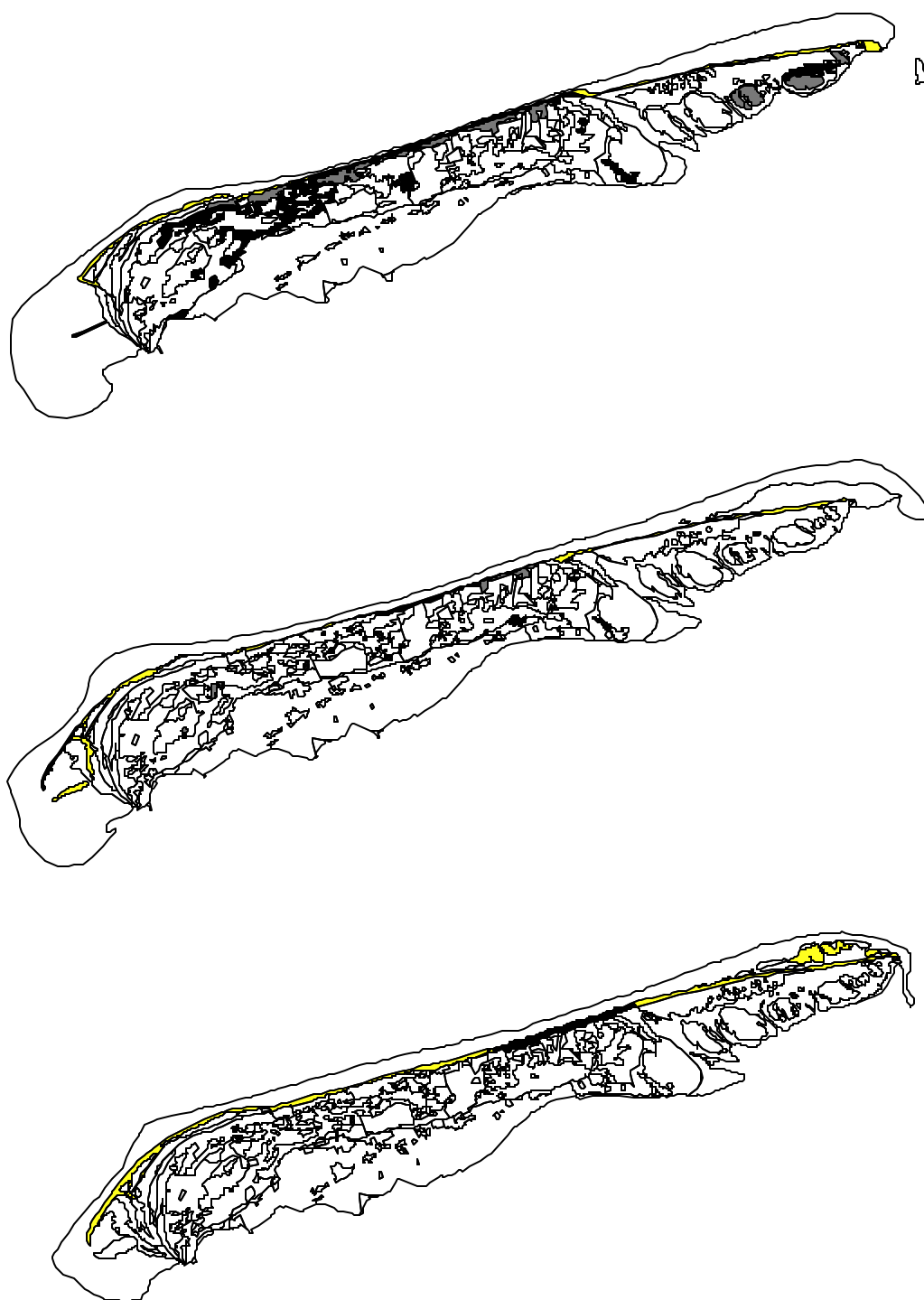
Verstuiven/vastleggen duinen

Het proces van verstuiven cq. vastleggen van de duinen beperkt zich tot de hogere duinen. De duinen gelegen in de binnenrand zijn over het algemeen al eerder vastgelegd. M.u.v. de zeereep wordt uit figuur 17 duidelijk dat het proces van verstuiving sterk is afgenomen in de betreffende periode.

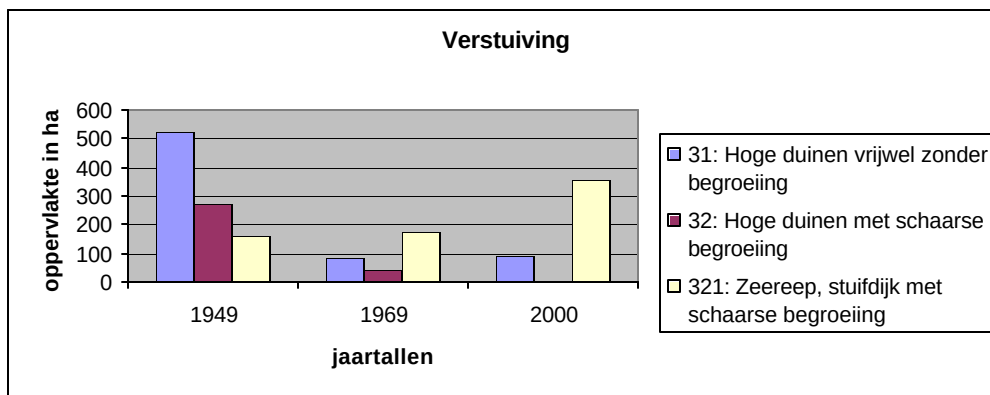
1949 – 1969

In deze periode heeft zich op de Boschplaat noordelijk van de stuifdijk een strandvlakte met lage duintjes gevormd (figuur 8). Verder is de vorming van “de duintjes” op de Boschplaat doorgegaan. Enkele duinen zijn waarschijnlijk hoger geworden en/of meer vastgelegd. Rond de Noordvaarder heeft een duidelijke uitbereiding van het duingebied plaats gevonden in westelijke richting. Zumkehr (2001) vermeldt stuifdijk-aanleg tussen 1948 en 1950 op het westelijk deel. De al bestaande duinen zijn verder begroeid geraakt.

Verstuiving van grote duingebieden op geheel Terschelling, maar m.n. tussen de Noordvaarder en Midsland aan Zee en rond West Terschelling is sterk afgenomen in betreffende periode. Echter op beperkte schaal zijn ook enkele nieuwe verstuivingen in het (midden van) duingebied ontstaan tussen Midsland aan Zee en de Boschplaat (figuur 16). Mogelijk zijn deze toe te rekenen aan vergravingen en ophogingen t.b.v. een secundaire waterkering. Deze worden door Zumkehr (2001) vermeld voor de periode 1960-1970.



Figuur 16. Het proces van verstuiving en vastleggen van duinen ruimtelijk weergegeven voor Terschelling (eenheid 31: zwart, eenheid 32: grijs, eenheid 321: geel). Van boven naar onder: 1949; 1969; 2000.



Figuur 17. Verstuiving. De oppervlakten aan hoge duinen met schaarse begroeiing of vrijwel zonder begroeiing voor de jaren 1949, 1969 en 2000.

1969 – 2000

Voortgang van de vorming (opbouw en vastlegging) van duinen op de Boschplaat (noordelijk van de stuifdijk) en Noordvaarder die al ingang gezet was in de voorliggende periode. Verder is de stuifdijk op de Boschplaat zowel verbreed als in hoogte gegroeid.

Over het algemeen is het proces van vastleggen van stuifduinen dat in de voorliggende periode is ingezet verder gegaan. De nieuwe verstuivingen van voorliggende periode en de uit 1949 bestaande stuifduinen (kale of zeer schaars begroeide duinen), zoals het Parapluduin, zijn vastgelegd door natuurlijke vegetatieontwikkeling. Verder heeft er in betreffende periode een uitbreiding van de zeereep tussen Koegelwieck en West aan Zee plaats gevonden.

Westelijk van de stuifdijk op de Boschplaat is een nieuw proces van verstuiving begonnen. De vegetatie langs de kust in een strook van 4-5 km lang en 100 – 250 m breed is nagenoeg verdwenen. Dit past in de strategie van RWS om de zeereep hier, waar de kust gedurig terugschrijdt naar binnen te laten komen. Recentelijk poogt men dit op een wat natuurlijker wijze te laten gebeuren.

Natuurbouw

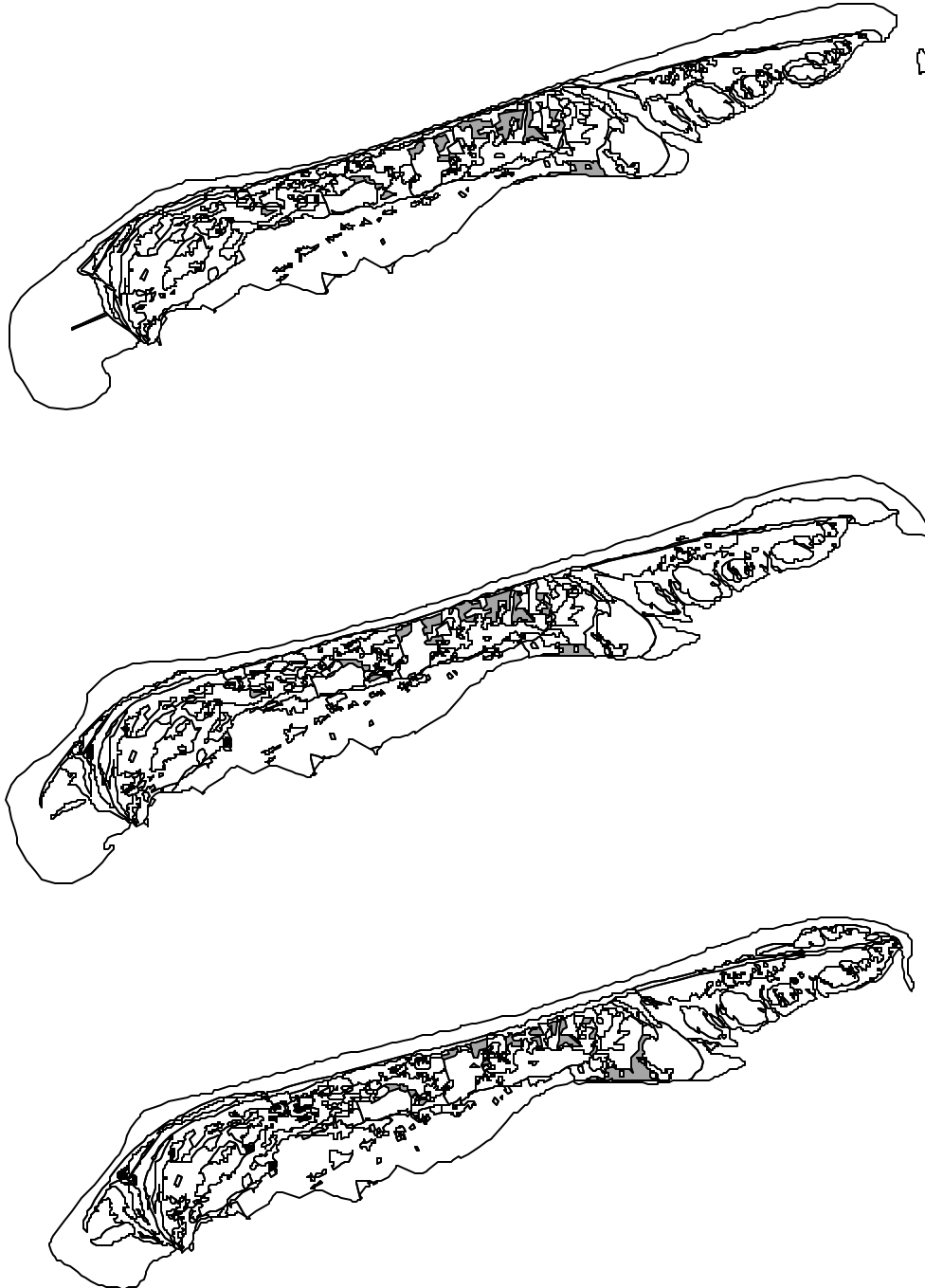
Natuurbouw en omvormingsbeheer wordt inzichtelijk gemaakt in figuur 18 en 19. De lage duinen met moeras, open water en/of riet die na 1949 zichtbaar worden, zijn ontstaan a.g.v. van uit- of afgraven cq. afplaggen. Ook het uit cultuur nemen van graslanden in het duingebied wordt gezien als een soort van natuurbouw en omvormingsbeheer. Echter het verruigen van deze gebieden is moeilijk op luchtfoto's waarneembaar (zie schaalvergroting). Verder zou de afname van cultuurgrasland in duingebieden (eenheid 45) sterker zijn indien het gebied direct oostelijk van Oosterend op de Boschplaat niet in gebruik was genomen als grasland.

1949 – 1969

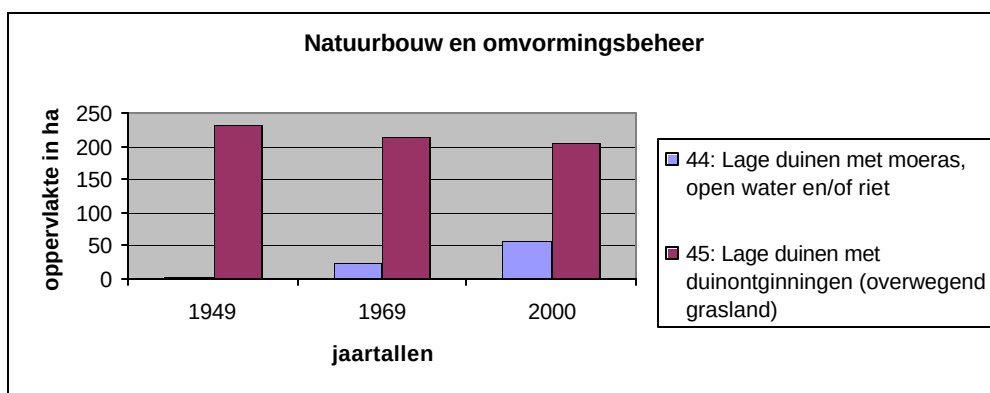
Heide plaggen en/of uitgraven/vernatting van heidegebieden is slechts op kleine schaal waargenomen bij de vergelijking van beide interpretaties. Het uit cultuur nemen van grasland is nog minimaal. Het is in deze periode slechts waargenomen a.g.v. uitbereiding van de strandvlakte en/of verstuiving van de duinen bij de Koegelwieck. Wel is uit de literatuur bekend dat er enkele uitgrazingen op kleine schaal zijn geweest.

1969 – 2000

In deze periode is het aantal en de oppervlakte van uitgegraven of afgeplagde plekken duidelijk toegenomen (m.n. tussen West a. Zee en Midsland a. Zee), terwijl ook de oppervlakte aan cultuurgrasland in de natuurgebieden afneemt. Een en ander past in dit tijdvak, waarin natuurbouw, vernatting- en omzettingsbeheer de boventoon voeren. Een uitzondering hierop is het hierboven genoemde gebied oostelijk van Oosterend.



Figuur 18. Ruimtelijke spreiding van lage duinen met moeras, open water en/of riet (zwart) en duinontginningen (graslanden) (grijs) voor de jaren 1949, 1969 en 2000 (van boven naar onder).



Figuur 19. Natuurbouw. De ontwikkeling van nieuwe natuur voor de periode 1949-2000.

5 Ecologische interpretatie

5.1 Algemeen

De ecologische interpretatie houdt in dat de geregistreerde veranderingen in grondgebruik of vegetatiebedekking (naar aard en oppervlak of geografische situatie) bekeken kunnen worden op hun bijdrage aan aspecten van biodiversiteit: ontstaan/vergaan, toename, herstel. Daarbij is er vooral aandacht voor de rol van natuurlijke processen en het terreinbeheer dat daaraan sturing kan geven in de bestaanskansen van typerende vegetatietypen. Aan fauna is hier geen of amper aandacht besteed. Het belang van een blik in het verdere verleden is dat daaruit ook lessen voor de verdere toekomst mogelijk kunnen zijn: I) welke natuurlijke processen (en in welke dosering) dragen bij aan biodiversiteit en II) in welke mate kunnen eenmalige of terugkerende ingrepen daaraan positief bijdragen. Ook de geografische positie is dan belangrijk: waar liggen de beste kansen?

5.2 Een stukje theorie

We ontkomen niet aan een klein stukje ecologische theorie en ervaringskennis (men leze verder in Bakker et al., 1981; Wiersinga en Van Zoest, 1990; Klijn, 1990; Kuiters, in prep.; Londo, 1999). Kort door de bocht valt de vegetatiekundige diversiteit (plantengemeenschappen en flora) terug te voeren op de volgende basiscondities:

- variatie in abiotische condities : moedermateriaal / bodemgesteldheid; nat / droog; kalkrijk / -arm; oligotroof / eutroof; zout / zoet ; licht / donker; met bijbehorende gradiënten (overgangen)
- voldoende groot oppervlak (m.n. ook voor grotere fauna-elementen) van biotopen en/of voldoende verbinding daartussen
- het blijvend bestaan van uiteenlopende successiestadia: van pioniergezelschappen tot eindstadia; dit in het licht van bodemkundige en vegetatiedynamische "verouderings- resp. successie-processen
- om aan enkele c.q. de meeste van de voorgaande eisen te voldoen is het van belang dat:
 - isolatie door bebouwing en/of infrastructuur wordt vermeden het eiland zoveel mogelijk abiotische variatie en overgangen kent
 - de natuurlijke dynamiek behouden blijft (kustafslag en aangroei; overspoeling; verstuing; vraat), waardoor de successie wordt teruggezet.
 - waar nodig (aanvullend) beheer de variatie in ruimte en tijd blijft waarborgen (bv door plaggen, uitgraven, maaien, beweiden)
 - versnippering en
- systeem- c.q. eilandspecifiek valt rekening te houden met eigenschappen van het moedermateriaal (zeer kalkarm zand en de respectieve ontwikkelingsstadia en -perioden van de natuurlijke successie). Het is bekend dat uitloging en verzuring relatief snel verlopen, struweel - en bosontwikkeling relatief langzaam (t.o.v. kalk-

- en mineraalrijkere duinen). Het benutten van natuurlijke en antropogene dynamiek dient daar op aan te sluiten.
- Voor natuurlijke processen dienen tijd- en ruimteschaal adequaat te zijn en waar nodig door de mens mogelijk gemaakt.
 - Het voorkomen en compenseren van invloeden met negatieve uitwerking op natuurlijke ecosystemen (bv, verzuring, eutrofiëring, leidend tot o.a. verarming en vergrassing; verdroging, leidend tot het wegvallen van milieutypes). Hierover is veel bekend in het kader van het programma effectgerichte maatregelen (EGM), nu Overlevingsplan Natuur (OBN) geheten.

5.3 Ecologische hoofdlijnen in het verleden

Ruwweg zien we voor Terschelling de volgende macrotrends in de beschreven periode:

- *kustlijn-/duinvoetveranderingen*: zeer veel dynamiek is te registreren aan de uiteinden van het eiland met grote terreinwinst door Boschplaat en Noordvaarder. Feitelijk zijn beide uiteinden sterk gegroeid in voorgaande eeuwen: De Boschplaat lag in de 17e eeuw nog los van Terschelling en werd in de eerste helft via een solide stuifdijk permanent aan Terschelling verbonden. De Noordvaarder volgde in 1866 door vergroeiing met de westzijde van het eiland (Smit, 1972). Voorts is met name in de periode 1910 - 1935 veel activiteit ontwikkeld in het aanleggen van stuifdijken (Grote Stuifdijk op de Boschplaat; Kroonspolders), leidend tot verlegging van duinvoeten en afsnoering strandvlakten, daarnaast is een relatief natuurlijk gebied ten noorden van de stuifdijk ontstaan (Cupido's polder); stuifdijkaanleg op de Noordvaarder ging door tot na WO II; het middendeel van het eiland, tussen ca. Paal 10 en paal 20 is de kust merendeels erosief en is de zeereep landinwaarts verplaatst. Dit is eigen aan de lange-termijnontwikkeling van een eiland dat feitelijk door oost- en westwaartse uitbreidingen "te lang" is geworden vanuit kustmorfologisch perspectief (Bakker et al., 1979; Klijn, 1981)
- *Verstuivingen en vastlegging*: in de literatuur (Van Dieren, 1934; Van Eeden, 1885; Holkema, 1870; Klijn, 1974; 1981) is het duidelijk dat Terschellinger duinen in de tweede helft van de 19e eeuw buitengewoon sterk verstoven en dat vastlegging door dichtleggen van stuifplekken, helmaanplant en bebossing massaal werd toegepast, evenals het weren van begrazing. Dit is een proces met een lange looptijd en nawerking. We zien ook nog op de luchtfoto's sinds 1949 een toenemende mate van vastlegging (afname van kaal en schaars begroeid oppervlak). Verder is het duidelijk dat in de na-oorlogse jaren een extra factor zich heeft gemanifesteerd: de invloed van atmosferische depositie van voedingsstoffen heeft ook in de hogere duinen voor vergrassing gezorgd (Vertegaal et al., 1991). Er kan worden gesproken van een mate van vastlegging die historisch gezien ongekend is en vanuit ecologisch perspectief verre van wenselijk (o.a. Klijn, 1990). Door de toegenomen stabilisatie van de duinen is ook de uitloging als belangrijk mechanisme in de bodemvorming en de resulterende verzuring doorgedaan.
- *Ontginningen en bebossingen in het duingebied*: ontginningen van duinweilanden (incl. ontwateringen) en de aanleg van bos kenden een piek in de jaren 1910 tot 1930.

Dit had te maken met de volgende factoren : compensatie van het verbod op vrije begrazing in duinen (Oeral-weide); het vastleggen van duinen, houtbehoefte en werkverschaffing in crisistijd. Ook voor bosaanleg (1910-1930) zijn terreinen ontwaterd. Daarnaast zijn valleien ontgonnen voor de cranberry-teelt. Veel van de duinontginningen zijn snel of na veel langere tijd weer verlaten en als natuurterrein in beheer genomen. Ook zijn bossen omgezet in loofbos, een maatregel die in het beginsel verrijkend kan werken in ecologisch en landschappelijk perspectief. In beide systemen (bossen, duinontginningen) zijn ontwateringsstelsels in onbruik geraakt of bewust afgesloten teneinde vernattingdoelen te realiseren.

- *Voortgaande successie, heideontwikkeling, spontane bos- en struweelvorming:* door toenemende stabilisatie in de vaste duinen treedt natuurlijke successie en bodemontwikkeling op ; dit gaat gepaard met ontkalking en/of humusaanrijking. Voor droge duinen betekent zulks een overgang van kalkafhankelijke vegetaties (bv duindoornstruweel) naar kalkarme vegetaties (Buntgras-/Korstmos); volgens de literatuur verloopt dit proces binnen enkele decennia. Natte duinvalleien ondergaan ook ontwikkeling van kalkrijke milieus, met o.a. Knopbiesvegetaties naar kalkarmere vegetaties met bv. Dopheide of Cranberry. Moerassen kunnen door aanrijking van organisch materiaal en eutrofiering rietmoerassen ontwikkelen. Vochtige valleien en voormalige weilanden kennen ook vaak vergrassing en opslag van Duinriet. Ook struweel- of boomopslag is een uiting van voortgaande successie. Met name de Berkenvallei geeft goed zicht op deze processen. Sinds het stoppen van begrazing c.q. het uit cultuur nemen van duinweilanden zien we ook daar opslag van bv. berken, kruipwilg. Nabij zaadbronnen (bestaand naaldbos) zien we op de Noordvaarder ook toenemende uitzaaiing van dennen, recentelijk weer tegengegaan door beheer. In de zilte sfeer (haloserie) is er weliswaar enige sprake van successie, maar regelmatige inundatie met zeewater zorgt ervoor dat kwelders zich niet verder ontwikkelen tot opgaande begroeiing.
- *Kweldervorming:* oorspronkelijk was het aandeel kwelders op het eiland relatief bescheiden: de meest beschutte delen aan de zuidzijde van de Boschplaat, enkele buitendijkse delen aan de waddenkant van de polderdijk (deel van een in de middeleeuwen veel groter gebied. Dankzij de afgrendeling van een groot deel van de Boschplaat is daar een enorme oppervlakte lage en hoge kwelder bijgekomen, een proces dat zich in enkele decennia voltrok en toen min of meer tot stilstand kwam. Noordelijk van de stuifdijk heeft zich inmiddels in een veel natuurlijker situatie kweldervorming voorgedaan op kleinere schaal. Op de Noordvaarder (en Groene Strand) zijn ook kweldermilieus ontstaan.
- *Natuurherstel/ -bouw:* hoewel ook eerder in de vorige eeuw natuurherstel en natuurbouwprojecten met dat expliciete doel zijn uitgevoerd (uitgraven van plasjes of afplaggen; vgl het Van Hunenplak, Ijsbaantje) is er in de 90'er jaren op veel grotere schaal uitvoering aan gegeven, met name in projecten tussen West aan Zee en de Koegelwieck. Op de meest recente luchtfotoserie zijn veel projecten herkenbaar. Uitgebreidere informatie geeft Zumkehr (2001). Deze periode markeert een fase met doelgerichte mechanische ingrepen op grotere schaal, waarbij herstel van duinmeren, natte en schrale valleien en soms stuifplekken (experiment Elorado) voorop stonden, e.e.a. gestimuleerd door extra

fondsen voor die doelen, zoals het programma Effectgerichte Maatregelen (EGM) van LNV; later OBN genoemd (Overlevingsplan, Bos en Natuur).

- *Verstedelijking/bebouwing/infrastructuur*: Terschelling zelf heeft een gematigde bevolkingsgroei ondergaan, verder is met name de behoefte aan verblijfs-accomodaties reden voor extra bebouwing en de nodige infrastructuur (verharde wegen, parkeerplaatsen, fietspaden). We zien zowel bij de analyse van de topografische kaarten als bij de terreindekkende luchtfoto-interpretaties een toename van gesloten en extensieve bebouwing. Daarnaast is enige infrastructuur aangelegd. In het algemeen blijkt de min of meer gesloten bebouwing aan te sluiten bij bestaande kernen (m.n. West Terschelling en Midsland), waarbij de open groene stukken tussen de (wat hoger gelegen) kernen redelijk open zijn gebleven. Recreatieve bebouwing in de duinen blijft beperkt tot enkele concentraties, daarin is na de laatste decennia, weinig groei meer te registreren. De meeste uitbreiding van verblijfsrecreatieve accommodatie zit langs de binnenduinrand. De open polder zuidelijk van de hoofdas van de bewoningskernen is merendeels open gebleven. Met nadruk zij gesteld dat dit macrobeelden betreft. Het geografische materiaal is niet geschikt en/of gebruikt voor detailveranderingen. Vanuit natuurbehouds- en ontwikkelingsperspectief kan gesteld dat duinen en kwelders amper aan versnippering onderhevig zijn; wel zijn de overgangsgebieden van duin naar polder over grote lengtes door bebouwing en infrastructuur gescheiden geraakt.
- *Veranderingen in het agrarisch gebied*: was de Terschellinger polder voorheen een zeer kleinschalig agrarisch gebied, waarin door kleine bedrijven zowel akkerbouw als veeteelt werd bedreven op gronden met flink wat fysieke beperkingen (wateroverlast, weinig of slechte ontsluiting), door schaalvergroting en twee ruilverkavelingen/ landinrichtingen is het aanzien flink veranderd (kavelvergroting, ontwatering, ontsluiting, egalisaties). Tussen 1850 en 1900 groeide het aantal kleine gezinsbedrijven nog van 200 - 250, nadien is de afname sterk: 56 bedrijven in 1977; deze afname is voortgezet. Akkerbouw (rond 1900 nog 500 ha tegen 14 ha rond 1990 (Visser, 1991)) is verdwenen, al heeft nu de maïsteelt soms enkele percelen in gebruik. De kavel- en bezitsstructuur is sterk vereenvoudigd. In de lagere delen is het open en rustige karakter gehandhaafd, in de zone nabij de duinrand is veel recreatieve bebouwing verschenen en daarmee gepaard gaande is de dichtheid aan hagen en windsingels sterk toegenomen, terwijl deze beplanting ook verder uitgroeit ten opzichte van het traditioneel beheer van eind 19e / begin 20e eeuw, waar het elzenhout veel vaker werd afgezet. Dit heeft ecologische betekenis voor vogels en landschappelijke betekenis: een typerende zone en tevens visuele afscherming van zomerhuisjes en caravanterreinen.

5.4 Toetsing aan botanische ontwikkelingen in de laatste eeuw

Door Visser (1979) is op basis van botanische inventarisaties in het verleden een overzicht gemaakt van de floristische ontwikkelingen op Terschelling. Deze komen kort samengevat hierop neer: de Terschellinger flora is de afgelopen honderd jaar

veelsoortiger geworden, maar dan vooral als gevolg van menselijke invloeden (met inachtneming van het feit dat een deel van de toename aan intensievere floristische inventarisaties kan worden toegeschreven). Hij geeft de volgende cijfers:

1870 : 385 soorten
1900 : 416 soorten
1920 : 534 soorten
1940 : 575 soorten
1975 : 626 soorten

Deze auteur merkt daarbij op dat de toename van " gewone ", door menselijke ingrepen en invloeden te verklaren soorten het grootste deel van de toename verklaart. De meer karakteristieke en bijzondere soorten voor duinmeren, duinvalleien, droge duinen, of extensief gebruikte graslanden zijn daarentegen deels op hun retour geraakt. Volgens deze en andere bronnen kan daarvan de verklaring gezocht worden in de toegenomen fixatie en de veroudering van duinen (bodembkundig), de nivellerende invloed van ontwatering in duin en polder, het wegvallen van extensief begrazingsbeheer in de duinen en het intensiever en uniformer gebruik van de polder (meer bemesting, diepere ontwatering, regelmatig scheuren, wegvallen van akkerbouw). Daarenboven is de eutrofiërende invloed van de atmosferische depositie een verdachte factor.

5.5 Waarschijnlijke lange termijn ontwikkelingen

Het inzicht in de historie van het eiland kan lessen bevatten voor de lange termijn strategie voor de toekomst. Daarom is het belangrijk na te gaan wat de verwachtingen voor de toekomst zullen zijn. Waarschijnlijke ontwikkelingen zijn achtereenvolgens:

- Kustlijnveranderingen :

- a. insnoering van het middengedeelte van het eiland aan de Noordzeekustzijde. Deze trend zal zich vermoedelijk doorzetten en dus bij het niet tegengaan door bv. strand- of vooroeversuppleties een verdere versmalling van het eiland en een landinwaarts verplaatsende zeereep te zien geven. Interessant is de vraag of dit ter hoogte van paal 19/20 aanleiding zou kunnen en mogen geven tot een doorbraak van de stuifdijk annex zeereep.
- b. De dynamiek aan de uiteinden van het eiland nabij de zeegaten zal zowel winst als verlies kunnen opleveren.

De kustlijndynamiek wordt waarschijnlijk versneld door de verwachte extra zeespiegelrijzing en storm(vloed)frequentie, die samenhangen met klimaatveranderingen.

- Veroudering en verzuring van duinecosystemen;

Door fixatie en bodemvormende processen zullen uitloging en bodemverzuring in alle vastgelegde duinen doorgaan. Dit kan op den duur een verarming in flora en

fauna te zien geven. Tegenmaatregelen zijn het versterken van de natuurlijke dynamiek (o.a. verstuingen) of natuurbouw.

- Verminderde milieubelasting en verdroging:

Door de uitwerking van stringenter milieueisen t.a.v. de uitstoot van verzurende en eutrofiërende stoffen en het anti-verdrogingsbeleid kan worden aangenomen dat de milieubelasting door (een combinatie van) deze factoren zal verminderen. Mogelijk zal de hydrologische situatie, waarbij in het cultuurland en de bewoonde gedeelten frequenter overlast van hoge waterpeilen vragen om lokale aanpassingen vragen.

- Voortgaande ruimtedruk vanuit bebouwing en recreatie:

Naar verwachting zal de ruimtevraag voor permanente behuizing en recreatieve woningen zich doorzetten. Daarmee samenhangend zal ook het verkeersaanbod en de behoefte aan parkeerruimte groeien.

- Omzetten naaldbos naar loofbos:

Naar verwachting wordt dit beleid voortgezet.

- De toekomst van het landbouwkundig gebruik:

De ontwikkelingen in de agrarische sector, -op het eiland overwegend melkveehouderij - zijn onzeker. Enerzijds kan een verdere bedrijfsvergroting en/of bedrijfsbeëindigingen verwacht worden en anderzijds een toename van nevenactiviteiten (recreatie) of natuur- en landschapsbeheer voor de meest marginale of kansrijke gronden.

5.6 Beoordeling bestuur en beheer

Aanvankelijk bestond het voornemen om de in deze studie geregistreerde landgebruiksveranderingen te confronteren met het (ruimtelijk) beleid in deze onderzoeksperiode. Om de volgende redenen is die confrontatie van beperkte aard gebleven:

- De mogelijkheid om voor de gehele periode relevant materiaal m.b.t. ruimtelijke plannen (nationale plannen, streekplannen, structuurplannen e landschaps-structuurplannen, bestemmingsplannen, beheersplannen) maar ook gegevens m.b.t. de naleving daarvan te verzamelen en te interpreteren: dit is een (te) tijdrovende exercitie gebleken om binnen de limiet van tijd en geld te combineren met de andere onderzoeksonderdelen.
- De beperkingen in het materiaal van oude kaarten en luchtfoto's: deze vertonen per definitie niet het detail dat zou passen bij een systematische studie naar beleids- en beheerseffecten. Het zou veel aanvullend werk vragen om voldoende concrete en gedetailleerde gegevens te verzamelen om uitsluitel te geven of het kaartmateriaal en foto-materiaal de juiste indicaties geven.
- Het feit dat door de 1e auteur (Klijn, 1974) in 1973 een analyse is gemaakt van bestuur en beleid voor geheel Terschelling op basis van streekplan, nationale plannen, structuurplan en bestemmingsplan buitengebied. Op dat moment bleek het ruimtelijk beleid in de opvolgende, onderling 'gerelateerde' plannen in ieder

geval consequent en redelijk voorzien van continuïteit. Hoe de situatie zich nadien heeft ontwikkeld en in hoeverre de 'echte' veldsituatie afweek van de bestuurlijk wenselijk en in bestemmingsplan vastgelegde, is niet onderzocht. Een dergelijke aanvullende studie voor de daaropvolgende zou enkele weken extra tijd vragen.

6 Discussie en conclusies

6.1 Methode: gegevens en interpretatie

Het resultaat van een studie zoals hierboven beschreven is, wordt in belangrijke mate bepaald door de kwaliteit van de beschikbare luchtfoto's en kaarten. Voor een goede interpretatie van de luchtfoto's is echter ook additionele informatie onontbeerlijk. In deze studie was die informatie in ruime mate aanwezig, o.a. topografische kaarten, AHN, LGN en veldkennis bij enkele van de auteurs van de afgelopen 30 jaar t.a.v. begroeiing en landgebruik op Terschelling. Indien deze kennis niet aanwezig is, dient deze lacune door veldwerk en raadpleging van (andere) historische bronnen opgevuld te worden.

De kwaliteit van de luchtfoto's uit de verschillende jaren en binnen een jaar is meestal een vaststaand gegeven. De verschillen tussen de luchtfoto's in geometrische correctie ('passing'), resolutie, schaal, contrast tussen kleuren (grijstint) en texturen bepalen echter wel voor een groot deel de kwaliteit van de uiteindelijke interpretatie (m.n. het aantal te onderscheiden eenheden, nauwkeurigheid geometrie en thematiek). Verschillen in geometrische correctie tussen de luchtfoto's zorgen ervoor dat naast elkaar liggende luchtfoto's niet perfect aan elkaar passen of dat de uiteindelijke mozaïeken voor de verschillende jaren niet goed over elkaar heen passen. De geometrie van (interpretatie-) grenzen krijgt daardoor een bepaalde onnauwkeurigheid. Deze onnauwkeurigheid tussen de jaren is d.m.v. de retrospectieve kartering grotendeels ondervangen. Daarnaast bemoeilijken verschillen in textuur, helderheid, kleur en resolutie een eenduidige interpretatie. Zowel het trekken van grenzen als het vergelijken van eenheden in de tijd of gelegen op verschillende locaties (op één tijdstip) wordt daardoor bemoeilijkt (geometrische en thematische onnauwkeurigheden). M.n. de luchtfoto's van 1969 worden qua helderheid, kleur en resolutie als beperkend ervaren in de interpretatie.

De invloed van de verschillen in kwaliteit tussen luchtfoto's op de uiteindelijke interpretaties is moeilijk te kwantificeren. In algemene termen gesproken kan gesteld worden dat de zwakste schakel de kwaliteit van het uiteindelijk eindresultaat voor dat gebied bepaald. Indien bijvoorbeeld de resolutie laag is en/of het contrast tussen verschillende texturen en/of kleuren (grijstint) op een bepaalde luchtfoto te wensen overlaat, kan voor dat gebied geen gedetailleerder resultaat te behalen zijn dan dat die luchtfoto toestaat. De slechtste luchtfoto bepaald vervolgens in belangrijke mate het detail van de legenda die voor alle interpretaties bruikbaar moet zijn.

De enige kwantitatieve informatie die een indicatie voor de kwaliteit en/of mate van detail is, zijn de variërende schaal 1:18.000 – 1:25.000 van de luchtfoto's, de resolutie van 0.5 tot 1 meter van de luchtfoto's en het feit dat de meeste gekarteerde eenheden groter zijn dan 1ha (>95%).

Bepaalde veranderingen zijn niet of moeilijk afleesbaar van luchtfoto's. Sommige veranderingen vinden lokaal (puntlocatie) plaats en zijn dan moeilijk te kwantificeren.

Natuurlijk speelt hierbij ook mee dat grenzen tussen begroeiingen een fuzzy karakter hebben. Een grens ligt niet eenduidig vast hetgeen monitoren van veranderingen er niet makkelijker op maakt. Wanneer heeft op een verlaten grasland bijvoorbeeld voldoende struweelvorming plaatsgevonden om de verandering ook daadwerkelijk door te voeren in de interpretatie. Het onderscheid in naald- en loofbos is bijvoorbeeld niet meegenomen in deze studie. Het is immers moeilijk vast te stellen wanneer een naaldbos zodanig verloofd is dat je het moet classificeren als loofbos. Veranderingen in begroeiingen die de processen van vergrassing/verruiging, vernatting, verdroging en/of verzuring weergeven zijn ons inziens niet te af te leiden uit het vergelijken van de luchtfoto-interpretaties van 1949, 1969 en 2000. Voor een belangrijk deel is het verschil in kwaliteit tussen de luchtfoto's hier debet aan, maar anderzijds zijn veranderingen in vegetatie a.g.v. deze processen niet altijd waarneembaar en/of te volgen in de tijd. Als een bepaalde begroeiing geen verschil in reflectie t.o.v. een andere begroeiing heeft, zijn beiden niet van elkaar te onderscheiden.

Struweel- en heidevorming hebben minder plaatsgevonden dan verwacht. Boven- genoemde redenen zouden hier een verklaring voor kunnen zijn (kwaliteit luchtfoto's, fuzzy grenzen). Echter bepaalde processen kunnen er ook voor zorgen dat de toe- en afname aan oppervlakte van een begroeiingstype in balans blijft. Het oppervlakte heide neemt bijvoorbeeld toe a.g.v. verzuring, maar neemt weer af ten gevolge van struweelvorming. Een nadere analyse is dan gewenst. Het achterblijven van een bepaalde ontwikkeling kan ook nog weer andere oorzaken hebben. Het substraat kan zo arm zijn dat struweelvorming niet of slechts zeer langzaam verloopt (zie ecologische interpretatie).

In deze studie waar de begroeiing en het landgebruik op Terschelling op drie verschillende tijdstippen is gekarteerd, is gekozen voor de methode van retrospectieve kartering (het terug in de tijd karteren van eenheden). De gevolgde methode van retrospectieve kartering zorgt ervoor dat een deel van de onzekerheden die ontstaan bij de interpretatie van luchtfoto's voor verschillende tijdstippen wordt ondervangen. De grenzen en interpretatie die het best vastgelegd kunnen worden dient als basis. In dit geval de interpretatie van de luchtfoto's van 2000, omdat hier de meeste additionele informatie (o.a. expertkennis en een vegetatiekaart van SBB) van beschikbaar is. Verder worden veranderingen tussen jaren beperkt tot werkelijke veranderingen aangezien het digitale bestand van 2000 wordt getransformeerd naar de coördinaten van de luchtfoto's van een eerder tijdstip (1969 en 1949).

De luchtfoto's zijn digitaal geïnterpreteerd m.b.v. GIS programma's. De voordelen die dit met zich meebrengt bij interpretatie en analyse van de luchtfoto's worden bekend verondersteld. Echter met name willen wij hier benadrukken dat de interpretatie veel nauwkeuriger mogelijk was a.g.v. de mogelijkheid de luchtfoto's naar wens in detail te kunnen bekijken (inzoomen). Ook het digitaal transformeren van bestanden naar coördinaten van andere jaren is een duidelijk voordeel van het gebruik van een GIS. Verder waren veranderingen in de begroeiing en het landgebruik tussen de jaren eenvoudiger te analyseren (m.n. oppervlakte statistieken, locatie en type van veranderingen). Een ander belangrijk voordeel van het gebruik

van GIS is dat de veranderingen in begroeiing en landgebruik beter inzichtelijk zijn te maken (o.a. d.m.v. kaartjes).

Het gecombineerde gebruik van luchtfoto's en GIS t.o.v. topografische kaarten biedt verder de mogelijkheid om een specifieke legenda en interpretatie te ontwikkelen die toepasbaar is voor alle tijdstippen.

Een laatste opmerking betreft het vastleggen van de grenzen van het eiland. In bovengenoemde studie is geen rekening gehouden met eventuele verschillen in waterstand a.g.v. getijde en/of storm. De verandering in landoppervlak van Terschelling tussen de verschillende jaren kan daardoor enigszins onderschat of overschat worden. Ook dient opgemerkt te worden dat de grenzen van het eiland in de uiterste west en oost punt a.h.v. topografisch kaarten zijn geïnterpreteerd. Luchtfoto's ontbraken hier.

Verbeteringen – aanbevelingen:

Voordat aan deze studie begonnen werd was niet duidelijk tot in welk detail men veranderingen in begroeiing en landgebruik kon monitoren m.b.v. luchtfoto's. Veel tijd is gebruikt om tot een goede afstemming te komen tussen het detailniveau van de legenda en wat nog redelijkerwijs zichtbaar en interpreteerbaar is op de luchtfoto's uit verschillende jaren (herkenbaarheid en karteerbaarheid). Het dient voorkomen te worden dat er een nauwkeurigheid wordt gepretendeerd die niet verdedigbaar is.

In een eventuele toekomstige studie dient men prioriteit te geven aan een goede vertaalsleutel tussen de legenda (-opbouw) en kenmerken van karteerbare eenheden op de verschillende sets van luchtfoto's. Men dient zich hierbij direct af te vragen of hetgeen men wil bereiken met de studie haalbaar is d.m.v. interpretatie van luchtfoto's van verschillende jaren. Een duidelijke vraagstelling is daarom onontbeerlijk.

Voor de interpretatie van hoogteverschillen (m.n. het verschil in lage en hoge duinen) wordt het bekijken van luchtfoto's m.b.v. een stereoscoop aanbevolen. In deze studie is het gebruik van stereoscoop en daarmee de interpretatie in 3D achterwege gelaten. Voor de interpretatie van de luchtfoto's van 2000 is dit ondervangen door gebruik te maken van het AHN. De van het AHN afgeleide parameters zijn overgenomen naar de andere interpretaties van 1969 en 1949 en indien nodig naar eer en geweten aangepast. Echter de mogelijkheid dient overwogen te worden om in volgende studies de luchtfoto's stereografisch te bekijken.

Een andere mogelijke verbetering in het monitoren van veranderingen in begroeiing en landgebruik is een technische. In deze studie is na de voltooiing van een interpretatie het bestand gekopieerd/getransformeerd naar de coördinaten van de nieuwe luchtfotomozaïek. De kopie is dan gebruikt om waar nodig thematiek en/of lijnen aan te passen aan de interpretatie van de nieuwe set luchtfoto's. Het verdient echter aanbeveling de drie interpretaties op te bouwen in één bestand. Dit heeft i.t.t. de in deze studie gebruikte methode het voordeel dat je sneller kunt werken, je interpretaties makkelijker aan kunt passen en je waarschijnlijk een nauwkeuriger bestand opbouwt.

In deze studie is ervoor gekozen om vooral naar de **aard** van veranderingen in begroeiingen en/of landgebruiken te kijken. Voor de periode 1949 – 2000 is getracht inzichtelijk te maken welke dynamische processen er op Terschelling spelen en/of hebben gespeeld. Echter het is ook mogelijk om met de gevolgde methode van retrospectieve kartering veranderingskaartjes te genereren die inzichtelijk maken **waar** exact een bepaalde begroeiing veranderd is in een ander begroeiing en/of landgebruik voor verschillende perioden (1949-1969, 1969-2000 of 1949-2000). Deze methode maakt een meer gedetailleerdere analyse van locatie en type verandering mogelijk. Echter in deze studie werd dit niet beoogd.

6.2 Aanbevelingen voor het ruimtelijk beleid en voor een lange termijn beheersstrategie

In de door ons uitgevoerde studie is op een wat langere tijdsschaal dan gebruikelijk gekeken naar landschapsdynamiek. Bezien vanuit een ecologisch perspectief vallen de volgende zaken op als relevant:

- De landschapsdynamiek is zowel volledig natuurlijk (bv. kustafslag), semi-natuurlijk (aanleg stuifdijken en afsnoering van valleien of de invloed op de duinvastlegging) tot nagenoeg of geheel onnatuurlijk (ontwatering, ontginning, bebouwing).
- De aard, intensiteit en omvang van de veranderingen verschuiven per periode.
- Sinds halverwege de 19e eeuw is het eiland door kustaanwas, nieuwvorming van duinen en valleien, bebossing en cultuur invloeden, vastlegging sterker gedifferentieerd in milieutypen geworden, m.n. in duinen en kwelders.
- In de vorige (20e) eeuw is in de begindecennia relatief veel ingegrepen in het landschap: bebossing, ontginning, vastlegging, stuifdijkaanleg. Een deel van die invloeden heeft op de lange duur verrijkend gewerkt (ontstaan duinvalleien en kwelders), maar dat effect lijkt grotendeels uitgewerkt en overschaduwd door de lange-termijn-effecten van een ver doorgevoerde duinstabilisatie. Gecombineert betekent e.e.a. het sterk teruglopen van jonge begroeiingsstadia in kalkrijke en/of natte, zoete tot brakke situaties die erkend soortenrijk zijn (bv. Schoenetum). De doorgeschoten stabilisatie heeft tezamen met andere invloeden (verzuring, atmosferische vermesting door N-depositie, verdroging) de trend ingezet van vergrassing, vermossing, verlanding waarvan de (lange- termijn) effecten op de natuurlijke biodiversiteit niet positief beoordeeld worden.

Op grond van het voorgaande is een aantal aanbevelingen te geven. Deze zijn vooral bedoeld als aanzet voor de discussie. Het ligt in het voornemen om mede op basis van dit rapport een aparte rapportage/ brochure samen te stellen, waarin de discussievragen verder zijn aangescherpt, zodat op die basis met betrokkenen een bredere discussie en plaatsbepaling mogelijk is.

Ruimtelijk beleid:

Uitgaande van doelstellingen voor een optimaal natuur- en landschapsbeheer is het evident dat het ruimtelijk beleid:

- ervoor zorgdraagt dat het ruimtegebruik zeer restrictief wordt behandeld
- dat ruimtebeslag voor bebouwing en wegen minimaal is

- dat versnippering van natuurgebieden en open ruimtes achterwege blijft
- dat de aanwezige geleiding van dorpskernen, afgewisseld met open ruimtes gewaarborgd blijft
- bebouwing van duinen achterwege blijft, zeker in gebieden waar een natuurlijke kust-en duindynamiek wordt verwacht.

Lange termijn beheersstrategie:

In verband met het voorgaande valt bij een lange-termijn-beheersstrategie aan de volgende zaken te denken:

- Gerichte natuurbouwprojecten die jonge successiestadia bevorderen.
- Strategische keuzes die de natuurlijke landschapsdynamiek bevorderen en sturen: bv. stuifdijk/zeereep-ontwikkeling; verstuingen.
- Kustbeheer, mede gericht op het instant houden van incidentele aangroei en afslagprocessen.
- Het creëren van situaties waar natuurlijke kweldervorming door kan gaan.
- Het creëren van overgangsmilieus zoet-zout, zowel in natuurlijke situatie als in lage poldergedeelten.
- Het in alle gevallen bewust meekoppelen met natuurlijke processen.
- Het vermijden van verdergaande versnippering door bebouwing en/of infrastructuur, het doelbewust open houden of herstellen van belangrijke overgangsmilieus tussen zones (bv. duin binnenduinrandzone-polder). Dit vraagt een duidelijke geleiding en een extensief gebruik.

Om een en ander nader uit te werken en voor de belangrijkste betrokkenen en actoren als discussiestof aan te bieden is voorgesteld om een belangrijk deel van de resultaten van de onderhavige studie, aangevuld met andere relevante gegevens als brochure c.q. discussiestuk beschikbaar te maken en daarmee discussie-bijeenkomsten te ondersteunen waar lange-termijn beleid op ruimtelijk terrein en een lange termijnsbeheersvisie hoofdonderwerp is.

Literatuur

Abrahamse, J. & A. Woudstra, (red), 1990. Duinen in beweging. LVBW/Stichting Duinbehoud, Harlingen.

Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff, 1979. Basisrapport TNO duinvalleien; tevens Deelrapport Terschelling.

Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff, 1981. Nederlandse kustduinen; landschapsecologie. Pudoc, Wageningen.

Boodt, P.. 1934. De bebossing van de Noordzee-eilanden. Ned. Bosb. Tijdschr. 7: 177 e.v.

Buro Bakker, 2000. Vegetatiekartering van de terreinen van het Staatsbosbeheer op Terschelling 1998 – 1999. Buro Bakker, Assen.

Dieren, J.W. van. 1934. Organogenen Dünenbildung. Den Haag.

Dijkstra, H. et al.. 1997. Veranderend cultuurlandschap. Signalering van landschapsveranderingen van 1900 tot 1990 voor de Natuurverkenning 1997. DLO Staring Centrum, rapport 544.

Eeden, F.W. van, 1885. Terschelling. In: Album der Natuur.

Buit, A. & J.M.J. Farjon, 1998. LEDESS-Nederland; modelconcept, databestanden en kennistabellen van standplaatsen en vegetatiemodules voor een landschapsecologisch beslissingsondersteunend systeem voor nationale verkenningen. DLO/SC rapport.

Holkema, F., 1870. De plantengroei der Nederlandsche Noordzee-eilanden. Amsterdam.

Janssen, J.A.M., 1996. Project Kwantitatieve Validatie Vegetatiekaarten (KVVK). Deelrapport 1. Inventarisatie van onzekerheden in vegetatiekarteringen met behulp van luchtfoto's en voorstellen voor kwantificatietesten. Rapport MDGAR/GAT – 9638, Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft.

Janssen, J.A.M., 1999. Project Kwantitatieve Validatie Vegetatiekaarten (KVVK). Deelrapport 2. Kwantificatie van onzekerheden in visuele luchtfoto-interpretatie en inwinning van veldgegevens. Rapport MDGAR – 9906, Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft.

Janssen, J.A.M. & B. van Gennip, 2000. Methode. Een manier om betrouwbaar veranderingen in landschap en vegetatie te monitoren op basis van luchtfoto-karteringen. Landschap.

- Klijn, J.A., 1973. Bestuurbeheer van het eiland Terschelling.
- Klijn, J.A., 1974. Een landschapsecologische studie op de Oostpunt van Terschelling in de zomers van 1972 en 1973. DoctScr.UVA, Fys. Geogr. & Bodemk. Lab., Amsterdam.
- Klijn, J.A., 1981. De Nederlandse kustduinen; geomorfologie en bodems. Pudoc, wageningen;198 pp.
- Klijn, J.A., 1990. Duinvorming en bodemontwikkeling op de waddeneilanden. In Abrahamse en Woudstra (1990).
- Kramer, H. & W.Knol, 2002.Honderd jaar grondgebruik in Nederland digitaal in kaart gebracht. In: Geo-informatie dag Nederland.
- Kuiters, L., m.m.v. J.A. Klijn, 2001. Areaalindicaties voor processen op landschapsschaal. Alterra rapport in prep.
- Londo, G., 1997. Handboek Natuurontwikkeling. Bos- en Natuurbeheer in Nederland; Backhuys.
- Schmidt, A.M., van Rossum, G. & E.H. Kloosterman, 1997. De mogelijkheden van remote sensing bij kartering en monitoring ten behoeve van het natuurbeleid. Rapport NRSP-2 96-26. Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS).
- Schuring, H., F. v.d. Beemt & T. van Ruiten, 1992. Veranderend landschap; opnieuw op reis met oude schoolplaten. Min. LNV.
- Smit, G., 1971. De agrarisch-maritieme structuur van Terschelling omstreeks het midden van de 19e eeuw. Miedema pers, Leeuwarden.
- Smit, J., 1972. Terschellinger getij. atlasboeken; Knoop & Niemeijer, Haren (Gr.).
- Vertegaal, C. et al., 1991. Monitoring van effect gerichte maatregelen in de open droge duinen. Prae-advies Desk. Kam. LNV, Den Haag.
- Visser, J.C., 1947. Stuifdijken op Vlieland en Terschelling. TKNAG LXIV, 1; 31-39.
- Visser, G., 1979. Honderd jaar Terschellinger flora. 1870-1973. Midsland, Terschelling.
- Visser, G., 1991. De Bosplaat; Terschellingers scheppen Europees natuurreserveaat. Van Gorcum, 144 pp.
- Westhoff, V. & M.J. van Oosten, 1992. De plantengroei van de waddeneilanden. KNNNV/Pirola, Schoorl.

Wiersinga, W. & J. van Zoest, 1990. De natuur van de natuur. In Abrahamse en Woudstra. 1990.

Zumkehr, P., 2001. Calamiteiten Terschelling; intern rapport SBB.

Bijlage I Verklaring van de legenda van de topografische kaartanalyse

Noordzee/Waddenzee

Alle getijdewater dat niet droogvalt en deel uitmaakt of in open verbinding staat met de Noordzee/Waddenzee

Wad

Alle getijdewater dat periodiek droogvalt en in open verbinding staat met de Waddenzee/Noordzee. Het gaat hier vooral om de waddenzee met slikken en platen en droogvallende geulen. Ook de overgang zee en strand (intergetijdegebied tussen hoog- en laagwaterlijn) wordt op de kaarten als wad aangemerkt.

Stagnant water

Open stilstaand water, overwegend zoet. Het gaat hierbij om natuurlijke of gegraven plasjes en andere wateren

Kaal zand

Onbegroeide zandplaten, strand(vlakte) en uitgestoven laagten. Het zijn overwegend vlakke elementen of laagten.

Duinen

Opgewaaide zandheuveld, al dan niet begroeid met pioniervegetatie, duindoorn of gras.

Kweldermoeras

Als moeras aangegeven kaartenheid op kwelders en soms direct achter de duinen. Vermoedelijk vallen hieronder ook het zogeheten groene strand, (duin) rietvegetaties en andere min of meer permanent natte ruigtes in de periferie van het eiland, nabij door de zee overspoelde vlaktes

Kwelder

Begroeide al dan niet grazige en lage permanente vegetatie die onder regelmatige invloed staat van overstroming met zeewater. Er is geen onderscheid gemaakt in hoge of lage kwelder

Poldergrasland

Graslanden in de laag gelegen polders, overwegend vochtig. In de oudere kaartedities zijn het ook de extensieve graslanden, terwijl het in de nieuwere kaartedities (na 1950) vrijwel steeds intensievere graslanden betreft.

Duingrasland

Graslanden op de hogere gronden binnen de duinen. Overwegend vochtig tot droge graslanden. Ook hiervoor geldt dat het beheer na de vijftiger jaren steeds intensiever is geworden.

Heide

Duinheide en mogelijk ook kleinschalige ruigtes met duinriet of grasland. Het patroon van de duinheide is onregelmatig op de topografische kaarten ingetekend en kent mogelijk een grote variatie door auteursverschillen.

Loofbos

Overwegend bos met loofhoutsoorten als els, eik en berk. Het kan hier zowel om spontaan bos als aangeplant loofbos gaan. Het kunnen ook jonge recent aangeplante bossen of oude bossen zijn

Naaldbos

Overwegend naaldhout bestaande uit (merendeels Corsicaanse en Oostenrijkse)dennen. Het zijn aangeplante bossen. Het kunnen jonge recent aangeplante bossen of oude bossen (twintiger en dertiger jaren) zijn

Gemengd bos

Kleinschalige complexen van naald- en loofbos of mengingen hiervan. Onduidelijk is welke criteria bij de opname van de topografische kaartem zijn gehanteerd. Ook kan het gaan om jonge recent aangeplante bossen of oude bossen.

Akker

Overwegend akkers, braakliggende grond , tuincomplexen, grootschalige tuinbouw, bouwgrond of opslagterrein. Het kunnen zowel permanente akkers zijn als tijdelijke kale grond. Over de gewaskeuze is weinig te zeggen. In de laatste kaartedities zijn het waarschijnlijk vooral maislanden, daarvoor vermoedelijk graan en hakvruchtakkers.

Bebouwing

Bebouwd gebied, zowel dorpen, stedelijk gebied als bedrijventerreinen inclusief kleinschalige elementen die tot bebouwd gebied gerekend kunnen worden zoals wegen, parkeerplaatsen en dergelijke.

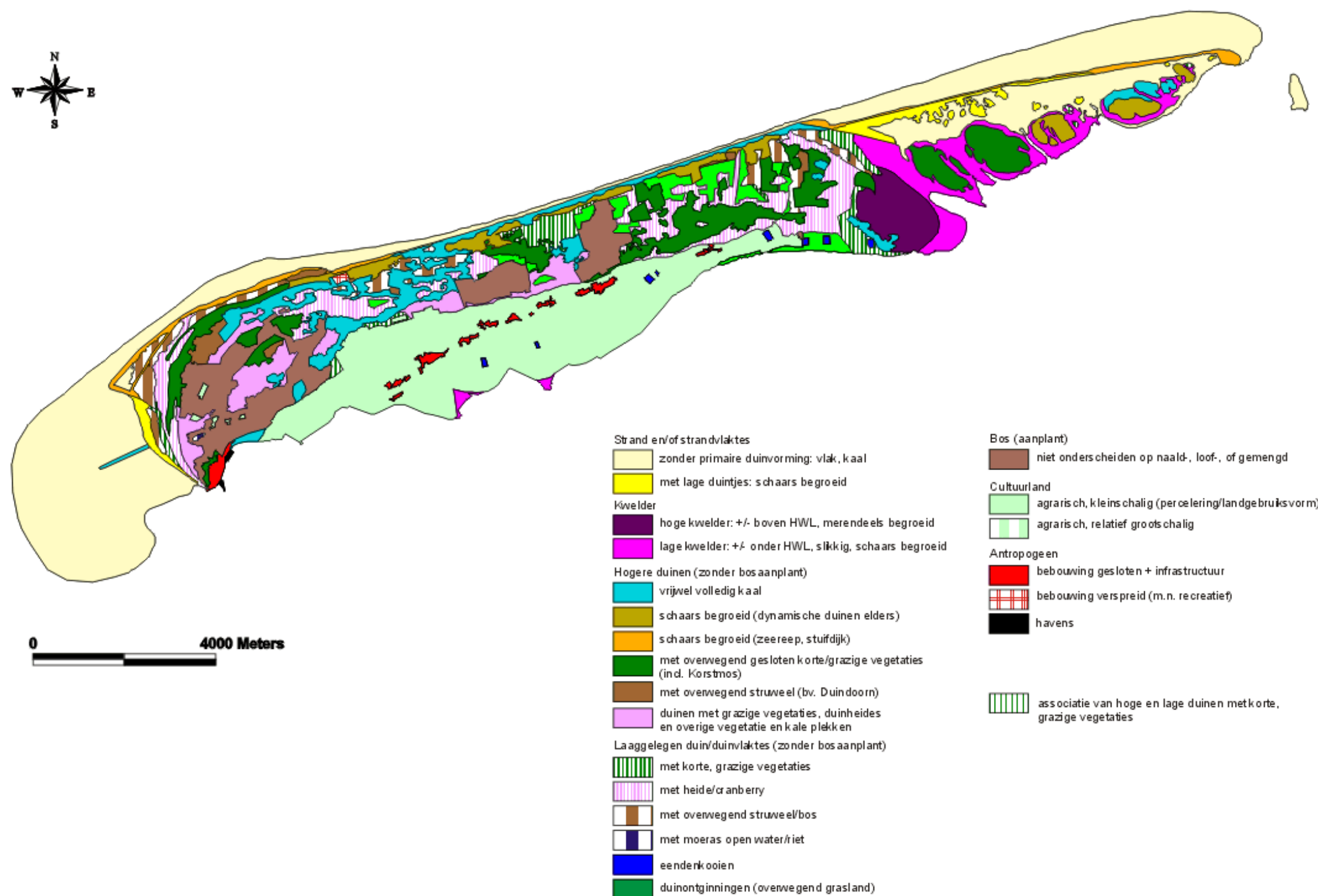
Bijlage II Materiaal gebruikt in luchtfoto-interpretaties.

De volgende materialen zijn gebruikt voor de landschapskartering (op basis van grondgebruik, reliëf en begroeiingskenmerken):

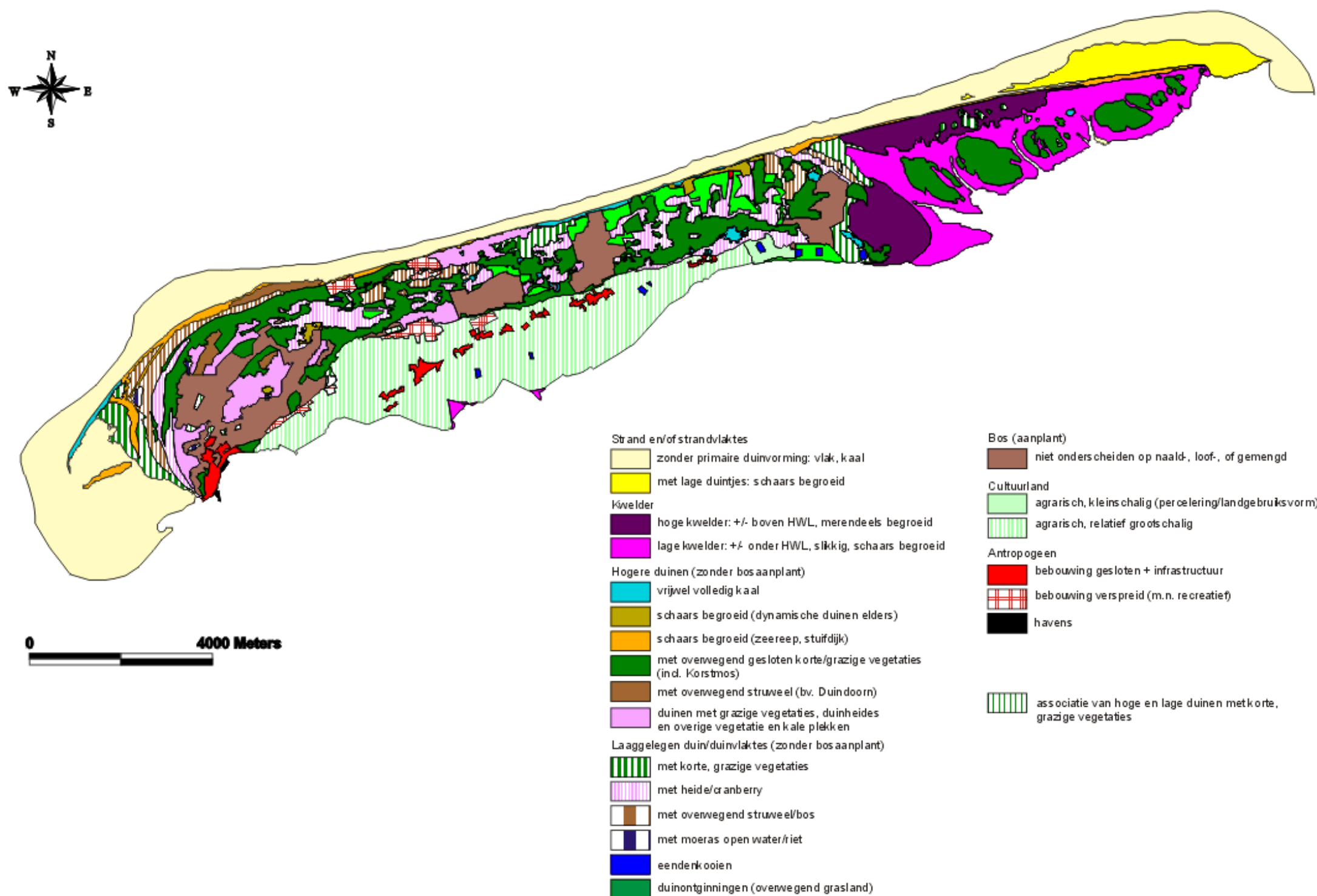
- Digitale zwart/wit (panchromatisch) luchtfoto's 1949, 1969 & 2000
- Digitale kleuren luchtfoto's
- Topografische kaarten op schaal 1:50.000 uit 1949/1950, 1969/1971 en 1970/1973
- Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN)
- Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)
- Vegetatiekartering van de terreinen van het Staatsbosbeheer (SBB) op Terschelling (Buro Bakker, 2000) met digitale vegetatiekaart

De zwart/wit luchtfoto's van 1949, 1969 en 2000 bestaan uit sets van respectievelijk 24, 7 en 16 luchtfoto's met een schaal variërend van 1:18 000 tot 1:25 000. De kleurenfoto's zijn gebruikt in BRP-project en geleverd door Eurosense. Ze dienen als geometrische basis voor de geometrische correctie van de luchtfoto's. Het AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland) is gebruikt als hulpmiddel bij het onderscheid tussen relatief hoog gelegen gebieden met droge duinvegetaties en lager gelegen gebieden met natte duinvegetaties. Het LGN(Landelijke Grondgebruikskartering Nederland) bestand is net als de vegetatiekartering van SBB gebruikt als referentie.

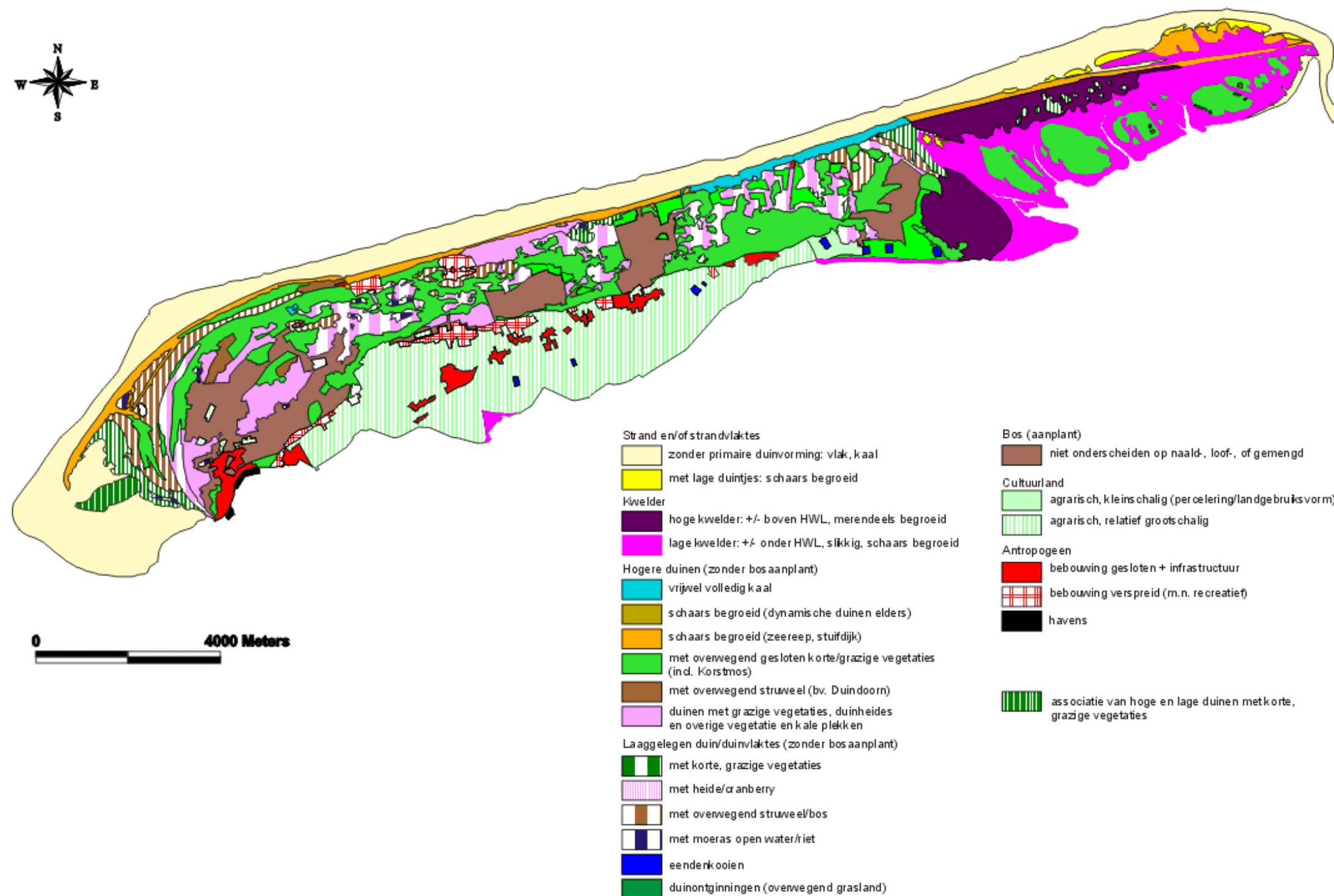
Bijlage III Luchtfoto interpretatie kaarten van Terschelling (1949, 1969 en 2000)



Begroeiing en Landgebruik op Terschelling in 1949



Begroeiing en Landgebruik op Terschelling in 1969



Begroeiing en Landgebruik op Terschelling in 2000

