

Historisch Grondgebruik Nederland: tijdreeksen grondgebruik Noord-Holland van
1850 tot 1980

**Historisch Grondgebruik Nederland: tijdreeksen grondgebruik
Noord-Holland van 1850 tot 1980**

**W.C. Knol
H. Kramer
G.J. van Dorland
H. Gijsbertse**

Alterra-rapport 751

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2003

REFERAAT

Knol, W.C., H. Kramer, G.J. van Dorland & H. Gijsbertse, 2003. *Historisch Grondgebruik Nederland: tijdreeksen grondgebruik Noord-Holland van 1850 tot 1980*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 751. 50 pp.; 18 figs.; 7 tables; 12 refs.

Voor de periode 1850-1980 zijn voor de provincie Noord-Holland ruimtelijke databestanden ontwikkeld met het historisch grondgebruik. De basisgegevens hiervoor zijn ontleend aan landsdekkende topografische kaarten die vanaf 1850 zijn verschenen. Er zijn 5 tijdstappen onderscheiden: 1850, 1900, 1930, 1960 en 1980. Deze kaarten zijn gescand en geometrisch gecorrigeerd naar het RD-stelsel. Met een semi-automatische classificatie zijn van de gescande kaarten de kleuren omgezet naar 10 klassen met grondgebruik. Onderscheiden zijn grasland, akker/kale grond, heide en hoogveen, loofbos, naaldbos, bebouwd gebied en wegen, water, rietmoeras, zand/duin en overig. Het resultaat is een tijdserie GIS bestanden met dominant grondgebruik op basis van 50 meter grids. Validatie laat zien dat de nauwkeurigheid van de bestanden en circa 95-98% bedraagt. De tijdreeks Noord-Holland is onderdeel van de ontwikkeling van een reeks landsdekkende databestanden met Historisch Grondgebruik vanaf 1830 met een resolutie van 50 meter grids.

Trefwoorden: historisch grondgebruik GIS Nederland referentie Noord-Holland tijdreeks

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €19,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 751. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen (The Netherlands).
Telefoon: 0317 474700; fax: 0317 419000; e-mail: info@alterra.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	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Methode	13
2.1 Basismateriaal	13
2.2 Voorbewerking	18
2.3 Classificatie	19
2.3.1 generieke classificatie	19
2.3.2 specifieke classificatie	20
2.4 Aggregatie	21
3 Resultaat	23
3.1 Grondgebruiksklassen	23
3.2 Grondgebruik 1850-1980	28
3.3 Validatie	35
4 Discussie en aanbevelingen	41
4.1 Discussie	41
4.2 Aanbevelingen	42
Referenties	45
Bijlagen	
I Geselecteerde kaartbladen per tijdstap met jaren van verkenning	47

Woord vooraf

Landsdekkende databestanden met grondgebruik zijn pas vanaf de tachtiger jaren beschikbaar. De productie hiervan heeft geleid tot een enorme ontwikkeling in de toepassing van Geografische Informatie Systemen (GIS). Voor de ruimtelijke planvorming en analyse van de leefomgeving zijn dergelijke databestanden onmisbaar. Ze geven aan hoe en waar de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland heeft plaatsgevonden en welke kwaliteiten daarbij zijn ontstaan of verdwenen. Veel ruimtelijke simulatie- of voorspellingsmodellen zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van GIS bestanden met grondgebruik.

Een nog nauwelijks ontdekt terrein zijn de mogelijkheden om 'nieuwe' geodata in te winnen over de periode 1850-1990. Binnen Alterra wordt recent geïnvesteerd in deze nieuwe generatie historische databestanden onder de noemer HGN (Historisch Grondgebruik Nederland). Ze zijn gebaseerd op topografische kaarten die de periode 1830 tot 1990 omvatten. Ze sluiten methodisch, inhoudelijk en qua resolutie goed aan op recent ontwikkelde databestanden als LGN (Landelijk Grondgebruik Nederland). Hiermee wordt het mogelijk om ook de factor tijd in de toepassingen te betrekken. Daarmee krijgt ook het begrip referentie een nieuwe lading.

Deze rapportage beschrijft, in opdracht van de provincie Noord-Holland, de ontwikkeling en kwaliteit van vijf databestanden voor deze provincie met grondgebruik voor de periode 1850-1980.

Samenvatting

In opdracht van de provincie Noord-Holland zijn vijf GIS bestanden met historisch grondgebruik ontwikkeld voor de periode 1850-1980. Deze tijdreeks beslaat de perioden 1850, 1900, 1930, 1960 en 1980. De basis hiervoor zijn de topografische kaarten 1:25.000 uit die tijd, uitgezonderd 1850 waarvoor de 1:50.000 kaart is gebruikt. De bestanden hebben een resolutie van 50 meter grids. De ontwikkelde tijdreeks 1850-1980 sluit inhoudelijk en technisch goed aan bij recent ontwikkelde databestanden (vanaf 1990) op basis van satellietbeelden (LGN).

Met een semi-automatische classificatiemethode zijn 10 vormen van grondgebruik geclassificeerd: grasland, akker/kale grond, heide en hoogveen, loofbos, naaldbos, bebouwd gebied en wegen, water, zand/duin en overig. Handmatig is daaraan toegevoegd de klasse rietmoeras.

Voor alle tijdstappen is een validatie uitgevoerd door via een steekproef voor iedere klasse de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van het bestand te bepalen. De topografische kaarten uit die periode zijn daarvoor als referentie gebruikt. De nauwkeurigheid van de bestanden ligt tussen de 95 en 98%. Deze nauwkeurigheid verschilt per klasse en per tijdstap. Oudere kaarten zijn vaak wat onnauwkeuriger door slechtere kaartkleuren.

De periode 1850 tot 1980 kan worden gekarakteriseerd als een periode van zeer grote veranderingen in het Noord-Hollandse landschap. De tijdreeks weerspiegelt het proces van drooglegging, ontginning, industrialisatie, landbouwhervormingen en de oprukkende verstedelijking. Rond 1850 waren de duinen grotendeels nog stuivende duinen. De Haarlemmermeer, IJpolder en Wieringermeer waren nog niet ingepolderd en de Zuiderzee nog niet afgesloten. Amsterdam was niet meer dan wat men daar tegenwoordig als provinciestadje beschouwt. Anderhalve eeuw later is dit beeld sterk gewijzigd. De aard en snelheid van deze verandering is niet overal gelijk. Er zijn ook delen van Noord-Holland niet of nauwelijks veranderd.

Een grote beperking van de bestanden lijken de verschillen in jaar van verkenning en uitgave te zijn tussen aangrenzende kaartbladen. Niet alle kaartbladen van een tijdstap werden immers in hetzelfde jaar verkend. Zo bestrijkt het bestand HGN-1900 globaal de periode 1895 tot 1910 en niet alleen het jaar 1900. Voor sommige gebieden is deze spreiding nog groter. Deze spreiding treedt ook op bij de modernste topografische kaarten en is onontkoombaar. De belangrijkste beperkingen van de bestanden doen zich voor bij toepassingen op perceelsniveau. Ook zijn de kaarten producten van hun tijd en een vereenvoudiging van de werkelijkheid gezien door de bril van de cartograaf.

Aanbevolen wordt om dergelijke tijdstappen ook voor andere regio's te ontwikkelen, de klassen uit te breiden en de toepassingsmogelijkheden verder te verkennen.

De bestanden zijn bruikbaar voor uiteenlopende beleidsterreinen en onderzoeksthema's. Ze zijn toepasbaar voor het bepalen van referenties, monitoring, ruimtelijke dynamiek en validaties van voorspellingsmodellen. op tal van beleids- en onderzoeksterreinen (ecologie, bos- en landbouw, bodem- en waterbeheer, verstedelijking en ruimtelijke planvorming).

1 Inleiding

Recent wordt bij Alterra een nieuwe generatie ruimtelijke databestanden ontwikkeld onder de noemer Historisch Grondgebruik Nederland (HGN). Deze GIS-bestanden zijn gebaseerd op topografische kaarten uit de periode 1850 tot 1990, soms aangevuld met additionele kennis. Beoogd wordt een onderling vergelijkbare langjarige tijdreeks van het grondgebruik op te bouwen. Deze is bruikbaar voor analyse van langjarige ruimtelijke ontwikkelingen, validatie van voorspellingsmodellen en opstellen en beoordelen van referenties. De behoefte daaraan blijkt ondermeer uit tal van studies waar met het begrip historische referentie wordt geworsteld (Dirkx, 2001; Smits, 2002a; Smits, 2002b). Bij het natuurplanbureau wordt nu nog 1950 gebruikt als historische referentie bij gebrek aan beter.

Deze tijdreeksen sluiten qua methodiek en inhoud aan bij de bestanden van het Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN). Dit zijn recente landelijke grondgebruiksbestanden die vanaf 1990 op basis van satellietopnamen worden samengesteld (Thunissen et al., 1992).

Het eerste bestand in de HGN-reeks dat landsdekkend wordt ontwikkeld is het grondgebruik rond 1900 (Knol, et al., in prep.). Het heeft een detail van 50 meter grids. Het voornemen is om op dit detailniveau ook voor de perioden 1850, 1930, 1960, 1970, 1980 en 1990 bestanden met grondgebruik te ontwikkelen.

Vanuit de provincie Noord-Holland is aan Alterra de opdracht verstrekt om voor de periode 1850 tot 1980 een serie GIS bestanden te ontwikkelen met het historisch grondgebruik. Het betreft de perioden 1850, 1900, 1930, 1960 en 1980. In dit rapport wordt de productie en nauwkeurigheid van deze bestanden beschreven.

De eerste betrouwbare ruimtelijke databestanden met grondgebruik van Nederland stammen uit de tachtiger jaren. De bodemstatistiek van het CBS (CBS, 1993) en de Landelijke Kartering Nederland (Bolsius, 1994) zijn daarvan de meest bekende. Het CBS bestand (1:50.000) omvat het jaar 1989 en geeft voor 33 klassen het grondgebruik weer of de ruimtegebruiksvorm (bestemmingen). Het LKN bestand is een vrij grof bestand van kilometergrids met daarin percentages grondgebruik en is ontleend aan uiteenlopende provinciale bronnen. Van recentere datum zijn de LGN bestanden op basis van satellietbeelden. De resolutie hiervan bedraagt 25 meter. Ze zijn beschikbaar vanaf 1991.

Uit de periode voor 1989 zijn alleen algemene statistieken over arealen grondgebruik beschikbaar per gemeente of provincie (CBS). De eerste landsdekkende statistieken zijn raadpleegbaar vanaf 1900. Dit zijn echter geen ruimtelijke bestanden en de onderscheiden klassen zijn vrij summier en vooral economisch gedefinieerd. Deze bestanden zijn nauwelijks bruikbaar voor toepassingen in een GIS omgeving. Een eerste aanzet voor een historische tijdreeks is uitgevoerd voor Terschelling (Hazeu, 2002).

In hoofdstuk 2 wordt beschreven op welke wijze de databestanden met grondgebruik zijn ontwikkeld en welke bronnen hiervoor zijn gebruikt. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer van de classificatie en een beschrijving van de onderscheiden klassen voor de verschillende tijdstappen. Ook wordt de nauwkeurigheid van deze bestanden beschreven. In hoofdstuk 4 worden de mogelijkheden en beperkingen voor verdere toepassing genoemd en aanbevelingen gedaan voor toepassing, ontwikkeling en uitbreiding van de klassen.

2 Methode

2.1 Basismateriaal

Als basis voor het ontwikkelen van GIS-bestanden met historisch grondgebruik zijn historische topografische kaarten gebruikt. Voor 1850 is de gekleurde Topografische Militaire kaart 1:50.000 (TMK-1850) gebruikt (figuur 2.1). Voor de perioden 1900 en 1930 zijn de topografische kaarten 1:25.000 in de Bonneprojectie gebruikt, de zogenaamde Bonnekaarten (figuur 2.2). Voor de perioden 1960 en 1980 zijn de moderne topografische kaarten 1:25.000 gebruikt (figuur 2.3). Deze zijn in de stereografische projectie weergegeven volgens het Rijksdriehoekstelsel (RD).



Figuur 2.1 Fragmenten van de Topografische Militaire Kaart uit 1850

Voor alle kaartedities geldt dat ze een cartografisch product van hun tijd zijn en onderling grote verschillen vertonen in kleurgebruik, cartografische weergave, detail, kleurkwaliteit en legenda. Kenmerkend is ook dat lijnvormige elementen als wegen, waterlopen of houtwallen vaak worden overgedimensioneerd. Dat geldt vooral voor de 1:50.000 kaart. Ook bebouwing binnen en buiten stedelijk gebied kan in opvolgende kaartseries meer of minder thematisch zijn opgenomen. Verder is er nog de 'ruis' van het overige grondgebruik zoals kassen, tuinen, braakliggend terrein, kleinschalige tuinbouw, erf, boomteelt, militair terrein of bloembollen. Meestal worden hiervoor geen afzonderlijke legenda's aangegeven omdat ze niet consistent te karteren zijn.

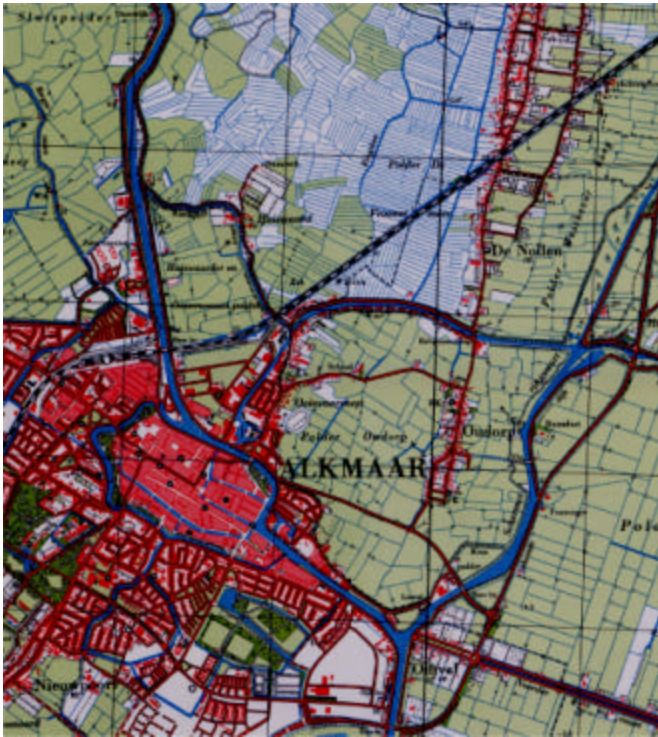
Bij het ontwikkelen van een tijdreeks vanaf 1850 is het de kunst om de verschillen tussen kaarten uit verschillende perioden onder dezelfde noemer te brengen zodat een vergelijkbare tijdreeks ontstaat. Voor Noord-Holland is geen afzonderlijke methodiek ontwikkeld, maar aangesloten bij de landelijke methodiek van Historisch Grondgebruik Nederland (Knol et al., in prep.). Daarmee wordt voorkomen dat er later verschillen tussen provincies ontstaan. Regionaal specifieke klassen, zoals stranden, kwelders en duinen zijn hierdoor nog niet in het bestand opgenomen maar kunnen later wel worden toegevoegd als afzonderlijke laag.



Figuur 2.2 Fragment van de Bonnekaart rond 1900



Figuur 2.2 Fragment van de Bonnekaart rond 1930



Figuur 2.4 Fragment van een moderne topografische kaart rond 1960

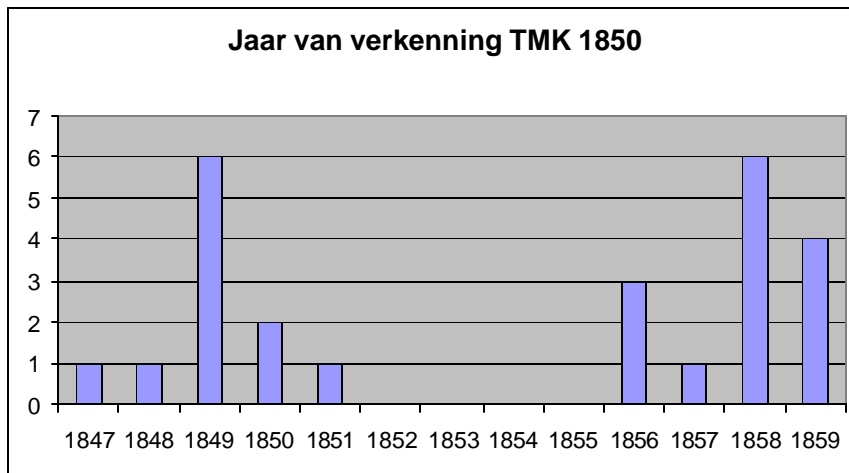


Figuur 2.5 Fragment van een moderne topografische kaart rond 1980

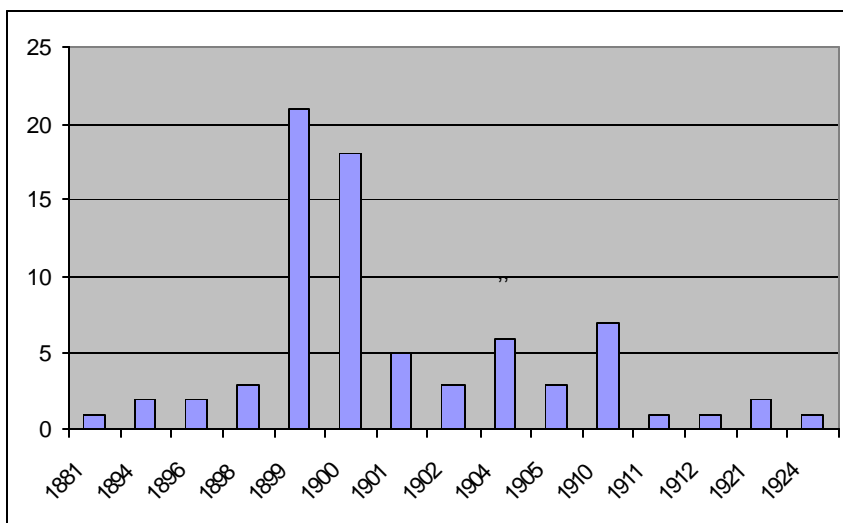
Jaar van verkenning en uitgave

Voor alle tijdstappen geldt dat geprobeerd is zoveel mogelijk het jaar van verkenning bepalend te laten zijn voor de selectie van kaartbladen. Voor de TMK-1850 is dit niet relevant omdat er slechts één uitgave bestaat. Van de Bonnekaarten zijn een groot aantal uitgaven verschenen. Deze verschillen sterk tussen de kaartbladen en variëren van één tot elf uitgaven. Niet alle uitgaven zijn gebaseerd op nieuwe terreinverkenningen. Soms gaat het om ongewijzigde herdrukken, gedeeltelijke herzieningen of geheime militaire uitgaven. Voor de Bonnekaarten zijn steeds de jaren van uitgifte genomen die zo dicht mogelijk rond 1900 of 1930 liggen. Helaas was het door de aard van het aangeleverde basismateriaal niet altijd mogelijk om het jaar van verkenning te achterhalen. Voor de moderne topografische kaarten is steeds het jaar van verkenning gebruikt.

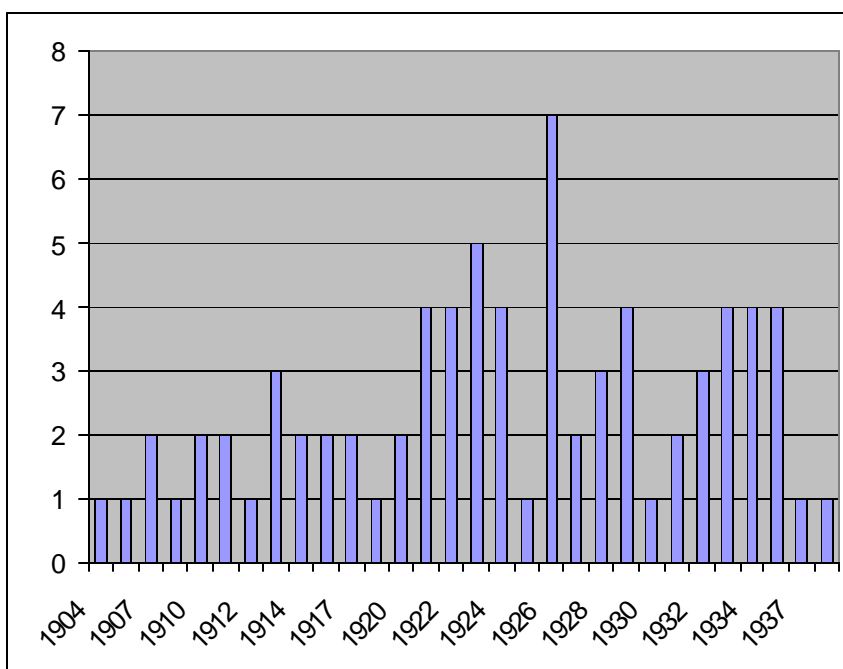
Omdat binnen een tijdstap (bijvoorbeeld 1980) niet alle kaartbladen in hetzelfde jaar zijn verkend of uitgegeven is er steeds sprake van een tijdvak of periode. Wanneer er sprake was van een gelijkwaardige keus, bijvoorbeeld 1975 en 1985, is er gekozen voor het kaartblad dat het meest aansloot bij de omringende kaartbladen voor het tijdvak 1980. In figuur 2.4a tot en met 2.4e is de spreiding van de jaren van verkenning en uitgifte weergegeven voor de verschillende tijdstappen. In bijlage I is dit nog eens ruimtelijk weergegeven. Hiermee kan bij toepassing van de bestanden ook de betrouwbaarheid worden achterhaald. De kaartbladindeling en nummering is in de loop der jaren een aantal keren gewijzigd. De TMK, Bonnebladen en recente kaarten kennen een eigen bladindeling die soms ook nog tussentijds is uitgebreid of veranderd.



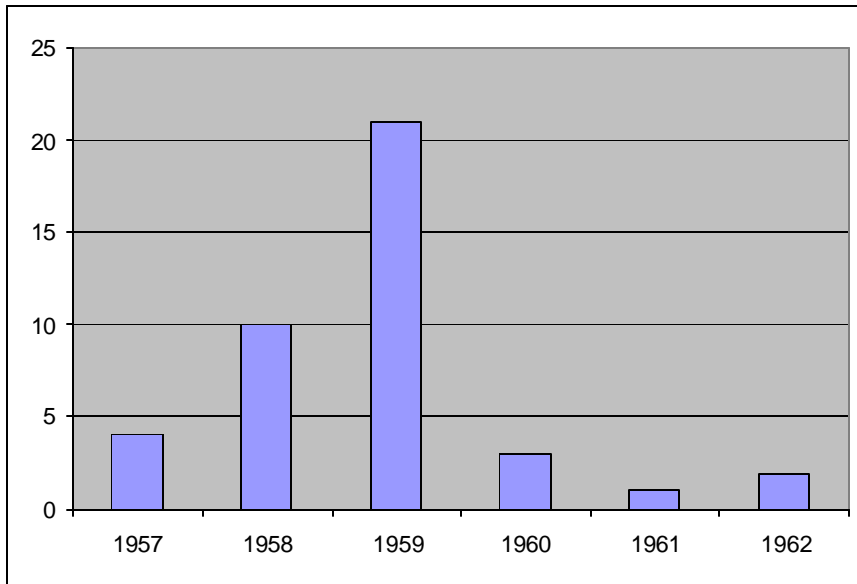
Figuur 2.4a. Aantal kaartbladen met jaar van verkenning voor de tijdstap 1850(n=26)



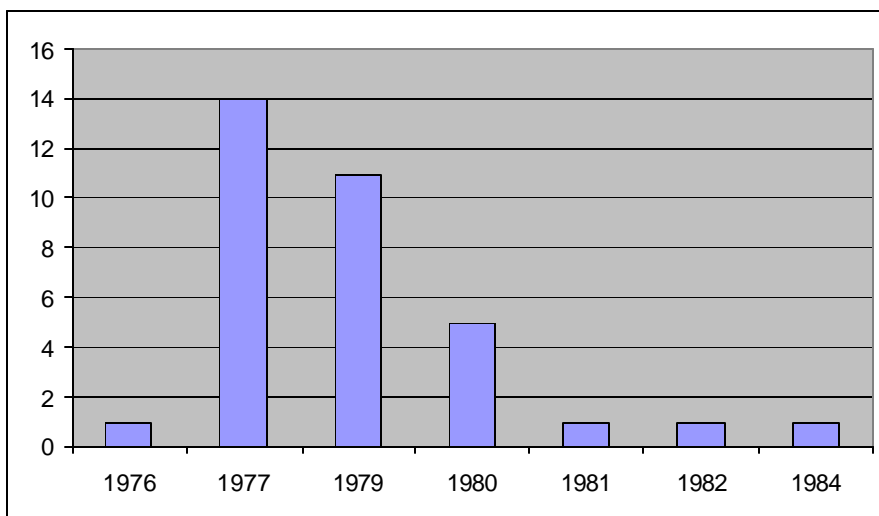
Figuur 2.4b. Verdeling van kaartbladen naar jaar van uitgave voor de tijdstap 1900 (n=75)



Figuur 2.4c. Verdeling van kaartbladen naar jaar van uitgave voor de tijdstap 1930 (n=78).



Figuur 2.4d. Verdeling van kaartbladen naar jaar van verkenning voor de tijdstap 1960 (n=41)



Figuur 2.4e. Verdeling van kaartbladen naar jaar van verkenning voor de tijdstap 1980 (n=34)

2.2 Voorbewerking

De kaartbladen zijn gescand op 300 dpi met 24 bit RGB kleurdiepte. Dit houdt in dat per pixel in de deelkleuren rood (R), groen (G) en blauw (B) de reflectie op een schaal tussen 0 en 255 opgeslagen wordt. Witte vlakken in de scan krijgen bijvoorbeeld de RGB waarde 255,255,255, zwart wordt RGB = 0,0,0 en rood wordt bijvoorbeeld RGB = 255,0,0. Alle kleuren in de scan worden op deze manier opgeslagen.

De scans zijn vervolgens gegeorefereerd naar het RijksDriehoekstelsel (RD-stelsel). Hiervoor is het programma Erdas/Imaging 8.4 gebruikt. De geometrische correctie is uitgevoerd volgens de rubbersheeting methode. Hierbij worden de vier hoekpunten van het kaartblad aangewezen en worden de bijbehorende RD coördinaten opgegeven. Het programma rekent vervolgens de scan om naar een bestand met geocoördinaten. Het resultaat hiervan zijn scans met een pixelgrootte van 2.5 meter voor de 1:25.000 kaarten en 5 meter voor de 1:50.000 TMK. Voor de rubbersheeting methode is gekozen omdat hiermee ook de invloed van de werking van het papier gecorrigeerd wordt. Het kaartblad wordt hiermee exact naar de rechthoek gecorrigeerd die door de vier opgegeven hoekpunten beschreven wordt. Aangrenzende kaartbladen sluiten op deze manier op de hoekpunten altijd goed aan. Wel kan het voorkomen dat topografische elementen tussen kaartbladen niet goed aansluiten. De oorzaak hiervan kan liggen in verschillen in werking van de papieren kaartbladen maar ook in versieverschillen tussen de kaarten of onnauwkeurigheden in de kartering. Andere methoden voor georeferentie zijn bijzonder tijdrovend en leveren lang niet altijd een beter resultaat op.

Voor de TMK-1850 is een aangepaste methodiek toegepast. Voor deze kaartbladen waren geen hoekpunten beschikbaar. Hiervoor zijn groepen van kaartbladen gegeorefereerd op basis van hoekpunten afkomstig uit de Bonnekaarten (1870-1930). Deze kaartclusters zijn later aaneengesloten tot een groot geheel. Verder is een deel van Amsterdam afkomstig van een aanvullend kaartblad. De Bonnekaarten zijn in de Bonneprojectie weergegeven. De RD-coördinaten van de hoekpunten van de Bonnebladen zijn ontleend aan gegevens van de topografische dienst. De moderne topografische kaarten van 1960 en 1980 liggen al in het RD stelsel, waardoor er betrekkelijk weinig vervorming optreedt. Deze wordt vooral nog bepaald door rek en krimp van het papier. De afwijkingen na geometrische correctie liggen voor de Bonnekaarten rond de twintig meter t.o.v. de RD-coördinaten vergeleken met het top10-vectorbestand. Oudere edities vertonen grotere afwijkingen, die zelfs verschillen binnen een kaartblad. De TMK-1850 kan afwijkingen opleveren die soms oplopen tot 70 meter. De geometrische correctie is niet gevalideerd.

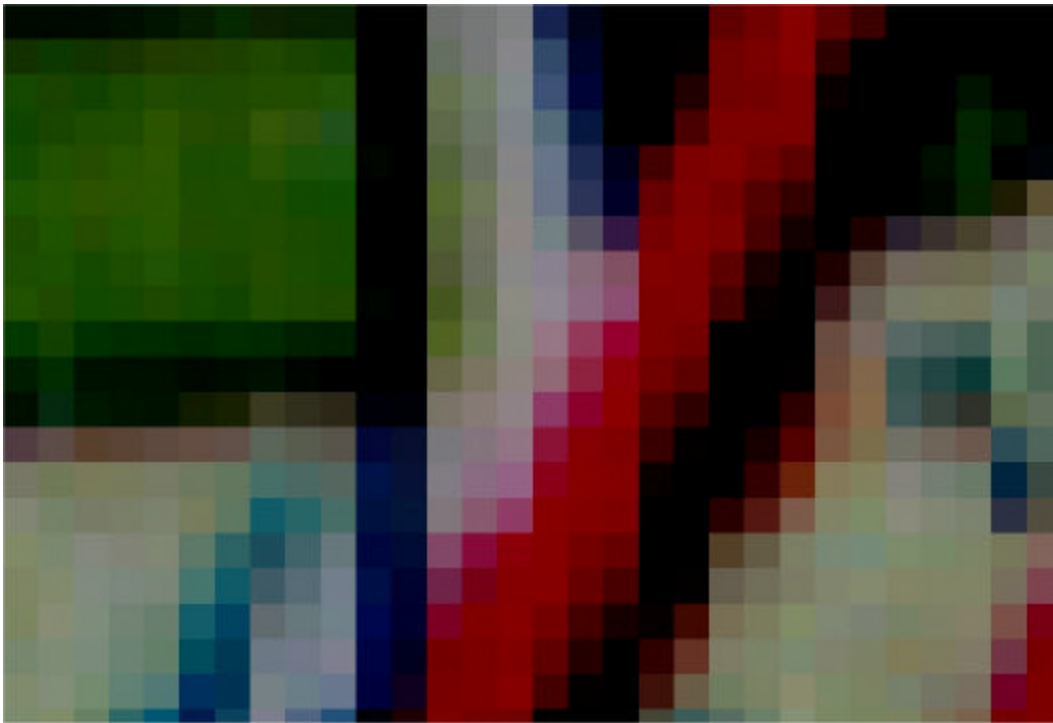
2.3 Classificatie

De TMK-1850, de Bonnekaarten en de moderne topografische kaarten zijn drie typen bronbestanden die op basis van hun cartografische weergave een eigen methode van classificatie vereisen en een eigen nauwkeurigheid hebben.

2.3.1 generieke classificatie

Als eerste stap in het classificatieproces worden de klassen gedefinieerd op basis van onderscheidbare kaartkleuren. De kaart geldt daarbij als de werkelijkheid (figuur 2.5). Er wordt zo min mogelijk visueel geïnterpreteerd omdat hierdoor de bestanden minder reproduceerbaar zijn. Voor het omzetten van de scans naar een geclassificeerd bestand is de *supervised classification* methode uit het programma Erdas/Imagine 8.4 gebruikt. Deze

supervised classification methode houdt in dat op de scan per klasse relevante pixels aangewezen worden. Op basis van de RGB kleurwaarde van de aangewezen pixel zoekt het programma naar buurpixels met overeenkomstige kleurwaarden. Op deze manier wordt een profiel voor een specifieke klasse opgesteld. Het profiel bevat een statistische beschrijving van de RGB kleurwaarden voor deze specifieke klasse. Vervolgens worden alle pixels vergeleken met het profiel volgens de *box classifier* methode. Valt een RGB waarde van een pixel binnen het *profile* van de klasse dan wordt deze aan de klasse toegekend. Door voor alle gewenste klassen een profiel op te stellen wordt het kaartblad geclassificeerd. Wel blijft er een restklasse 'niet-geclassificeerd' over. Dat zijn de pixels die aan geen enkel profiel voldoen. Voorbeelden daarvan zijn cartografische elementen als tekst, arceringen en het coördinatengrid. Deze klassen verdwijnen tijdens de volgende stap, de aggregatie. Een probleem bij het toepassen van deze methode ontstaat wanneer niet alle legenda's op de kaart een eigen kleur hebben. Dat is bij de moderne topografische kaart bijvoorbeeld het geval bij akkers en wegen in het stedelijk gebied. Deze hebben beiden een witte kleur en worden daarom als akkers/kale grond geclassificeerd.



Figuur 2.5 Deel van een scan met pixels van 2.5 meter en hun RGB kleuren. Iedere kleurenpixel wordt toegeëld aan een klasse met grondgebruik.

2.3.2 specifieke classificatie

TMK-1850

De TMK-1850 bestaat uit kaartbladen die handmatig zijn gekleurd. Door de ouderdom hebben ze een wat bruinige kleur en vertonen ook kleurvlekken. Sommige

legenda's zoals akker, heide, stuifzand en duinen zijn moeilijk onderscheidbaar. Ze hebben witte tot lichtgrijze kleuren. Voor deze klassen is veel handmatig gedigitaliseerd. Percelering, landschappelijke context en reliëfaanduidingen zijn daarbij vaak behulpzaam. Als indicatie en hulpbestand is soms gebruik gemaakt van de recentere Bonnekaarten rond 1900 waarop het kleuronderscheid een veel beter uitsluitsel geeft.

Bonnekaarten 1900 en 1930

Voor de Bonnekaarten is alleen de klasse rietmoeras handmatig gedigitaliseerd. Deze klasse is niet onderscheidbaar door kleur maar door signatuur.

Moderne topografische kaarten (1960 en 1980)

Deze kaarten laten zich vrij eenvoudig classificeren vanwege de eenduidige kleurendruk. Er zijn twee aspecten waarop deze bestanden zijn aangevuld met een extra bewerking. Dat gaat om het onderscheid naald- en loofbos en om het stedelijk gebied. Na de Bonnekaarten (rond 1930) wordt het onderscheid tussen loof- en naaldbos niet meer door kleurverschillen (middel- of donkergroen) aangegeven, maar door signatuur (puntjes of een omgekeerde V). Omdat bossen meestal een zeer lange ontwikkelingsgeschiedenis kennen is bekeken in hoeverre het onderscheid tussen loof- en naaldbos met de vierde en eerste bosstatistiek (Clement et al., 2003) was uit te splitsten. Hiervoor bleken onvoldoende aanknopingspunten aanwezig. De begrenzing van de verschillende bosbestanden stemt lang niet altijd overeen door verschillen in definitie en geometrie.

Het stedelijk gebied wordt in de topografische kaarten na 1980 (1:25.000) niet meer als rood maar als zwart weergegeven. Vanuit de classificatie een ongelukkige keuze omdat ook teksten, coördinaten en signatuur zwart op de kaart zijn gedrukt. Hierdoor is veel handmatige correctie nodig geweest. Ook is er na 1980 voor het stedelijk gebied een andere cartografische weergave toegepast met een andere aggregatie en geringere overdimensionering van huizenblokken. Hierdoor neemt het aandeel bebouwing in een stad iets af.

2.4 Aggregatie

De procedure van het classificeren van gescande topografische kaarten gaat uit van een onvolledige basisclassificatie met een detail van 2.5 of 5 meter grids. Het onvolledige houdt in dat er veel niet-geclassificeerde pixels voorkomen. Dit zijn bijvoorbeeld de cartografische kaartelementen als tekst en arceringen maar ook niet eenduidig te classificeren kleuren in de scan. Dergelijke vervuilingen verdwijnen grotendeels bij aggregatie. Bij aggregatie naar 50 meter grids blijken vrijwel alle niet-geclassificeerde pixels te zijn toegedeeld aan de dominante klasse grondgebruik. Ook is bij deze gridgrootte het effect van geometrische onnauwkeurigheid beperkt. Dit geldt vooral bij de TMK-1850 en de Bonnekaarten. Aggregatie naar 25 meter grids, de grootte die bij LGN wordt gebruikt, levert nog teveel niet-geclassificeerde grids op.

De procedure voor aggregatie is als volgt. Per 50 m gridcel wordt de *majority* klasse van de onderliggende 2.5 of 5 m gridcellen bepaald en toegekend aan de 50 m gridcel. Bij het bepalen van de *majority* wordt de klasse 0 (niet geclassificeerd) niet meegenomen. Op deze manier wordt de classificatie volledig gemaakt. Het effect van het gebruik van de *majority* regel laat zich goed illustreren in tabel 2.1. Hieruit blijkt dat de heterogeniteit van een klasse sterk kan variëren. Deze heterogeniteit per klasse wordt hier niet verder beschreven maar moet als schaalkenmerk worden beschouwd.

Tabel 2.1 Voorbeeld van het effect van de 'majority' regel bij aggregatie op de heterogeniteit van de klasse gras.

aandeel van de verschillende basispixels binnen een 50 m gridcel gras	gras	akker	heide	bebouwd
eindresultaat = gras	35%	20%	25%	20%
eindresultaat = gras	95%	0	0	5%
eindresultaat = gras	55%	0	0	45%

Deze heterogeniteit is niet overal op de kaart gelijk. Vooral in overgangsgebieden, bij lijnvormige elementen (water en wegen) en in stedelijk gebied treedt de grootste heterogeniteit op.

3 Resultaat

3.1 Grondgebruiksklassen

Bij de classificatie zijn de onderstaande klassen onderscheiden. Ze komen grotendeels overeen met de legenda van de kaart. Voor iedere klasse wordt voor de verschillende kaartbronnen een aanvullende toelichting gegeven. Hiermee wordt beoogd de (landschappelijke) variatie binnen de klasse weer te geven.

Grasland (1)

Alle lichtgroene pixels op de topografische kaart zijn als grasland geclassificeerd. In vrijwel alle gevallen gaat het om agrarisch grasland (hooiland en weiland). Ook kwelders en moerassige gebieden zijn als grasland geclassificeerd.

TMK-1850

Dit betreft vrijwel altijd agrarisch grasland, kwelders en soms ook lage moerasachtige graslanden. De categorie grasland is op enkele kaartbladen door kleurverschillen soms lastig te onderscheiden van de klasse akker.

Bonnekaarten

De klasse omvat agrarisch grasland, kwelders, natte laagten in heidevelden en lage moerasachtige vegetaties.

Top60 en Top80

In deze periode omvat de klasse grasland een breeds scala aan grondgebruikstypen. Naast hooiland en weiland behoren ook boomgaarden, boomkwekerijen, brede bermen, gazons, sportvelden, begraafplaatsen, vliegvelden en opstanden van populier tot deze klasse.

Akker en kale grond (2)

Alle witte pixels zijn als akker of als kale (cultuur)grond geclassificeerd. Meestal betreft het bouwland, maar het kan ook gaan om onverharde wegen in bos- of heidegebieden.

TMK-1850

Akker is hier lastig te onderscheiden van heide, stuifzand en duinen. Dat geldt vooral op die plekken waar combinaties voorkomen zoals akkers in de duinen. De klasse akker is verder wel een homogene agrarische klasse en omvat granen, hakvruchten en mogelijk soms ook braakliggende akkers. Bollenvelden en (grootschalige) tuinbouw zijn op basis van kleuronderscheid (grijs) aan de klasse overig toegeedeeld.

Bonnekaarten

Voorals bouwland. Bollenvelden en vollegroendstuinbouw zijn soms als akker geclassificeerd omdat ze op een aantal latere kaartbladen niet grijs maar wit zijn afgebeeld.

Top60 en Top80

Deze klasse omvat voor deze periode een breed spectrum aan grondgebruiksvormen. Naast akkers behoren tot deze klasse ook bollenvelden, grootschalige tuinbouw, kassen, braakliggende terreinen voor woningbouw of industrie, opspuitterreinen,

depots en delen van havengebieden. Brede onverharde wegen in bossen op de heide zijn ook wit op de kaart en worden daardoor ook soms als akker/kale grond geclassificeerd. Binnen stedelijk gebied komt ook relatief veel wit voor in de vorm van wegen, parkeerterreinen en ander niet bebouwd gebied. De fijnere karterings- en druktechniek in 1980 leidt er toe dat er binnen het stedelijk gebied iets meer kale grond en minder bebouwing optreedt dan in 1960.

Heide en hoogveen (3)

De als paars of roze-rood weergegeven pixels zijn als heide/hogveen geclassificeerd. Hieronder vallen alle successiestadia van de heide. Hoogveen komt in het gebied niet in karteerbare eenheid voor. Tot deze klasse behoren ook vergraste heideterreinen, heide met beperkte opslag van bomen, geplagde heideterreinen en overgangen naar stuifzanden.

TMK-1850

In de duinen is heide niet terug te vinden. Dit kan worden veroorzaakt doordat heide is samengevoegd met duinen. Ook is het mogelijk dat heide pas later op enige schaal in de duinen tot ontwikkeling is gekomen vanwege grootschalige verstuingen in de 19^e eeuw. Dit laatste lijkt niet erg waarschijnlijk wanneer er naar de historische verspreiding van heidesoorten wordt gekeken. Deze komen in het noordelijke (kalkarme) duingebied redelijk algemeen voor. De overige heidegebieden (Gooi) maakten in deze periode nog onderdeel uit van het landbouwsysteem. Ze bestonden vermoedelijk uit complexen van geplagde en lage, weinig vergraste heide met nauwelijks opslag van bomen, soms afgewisseld met zandverstuivingen.

Bonnekaarten

Ook op de Bonnekaarten wordt heide in de duinen niet onderscheiden en is mogelijk als duin gekarteerd. De binnenlandse heide omvat weinig vergraste heide. Rond 1930 begon de heide al vaker te begroeien met opslag van bomen omdat de heidevelden geen wezenlijk onderdeel meer uitmaakten van het landbouwsysteem en niet meer werden geplagd. Vergraste heide door luchtverontreiniging kwam nog niet voor. De moerassige delen van natte heideterreinen, vaak rond vennen, zijn op de kaarten lichtgroen weergegeven en daarom (ten onrechte) als grasland geclassificeerd.

Top60 en Top80

Op deze kaarten is er wel heide in de duinen gekarteerd (spaarzaam). De binnenlandse heidevelden (Gooi) zijn al deels aan het vergrassen en herbergen ook meer opslag van bomen. Natte en drassige heide rond vennen wordt nu wel als heide op de kaart weergegeven.

Loofbos (4)

Hieronder vallen struwelen, loofbos, hakhout, grienden en spontane opslag van bos op heide en in de duinen. Ze zijn op de Bonnekaarten als middelgroene kleur op de kaart weergegeven. Op de TMK-1850 zijn het grijze kleuren. Op de moderne topografische kaarten is het onderscheid in kleur vervallen. Het onderscheid loof- en naaldbos wordt alleen door middel van signatuur weergegeven. Brede houtwallen, singels en kleine bosjes zijn soms opgenomen. Moerasbossen vallen ook onder bos als er niet teveel water voorkomt.

TMK-1850

Vrijwel alle loofbos is in gebruik en beheer als hakhout. Alleen rond de grote buitenplaatsen en landgoederen komt substantieel opgaand bos voor.

Bonnekaarten

Door ontginning van woeste gronden wordt in deze periode veel (naald)bos aangeplant. Verder wordt er minder hakhout gebruikt door alternatieve energiebronnen. Hierdoor krijgen de bestaande bossen een meer opgaand karakter. Loofbos in de duinen heeft mogelijk ook betrekking op struwelen door verminderen van begrazing en exploitatie.

Top60 en Top80

Het onderscheid tussen loof- en naaldbos is wat minder nauwkeurig omdat niet op kleur is geclassificeerd maar de signatuur bepalend is geweest voor de klasse loofbos. Hakhout komt in deze periode vrijwel niet meer voor. Vrijwel altijd gaat het om oudere opgaande loofbossen. Loofbos in de duinen is deels opslag van struweel. Daarnaast begint er in deze periode ook een groter areaal aan parken en recreatiebos te ontstaan, zowel in als buiten de stad.

Naaldbos (5)

De donkergroene kleur is geclassificeerd als naaldhout. Het gaat meestal om grove den. Voor de latere kaartbladen is het verschil loof- en naaldbos alleen nog maar door signatuur aangegeven.

TMK-1850

Er wordt in 1850 in Noord-Holland geen naaldbos onderscheiden. Dit is redelijk in overeenstemming met de eerste bosstatistiek uit 1935 waarin weliswaar naaldbos wordt onderscheiden, maar vooral op die plekken waar in 1850 nog geen bos stond.

Bonnekaarten

Overwegend jonge aanplant van naaldhout (vooral dennen) en soms doorgeschoten opslag van naaldhout op de heide. Het gaat hierbij dus vooral om jong naaldbos. In de duinen zijn het vooral dennen (w.o. Zeeden), in het binnenland ook beperkt andere naaldhoutsoorten (Douglas, fijnspar en lariks).

Top60 en Top80

Deze klasse is niet op kleur geclassificeerd maar op signatuur. Hierdoor is de grens loof- en naaldbos niet betrouwbaar. Het zijn in deze periode overwegend oudere naaldbossen van de eerste generatie of recente herplant. In deze periode was verjonging veel gebaseerd op relatief grootschalige kaalkap. Deze kaalkap is ook als bos aangegeven. Een groot deel van het naaldhout bestaat nog steeds uit dennen.

Bebouwd gebied en wegen (6)

Alle rode pixels zijn als bebouwd of verharde wegen aangemerkt. Binnen bebouwd gebied worden wegen en open ruimten niet als rood weergegeven maar met een witte kleur. Ze zijn daarom als akker/kale grond geclassificeerd.

TMK-1850

Op deze kaart zijn erven en niet bebouwd stedelijk gebied (grijs) als overig geclassificeerd. De verharde wegen zijn enigszins overgedimensioneerd weergegeven. Door het geringe aandeel bebouwing in deze tijd zal er een oververtegenwoordiging van wegen zijn. Kassen worden als klasse overig weergegeven.

Bonnekaarten

Een groot deel van de klasse bebouwing en wegen bestaat in het landelijk gebied uit verharde wegen en in dorpen en in steden uit bebouwing.

Top60 en Top80

Door een wat andere cartografische weergave, dimensionering en druktechniek lijkt er op de kaarten uit 1980 in de stedelijke kernen iets minder bebouwing aanwezig dan in 1960. Bedrijventerreinen, braakliggende grond en infrastructuur worden meestal met een witte kleur aangeduid en zijn als kale grond geclassificeerd. Kassen vallen hierbuiten, ze zijn als kale grond aangeduid. Afzonderlijke bebouwing of lintbebouwing is ondervertegenwoordigd. Een probleem met de topografische kaart van 1980 is dat bebouwd gebied niet als rood maar net als de teksten als zwart is weergegeven. Dit heeft het classificatieproces sterk beïnvloed omdat hierdoor handmatig veel correcties moesten worden aangebracht.

Water (7)

Als classificatiebasis zijn de blauwe kaartkleuren gebruikt. De klasse water omvat alle typen water, zowel binnen- als buitendijks. Voor de buitendijkse wateren (Noordzee, Zuiderzee, Waddenzee en IJsselmeer is een arbitraire gebiedsgrens getrokken waardoor het areaal water onderling vergeleken kan worden. Kleine wateren als sloten en poelen vallen weg op deze kaartschaal. De iets grotere of bredere wateren zijn mogelijk wat overgedimensioneerd. Langs de kust geeft de hoogwaterlijn op kaart de grens tussen land en water aan.

TMK-1850

Het blauw op de kaart is soms erg licht. Hierdoor kan verwarring ontstaan met akker/kale grond. Het water rond 1850 is overal het algemeen voedselarm tot matig voedselrijk en in grote delen van Noord-Holland brak. Rond Waterland is het water op de kaart wat overgedimensioneerd.

Bonnekaarten

Ook nu nog bestaat een fors deel van het areaal water uit voedselarm tot matig voedselrijk brak water. Het grote areaal water in Waterland wordt veroorzaakt door de brede vaarsloten die soms ook wat overgedimensioneerd zijn gekarteerd. De Zuiderzee is in deze periode zout tot brak.

Top60 en Top80

Een groot deel van het oppervlaktewater is matig tot zeer voedselrijk en overwegend zoet tot brak. Het IJsselmeer is als groot zoetwaterbekken aanwezig. De inpoldering van Zuid-Flevoland is buiten beschouwing gebleven.

Moeras

Overwegend rietmoerassen. Ze zijn expliciet als rietmoeras of rietvelden op de kaart aangegeven. Onbekend is of biezenvelden ook als moeras zijn gekarteerd. Vermoedelijk

zijn ook overgangen van moerasbos naar water als moeras aangegeven. Moerasbos zelf is als loofbos onderscheiden.

TMK-1850

Vermoedelijk gaat het hier vooral om zeer open rietmoerassen met een beperkte opslag van bomen. Veel van de rietmoerassen werden in deze periode geëxploiteerd. Zeggenmoerassen zijn vermoedelijk niet als moeras gekarteerd maar eerder als drassige plekken (grasland).

Bonnekaarten

Rietmoerassen die als zodanig als legenda staan aangegeven. Vermoedelijk zijn ze allemaal nog in exploitatie. Drassige graslanden, venoevers of natte heidevelden zijn niet als moeras aangegeven maar zijn dit mogelijk wel geweest (zeggenrijke natte en soms overstromde graslanden).

Top60 en Top80

Het type moeras uit deze tijd is een wat ruiger type moeras met veel overgangen naar moerasbos, struwelen en water. Rietexploitatie vond maar beperkt plaats waardoor een groot van het voormalige moeras is verruigd.

Zand en duin (9)

Hiermee wordt kaal zand aangeduid dat grotendeels onder natuurlijke omstandigheden is ontstaan. Het is als gele of bruingele kleur op de kaart weergegeven. Deze klasse omvat kale of laag begroeide duinen, zandplaten, stranden en stuifzanden in het binnenland. Droogvallend wad is als water opgenomen. Voor stranden geldt dat de hoogwaterlijn de grens met water bepaalt.

TMK-1850

Een groot deel van het duingebied is als zand weergegeven. Vermoedelijk was het maar spaarzaam begroeid en sterk dynamisch. Mogelijk dat ook heidebegroeiing, duinrietvelden en soms moeras als zand is gekarteerd. De grens tussen strand en zee is niet altijd even duidelijk op de kaarten te onderscheiden.

Bonnekaarten

Zowel in de kustduinen als de binnenlandse stuifduinen werden veel maatregelen getroffen om het stuivende zand vast te leggen. Hierdoor hebben de duinen in deze periode een wat meer begroeid karakter dan rond 1850. Mogelijk dat in de duinen heide, moeras en duinrietvegetaties ten onrechte als zand staan aangegeven.

Top60 en Top80

Een groot deel van de duinen stuift in deze periode al nauwelijks meer en er treedt veel struweelvorming op. Hierdoor omvat de klasse zand vermoedelijk een wat groter aandeel begroeid terrein dan in de voorgaande perioden.

Overig (10)

Deze categorie komt vooral voor op de oudere topografische kaarten als grijze kleur. Het zijn meestal kleinschalige vormen van grondgebruik in de nabijheid van stedelijk gebied. Ook misclassificaties vallen hieronder en alle vormen van grondgebruik die niet onder de eerder genoemde klassen vallen. Deze klasse komt relatief vaak voor langs lijnvormige elementen als wegen, kanalen en spoordijken.

TMK-1850

Vooral erven in het buitengebied en dorpen. Soms spoordijken, kleinschalige tuinbouw, kassen, militair terrein, havengebieden en bouwterrein.

Bonnekaarten

Deze klasse wordt vooral aangetroffen rond en in stedelijk gebied. Het betreft hier bijvoorbeeld tuinen, bedrijventerreinen en openbare ruimten. Daarnaast behoren vollegrondstuinbouw, bollen en kassen tot deze klasse. Door de grote dynamiek van deze grondgebruiksvormen kunnen aangrenzende kaartbladen die sterk verschillen in jaar van verkenning grote verschillen te zien geven. Overig gaat daardoor soms abrupt over in kale grond.

Top60 en Top80

De categorie overig komt als kaartkleur niet voor en is grotendeels onder bebouwd en wegen te vinden

3.2 Grondgebruik 1850-1980

In tabel 3.1 en figuur 3.1 zijn de verandering in het areaal grondgebruik weergegeven voor de periode 1850-1995 voor de hele provincie, inclusief een (willekeurige) strook kustwater. Voor de periode 1995 is gebruik gemaakt van het bestand LGN-3. In de figuren 3.2 tot en met 3.6 zijn de resultaten van de classificatie als kaartbeeld weergegeven.

Noord-Holland heeft de afgelopen 150 jaar een enorme gedaantewisseling ondergaan. De belangrijkste veranderingen zijn de inpolderingen geweest van de Haarlemmermeer, het IJmeer en de Wieringermeer. Hierdoor is het areaal land fors toegenomen. Door de jaren heen is het areaal grasland steeds meer afgenomen. Een belangrijke oorzaak daarvan is de omzetting van grasland naar bouwland en naar grond voor de teelt van bollen en tuinbouwproducten. Vanaf de zestiger jaren zorgt de verstedelijking ook voor een forse afname van het areaal grasland door de ontwikkeling van groeikernen en stadsuitbreiding van Amsterdam, Zaandam en Haarlem.

Het areaal heidegebied krimpt al vanaf 1850 door de afnemende betekenis voor de landbouw. Niet alleen de inkrimping, maar ook de versnippering van bestaande heidegebieden is al een langer lopend proces. Naast de heide neemt ook het areaal binnenlands stuifzand al vroeg in de 19^e eeuw af. Het lijkt erop dat afname van dit areaal al eerder plaatsvond dan de grootschalige afname van de heide. De afname aan stuifzand in de duingebieden is vooral veroorzaakt door aanplant van naaldbossen na 1850.

De toename aan loofbossen kan vooral worden toegeschreven aan de aanleg van landgoederen, ontwikkeling van duinstruweel, aanleg van recreatiebossen en de laatste decennia ook door de omvorming van naaldhout naar loofbos.

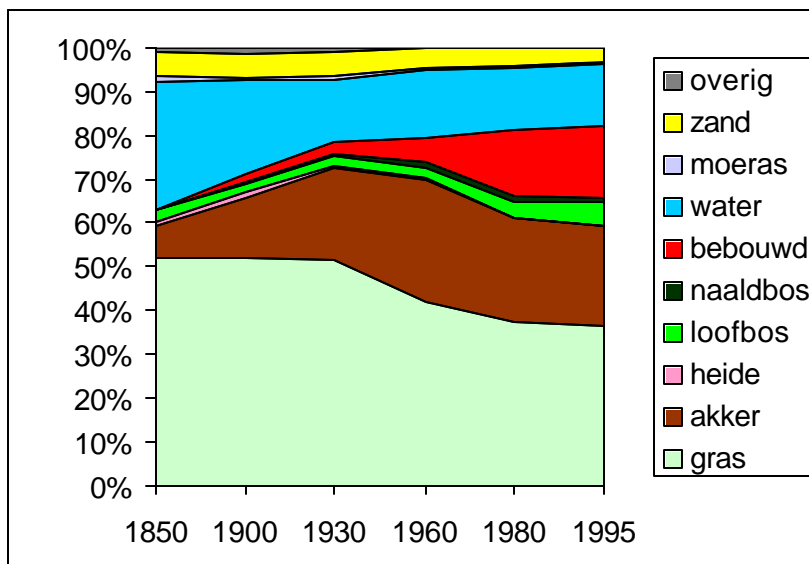
De toename van de verstedelijking is in de laatste decennia explosief verlopen door de ontwikkeling van groeikernen en bedrijventerreinen.

Het areaal rietmoeras is tussen 1850 en 1900 bijzonder sterk afgenomen. Onduidelijk is in hoeverre hier karteerverschillen een rol spelen. Wel is duidelijk, bijvoorbeeld voor de grote veenplassen dat er nog volop veen werd gegraven en er soms ook weer water verlandde.

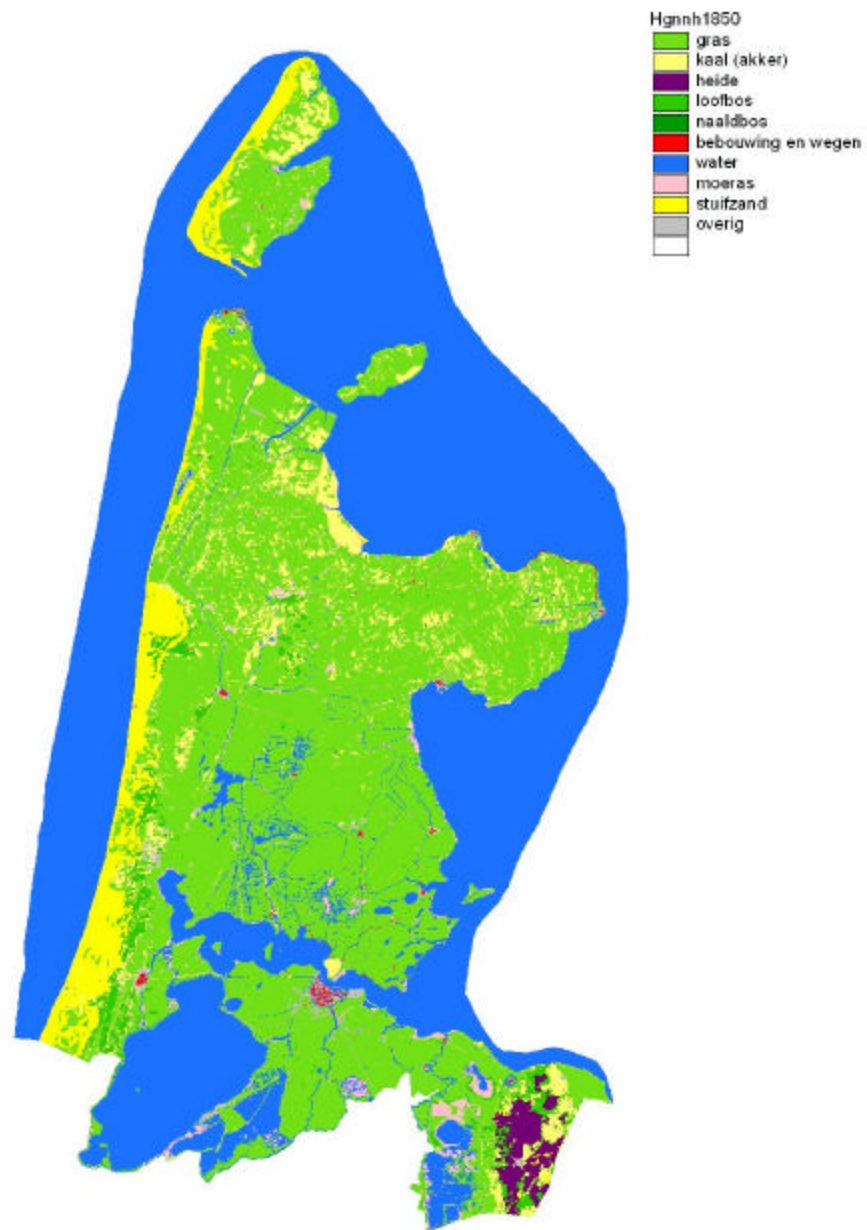
De veranderingen in grondgebruik zijn geldig voor de provincie als geheel. Lokaal of regionaal doen zich soms grote verschillen voor die ook tegengesteld kunnen zijn. Ook verandert het ruimtelijk patroon soms terwijl de arealen vrijwel gelijk blijven. Zo schuiven de bollengebieden geleidelijk op naar het noordelijk deel van de provincie, ontstaat er door vervening ook weer open water, verplaatst de kustlijn zich en worden sommige akkergebieden weer grasland. De enige klasse die onverminderd toeneemt, is de bebouwing.

Tabel 3.1 Areaal grondgebruik in het analysegebied Noord-Holland van 1850-1995 (km²)

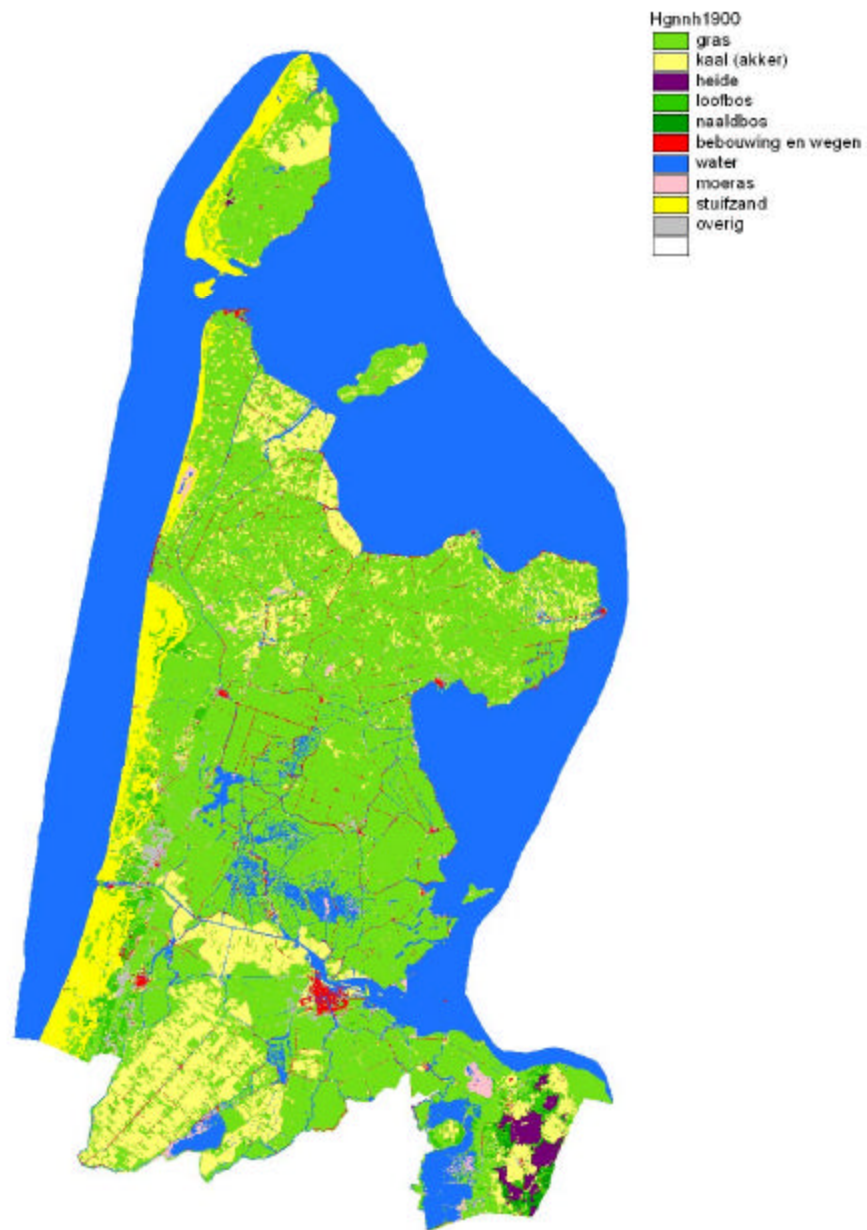
nummer	klasse	1850	1900	1930	1960	1980	1995
1	grasland	26257	26238	26009	21189	18823	18407
2	akker	3722	7155	10564	14004	12013	11437
3	heide	575	375	331	237	198	151
4	loofbos	1291	1145	1221	1233	1755	2693
5	naaldbos	0	143	192	665	671	555
6	bebouwd	132	906	1184	2782	7477	8314
7	water	14597	10790	7480	7943	7378	7111
8	rietmoeras	682	349	359	201	233	117
9	zand en duinen	2793	2763	2762	2270	1974	1740
10	overig	475	660	421	0	0	0
	 totaal (km²)	50524	50524	50524	50524	50524	50524



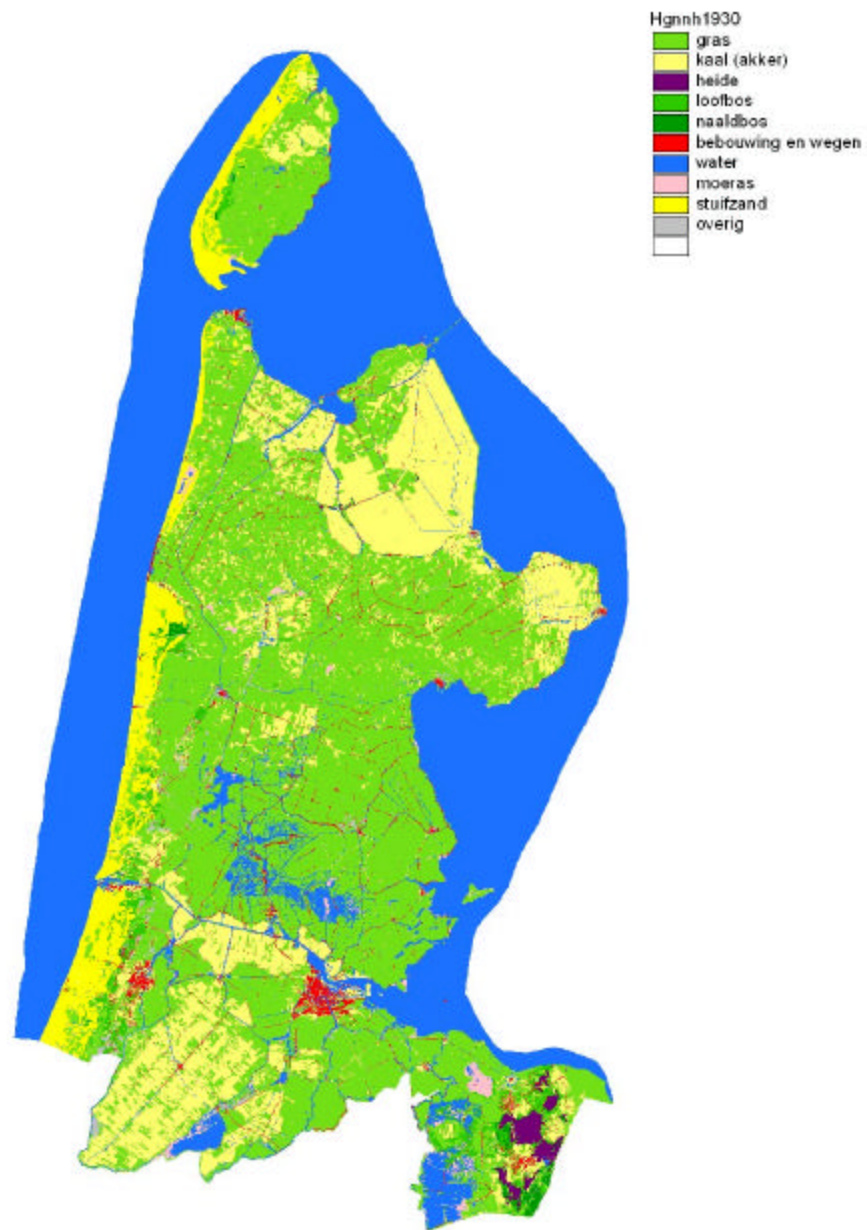
Figuur 3.1 Veranderingen in grondgebruik voor het analysegebied Noord-Holland



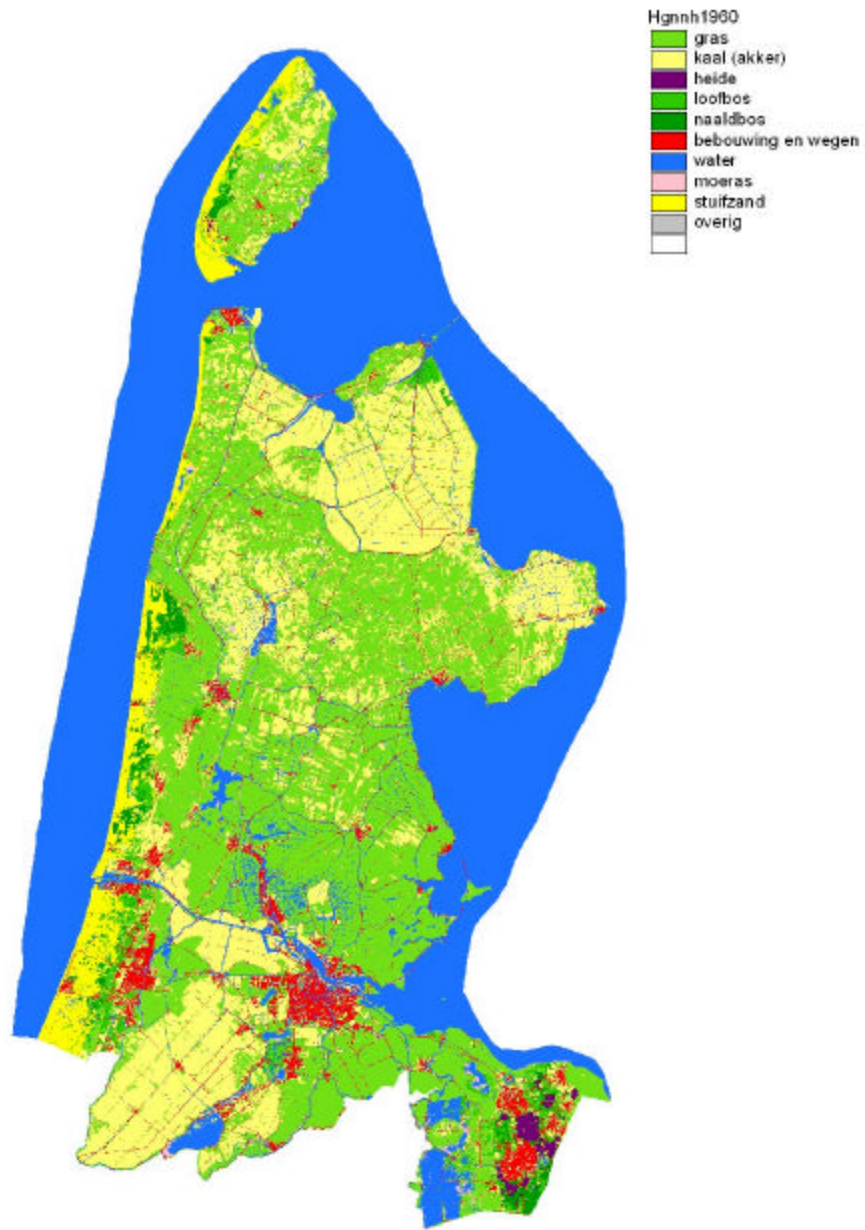
Figuur 3.1. Grondgebruik in Noord-Holland rond 1850



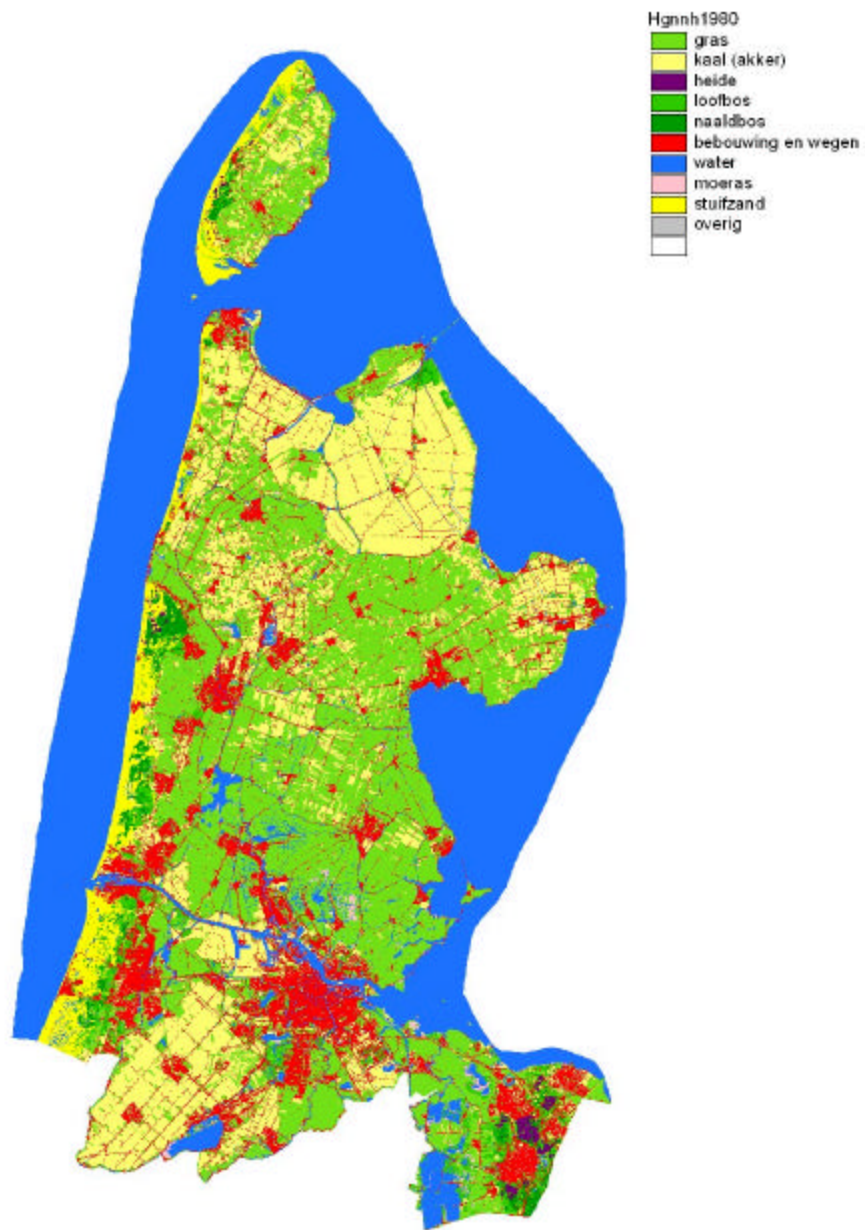
Figuur 3.2. Grondgebruik in Noord-Holland rond 1900



Figuur 3.3. Grondgebruik in Noord-Holland rond 1930



Figuur 3.4. Grondgebruik in Noord-Holland rond 1960



Figuur 3.5. Grondgebruik in Noord-Holland rond 1980

3.3 Validatie

De validatie van GIS-bestanden heeft plaatsgevonden door per onderscheiden klasse een gewogen random steekproef te trekken en de waarden in het geclassificeerde bestand handmatig te vergelijken met het kaartmateriaal. In de tabellen 3.4a tot en met 3.4e is voor iedere tijdstep de steekproefselectie weergegeven, het aantal juist geclassificeerde pixels en de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Hieruit blijkt dat de bestanden een overall nauwkeurigheid hebben die varieert tussen 95 en 98 %.

Met de nauwkeurigheid van een klasse wordt bedoeld het percentage pixels van een bepaalde klasse op de topografische kaart dat ook tot die klasse is geclassificeerd. Met betrouwbaarheid wordt bedoeld welk percentage geclassificeerde pixels van een bepaalde klasse dat ook werkelijk tot die klasse behoort. Bij nauwkeurigheid is de werkelijkheid (referentie) het vertrekpunt, bij betrouwbaarheid de classificatie (resultaat). Nauwkeurigheid wordt ook wel *producers accuracy* genoemd en betrouwbaarheid *users accuracy*.

Tabel 3.4a Validatie van het geclassificeerde bestand 1850 met de kaart 1850 als referentie op basis van 200 steekproefpunten. De categorie naaldbos komt niet voor..

Klasse	Referentie: kaart 1850										totaal
	gras	akker/ kaal	hei	loof	naald	bebouwd en wegen	water	moeras	zand duin	overig	
1 gras	75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	76
2 akker	1	17	0	0	0	0	1	0	0	0	19
3 heide	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
4 loofbos	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13
5 naaldbos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 bebouwd	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10
7 water	1	0	0	0	0	0	30	0	0	0	31
8 moeras	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
9 zand/duin	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	17
10 overig	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11
totaal	77	18	11	13	0	11	31	12	17	10	200

Klasse	Reference totals	Classified totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
1 gras	77	76	75	97,4%	98,7%
2 akker/kaal	18	19	17	94,4%	89,5%
3 heide	11	11	11	100,0%	100%
4 loofbos	13	13	13	100,0%	100%
5 naaldbos	0	0	0	---	---
6 bebouwd/wegen	11	10	10	90,9%	100%
7 water	31	31	30	96,8%	96,8%
8 moeras	12	12	12	100,0%	100%
9 zand/duin	17	17	17	100,0%	100%
10 overig	10	11	10	100,0%	90,9%
Totals	200	200	195		
Overall Classification Accuracy = 97.50%					

Tabel 3.4b Validatie van het geclassificeerde bestand 1900 met de kaart 1900 als referentie op basis van 200 steekproefpunten.

Klasse	Referentie: kaart 1900										
	gras	akker/ kaal	hei	loof	naald	bebouwd	water	moeras	zand duin	overig	totaal
1 gras	69	0	0	0	0	0	2	0	0	0	71
2 akker	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26
3 heide	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
4 loofbos	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12
5 naaldbos	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
6 bebouwd	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	13
7 water	1	2	0	0	0	1	16	0	0	0	20
8 moeras	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
9 zand/duin	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	16
10 overig	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11
totaal	70	28	11	12	10	14	18	11	16	10	200

Klasse	Reference totals	Classified totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
1 gras	70	71	69	98,6%	97,2%
2 akker/kaal	28	26	26	92,9%	100%
3 heide	11	11	11	100,0%	100%
4 loofbos	12	12	12	100,0%	100%
5 naaldbos	10	10	10	100,0%	100%
6 bebouwd/wegen	14	12	12	85,7%	100%
7 water	18	20	16	88,9%	80,0%
8 moeras	11	11	11	100,0%	100%
9 zand/duin	16	16	16	100,0%	100%
10 overig	10	11	10	100,0%	90,9%
Totals	200	200	193		
Overall Classification Accuracy = 96.50%					

Tabel 3.4c Validatie van het geclassificeerde bestand 1930 met de kaart 1930 als referentie op basis van 200 steekproefpunten.

Klasse	Referentie: kaart 1930										totaal
	gras	akker/ kaal	hei	loof	naald	bebouwd	water	moeras	zand duin	overig	
1 gras	63	0	0	0	0	3	0	0	0	1	67
2 akker	0	32	0	0	0	1	0	0	0	0	33
3 heide	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
4 loofbos	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12
5 naaldbos	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
6 bebouwd	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12
7 water	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	19
8 moeras	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
9 zand/duin	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	16
10 overig	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11
totaal	63	32	10	12	10	17	19	10	16	11	200

Klasse	Reference totals	Classified totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
1 gras	63	67	63	100,0%	94,0%
2 akker/kaal	32	33	32	100,0%	97,0%
3 heide	10	10	10	100,0%	100%
4 loofbos	12	12	12	100,0%	100%
5 naaldbos	10	10	10	100,0%	100%
6 bebouwd/wegen	17	12	12	70,6%	100%
7 water	19	19	19	100,0%	100%
8 moeras	10	10	10	100,0%	100%
9 zand/duin	16	16	16	100,0%	100%
10 overig	11	11	10	90,9%	90,9%
Totals	200	200	194		
Overall Classification Accuracy = 97.00%					

Tabel 3.4d Validatie van het geclassificeerde bestand 1960 met de kaart 1960 als referentie op basis van 200 steekproefpunten. De categorie overig is niet onderscheiden

Klasse	Referentie: kaart 1960										totaal
	gras	akker/ kaal	hei	loof	naald	bebouwd	water	moeras	zand duin	overig	
1 gras	55	0	0	0	0	1	1	0	0	-	57
2 akker	0	36	0	0	0	3	2	0	0	-	41
3 heide	0	0	11	0	0	0	0	0	0	-	11
4 loofbos	0	0	0	10	0	0	0	0	0	-	10
5 naaldbos	0	0	0	0	10	0	0	0	0	-	10
6 bebouwd	0	0	0	0	0	25	0	0	0	-	25
7 water	0	0	0	0	0	2	18	0	0	-	20
8 moeras	0	0	0	0	0	0	0	11	0	-	11
9 zand/duin	0	0	0	0	0	0	0	0	15	-	15
10 overig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
totaal	55	36	11	10	10	31	21	11	15		200

Klasse	Reference totals	Classified totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
1 gras	55	57	55	100.0%	96.5%
2 akker/kaal	36	41	36	100.0%	87.8%
3 heide	11	11	11	100.0%	100%
4 loofbos	10	10	10	100.0%	100%
5 naaldbos	10	10	10	100.0%	100%
6 bebouwd/wegen	31	25	25	80.7%	100%
7 water	21	20	18	85.7%	90.0%
8 moeras	11	11	11	100.0%	100%
9 zand/duin	15	15	15	100.0%	100%
10 overig	-	-	-		
Totals	200	200	191		
Overall Classification Accuracy = 95.5%					

Tabel 3.4e Validatie van het geclassificeerde bestand 1980 met de kaart 1980 als referentie op basis van 200 steekproefpunten. De categorie is niet onderscheiden

Klasse	Referentie: kaart 1980										
	gras	akker/ kaal	hei	loof	naald	bebouwd	water	moeras	zand duin	overig	totaal
1 gras	52	0	0	1	0	0	0	0	0	-	53
2 akker	0	38	0	0	0	0	0	0	0	-	38
3 heide	0	0	10	0	0	0	0	0	0	-	10
4 loofbos	0	1	0	10	0	0	0	0	0	-	11
5 naaldbos	0	0	0	0	11	0	0	0	0	-	11
6 bebouwd	3	1	0	0	0	28	0	0	0	-	32
7 water	0	0	0	0	0	0	20	0	0	-	20
8 moeras	0	0	0	0	0	0	0	10	0	-	10
9 zand/duin	0	0	0	0	0	0	0	0	15	-	15
10 overig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
totaal	55	40	10	11	11	28	20	10	15		200

Klasse	Reference totals	Classified totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
1 gras	55	53	52	94.6%	98.1%
2 akker/kaal	40	38	38	95.0%	100%
3 heide	10	10	10	100%	100%
4 loofbos	11	11	10	90.9%	90.9%
5 naaldbos	11	11	11	100%	100%
6 bebouwd/wegen	28	32	28	100%	87.5%
7 water	20	20	20	100%	100%
8 moeras	10	10	10	100%	100%
9 zand/duin	15	15	15	100%	100%
10 overig	-	-	-	-	-
Totals	200	200	194		
Overall Classification Accuracy = 97.0%					

Uit de hierboven gepresenteerde gegevens komt naar voren dat de klassen bebouwd en water soms wat minder nauwkeurig zijn. Voor de klasse water wordt dit veroorzaakt door kust- en oeverlijnen en het gebied Waterland. In dit laatste gebied is sprake van zeer brede sloten die vaak wat overgedimensioneerd op de kaart terecht komen. Voor de klasse bebouwd en wegen is er al het eerder aangehaalde probleem dat de cartografische weergave van bebouwd gebied sterk verschilt tussen de jaren en er ook relatief veel kale grond in de bebouwing voorkomt.

4 Discussie en aanbevelingen

4.1 Discussie

De bestanden HGN-1850 tot en met HGN-1980 geven een goed ruimtelijk beeld van het historisch grondgebruik in die periode en de veranderingen daarin. De veranderingen tussen de tijdstappen zijn groter dan de ruis binnen een tijdstap. Bij toepassing van deze bestanden zijn er wel een aantal beperkingen aan te geven.

Kaartbladgrenzen

Voor de kaartinterpretatie en vergelijking met andere tijdstappen is het van belang in het oog te houden dat iedere tijdstap een periode van meerdere jaren beslaat. Aangrenzende kaartbladen verschillen in jaar van verkenning of uitgave soms meer dan 10 jaar. Voor lokale studies kan dit een knelpunt zijn, maar dit is verder niet op te lossen. Dit probleem doet zich overigens ook voor bij de modernste topografische kaarten.

Geometrie

De drie verschillende bronbestanden verschillen sterk in de kaartprojectie. Zelfs tussen de eerste en laatste edities Bonnebladen zitten geometrische verschillen. Door geometrische correctie en aggregatie naar 50 meter grids is geprobeerd dit probleem te beperken. Dat lukt nooit helemaal door fouten in de kartering. De oudste bronbestanden laten de grootste afwijkingen zien. Dit kan leiden tot verschillen met de digitale 1:10.000 kaart die gemiddeld 20 meter bedragen, met uitschieters tot circa 70 meter voor de TMK-1850. Deze verschillen lijken erg groot, maar worden ook veroorzaakt doordat de 1:10.000 kaart met de 1:50.000 kaart wordt vergeleken. Bij kleine verspreid liggende of lijnvormige vormen van grondgebruik zoals moeras, bosjes, bebouwing en waterlopen zal de kans op mismatch het grootst zijn. Voor grote aaneengesloten vormen van grondgebruik zoals grasland, heide, boscomplexen en dergelijke treedt dit vooral op langs de randen.

Dynamiek ruimtegebruik en tijdreeksen

Voor een aantal vormen van grondgebruik geldt dat ze sterk dynamisch zijn en dat kaartuitgaven een momentopname zijn. Stedelijk gebied en kassen kunnen binnen enkele jaren sterk zijn uitgebreid en het areaal beïnvloeden. Bij de oude kaarten geldt dat ook voor de categorie overig. Voor het landelijk gebied geldt dat akker en grasland op perceelsniveau soms snel kunnen wisselen. Verdere aggregatie van grids kan het effect hiervan sterk verminderen, maar verlaagt de nauwkeurigheid.

De veranderingen in grondgebruik in de tijdreeksen worden sterk bepaald door de jaren van verkenning of uitgifte van de kaarten. Vooral bij de Bonnekaart kunnen de opeenvolgende jaren dicht bij elkaar liggen. Een enkele keer hebben 1900 en 1930 zelfde hetzelfde kaartblad als basis. Voor regionale toepassing is dit niet zo erg omdat dit wordt uitgemiddeld. Bovendien hebben kaartbladen met weinig edities ook vaak betrekking op gebieden waarin weinig is veranderd.

Classificatie

De semi-automatische classificatie is een compromis tussen handmatig digitaliseren volledig automatische classificatie. Door grote verschillen in kwaliteit van de drukkleuren en ouderdom van kaarten zijn oude kaarten lastiger automatisch te classificeren. Door handmatige bewerkingen is geprobeerd dit te ondervangen. Hierdoor ontstaan er binnen kaartbladen wel nieuwe verschillen in nauwkeurigheid. Bij de TMK-1850 is het onderscheid tussen heide, stuifzand en akker soms alleen vast te stellen door gradueel kleurverschil of percelering te laten meewegen. Mogelijk zijn hier soms fouten in gemaakt die ook bij de validatie onvoldoende tot uiting komen.

Bij toepassing van deze bestanden dient de gebruiker steeds de context van de kaart in het oog te houden. De kaart geeft een sterk vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid weer door de ogen van de cartograaf.

Soms leidt een goede classificatie tot een ongewenste klasse. Dat geldt bijvoorbeeld voor akker/kale grond in en rond stedelijke agglomeraties dat geen agrarische maar een stedelijke bestemming kent. Omdat er geen bestemmingen worden geclassificeerd maar kaartkleuren is voor stedelijke toepassingen een nabewerking nodig. Omdat de classificatieprocedure is afgestemd op het produceren van landelijke bestanden, zijn een aantal provinciaal belangrijke klassen niet onderscheiden. Dat geldt vooral voor de kust- en duingebieden (zie ook aanbevelingen)

Cartografische overdimensionering en aggregatie

Op vrijwel alle kaarten zijn lijnvormige elementen overgedimensioneerd. Dit effect is het meest merkbaar bij grotere wegen, waterlopen en brede houtwallen en speelt vooral bij de 1:50.000 kaart.

Grootte van de grids

De gebruikte gridgrootte van 50 meter heeft het effect in zich van afronding. Kleine cartografische elementen zijn naar verhouding ondervetegenwoordigd, grote vlekken zijn oververtegenwoordigd. Dit is inherent aan de generalisatie van kleine naar grote pixels en het gebruik van de zogenaamde 'majority' regel. Het dominante grondgebruik bepaalt immers de waarde van het grid.

Het voordeel van de grovere grids is dat significante verschillen in grondgebruik tussen twee perioden ook daadwerkelijk worden waargenomen. Hiervoor is het niet nodig een hoge mate van detail na te streven. Het nadeel is echter dat kleine veranderingen in het grondgebruik pas laat zichtbaar zijn.

4.2 Aanbevelingen

Voor een uitgebreidere toepassing en analyse van het ruimtegebruik worden de volgende aanbevelingen gedaan:

Uitbreiding tijdstappen

- uitbreiding van de tijdreeks met andere tijdstappen. De snelle veranderingen in de afgelopen decennia maken het interessant om ook voor de tijdstappen 1970 en 1990 een dergelijke classificatie uit te voeren (Kramer et al., 2003). Ook de pilot Terschelling (Hazeu et al., 2003) laat de meerwaarde hiervan zien.

Uitbreiding van de klassen

Het basismateriaal biedt de mogelijkheid om het aantal klassen nog wat uit te breiden. Hierdoor ontstaat er een nog betere afstemming met recente bestanden. Relevante uitbreidingen en verbeteringen zijn te realiseren door:

- uitsplitsing van de klasse bebouwd en wegen in twee afzonderlijke klassen;
- onderscheiden van drassige gebieden en kwelders;
- splitsen van de klasse kale grond in bouwland en kale grond in stedelijk gebied;
- splitsing van de klasse zand in strand, zandplaat, wad, kust- en stuifduinen;
- uitbreiding van de waterklassen door toevoeging van zoet, brak, zout, stagnant, kwel en getijde.
- toevoeging van lijnvormige beplantingen die de openheid van het landschap bepalen zoals houtsingels en houtwallen.
- verbetering van het bossenbestand door gebruik van de eerste digitale bosstatistiek (Clement et al., 2003).

Verrijking van data

Door het grondgebruik te confronteren met de bodemkaart, geomorfologische bestanden, grondwaterkaarten kaart en hoogtebestanden kunnen zowel uitbreidingen van de klassen en verbetering van de bestanden worden bereikt. Een voorwaarde voor deze verrijking van de data is dat er een beter inzicht wordt verkregen in de ruimtelijke eigenschappen van de bestanden om foutvoortplanting te beperken.

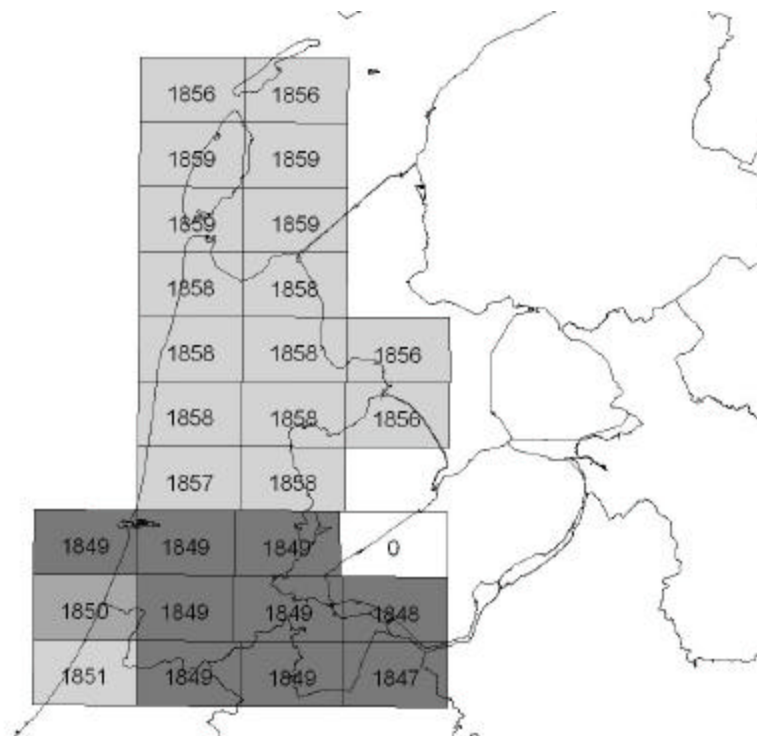
Toepassingen

Met het tot stand komen van deze tijdreeks dienen zich interessante mogelijkheden aan voor analyse van de ruimtelijke dynamiek, validatie van modellen en evaluatie van beleid. De tijdreeks biedt voor verschillende beleidsterreinen aanknopingspunten. Dat kan gaan om de onderbouwing van toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen, monitoring en het bepalen van kansrijke ontwikkelingen en gebieden. Ook voor het bepalen van historische referenties biedt de tijdreeks aanknopingspunten (Dirkx, 2001; Smits, 2002a. Omdat de ontwikkeling van historische databestanden nog in de kinderschoenen staat liggen de belangrijkste toepassingen vooral in de onderzoeks-sfeer.

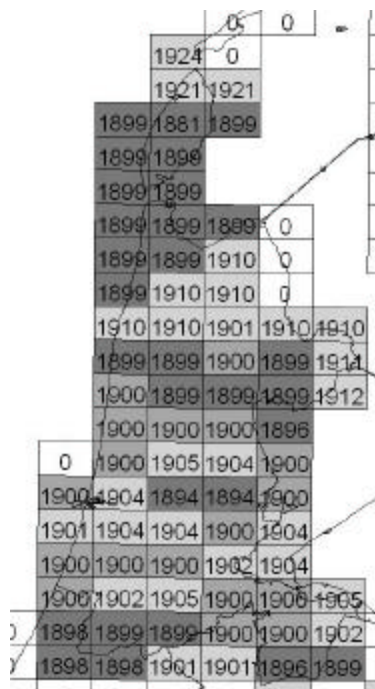
Referenties

- Bolsius, E.C.A, J.H.M. Eulderink & C.L.G Groen, 1994. Een digitaal bestand voor de landschapsecologie van Nederland: eindrapport van het LKN-project. Rijksplanologische Dienst, Den Haag.
- CBS, 1993. Statistiek van het bodemgebruik, Kwartaalbericht Milieustatistiek. CBS, Voorburg.
- Clement, J. & L. Kooistra, 2003. Eerste bosstatistiek digitaal; opbouw van een historisch basisbestand. Alterra, Wageningen. Rapport 744.
- Dirkx, G.H.P., 2001. Historische ecologie van De Brand en De Mortelen (Noord-Brabant). Alterra, Wageningen. Rapport 391.
- Hazeu, G., J. Klijn, E-J. Lammerts & W.C. Knol, 2002. Een eiland in beweging: veranderingen in het Terschellinger landschap over anderhalve eeuw aan de hand van oude topografische kaarten en luchtfoto's. Alterra, Wageningen. Rapport 501.
- Knol, W.C., H. Kramer & H. Gijsbertse (in prep). Historisch Grondgebruik Nederland (HGN) rond 1900; beschrijving van een landsdekkend GIS bestand. Alterra, Wageningen. Rapport 573.
- Knol, W.C., G.H.P. Dirkx & H. Kramer, (in prep.). Historische ecotopen Methoden voor een reconstructie van natuur en landschap vanaf 1830. Alterra, Wageningen. Rapport 575.
- Kramer, H. & W.C. Knol, 2003. Historisch Grondgebruik 1970 in 500 meter grids. Alterra, Wageningen. Rapport 717.
- Nijs, T. de, G. Engelen, R. White, H. van Delden & I. Uljee, 2001. De Leefomgevingsverkenner: technische documentatie. RIVM, Bilthoven.
- Smits, N.A.F & J.H.J Schaminee, 2002a. Referenties Landelijk Meetnet Flora. Alterra, Wageningen. Rapport 547.
- Smits, N.A.C. & J.H.J. Schaminee, 2002b. Referentie bossen: een nadere uitwerking van de graadmeter natuurwaarde. Alterra, Wageningen. Rapport 671.
- Thunnissen, H.A.M., Olthof, R., Getz, P. and Vels, L., 1992, Grondgebruiksdatabank van Nederland vervaardigd met behulp van Landsat Thematic Mapper opnamen. Report 168, DLO Winand Staring Centre, Wageningen.

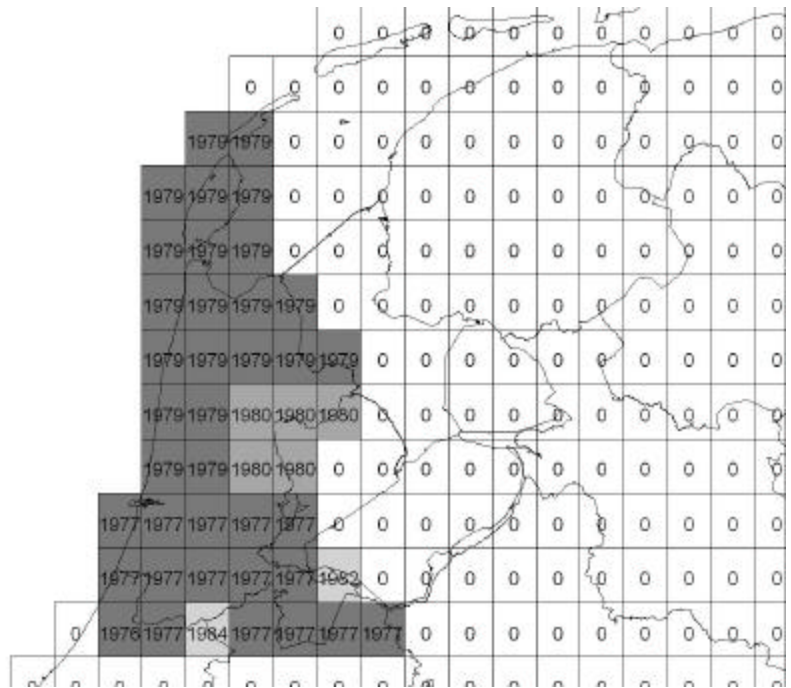
Bijlage I Geselecteerde kaartbladen per tijdstap met jaren van verkenning



Figuur A Kaartbladen TMK-1850 en jaar van verkenning (lichtere kaartbladen betreft jongere verkenningen)



Figuur B Kaartbladen en jaar van uitgifte rond 1900 (lichtere kaartbladen betreft jongere verkenningen)



Figuur E Kaartbladen en jaar van verkenning rond 1980 (lichtere kaartbladen betreft jongere verkenningen)

