

32/446(490) 2^e ex

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

**Bepaling van de landbouwkundige potentie van gebieden in
Nederland aan de hand van bodem, grondwater en klimaat**

**Strategische Expertise Ontwikkeling Plattelandsvernieuwing en
Scenariomethodiek (SEOPS)**

**J.A. van de Steeg
C.A. van Diepen**

Rapport 490

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1997



29 SEP. 1997

LSN 947265x

REFERAAT

Steeg, J.A. van de & C.A. van Diepen, 1997. *Bepaling van de landbouwkundige potentie van gebieden in Nederland aan de hand van bodem, grondwater en klimaat. Strategische Expertise Ontwikkeling Plattelandsvernieuwing en Scenariomethodiek (SEOPS)*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 490. 72 blz.; 2 fig.; 6 tab.; 6 aanh.; 4 kaarten.

De landbouwkundige potentie van Nederland wordt bepaald aan de hand van de fysieke kenmerken bodem, grondwater en klimaat. De landbouwkundige potentie is hierbij gedefinieerd als het optimaal benutten van potenties van gebieden voor grondgebonden functies, met name weidebouw en akkerbouw. De potentie wordt aangegeven als een rangorde van geschiktheidsklassen, waarbij voortbrengend vermogen en ook kwetsbaarheid voor milieubelasting worden meegewogen. Dit rapport richt zich op het voortbrengend vermogen van grond, waarbij het gaat om een totaaloordeel van keuzeruimte in landgebruik, bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden in mechanisatie.

Trefwoorden: akkerbouw, bodemgeschiktheid, landevaluatie, plattelandsvernieuwing, weidebouw

ISSN 0927-4499

©1997 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.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 DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Invloed van klimatologische variatie op de productie	15
2.1 Inleiding	15
2.1.1 Weerspatronen en klimaatkenmerken	15
2.1.2 Systeemanalytische methode en de rol van gewasgroeisimulatie	16
2.2 Methode	18
2.2.1 Simulatie met het standaardgewas	18
2.2.2 Simulatie met specifieke gewassen	20
2.3 Resultaten	21
2.3.1 Regionale variatie in klimaatfactoren	21
2.3.2 Invloed van klimaat op de gewasopbrengsten	23
2.3.3 Regionale variatie in het voortbrengend vermogen	25
2.4 Conclusies	28
3 Invloed van bodemvariatie op het voortbrengend vermogen	31
3.1 Inleiding	31
3.2 Methode	33
3.3 Resultaten	35
3.4 Conclusies	40
4 Gezamenlijke invloed van bodem en klimaat op de potentiële productie	43
4.1 Inleiding	43
4.2 Methode	43
4.2 Resultaten	44
4.4 Conclusies	45
5 Geschiktheid van de methode voor het project SEOPS	47
Literatuur	49
Aanhangsels	
A Grondwatervariatie binnen Nederland	51
B Overzicht van de maandelijkse gemiddelen voor klimaatfactoren per weerstation (1961-1990)	57
C Potentiële en watergelimiteerde opbrengsten	59
D Bodembestand uit de LKN	63
E Geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw	69
F Geschiktheidsbeoordeling voor weidebouw	71

Kaarten

- 1 Bodemgeschiktheid akkerbouw
- 2 Bodemgeschiktheid weidebouw
- 3 Bodem- en klimaatgeschiktheid akkerbouw
- 4 Bodem- en klimaatgeschiktheid weidebouw

Woord vooraf

Binnen de Dienst Landbouwkundig Onderzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is een deel van de onderzoekscapaciteit gereserveerd voor strategische expertiseontwikkeling. Eén van de onderwerpen die daarvoor in 1995 is aangewezen betreft Plattelandsvernieuwing en Scenariomethodiek. Een groep onderzoekers van de DLO-instituten Staring Centrum, het Landbouw-Economisch Instituut en het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek werkt tot eind 1997 aan deze expertiseontwikkeling in het project Strategische Expertise Ontwikkeling Plattelandsvernieuwing en Scenariomethodiek (SEOPS).

Als werkdefinitie van plattelandsvernieuwing hanteren wij 'het optimaal benutten van potenties van gebieden'. Eén van die potenties is de landbouwkundige. Het gaat daarbij om het agrarisch opbrengend vermogen van gebieden door de specifieke combinatie van bodem, grondwater en klimatologische omstandigheden en om de mate van kwetsbaarheid van gebieden voor milieubelasting die gepaard gaat met agrarisch gebruik. Over het eerste aspect, het opbrengend vermogen, gaat dit rapport.

Het rapport is opgesteld door Jeannette van de Steeg, bodemkundige, onder supervisie van Kees van Diepen, hoofd van de afdeling Landevaluatie-methoden van DLO-Staring Centrum. De studie is uitgevoerd in de eerste helft van 1996. Als opdrachtgever fungeerde het SEOPS-projectteam, in het bijzonder Frank Veeneklaas en René Nij Bijvank. Speciale dank gaat uit naar G.A. van Soesbergen en F.A. Wopereis voor hun hulp bij de bodemgeschikheidsbepaling op basis van hun ervaring bij de voormalige Stichting voor Bodemkartering en vervolgens bij DLO-Staring Centrum.

Deze publikatie kan gezien worden als onderdeel van een (korte) reeks waarin ook potenties van gebieden voor andere gebruiksfuncties, met name recreatie en natuurontwikkeling, worden geclassificeerd en op kaart worden aangegeven. Deze (digitaal beschikbare) kaarten zullen steeds landsdekkend zijn en passend binnen het stramien van de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN), dat wil onder meer zeggen in 1 km x 1 km grids.

dr. F.R. Veeneklaas
projectleider SEOPS
juli 1997

Samenvatting

Dit rapport geeft een beschrijving van de landbouwkundige potentie van Nederland, door de fysieke factoren klimaat, bodem en grondwater te karakteriseren. De landbouwkundige potentie is hierbij gedefinieerd als het opbrengend vermogen van gebieden voor grondgebonden agrarische productie, met name akkerbouw en weidebouw.

De potentie is gerangschikt naar geschiktheidsklassen, waarbij in de beoordeling voortbrengend vermogen en in beginsel ook de kwetsbaarheid voor milieubelasting moet worden meegewogen. Dit rapport richt zich op het voortbrengend vermogen, waarbij het gaat om een totaaloordeel ten aanzien van keuzeruimte in landgebruik en bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie, voor zover deze zijn bepaald door de factoren bodem, klimaat en grondwater.

In dit rapport wordt de landbouwkundige potentie met zijn gebiedsgewijze verschillen beschreven via een systematische analyse van de factoren klimaat, bodem en grondwater. De invloed van klimaat op de landbouwkundige potentie wordt weergegeven door middel van een agroklimatologische zoneringskaart, gebaseerd op gewasgroeisimulaties. De invloed van de factoren bodem en grondwater wordt beschreven met behulp van geschiktheidskaarten die voortbrengend vermogen weergeven.

De invloed van het klimaat wordt geanalyseerd met behulp van het gewassimulatiemodel WOFOST, een acroniem dat staat voor World Food Studies. WOFOST simuleert de groei en productie van jaarlijkse gewassen op basis van de dagelijkse weersgegevens straling, temperatuur, luchtvochtigheid, neerslag en windsnelheid. Door biomassaproductie en lengte van het groeiseizoen te vergelijken voor zes weerstations in Nederland, kan de invloed van de klimatologische variatie op de potentiële en watergelimiteerde productie worden onderzocht voor de meest voorkomende akkerbouwgewassen (aardappelen, suikerbieten, wintergerst, gerst, koolzaad en maïs) en gras.

Op basis van deze regionale gesimuleerde opbrengstpatronen wordt een agroklimatologische zoneringskaart gegeven. Voor de potentiële productie kunnen drie gewasgroepen worden onderscheiden: gras en maïs, suikerbieten en overige gewassen. Gras en maïs hebben aan de kust een hoge productie en er is een noord-zuid-zonering aan te wijzen. Suikerbieten volgen daarentegen enkel de noord-zuid-zonering. De resterende gewassen volgen een zuid-noord-zonering. Voor een zoneringskaart op basis van de watergelimiteerde productie is het beeld gecompliceerder vanwege de bijkomende verschillen in neerslag en verdeling hiervan over het groeiseizoen. Voor de watergelimiteerde productie geldt dat er een verdeling in twee groepen gemaakt dient te worden om de invloed van de klimatologische variatie te typeren. Voor suikerbieten en maïs moet een noord-zuid-zonering worden onderscheiden, waarbij het weerstation Eindhoven een uitzonderlijk lage opbrengst behaalt. Voor de resterende gewassen geldt dat de Bilt en Eelde hoge opbrengsten halen en dat Zuid-Limburg en Twente

hier iets onder liggen.

De invloed van de bodem en grondwater op de landbouwkundige potentie wordt weergegeven door middel van geschiktheidsklassen die het voortbrengend vermogen van de bodem beschrijven. De geschiktheid hangt hierbij af van verschillende beoordelingsfactoren, die voor elke vorm van landgebruik specifiek zijn. Zo hangt de bodemgeschiktheid voor weidebouw af van de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen en de stevigheid van de bovengrond. De geschiktheid van akkerbouw hangt af van de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen, de stevigheid van de bovengrond, de textuur, de verkrumelbaarheid en de slemp- of stuifgevoeligheid. De moeilijkheid bij de geschiktheidsbepaling is op de juiste wijze rekening te houden met de nutriënten- en vochtvoorziening en de invloed van beregening en bemesting. Er is zoveel mogelijk getracht uit te gaan van een situatie waarbij het voortbrengend vermogen geheel afhankelijk is van de natuurlijke potentie. De Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN) wordt gebruikt als basis voor de geschiktheidsbeoordeling. De bodembeschrijvingen uit de LKN worden ten opzichte van elkaar beoordeeld op voortbrengend vermogen met behulp van de beoordelingsfactoren. Een landsdekkende kaart geeft uiteindelijk de geschiktheid voor weide- en akkerbouw weer in een rangorde van acht geschiktheidsklassen, variërend van ongeschikt tot uitermate geschikt. Uit deze kaart blijkt dat het grootste aandeel van het landbouwareaal, 76% voor akkerbouw en 87% voor weidebouw, binnen de klasse 'matig tot uitermate geschikt' valt.

Door middel van een overlay-procedure is de klimaatskaart te combineren met de geschiktheidskaarten voor weide- en akkerbouw. Voordat deze procedure kan worden uitgevoerd, moeten beslissingscriteria worden opgesteld ten aanzien van de beïnvloeding van het klimaat op de geschiktheidsklassen. Er is voor gekozen de invloed van het klimaat per geschiktheidsklasse te beoordelen, dat wil zeggen dat de relatieve geschiktheid kan veranderen wanneer deze binnen een bepaalde klimaatszone valt. De bodems binnen klasse 1 en 2 zijn niet droogtegevoelig en worden daarom niet beïnvloed door klimaatzones met relatief weinig neerslag. Bodems uit de klassen 3 tot en met 7 hebben echter een gevoeliger waterhuishouding en worden daarom per klimaatszone opnieuw beoordeeld op geschiktheid. Klasse 8 is ongeschikt voor landbouw; dit kan door weersinvloeden niet worden veranderd. Wanneer voor elke klimaatszone de geschiktheidsklassen zijn vastgesteld, wordt de uiteindelijke kaart met de landbouwkundige potentie verkregen. In deze kaart wordt de geschiktheid van een gebied voor weide- en akkerbouw weergegeven op basis van de factoren bodem, grondwater en klimaat. Uit de potentiekaart blijkt dat 53% van het landbouwareaal matig tot uitermate geschikt is voor akkerbouw, voor weidebouw is dit aandeel 65%.

1 Inleiding

Doelstelling

Het project Strategische Expertise Ontwikkeling Plattelandsvernieuwing en Scenariomethodiek (SEOPS) heeft tot doel verschillende draaiboeken te creëren voor plattelandsvernieuwing in Nederland. In dit kader is plattelandsvernieuwing gedefinieerd als het optimaal benutten van potenties van gebieden. Deze potenties hebben betrekking op gebruiksfuncties van het landelijke gebied, met name landbouw, recreatie, natuur en bosbouw. Dit rapport behandelt de landbouwkundige potenties.

De landbouwkundige potentie van gebieden kan vanuit verschillende uitgangsposities worden benaderd, waarbij onderscheid kan worden gemaakt in sociale en culturele, economische en fysieke kenmerken.

- Bij sociale en culturele kenmerken wordt gekeken hoe potenties en toekomstperspectieven van het landelijk gebied samengaan met de technologische veranderingen in productiemethoden, de gewijzigde maatschappelijke omgeving en ontwikkelingen op de consumentenmarkt. Er wordt onderzocht in hoeverre het regionaal bepalend is op welke wijze kan worden ingesprongen op veranderingen en ontwikkelingen.
- Bij economische kenmerken wordt gekeken naar de bedrijvenstructuur (grootte, intensiteit, verkaveling) en de infrastructuur (nabijheid van toeleverende en verwerkende industrie, van veilingen, transportnet) van het landelijk gebied.
- Bij fysieke kenmerken wordt gekeken hoe landbouwproductie tot stand komt door samenspel van omgevingsfactoren en teeltmaatregelen, waarbij zowel gelet wordt op het voortbrengend vermogen van het land als op de gevoeligheid voor milieubelasting of kwetsbaarheid.

De bovenstaande categorieën zijn niet volledig te scheiden. Ruimtelijk en fysiek bepaalde elementen zoals de infrastructuur en verkaveling hebben ook sociale, culturele en economische dimensies.

Dit rapport beschrijft hoe de landbouwkundige potentie van Nederland in kaart is gebracht op basis van fysieke kenmerken, waarbij in eerste instantie het voortbrengend vermogen is geanalyseerd.

Uitgangspunten

Om potenties van gebieden landsdekkend te kunnen aanduiden, moesten vooraf keuzes gemaakt worden ten aanzien van de potentietyptologie, de methoden om ze vast te stellen per gebied, de mate van generalisatie en de ruimtelijke schematisatie, en de databehoeften.

De potentie wordt aangeven in de vorm van een rangorde van geschiktheidsklassen, waarbij in de beoordeling het voortbrengend vermogen en de kwetsbaarheid worden meegewogen. Bij de methodiek voor vaststelling van de potenties worden er één waarbij empirisme, statistische en deterministische systeemanalyse worden gecombineerd.

Bij het voortbrengend vermogen gaat het om een totaaloordeel ten aanzien van keuzeruimte in landgebruik en bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie, voor zover deze zijn bepaald door de factoren bodem, klimaat en grondwater.

Bij de gevoeligheid voor milieubelasting gaat het om de draagkracht van een gebied met betrekking tot maximum toelaatbare emissies door de landbouw. Bij dit laatste moet gedacht worden aan N-emissies, P-emissies, zware metalen en bestrijdingsmiddelen. Hierbij spelen zowel de intrinsieke eigenschappen van de grond een rol als de erfenis uit het verleden (bijv. fosfaatverzadiging).

'Kwetsbaarheid' wordt in dit kader gedefinieerd als (i) restricties die aan landbouwproductie worden opgelegd bij een (verondersteld) toekomstige milieu normering (in de komende decennia) en - minder belangrijk - (ii) beperkingen aan de omvang van landbouwproductie.

Als schaalniveau om landbouwkundige potenties van gebieden landsdekkend aan te geven, is gekozen voor een grid van 1 km x 1 km. Deze ruimtelijke resolutie is ontleend aan de bestanden van de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN) op schaal 1 : 250 000. Binnen de LKN-gridcellen wordt op hectarebasis (in %) onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld landschapstypen, grondgebruik en grondwaterklassen.

De SEOPS-studie is landsdekkend, maar aangezien het niet waarschijnlijk is dat het areaal van het stedelijk gebied in de komende jaren zal krimpen, blijven deze gebieden in het SEOPS-project buiten beschouwing. Alle andere gebieden binnen Nederland worden meegenomen in de vaststelling van de landbouwkundige potentie.

In de vaststelling van de landbouwkundige potentie gaat het om de potentie van grondgebonden functies, met name akkerbouw en weidebouw. De potenties voor andere vormen van landgebruik kunnen veelal aan de potentie voor deze twee hoofdvormen van landgebruik worden gerelateerd, met uitzondering van enkele specifieke tuinbouwteelten. Intensieve veeteelt en glastuinbouw worden niet in de beoordeling betrokken; deze vormen van landbouw zijn niet grondgebonden. In verband met toenemende schaarste van water en daarmee gepaard gaande regelgeving ter beperking van watergebruik voor irrigatie van gewassen, wordt niet uitgegaan van mogelijkheden voor kunstmatige wateraanvoer, maar wordt de potentie bepaald voor een regenafhankelijke landbouw. Tevens wordt rekening gehouden met toekomstige beperkingen in bemesting en verschillen in gevoeligheid voor overbemesting tussen grondsoorten.

Het potentieel van gebieden heeft betrekking op de onveranderbare of slechts moeilijk of langzaam veranderbare eigenschappen. Het huidige grondgebruik wordt in de potentiebepaling slechts ten dele als relevant gezien, al kan het huidige gebruik de potentie van gebieden beïnvloeden. Voor elk willekeurig gebied wordt gekeken welke potenties het heeft voor andere vormen van landgebruik. Dit betekent dat ook de huidige natuur-, bos- en recreatiegebieden op hun landbouwkundige potentie worden beoordeeld, zelfs al weten we vooraf dat delen van deze gebieden een geringe potentie voor landbouw hebben.

Aanpak

In dit rapport wordt het voortbrengend vermogen met zijn gebiedsgewijze verschillen beschreven via een systematische analyse van de factoren klimaat, bodem en grondwater. De invloed van het klimaat wordt geanalyseerd door naar de biomassa-productie en de lengte van het groeiseizoen te kijken. Zo worden diverse klimaataspecten als temperatuur, wind en neerslag tegelijkertijd en in onderlinge samenhang geëvalueerd voor hun invloed op potentiële productie. De bodem wordt ingedeeld in geschiktheidsklassen voor verschillende vormen van landgebruik op basis van bodemkenmerken als klei- en humusgehalte, profielopbouw, grondwaterdiepte, vochtleverend vermogen en berijdbaarheid. De invloed van grondwater op het voortbrengend vermogen wordt indirect meegewogen in de geschiktheidsbepaling van de bodem door middel van het vochtleverend vermogen. Grondwater wordt derhalve niet apart behandeld in het kader van het voortbrengend vermogen; de invloed op de landbouwkundige potentie wordt nader toegelicht in aanhangsel A. Vervolgens worden de afzonderlijke fysieke factoren gecombineerd om de landbouwkundige potentie van Nederland te bepalen.

Opbouw van het verslag

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt een klimatologische indeling van Nederland gegeven en de invloed hiervan op productie. Hoofdstuk 3 behandelt de invloed van bodemvariatie op het voortbrengend vermogen door middel van geschiktheid. In hoofdstuk 4 wordt de landbouwkundige potentie van Nederland gegeven door de afzonderlijke fysieke factoren te combineren. Afsluitend wordt een discussie gegeven in hoofdstuk 5.

2 Invloed van klimatologische variatie op de productie

2.1 Inleiding

Klimaat is één van de fysische factoren welke bepalend is voor de landbouwkundige potentie van gebieden. Dit hoofdstuk heeft tot doel de klimatologische variatie binnen Nederland te karakteriseren, over landstreken en door de jaren heen.

2.1.1 Weerspatronen en klimaatkenmerken

In Nederland wordt het klimaat voornamelijk bepaald door de ligging halverwege de evenaar en de Noordpool, midden in een wereldomspannende westenwinddrift die als een tol rond de pool draait. De veranderlijkheid van het weer wordt in de eerste plaats veroorzaakt doordat het patroon van de westenwinddrift zich voortdurend kan wijzigen. De ene keer is dit patroon zodanig dat er koude lucht wordt aangevoerd; de andere keer is er sprake van aanvoer van warme lucht. Met de westenwinddrift worden bovendien kleinere systemen meegevoerd, zoals depressies, fronten en hogedrukgebieden. De passages van deze systemen voegen een dag-op-dag grilligheid aan het weer toe (Könner, 1983).

Het jaarlijkse verloop in het weer wordt in de eerste plaats veroorzaakt door de wisseling van de zonshoogte en de daglengte door het jaar heen, die voor een jaarlijkse gang in de instraling zorgen. Dit heeft als gevolg, dat er zowel een jaarlijkse gang in voorkeurpatronen van de westenwinddrift optreedt als een jaarlijkse gang in het verband tussen type luchtstroming en het weer (Könner, 1983).

De weersverschillen binnen Nederland zijn grotendeels te verklaren uit de specifieke ligging ten opzichte van de Noordzee, Atlantische Oceaan en de westenwinddrift. Overal in Nederland ondervindt het weer zowel de invloed van de nabijheid van de zee in het westen en noorden, als de aanwezigheid van een groot continent in het oosten en zuiden. De mate waarin dit gevoeld wordt verschilt van plaats tot plaats en bepaalt de mate van zeeklimaat die ter plekke heerst. De invloed van de zee wordt al snel minder als men zich van de kust verwijderd, tot ongeveer 50 km landinwaarts is er een vrij duidelijke gradiënt (Könner, 1983).

De basisfactoren die bepalend zijn voor het weer in Nederland zijn neerslag, relatieve vochtigheid, zonneshijn, temperatuur en wind. Voor de basisfactoren geldt dat er sprake is van een systematisch onderscheid tussen noord en zuid. De oorzaak van veel weersverschillen tussen noord en zuid moet vooral gezocht worden in het feit dat Nederland vaak een soort voorkeursplaats is waar fronten, die vanuit het westen komen, worden afgeremd en blijven liggen. De nabijheid van de Noordzee veroorzaakt bovendien weersverschillen tussen de kust en het binnenland.

De duidelijkste weerverschillen worden gegeven door de basisfactoren temperatuur en wind. Er is een verschil in windsterkte tussen de kustgebieden en meer landinwaarts gelegen gebieden (het kust-effect) en er is een verschil in temperatuur dat is samengesteld uit een verschil tussen noord en zuid (het breedte-effect) en tussen kust en binnenland. Het jaarlijkse verloop van de temperatuur blijkt in Nederland niet overal even groot te zijn; de temperatuurverschillen zijn groter naarmate men verder landinwaarts komt.

Het zonneshijnpercentage wisselt sterk van maand tot maand en van jaar tot jaar. Het zonneshijnpatroon verloopt ruwweg in de richting noord-zuid, parallel aan de kust en met het maximum aan de kust. In de zomer komt het grootste aantal zonnige dagen in het westen en noordwesten voor. In de winter schijnt in het centrum van het land de meeste zon.

Over het algemeen is een afneming van de relatieve luchtvochtigheid van enkele procenten op te merken van west naar oost en van noord naar zuid. Het verschil is het duidelijkst in de lente en de zomer en van weinig betekenis in de herfst en de winter.

Het verdampingspatroon is ruwweg samengesteld uit het wind- en het temperatuurspatroon. Er is een verschil in verdamping tussen de kustgebieden en meer landinwaarts gelegen gebieden en er is een verschil in verdamping tussen noord en zuid. De grootste verdamping vindt plaats langs de zee kust en in Zuid-Limburg (Kramer, 1957).

Neerslag behoort tot de grilligste elementen van het Nederlandse klimaat, zowel wat betreft de verschijningsvormen als wat betreft de grote wisseling in hoeveelheden van dag tot dag. In het algemeen geldt dat landinwaarts gelegen weerstations de tweede helft van het jaar $1\frac{1}{2}$ à 2 maal zoveel neerslag meten dan in de eerste helft van het jaar. De winter- en lentemaanden zijn droger dan de zomer- en herfstmaanden. Dicht bij de kust valt de natste periode wat later in het jaar, in de maand oktober of zelfs november (Könner, 1983).

2.1.2 Systeemanalytische methode en de rol van gewasgroeisimulatie

In de praktijk is gewasopbrengst een resultaat van interactie tussen ecologische en sociaal-economische factoren. In onze analyse worden alleen ecologische factoren beschouwd, volgens een systeemanalytische methode met gebruik van gewasgroeimodellering om de landbouwproductie-mogelijkheden vast te stellen. Daarvoor wordt het landbouwproductiesysteem sterk geschematiseerd tot een biofabriek op zonne-energie, waarbij we ervan uitgaan dat de boer in staat is de beschikbare zonne-energie maximaal te benutten, zonder dat we aangeven welke technische of teeltkundige maatregelen daarvoor nodig zijn. Daardoor blijft alle variatie in opbrengstniveau als gevolg van verschillen in bedrijfsvoering en landinrichting buiten beschouwing.

In de gewasgroeimodellering worden drie hiërarchische niveaus onderscheiden. Elk van deze groeiniveaus komt overeen met een niveau van gewasproductie: potentieel, gelimiteerd en gereduceerd. Bij de potentiële productie wordt de gewasgroei bepaald door straling, temperatuur en gewaseigenschappen. Er wordt verondersteld dat de atmosferische CO₂-concentratie constant is en dat alle andere factoren in voldoende mate aanwezig zijn (water en nutriënten) of onder controle zijn (ziekten, onkruid). In de praktijk geeft de potentiële productie het absolute productieplafond weer van een gebied. Dit absolute niveau kan alleen worden bereikt met een hoge input van meststoffen, beregening en een uitgekiend gebruik van pesticiden. Onder deze situatie wordt de potentiële groeisnelheid enkel bepaald door weerscondities en gewaseigenschappen.

Bij de gelimiteerde productie wordt, in aanvulling op de effecten van straling, temperatuur en gewaseigenschappen, ook het effect van de aanwezigheid van water en nutriënten onderzocht. Wanneer de voorraad van water of nutriënten niet optimaal is gedurende (een gedeelte van) het groeiseizoen, leidt dit tot een water- en/of nutriënt-gelimiteerde productie, welke lager is dan de potentiële productie. Bij de gereduceerde productie wordt de mogelijke reductie in gewasopbrengst als gevolg van biotische factoren als onkruid, ziektes en plagen in beschouwing genomen. In de huidige studie worden alleen de potentiële en watergelimiteerde productiesituaties geanalyseerd.

Het biologische productieplafond voor landbouwgewassen hangt af van de gewaseigenschappen, de groeicyclus van het gewas en van weersomstandigheden. Voor gezonde gewassen met een gesloten bladerdek hangt de bruto drogestofproductie af van de hoeveelheid zonlicht die het gewas kan onderscheppen, als de temperatuur tenminste in het optimale traject ligt. Reeds in 1978 is een poging gedaan om de biologisch maximaal haalbare gewasopbrengsten in Nederland te berekenen (Van Heemst et al., 1978), en vervolgens via toepassing van beredeneerde reductiefactoren de werkelijke toenmalige opbrengstniveaus te verklaren. De maximaal mogelijke productie van een standaardgewas met groen gesloten bladerdek vormde het startpunt van de berekeningen. Voor ieder specifiek gewas werd gekeken in hoeverre groeiduur en grondbedekking bij het standaardgewas achterbleven. Er werd gesteld dat er verschillen waren in groeiperiodes tussen het zuiden en het noorden van Nederland, maar dat de verschillen van jaar tot jaar groter waren dan die tussen regio's. Omdat men bovendien slechts rekende met een gemiddeld jaar op basis van maandgemiddelden volstond men met een gemiddelde groeiperiode voor het hele land. Inmiddels zijn sterk verbeterde gewasspecifieke groeimodellen beschikbaar en gedetailleerde dagelijkse weersgegevens, zodat het mogelijk moet zijn juist de door het weer bepaalde opbrengstvariabiliteit tussen jaren en tussen regio's te kwantificeren.

In de huidige studie zijn drie standaardgewassen gedefinieerd met een vast assimilatievermogen, maar met verschillende temperatuurreacties. De gemiddelde dagelijkse bijgroei in biomassa die door deze gewassen zou kunnen worden gerealiseerd in de loop van het jaar is een maat voor het klimatologische opbrengstpotentieel. Vervolgens wordt voor een aantal specifieke gewassen de totale seizoensproductie berekend. Deze verschilt tussen gewassen onderling en tussen

gewassen en het standaardgewas. De verschillen zijn te herleiden tot verschillen in vroegheid en verschillen in snelheid, volledigheid en duur van de grondbedekking, de vitaliteit of mate van bladveroudering en de ademhalingsbehoefte van het gewas.

2.2 Methode

De omvang van de maximaal mogelijke productie wordt per weerstation onderzocht met behulp van het gewassimulatiemodel WOFOST, een acroniem dat staat voor World Food Studies (Hijmans et al., 1994; Supit et al., 1994). WOFOST is een computermiddel dat de groei en productie van jaarlijkse gewassen simuleert op basis van dagelijkse weersgegevens. WOFOST maakt het mogelijk een kwantitatieve schatting te geven van gewasproductie onder potentiële en onder watergelimiteerde omstandigheden. De meteorologische input van WOFOST omvat dagelijkse waarden voor straling, minimum- en maximum-temperatuur, luchtvochtigheid, neerslag en windsnelheden. De uitkomsten van WOFOST zijn gegeven op jaarbasis voor de periode 1961-1990. De output van WOFOST bevat ondermeer de biomassa-productie (droge stof in kg/ha) en de lengte van het groeiseizoen (dagen). Uit de reeks jaarcijfers worden langjarig gemiddelde waarden en variantiecoëfficiënten berekend. Door biomassa-productie en lengte van het groeiseizoen te vergelijken voor verschillende locaties in Nederland, kan de invloed van de klimatologische variatie op de potentiële en watergelimiteerde productie worden onderzocht.

De functie van het gewasgroei-model is juist om de invloed van de diverse weersfactoren tegelijkertijd en in samenhang op hun landbouwkundige potenties te evalueren. Anderzijds willen we in deze studie de invloed van de afzonderlijke klimaatfactoren en hun verschillen tussen jaren en regio's evalueren voor hun invloed op voortbrengend vermogen. Dit vereist verklaring van verschillen in gesimuleerde biomassa-productie en lengte van het groeiseizoen voor verschillende locaties in Nederland. Daartoe worden ook de klimaatfactoren zelf bestudeerd, zoals langjarige maandgemiddelden per weerstation

Door de simulaties uit te voeren voor een lange reeks van jaren voor hetzelfde gewas en dezelfde bodem kan de invloed van de klimatologische variatie op de gewasproductie worden gekwantificeerd. Door ze ook uit te voeren voor verschillende weerstations kan ook de ruimtelijke variatie over Nederland worden aangetoond. Tevens worden de uitkomsten (in biomassa-productie) van de zes weerstations over de periode 1961-1990 gemiddeld, zodat de onderlinge variatie van de klimaatfactoren tussen de verschillende weerstations per maand kan worden bestudeerd.

2.2.1 Simulatie met het standaardgewas

Voor het berekenen van de maandelijkse variatie in groeipotentieel zijn standaardgewassen gedefinieerd, gekenmerkt door een bladoppervlakte-index (LAI) van 5 m²/m², een initiële biomassa van 7000 kg/ha droge stof, verdeeld over wortels (1000

kg), bladmassa (2500 kg) en stengels (3500 kg). Deze organen hebben een normale ademhalingsbehoefte, die behalve van soort en hoeveelheid orgaanmassa ook afhankelijk is van omgevingstemperatuur. De initiële hoeveelheid opslagorganen (granen, knollen) is nul. De netto-bijgroei wordt bepaald als de bruto-assimilatie, gecorrigeerd voor omzettingsverliezen en onderhoudsademhaling. Qua assimilatiecapaciteit is het standaardgewas vergelijkbaar met een regulier C3-gewas zoals tarwe, aardappel en suikerbiet. Alle bijgroei wordt toegevoegd aan de opslagorganen, die verder geen ademhalingsbehoefte hebben. In de simulaties groeit dit bodembedekkende referentiegewas 10 dagen, beginnend op dag nummer 11 in elke maand. Na 30 jaarlijkse herhalingen geeft dit een klimatologisch bepaalde gemiddelde dagelijkse bijgroei per maand aan. De bijgroei wordt bepaald door hoeveelheid zonlicht en temperatuur.

De maximale benutting van licht ten behoeve van biomassaproductie kan worden berekend door uit te gaan van een gezond groen gewas dat de bodem volledig bedekt en dat ongevoelig is voor koude. Een dergelijk hypothetisch gewas begint al vroeg in het voorjaar te produceren en gaat in het najaar lang door. In deze situatie is de berekende bijgroei een maat voor maximale groei in kassen zonder bijverlichting met zogenaamde assimilaatlampen. Voor het berekenen van de bijgroei voor een normaal gewas dat is aangepast aan het Nederlandse klimaat, moet naast zonlicht ook rekening worden gehouden met suboptimale temperaturen, die remmend werken op het groeiproces. Daartoe wordt de maximale assimilatiesnelheid gelijkgesteld aan nul bij 0 °C (etmaalgemiddelde), en lineair oplopend tot maximale waarde bij 10 °C. Bij langdurige perioden met koude nachten, beneden 3 °C, wordt bovendien de bruto assimilatiesnelheid verlaagd tot gelijk aan nul bij 0 °C, terwijl geen reductie meer wordt toegepast bij 3 °C.

Tenslotte is een warmteminnend standaardgewas gedefinieerd, enigszins vergelijkbaar met het groeivermogen van soyabonen en zonnebloemen. Het warmteminnende gewas assimileert pas boven 8 °C gemiddelde etmaaltemperatuur, het optimale temperatuurtraject ligt boven 18 °C. Een warmteminnend gewas produceert enkel gedurende de zomermaanden, wanneer de temperatuur op zijn hoogst is. Het uiteindelijke groeiseizoen voor het warmteminnende gewassen is dan ook korter van duur, wat de productie beïnvloedt. Zo zijn dus een warmteminnend, een kouderesistent en een normaal gewas onderscheiden. De groei van deze drie denkbeeldige gewassen wordt telkens voor de middelste tien dagen in elke maand gesimuleerd. Omdat de gewassen een vergelijkbaar assimilatievermogen hebben, kan het effect van verschil in gevoeligheid voor temperatuur worden onderzocht. Toepassing van het simulatiemodel op verschillende weerstations moet inzicht opleveren in de verschillen in omvang van jaarlijkse potentiële biomassa-aanwas en in verdeling over het jaar. De berekening van de watergelimiteerde productie over 10-daagse perioden is achterwege gelaten, omdat daarvoor het bijhouden van een bodemvochtbalans nodig is, die een lange aanlooptijd vergt om een reële initiële bodemvochttoestand te schatten. Wanneer de variatie in klimaatfactoren en de invloed van deze variatie op de assimilatie en resulterende bijgroei bekend is, kan de invloed van de klimatologische variatie op de potentiële productie van specifieke gewassen beter worden verklaard.

2.2.2 Simulatie met specifieke gewassen

De meest voorkomende akkerbouwgewassen in Nederland zijn aardappelen, suikerbieten, wintertarwe, gerst, koolzaad en maïs. Deze gewassen en gras worden daarom in de simulatie gebruikt voor de berekening van potentiële en watergelimiteerde productieniveaus. De akkerbouwgewassen verschillen van elkaar in periode en duur van bodembedekking, wat duidelijk wordt door gewaskalenders te vergelijken. Er is onderscheid in datum van zaaien, moment van sluiting van het bladerdek, bladveroudering, afrijping en oogst, bovendien zijn er verschillen in initiële biomassa, verdeling van assimilaten, samenstelling organen. Dit alles leidt tot onderscheid in gewasopbrengst tussen gewassen op dezelfde locatie. Daarnaast zijn er verschillen in opbrengst voor eenzelfde gewas tussen jaren en tussen locaties. De gewasgroei en daaruit resulterende opbrengsten worden voor elk jaar afzonderlijk gesimuleerd. Er wordt steeds de gewaskalender dezelfde variëteit gebruikt, die op een vaste dag gezaaid wordt. Verschillen in vroegheid tussen jaren worden dus alleen veroorzaakt door temperatuurverloop in het seizoen via de fenologische ontwikkelingssnelheid.

Omdat het doel van de studie onder andere is regionale klimatologische verschillen in kans op verdroging op te sporen, is voor de watergelimiteerde productie overal hetzelfde bodemtype aangenomen dat tamelijk droogtegevoelig is. De bodem heeft een gering vochtleverend vermogen en is geschematiseerd als een goed gedraineerd hangwaterprofiel met een vochtberging van 70 mm per meter bodemdpte tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt. De modelbodem bestaat uit één laag, de maximaal bewortelbare diepte is 100 cm. De meeste gewassen kunnen deze bewortelbare diepte volledig benutten, behalve gras en aardappelen, die in het model tot maximaal 50 cm diep wortelen. De gesimuleerde bewortelde diepte start met 10 cm bij zaaien en neemt langzaam toe tijdens de vegetatieve groeifase tot het gewasspecifieke maximum.

Er wordt aangenomen dat de bodem geheel op veldcapaciteit is op de zaaidatum. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met voorafgaande winter en het weer in de laatste weken voor zaaien. De termen die in de dagelijkse waterbalans van de bewortelde zone worden meegenomen zijn regenval, verdamping en wegzijging. Er is geen capillaire opstijging. Het bodemvocht is gelijkmatig over de wortelzone verdeeld. Tijdens de periode van wortelgroei is de grond tussen wortelzone en één meter diepte op veldcapaciteit, de plantenwortels kunnen alleen door dieptegroei extra water bereiken. Al het regenwater dringt de bodem in, er is geen plasvorming of oppervlakkige afvoer.

In het algemeen vindt de jeugdgroei van het gewas volgens het watergelimiteerde simulatiemodel onbelemmerd plaats. De kwantificering van effecten van droogte op de opbrengst valt terug te voeren op droogte tijdens groeiperioden met een goed ontwikkeld gewas. In enkele gevallen blijft de begingroei achter, met invloed op eindopbrengst, bijvoorbeeld doordat zich geen volledig gesloten bladerdek vormt. Dit soort situaties met achterblijvende begingroei zijn moeilijker te simuleren dan groei en groeibeperkingen tijdens de volle groei.

De invloed van de klimatologische variatie op de potentiële productie wordt onderzocht met behulp van het gewassimulatiemodel WOFOST. Zes Nederlandse weerstations (tabel 1) leveren hiervoor de invoerdata.

Tabel 1 Weerstations in Nederland

Naam	Latitude (°)	Longitude (°)	Hoogte(m)	Afstand tot kust (km)
Zuid-Limburg	50,92	5,78	125	166
Eindhoven	51,45	5,42	20	110
Twente	52,28	6,9	14	130
Eelde	53,13	6,58	4	34
De Bilt	52,1	5,18	2	55
De Kooy	52,92	4,78	1	6

Van deze weerstations zijn dagelijkse weersvariabelen over 30 jaar gebruikt voor de simulaties. Deze dagelijkse variabelen omvatten voor de periode 1961-1990 minimum- en maximum-temperatuur, straling, neerslag, luchtvochtigheid en windsnelheid (Drift et al., 1992; Reinds et al., 1992). De hoeveelheid dagelijkse straling is afgeleid van het aantal uren zonschijn.

2.3 Resultaten

In deze paragraaf wordt eerst onderzocht hoe klimaatsfactoren binnen Nederland variëren. Vervolgens wordt nagegaan hoe ze samen met gewaseigenschappen het voortbrengend vermogen beïnvloeden. Uiteindelijk worden de biomassa-productie en de lengte van het groeiseizoen met elkaar vergeleken voor verschillende lokaties in Nederland. Met behulp van deze vergelijking kan de invloed van de klimatologische variatie op de potentiële productie worden onderzocht. Hierbij worden diverse klimaataspecten (temperatuur, wind en regen) tegelijk op hun landbouwkundige potenties geëvalueerd.

2.3.1 Regionale variatie in klimaatfactoren

De klimaatfactoren die direct de productie bepalen zijn neerslag, temperatuur, straling, wind en verdamping. Deze factoren variëren in Nederland voor elk weerstation per jaar, maar ook per maand. De maandelijkse gemiddelden voor wind, temperatuur, straling, luchtvochtigheid, verdamping en neerslag staan in aanhangsel B. De algemene trend van deze klimaatfactoren wordt behandeld in deze paragraaf.

Temperatuur

De temperatuur is gedurende het groeiseizoen noord-zuid georiënteerd, in het noorden is de temperatuur gemiddeld 0,9 °C lager dan in het zuiden. Aan de kust wordt de temperatuur in het voorjaar lager en blijft gedurende het groeiseizoen laag, gemiddeld 13,3 °C aan de kust ten opzichte van 14,1 °C in het binnenland. In de winter is de temperatuur aan de kust (2,8 °C) iets hoger dan de temperatuur landinwaarts (2,5 °C).

De jaarlijkse variatie in temperatuur wordt groter naarmate men verder landinwaarts komt.

Wind

Aan de kust zijn de windsnelheden gemiddeld 60% hoger dan in de rest van het land. De Kooy heeft gedurende het gehele jaar de hoogste windsnelheden (gem. 8,8 m/s). In de zomer neemt de windsnelheid voor Eelde af. Zuid-Limburg, de Bilt en Eelde hebben relatief lage windsnelheden gedurende de zomer (4,9 m/s), maar deze neemt toe in de winter (6,1 m/s). Twente en Eindhoven hebben in de winter lage windsnelheden (4,9 m/s), maar in het groeiseizoen zijn deze hoog (6,3 m/s).

Straling

In de winter ontvangen het centrum en het zuiden van het land 4% meer straling dan het landelijk gemiddelde. De hoeveelheid straling neemt van maart tot en met augustus/september landinwaarts af (verschil is 636 kJ/m²). Aan de kust schijnt dan meer zon dan in de rest van het land (14353 kJ/m² per jaar). De Kooy ontvangt hierbij veel meer straling (verschil is 890 kJ/m²) dan Eelde, deze verschillen zijn het grootste van mei tot en met juli (verschil is 1270 kJ/m²). Twente ontvangt de kleinste hoeveelheid straling (gem. 13436 kJ/m² per jaar).

Absolute luchtvochtigheid

De Kooy heeft de hoogste absolute luchtvochtigheid. De absolute luchtvochtigheid voor de overige stations is gelijk. Een afname van de relatieve luchtvochtigheid van west naar oost en van noord naar zuid, valt aan de hand van deze waarnemingen niet af te leiden.

Verdamping

De verdamping is het hoogste (gem. 67 mm/maand) aan de kust en in het zuiden van Nederland. De Kooy, Eindhoven en Zuid-Limburg hebben een hoge verdamping. De gemiddelde verdamping voor deze stations in het zomerhalfjaar is 126 mm/maand en in de winterhalfjaar 38 mm/maand. Eelde, Twente en de Bilt hebben een lage gemiddelde verdamping (59 mm/maand). In de zomer hebben deze drie stations een verdamping van 115 mm/maand en in de winter 31 mm/maand.

Neerslag

In het algemeen geldt dat in de tweede helft van het jaar gemiddeld meer neerslag (gem. 71 mm/maand) valt dan in de eerste helft (gem. 58 mm/maand). Al valt in december een hoge neerslagsom, gemiddeld zijn de winter- en lentemaanden (gem. 59 mm/maand) droger dan de zomer- en herfstmaanden (gem. 70 mm/maand). November/december (gem. 76 mm/maand) en juni/juli (gem. 70 mm/maand) zijn maanden met de hoogste neerslagsommen. In het voorjaar wordt de neerslag aan de kust minder (gem. 46 mm/maand) en neemt landinwaarts toe (gem. 58 mm/maand). In de zomer valt de kleinste hoeveelheid neerslag bij de Kooy (56 mm/maand). De

overige stations hebben gedurende de zomer gemiddeld eenzelfde neerslagniveau (68 mm/maand).

2.3.2 Invloed van klimaat op de gewasopbrengsten

De temperatuurgevoeligheid van een gewas leidt tot grote productieveverschillen binnen Nederland. Met behulp van de assimilatiegegevens kan de gevoeligheid van een gewas voor temperatuur worden onderzocht. De aanwas van een normaal, een warmteminnend en een kouderesistent gewas worden (per 10 dagen) met elkaar vergeleken (fig. 1).

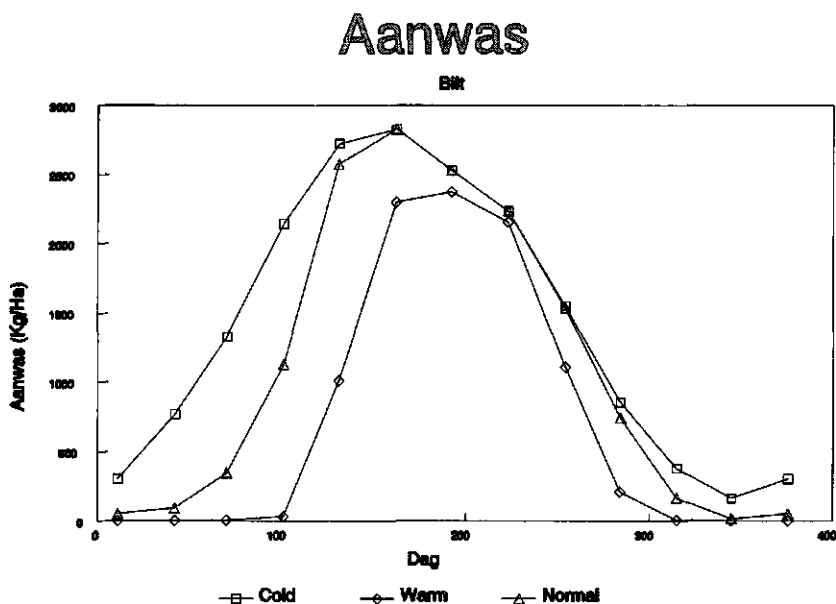


Fig. 1 Aanwas voor warmteminnend, kouderesistent en normaal gewas, uitgaande van een langjarig gemiddelde voor de Bilt

Uit figuur 1 blijkt dat een kouderesistent gewas vroeg in het voorjaar begint met produceren en dat deze productie in het najaar langer doorgaat. De totale productie van dit gewas is veel hoger dan dat van een normaal en warmteminnend gewas. Een warmteminnend gewas begint pas laat in het voorjaar met produceren en stopt hiermee in de nazomer. De totale productie van dit gewas is hierdoor veel lager.

Het kouderesistente gewas benut het beschikbare zonlicht maximaal of, anders gezegd, de hoeveelheid zonneschijn laat geen hogere aanwas toe. De aanwascurve van het kouderesistente gewas geeft daarom het stralingsbeperkte productieniveau. In de eerste helft van het jaar blijft de aanwas van het normale en het warmteminnende gewas ver beneden dit niveau, wat erop wijst dat de temperatuur sterk beperkend is. In de tweede helft van het jaar is de groei van een normaal gewas tot november nauwelijks temperatuurbepikt, de groei van het warmteminnende gewas is alleen in juli en augustus praktisch vrij van temperatuurbepikingen.

Naast het langjarig gemiddelde van de aanwas neemt ook de variabiliteit door de jaren heen toe met toenemende temperatuurbepanking. De variatiecoëfficiënt van de zuiver stralingsbeperkte aanwas over een tiendaagse periode tussen maart en oktober ligt tussen de 10 en 15%, terwijl die in maanden met sterke temperatuurbepanking vele malen groter wordt.

De gewasproductie varieert niet alleen als gevolg van de temperatuurgevoeligheid van een plant. Een gewas kan opbrengstverschillen krijgen door temperatuurvariatie binnen Nederland, welke wordt geïllustreerd door de cumulatieve aanwas voor een warmteminnend gewas (fig. 2 en tabel 2).

Tabel 2 Cumulatieve aanwas (3 jaarlijks totaal over 12 decades, in kg/ha) over een jaar voor een warmteminnend, een koude resistent en normaal gewas, voor zes stations*

Stations	Warmteminnend	Normaal	Kouderesistent
Eelde	27609	42903	54330
Twente	30018	45069	55506
De Bilt	31017	46149	56109
De Kooy	32856	49368	56841
Eindhoven	33252	47703	57123
Zuid-Limburg	33414	47718	57633

De gesimuleerde jaaropbrengst van het kouderesistente gewas loopt evenredig met de gemiddelde hoeveelheid straling. Het kouderesistente gewas toont de stations in een rangorde van noord naar zuid, waarbij kust station De Kooy iets hoger uitkomt dan op grond van breedtegraad alleen verwacht mag worden. Het verschil tussen hoogste en laagste opbrengst is 3300 kg/ha, ongeveer 6%. Voor de meeste stations blijft de jaaropbrengst van het normale gewas ongeveer 10 ton/ha achter bij die van het koudeminnende gewas. Voor Eelde is het verschil iets meer (ruim 11 ton/ha), voor De Kooy iets minder (7,5 ton/ ha). De Kooij behaalt met zijn milde temperatuurregime in deze categorie dus de hoogste opbrengsten. Het verschil tussen hoogste en laagste opbrengst bedraagt 6,4 ton/ha of 13%.

De jaaropbrengst van het warmteminnende gewas blijft 24 tot 27 ton/ha achter bij die van het koudeminnende gewas. Daarmee ligt het gemiddelde opbrengstniveau van het warmteminnende gewas tussen de 50 en 60% van die van het kouderesistente gewas. Het verschil tussen hoogste en laagste opbrengst bedraagt 5,4 ton/ha of bijna 17 procent. Voor het warmteminnende gewas is De Kooij aan de frisse kant en wordt voorbij gestreefd door Eindhoven en Zuid-Limburg. De andere drie Nederlandse stations blijven verder achter, waarbij Eelde het sterkst.

Cumulatieve Aanwas

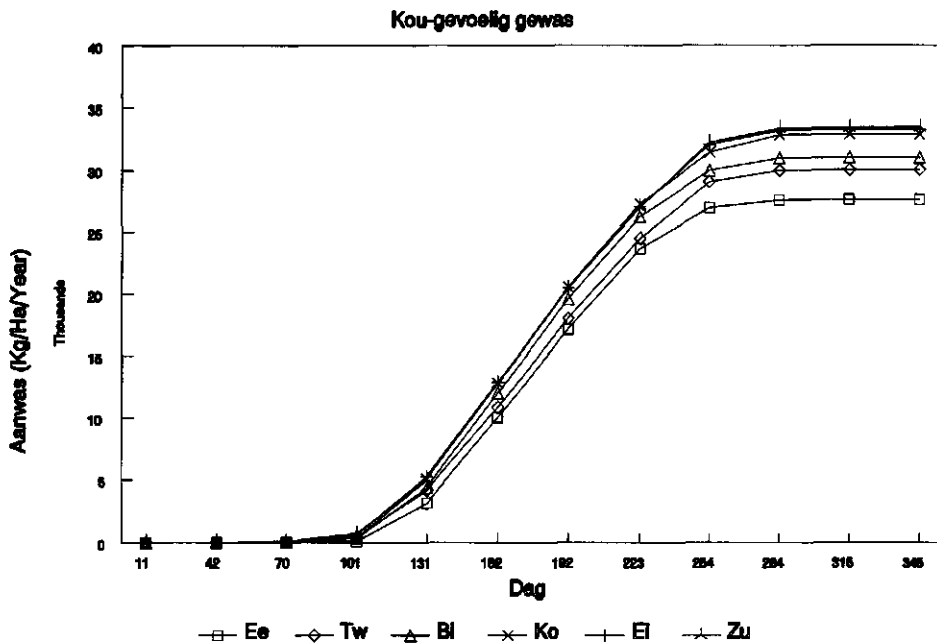


Fig. 2 Cumulatieve aanwas voor een warmteminnend, een kouderesistent en een normaal gewas, voor zes stations

De opbrengstverschillen zijn het gevolg van verschillen in assimilatie, die onder andere afhankelijk zijn van temperatuur. Het blijkt dat voor Nederland duidelijke assimilatieverschillen zijn aan te wijzen. Er is een noord-zuid-verdeling en ook de kust heeft afwijkende waarden. Eelde en Twente blijken een lage assimilatie te hebben, de Kooy en het zuiden van Nederland een hoge.

2.3.3 Regionale variatie in het voortbrengend vermogen

Wanneer de algemene trend van de invloed van klimaatfactoren bekend is, kan men de variatie in potentiële en watergelimiteerde productie voor de verschillende gewassen verklaren. In deze paragraaf wordt eerst de potentiële productie en vervolgens de watergelimiteerde productie behandeld. De gemiddelde waarden voor de productie staan in aanhangsel C. Alle opbrengsten worden uitgedrukt in hoeveelheid droge stof per hectare.

Potentiële gewasopbrengsten:

- Gras heeft de hoogste opbrengsten bij een lang groeiseizoen en veel straling. Het groeiseizoen duurt het langste in het zuiden en het kortste in het noorden.

- Gemiddeld ontvangt het noorden ook minder straling dan het zuiden en zijn de opbrengsten in het zuiden hoger (24,3 ton/ha) dan in het noorden (22,8 ton/ha). De Kooy heeft een gemiddeld groeiseizoen, maar ontvangt de meeste straling en heeft hierdoor de hoogste opbrengsten (25,1 ton/ha). De variatie voor de afzonderlijke jaren is erg groot. Zo behaalde de Kooy in 1969 een opbrengst van 23,9 ton/ha en in 1974 28 ton/ha. Zuid-Limburg had in 1979 een opbrengst van 22,1 ton/ha en in 1974 26,6 ton/ha.
- Koolzaad: De onderlinge verschillen in opbrengst voor koolzaad zijn vrij klein. Door een langer groeiseizoen in het noorden, zijn de opbrengsten (4 ton/ha) daar een klein beetje hoger dan in het zuiden (3,9 ton/ha). De Kooy heeft een hoge opbrengst (4,5 ton/ha) door een lang groeiseizoen. Voor elk station geldt dat tussen de minimale en maximale behaalde oogst één ton verschil zit.
 - Wintertarwe heeft de hoogste opbrengst bij een lang groeiseizoen, veroorzaakt door een relatief langzame temperatuurstijging in de lente en niet te hoge temperaturen in de zomer. De Kooy heeft de hoogste opbrengsten (10,1 ton/ha) door een lang groeiseizoen. Eindhoven en Zuid-Limburg hebben een lage opbrengst (9,1 ton/ha), deze zuidelijke stations behalen in de zomer de hoogste temperatuur. Er is voor alle stations een verschil van 3 ton droge stof tussen de minimale en maximale behaalde oogst.
 - Gerst: De onderlinge opbrengst verschillen voor gerst zijn klein. Door het lange groeiseizoen in het noorden, zijn de opbrengsten daar (7,8 ton/ha) iets hoger dan in het zuiden (7,5 ton/ha). De Kooy heeft de hoogste opbrengst (8,2 ton/ha). Voor elk station geldt dat tussen de minimale en maximale behaalde oogst twee ton verschil zit.
 - Aardappelen: De hoogste opbrengsten vinden plaats bij een lang groeiseizoen. Het zuiden heeft een kort groeiseizoen (125 dagen) met als gevolg een lagere opbrengst (14,3 ton/ha) dan in het noorden (15 ton/ha). De Kooy heeft de hoogste opbrengst (15,2 ton/ha). Er is voor alle stations een verschil van drie ton droge stof tussen de minimale en maximale behaalde oogst.
 - Suikerbieten: De hoogste productie vindt plaats in warme gebieden. Productie vindt pas plaats wanneer het bladerdek gesloten is, wat wordt bevorderd door hoge temperaturen in de lente. Het zuiden is in het voorjaar het warmste en heeft de hoogste productie (15 ton/ha), de Kooy heeft een lage opbrengst (13 ton/ha). De opbrengsten voor Zuid-Limburg kunnen variëren van 13,3 tot 17 ton/ha. Dit opbrengstverschil is voor de Kooy kleiner, van 11,2 tot 14,8 ton/ha.
 - Maïs: De hoogste productie vindt plaats in warme gebieden. Doordat het gewas pas laat ontkiemt, heeft het weinig last van een eventueel koud voorjaar. Het zuiden is het warmste en heeft de hoogste productie (10,8 ton/ha), de Kooy en Eelde hebben lage opbrengsten (8,9 en 7,8 ton/ha). De opbrengsten voor Zuid-Limburg hebben een variatie van 11%, dit opbrengstverschil is klein ten opzichte van Eelde en Twente. Deze laatste twee stations worden meer beïnvloed door afwisseling van warme en koude jaren en hebben een opbrengstvariatie van respectievelijk 16 en 15%.

Het is onmogelijk om aan de hand van de jaarlijkse neerslag hoeveelheid een uitspraak te doen over de watergelimiteerde productie. Zo kan een jaar over twaalf maanden gezien droog zijn, terwijl er geen problemen zijn in het groeiseizoen. Voor de periode 1961-1990 zijn 1971 en 1976 de droogste jaren. Gedurende het groei-

seizoen valt er in 1971 echter per maand 30 tot 40 mm regen en wordt een hoge -productie bereikt.

Voor de watergelimiteerde productie is bovendien, behalve de hoeveelheid en verdeling van de neerslag in het groei seizoen, ook de temperatuur en zonneshijn van belang. Omdat de jaarlijkse variatie in neerslag, temperatuur en zonneshijn erg groot is, wordt naar de algemene trend over 30 jaar gekeken.

Watergelimiteerde gewasopbrengst:

- Gras: De Kooy heeft de laagste opbrengst vanwege lagere neerslag (15,2 ton/ha). Eelde ontvangt meer regen en heeft een langer groeiseizoen en dus veel hogere opbrengsten (18,4 ton/ha). Eindhoven en Twente hebben ondanks een redelijke neerslagsom lage opbrengsten (resp. 16,0 en 17,6 ton/ha); het groeiseizoen is te kort en ze ontvangen weinig straling. De opbrengsten van Zuid-Limburg en de Bilt zijn hoog. De Bilt (18,5 ton/ha) ontvangt gemiddeld dan ook de meeste neerslag en heeft een lang groeiseizoen met veel straling. Zuid-Limburg (18,2 ton/ha) echter ontvangt weinig neerslag, maar dit wordt gecompenseerd door een lang groeiseizoen met een redelijke hoeveelheid straling.
- Koolzaad: De lage opbrengsten (3,1 ton/ha) aan de kust zijn het gevolg van relatieve droogte. Ook Eindhoven heeft een lage opbrengst (3,2 ton/ha) door relatief weinig regen in de laatste maanden van het groeiseizoen. Eelde en de Bilt ontvangen de meeste regen gedurende de laatste maanden van het groeiseizoen en hebben hierdoor de hoogste opbrengsten (3,8 en 3,9 ton/ha).
- Wintertarwe: Aan de kust worden de laagste opbrengsten (6,6 ton/ha) behaald als gevolg van kleine neerslaghoeveelheden. De Bilt en Eelde hebben hoge opbrengsten door relatief veel neerslag (8,6 en 8,7 ton/ha). Zuid-Limburg ontvangt weinig neerslag, maar heeft toch een redelijke opbrengst (8,2 ton/ha) door een hoge hoeveelheid straling en hoge temperaturen. Eindhoven ontvangt een redelijke hoeveelheid regen, maar de opbrengst (7,4 ton/ha) wordt beperkt door een korte groeiseizoen met weinig straling.
- Gerst: Het regionale patroon van de watergelimiteerde opbrengst van gerst is vergelijkbaar met wintertarwe, het gesimuleerde opbrengstniveau ligt ongeveer 0,5 ton/ha onder dat van wintertarwe. Aan de kust zijn de lage opbrengsten (7,2 ton/ha) het gevolg van kleine hoeveelheden neerslag. De Bilt en Eelde hebben hoge opbrengsten door relatief veel neerslag (7,4 and 7,6 ton/ha). Eindhoven ontvangt een redelijke hoeveelheid regen, maar de opbrengsten (6,8 ton/ha) wordt beperkt door een kort groeiseizoen met weinig straling.
- Aardappelen: De lage opbrengsten (8,7 ton/ha) aan de kust zijn het gevolg van kleine neerslaghoeveelheden. De Bilt, Twente en Eelde hebben hoge opbrengsten door relatief veel neerslag (resp. 10,7, 10,8 en 12 ton/ha). Zuid-Limburg ontvangt weinig neerslag maar heeft toch een redelijke opbrengst (10,3 ton/ha) door de hoge hoeveelheid straling en hoge temperaturen. Eindhoven heeft een lage opbrengst (9,4 ton/ha) door een kort groeiseizoen.
- Suikerbieten: Zuid-Limburg blijft, evenals bij de potentiële opbrengst, de hoogste opbrengst (13,5 ton/ha) leveren, de Kooy de laagste (11 ton/ha). Eindhoven echter daalt in productie door relatief weinig regen in het begin van het groeiseizoen.

- Maïs: Zuid-Limburg levert de hoogste opbrengst (7,5 ton/ha), de Kooy de laagste (5,6 ton/ha). Eindhoven daalt in productie door een kort groeiseizoen met weinig straling (6,1 ton/ha). Twente en Eelde hebben een lage opbrengst (6,4 en 6,2 ton/ha) door lagere temperaturen. De Bilt is redelijk warm en heeft een redelijk hoge opbrengst (7,3 ton/ha).

2.4 Conclusies

Om de invloed van de klimatologische variatie te karakteriseren, kunnen voor de potentiële productie op basis van regionale opbrengstpatronen drie gewasgroepen worden onderscheiden: gras en maïs, suikerbieten en de overige gewassen. Gras en maïs hebben aan de kust een hoge productie en er is een noord-zuid-zonering aan te wijzen. Suikerbieten volgen daarentegen enkel de noord-zuid-zonering; aan de kust worden geen extra opbrengsten behaald. De resterende gewassen volgen een zuid-noord-zonering.

Voor een zonering op basis van water-gelimiteerde productie is het beeld gecompliceerder vanwege de bijkomende verschillen in neerslagsom en verdeling hiervan over het groeiseizoen. Voor de watergelimiteerde opbrengsten geldt voor alle gewassen (behalve gerst) dat de Kooy de laagste opbrengsten behaalt als gevolg van de kleine neerslagsom in de zomer. Met uitzondering van suikerbieten en maïs, worden de hoogste opbrengsten behaald in Eelde en de Bilt. Koolzaad, wintertarwe, gerst en aardappelen behalen deze hoge opbrengsten doordat Eelde en de Bilt voldoende neerslag ontvangen.

De relatieve posities van Twente en Zuid-Limburg zijn gewasafhankelijk. Zo is de opbrengst voor aardappelen in Twente even hoog als in de Bilt, maar is de gras productie in Twente relatief laag. De opbrengsten van Twente en Zuid-Limburg zijn in ieder geval groter dan in Eindhoven. Elk gewas heeft in Eindhoven een lage opbrengst door een relatief kort groeiseizoen. In het algemeen geldt dat de opbrengsten aan de kust en bij Eindhoven laag zijn.

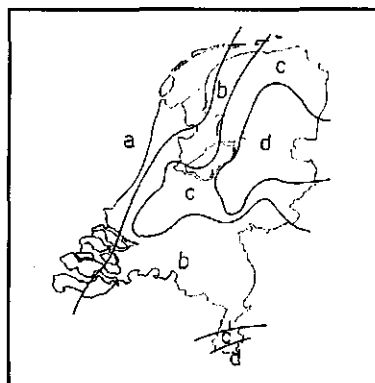
Voor de water-gelimiteerde opbrengsten geldt dat er een verdeling in twee groepen gemaakt dient te worden om de invloed van de klimatologische variatie te typeren. Hierbij worden suikerbieten en maïs van de overige gewassen onderscheiden. Voor suikerbieten en maïs moet een noord-zuid-zonering worden onderscheiden, waarbij Eindhoven een uitzonderlijk lage opbrengst behaald. Voor de resterende gewassen geldt dat de Bilt en Eelde hoge opbrengsten behalen en dat Zuid-Limburg en Twente hier iets onder liggen.

Met behulp van de gewasgroeisimulatie moet tot een klimaatzonering van Nederland worden gekomen. Op basis van de gesimuleerde opbrengsten voor de zes hoofdstations is het niet goed mogelijk een eenduidige agroklimatologische zonering aan te geven. De resultaten worden daarom vergeleken met een eerdere studie van Huinink (1993). Deze studie geeft een zonering van Nederland gebaseerd op klimaatgegevens voor de Bilt. De neerslaghoeveelheden in het groeiseizoen lopen in de

verschillende delen van het land sterk uiteen. In deze studie is een zonering gemaakt in cumulatieve neerslagtekorten in de periode tussen 1 april en 1 oktober voor een viertal droogtefrequenties (tabel 3).

Tabel 3 Overschrijdingskansen voor cumulatieve neerslagtekorten (10-90% droogtejaar) tussen 1 april en 1 oktober (Huinink, 1993) per klimaatzone

Zone	10	30	50	70	90
a	290	195	150	120	80
b	250	125	90	50	< 0
c	195	105	50	5	< 0
d	150	85	35	< 0	< 0



Tabel 3 geeft de invloed van de kust weer en tevens is de noord-zuid-zonering af te leiden. Door het kleine aantal weerstations gebruikt in deze studie, zijn niet alle aangegeven zones te vergelijken met de uitkomsten van de gewassimulaties. Op basis van de uitkomsten van de zes weerstations is echter besloten de zonering van Huinink te gebruiken voor een landsdekkend beeld.

Lokale verschillen in bodemgesteldheid, begroeiing en bebouwing kunnen systematische verschillen in het weer ten gevolge hebben. Deze verschillen zijn echter klein ten opzichte van de invloed van de klimaatfactoren en tasten hierdoor het algemene beeld van het weer nauwelijks aan. De lokale verschillen worden daarom in de bepaling van het voortbrengend vermogen niet meegenomen.

Er zijn weerselementen aan te wijzen die gewasopbrengsten bepalen, terwijl deze niet zijn onderzocht in de gewassimulatie. Voorbeelden hiervan zijn het voorkomen van vorst en hagel, het optreden van windschade en weersomstandigheden die de ziektedruk beïnvloeden. Deze factoren zijn echter zo lokaal en gewasafhankelijk dat het onmogelijk is deze in de bepaling van het voortbrengend vermogen mee te nemen.

In WOFOST wordt voor de simulatie onder andere gebruik gemaakt van bodemfysische informatie in de vorm van vochthoudend vermogen. Naast deze bodemfactor zijn ook bewerkbaarheid, vroegheid en capillaire nalevering van vocht bepalend voor de gewasopbrengsten en deze variëren binnen Nederland. Deze verschillen binnen Nederland zijn in de toegepaste simulatie niet gebruikt. Er is voor een standaardbodem gekeken naar de invloed van het klimaat op het voortbrengend vermogen. De invloed van de bodem wordt apart onderzocht in hoofdstuk 3.

3 Invloed van bodemvariatie op het voortbrengend vermogen

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk heeft tot doel het voortbrengend vermogen van de bodems voor Nederland te karakteriseren, daar bodem één van de fysische factoren is, die de landbouwkundige potentie van gebieden bepaalt.

Geschiktheidskaarten

De Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50 000) beschrijft bodemverschillen, voor zover deze verschillen van meer blijvende aard zijn en voor zover dit, in verband met de schaal van de kaart, technisch uitvoerbaar is. Het is voor niet bodemkundig geschoolde kaartgebruikers dikwijls moeilijk een bodemkaart te interpreteren, waardoor er behoefte ontstaat aan geschiktheidskaarten (Vink & Van Zuilen, 1967). In een geschiktheidskaart worden bodemkundige gegevens geïnterpreteerd bij de beoordeling van de geschiktheid van gronden voor een bepaald landgebruik. Hierbij verstaat men onder bodemgeschiktheid de mate waarin de grond, wat zijn eigenschappen betreft, voldoet aan de eisen die er aan worden gesteld bij een bepaalde vorm van bodemgebruik (Steur & Heijink, 1991).

Geschiktheidskaarten kunnen dus worden gebruikt om landgebruik te beoordelen. De invloed van de bodem op de landbouwkundige potentie wordt in dit hoofdstuk daarom weergegeven door middel van geschiktheidskaarten die het voortbrengend vermogen van de bodem beschrijven.

Geschiktheidsbeoordeling

Omstreeks 1979 ontwikkelde STIBOKA een uniforme geschiktheidsbeoordeling voor de gronden van Nederland, het zogeheten Werksysteem Interpretatie Bodemkaarten (WIB-C) (Van Soesbergen et al., 1986). De eenheden van de 1 : 50 000 bodemkaart worden met behulp van beoordelingsfactoren zo goed mogelijk gegroepeerd tot mogelijkheden voor landgebruik. Hierbij berust een beoordelingscriterium op een combinatie van bodemeigenschappen, waarmee een voor het bodemgebruik belangrijk proces, een gedragsaspect van de grond of een groeiplaatsomstandigheid wordt gekarakteriseerd en het niveau ervan wordt beschreven. Voorbeelden van beoordelingsfactoren zijn vochtleverend vermogen, stevigheid van de bovengrond en voedingstoestand.

Het WIB-C gebruikt voor klei- en zandgronden aparte beoordelingen voor de geschiktheid. Er worden drie niveaus van geschiktheid onderscheiden, die worden onderverdeeld op basis van het soort beperkingen die een bepaalde landgebruiksvorm ondervindt. In het SEOPS-project worden bodems echter ten opzichte van elkaar vergeleken op geschiktheid. Het maakt hierbij geen enkel verschil welke bodemtypes met elkaar worden vergeleken en welke beoordelingsfactoren limiterend zijn voor

het voortbrengend vermogen. Dit in tegenstelling tot de geschiktheidsbeoordeling van het WIB-C.

Beoordelingsfactoren

In de WIB-C-methodiek hangt de geschiktheid voor een landgebruiksvorm af van verschillende beoordelingsfactoren, die voor elke vorm van landgebruik specifiek zijn. Zo hangt de geschiktheid voor bosbouw af van de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen, de zuurgraad en de voedingstoestand (Steur & Heijink, 1991). De geschiktheid voor tuinbouw is afhankelijk van de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen, verkruimelbaarheid, slempgevoeligheid en storingen in de verticale waterbeweging (Ten Cate et al., 1995).

In de vaststelling van de landbouwkundige potentie gaat het met name om de potentie voor akkerbouw en weidebouw. De potenties van andere vormen van landgebruik kunnen veelal aan de potentie voor deze vormen van landgebruik worden gerelateerd. In deze studie wordt dan ook specifiek gekeken naar de geschiktheid voor deze twee vormen van landgebruik.

De bodemgeschiktheid voor weidebouw hangt af van de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen en de stevigheid van de bovengrond. Hierbij kan de ontwateringstoestand als afhankelijk van de grondwatertrap worden gezien. Het vochtleverend vermogen is afhankelijk van de aard en opbouw van het bodemprofiel en grondwaterstandsverloop. De stevigheid van de bovengrond is afhankelijk van de textuur, het organischestofgehalte en het vochtgehalte (Steur & Heijink, 1991).

De bodemgeschiktheid voor akkerbouw hangt samen met de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen, de textuur, de stevigheid van de bovengrond, de verkruimelbaarheid en de slemp- of stuifgevoeligheid. De verkruimelbaarheid en de slempgevoeligheid hangen af van de textuur, het organische stof en het kalkgehalte. De stuifgevoeligheid hangt af van de samenstelling van de bouwvoor (Steur & Heijink, 1991).

De Landschapsecologische Kartering Nederland als uitgangsmateriaal

De LKN wordt als basis gebruikt voor de geschiktheidsbeoordeling op voortbrengend vermogen. De bodem- en grondwaterinformatie vormt binnen de LKN een belangrijke component van de abiotische gegevens. Voor de invoer van bodemgegevens is gebruik gemaakt van de Bodemkaart van Nederland (1 : 50 000). Hierbij is het aantal textuurklassen gegeneraliseerd tot klassen die relevante informatie leveren voor de vochthuishouding, voedselrijkdom en zuurgraad. Tevens zijn bij sommige hoofdgroepen de bovengrondtypen vereenvoudigd en zijn van de diverse profielverlopen alleen die verlopen gehandhaafd die gecorreleerd zijn aan de vochthuishouding. Bovendien zijn de bijzondere kenmerken en mate van verstoring van veentypen vereenvoudigd en de hydromorfe kenmerken buiten beschouwing gelaten.

De textuurindeling en grondwatertrappen zijn in de LKN aangepast. De gebruikelijke leem- en kleidriehoek van de Nederlandse bodemclassificatie zijn samen gebracht in één textuurdriehoek, waarbij leemgronden en lichte gronden enigszins overlappen.

De LKN-grondwatertrappen zijn ingedeeld op grond van de gemiddelde voorjaars-grondwaterstand (GVG). De volgende empirische betrekking tussen de gemiddelde hoogste waterstand (GHG), de gemiddelde laagste waterstand (GLG) en de GVG is afgeleid: $GVG = 5,4 + 0,83*GHG + 0,19*GLG$. Op grond hiervan zijn 5 LKN-grondwaterklassen onderscheiden (De Waal, 1992).

In de LKN worden uiteindelijk zeven hoofdgroepen onderscheiden, waarbij gekozen is voor een verdeling in veengronden, zeeleiggronden, rivierleiggronden, duin- en zeezandgronden, pleistocene zandgronden, löss-leemgronden en oude klei- en kalkverweringsgronden. Per hoofdgroep worden de gronden onderverdeeld op verschillende indelingskenmerken als kalkrijkdom, textuur, ijzeraanrijking en profielverloop. Een overzicht van de bodems uit de LKN staat in aanhangsel D.

Voortbrengend vermogen

Om de bodems onderling op voortbrengend vermogen te vergelijken is een gedegen bodemkundige en landbouwkundige kennis vereist. Met behulp van experts is tot een aangepaste indeling van het WIB-C gekomen, hierbij is specifieke kennis van de bodems van Nederland gecombineerd met de beschrijvingen uit de LKN. Door generalisatie zijn specifieke bodemkenmerken uit de LKN verdwenen, alleen met behulp van kennis van ervaren bodemkundigen zijn deze bodems in te delen naar geschiktheid voor akker- en weidebouw.

De geschiktheidsbeoordeling van het WIB-C gaat ervan uit dat bodems worden bemest. Met het oog op verdroging en vermesting is getracht enkel te letten op de natuurlijke vruchtbaarheid en vochtleverend vermogen. De aangepaste indeling moet echter rekening houden met de 'kwetsbaarheid' van gebieden en geeft de landbouwkundige potentie van gebieden weer wanneer milieu-hygiënische restricties aan de productie worden opgelegd. Momenteel wordt in Nederland op grote schaal beregning en bemesting toegepast, het huidige landgebruik kan zo een ander beeld geven dan de natuurlijke potentie van gebieden.

In de volgende paragrafen 3.2 en 3.3 worden het voortbrengend vermogen in de vorm van een rangorde van geschiktheidsklassen aangegeven, waarbij bodems uit de LKN ten opzichte van elkaar worden beoordeeld op landbouwkundige potentie. Met behulp van beoordelingsfactoren wordt een geschiktheid aan bodems voor akker- en weidebouw toegekend.

3.2 Methode

In de rangorde van geschiktheidsklassen wordt het voortbrengend vermogen en de kwetsbaarheid gewogen. Hierbij is gelet op keuzeruimte in landgebruik en bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie. Het voortbrengend vermogen wordt bepaald door de natuurlijke hulpbronnen om zo rekening te houden met kwetsbaarheid van gebieden.

Meer algemeen kan worden gezegd dat het organischestofgehalte, de textuur, de zuurgraad en de ontwateringstoestand bepalend zijn voor de geschiktheid van de bodem voor een bepaalde vorm van landgebruik. Door generalisatie van de bodemgegevens in de LKN zijn deze bovenstaande bodemfactoren veelal niet meer specifiek vermeld. Met behulp van experts zijn alle bodems uit het LKN op geschiktheid voor akker- en weidebouw beoordeeld.

Geschiktheidsbeoordeling

Als eerste wordt bij de geschiktheidsbeoordeling een rangorde gemaakt in de hoofdgroepen uit de LKN. Zeekleibodems hebben van nature het grootste voortbrengend vermogen en zijn rivierkleigronden hier net onder gerangschikt. De oude klei- en kalkverweringsgronden zijn veelal te vergelijken met rivierkleigronden. Veenkoloniale gronden en venen met een toemaakdek hebben een relatief groot voortbrengend vermogen, maar zijn in rangorde lager dan kleigronden. Voedselarme venen zijn te zuur en te slecht ontwaterd, deze veengronden worden als ongeschikt beoordeeld. Binnen de pleistocene zandgronden is een grote variatie aan geschiktheid. Zo hebben enkeerdgronden een hoog voortbrengend vermogen, maar zijn haarpodzolen ongeschikt. Lössgronden hebben een hoge natuurlijke vruchtbaarheid, maar hebben vaak last van stagnerend grondwater. De rangorde van geschiktheid voor lössgronden is hierdoor erg variabel. Duin- en zeezandgronden zijn vaak te droog en te zout, zodat deze gronden beperkt geschikt zijn voor landbouwkundige productie.

Vervolgens wordt binnen de hoofdgroepen gekeken of een bodem kalkrijk of kalkarm is. Kalkrijke bodems hebben per definitie een groter voortbrengend vermogen door een hogere pH. Vervolgens wordt naar de zwaarte van de textuur gekeken. Lichtere bodems zijn makkelijker te bewerken en daarom beter geschikt dan zware bodems. Kalkrijke gronden met een geleidelijk met de diepte lichter wordend of homogeen profiel zijn uitermate geschikt. Een bodem daalt in geschiktheid wanneer het een storende tussenlaag of een zanddek heeft. Profielen met een zand of veen ondergrond dalen ook in geschiktheid. Ongeschikt voor akkerbouw zijn bodems met te veel reliëf, stenen/grind en bodems die regelmatig overstromen. Bodems worden ook beoordeeld op ontwatering. Te droge en natte bodems zijn niet geschikt voor akker- en weidebouw. Te droge bodems worden in de LKN aangeduid met woorden als verstuiving en verdrogende lagen. Gronden met ijzeraanrijking zijn vaak te nat en bodems op leem of klei hebben een verstoorde waterhuishouding.

Geschiktheidsklassen

De bodems worden uiteindelijk ingedeeld in een rangorde van acht geschiktheidsklassen, van uitermate geschikt tot ongeschikt. De rangordes voor de verschillende vormen van landgebruik zijn onderling niet te vergelijken. Een bodem valt voor akkerbouw om andere redenen in een bepaalde geschiktheidsklasse dan voor weidebouw het geval is. Zo kan een bodem uitermate geschikt zijn voor weidebouw, maar matig geschikt voor akkerbouw.

Tabel 4 Geschiktheidsklassen voor weide- en akkerbouw

1	uitermate geschikt
2	zeer geschikt
3	redelijk geschikt
4	matig geschikt
5	beperkt geschikt
6	zeer beperkt geschikt
7	vrijwel ongeschikt
8	ongeschikt

De geschiktheidsbeoordeling van de afzonderlijke bodemtypes voor akkerbouw en weidebouw staan respectievelijk vermeld in aanhangsel E en F. De resultaten van de beoordeling in geschiktheidsklassen zijn ingevoerd in de LKN, zodat een landsdekkende kaart van Nederland wordt verkregen.

3.3 Resultaten

De bodems zijn voor akkerbouw vergeleken op basis van keuzeruimte in landgebruik en bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie. Uiteindelijk is tot een rangorde van acht geschiktheidsklassen voor akkerbouw gekomen:

Klasse 1, lichte kalkrijke zeekleigronden.

Klasse 2, lichte kalkarme en zware kalkrijke zeekleigronden; lichte kalkhoudende rivierkleigronden; lemige moder- en vorstvaaggronden, enkeerdgronden, oud bouwland en lemige pleistocene zandgronden; löss, niet (te) nat of onder helling.

Klasse 3, lichte kalkarme zeekleigronden op veen, op zand of met storende laag en zware kalkarme zeekleigronden; lichte kalkloze, zware kalkhoudende rivierkleigronden en lichte kalkhoudende rivierkleigronden op zand; moder- en vorstvaaggronden, essen-beekvlakte associatie en fijnzandige moderpodzolen en pleistocene zandgronden; oude rivierkleigronden met eerdlaag en kalkrijke kalkverweringsgronden en terraskleien.

Klasse 4, lichte kalkloze rivierkleigronden op zand, op veen of met storende laag, zware kalkloze rivierkleigronden, lichte kalkhoudende rivierkleigronden met storende laag en zware kalkhoudende rivierkleigronden op zand; zee- en duinzanden met kleidek, eerdlaag of humushoudend dek, podzolgronden en vorstvaaggronden in duinzand; fijnzandige en lemige veldpodzolen, moerige podzolgronden, moerige zandgronden en humuspodzolen; rivierduingronden; oude rivierkleigronden en kalkverweringsgronden.

Klasse 5, veenkoloniale gronden of gronden met toemaakdek, voedselrijke veengronden en veengronden met klei- of dek, veengronden met veraarde

bovengrond; meander- of rivierduin-associaties, overslaggronden; fijnzandige en lemige haarpodzolen, stuifzand- en jong dekzand-associatie en humus- en veldpodzolen.

- Klasse 6, veen met verdrogende laag; verstoven rivierkleigronden; duin- en zeezandgronden; pleistocene zandgronden met dunne bovengrond, grofzandige podzolen en dekzand-associatie.
- Klasse 7, veengronden met ijzeraanrijking, veraarde bovengrond of voedselarm veen; rivierkleigronden met ijzeraanrijking; pleistocene zandgronden met ijzeraanrijking of op leem of klei; löss met stagnerend grondwater; keileemgronden.
- Klasse 8, venige beek-associatie, veen in ontginning, petgaten; regelmatig overspoelde zee- en rivierkleigronden, kattenklei; uiterwaard-associaties en grindgronden; plaatselijk zoute, geregeld overstromde duin- en zeezandgronden, zeereep- en duinvallei-associaties; helling-associatie lössgronden en lemig beekdalcomplex; helling-associaties en terrasafzettingen, vuursteengronden, kleeflaar, glauconietkleien, grove terraszanden en grinden.

Voor weidebouw worden minder strikte beoordelingsfactoren voor de potentiebepaling gehanteerd dan voor akkerbouw. Voor weidebouw is het onderscheid op basis van textuur en kalkgehalte kleiner dan voor akkerbouw, de bodems worden hierdoor veelal hoger gewaardeerd. Tevens geldt dat er minder onderscheid wordt gemaakt op onderliggende lagen (op zand, op veen of met storende laag). Bovendien worden droogtegevoelige of natte bodems hoger ingeschat. Voor weidebouw geldt dat een bodem goed moet zijn ontwaterd, zodat het risico voor vertrapping klein is. Maar wanneer een bodem af en toe overstromd, is dat voor weidebouw niet zo ongunstig als voor akkerbouw. Uiteindelijk is voor weidebouw tot de volgende rangschikking gekomen:

- Klasse 1, lichte kalkrijke en kalkarme zee- en rivierkleigronden.
- Klasse 2, lichte kalkarme zee- en rivierkleigronden op veen, op zand of met storende laag en zware kalkarme en kalkrijke zee- en rivierkleigronden; lichte kalkhoudende en kalkloze rivierkleigronden; löss, niet (te) nat; oude rivierkleigronden met eerdlaag en kalkrijke kalkverweringsgronden en terraskleien.
- Klasse 3, zware kalkhoudende en kalkloze rivierkleigronden; moder- en vorstvaaggronden, (fijnzandige en lemige) zandgronden met eerdlaag of met dunne bovengrond, enkeerdgronden, oud bouwland; essen-beekvlakte-, stuifzand- en dekzand-associatie; rivierduingronden; kalkverweringsgronden.
- Klasse 4, voedselrijke veengronden en veengronden met zanddek of kleidek, vergraven venen; meander- en rivierduin-associaties, overslaggronden; zee- en duinzanden met kleidek, eerdlaag of humushoudend dek, podzolgronden en vorstvaaggronden in duinzand; moerige zandgronden, humuspodzolen, fijnzandige en lemige veldpodzolen en haarpodzolen, leemarme zandgronden met dunne bovengrond en fijnzandige stuifzand-associatie.
- Klasse 5, veenkoloniale gronden of gronden met toemaakdek, veengronden met veraarde bovengrond, veengronden met verdrogende laag; verstoven rivierzandgronden, grofzandige podzolen, grofzandige zandgronden met

dunne bovengrond; grofzandige stuifzand-associatie en droge dekzand-associatie.

Klasse 6, voedselarme venen; uiterwaard-associaties en grindgronden; löss met stagnerend grondwater.

Klasse 7, venige beek-associatie, veen in ontginning, petgaten; vuursteengronden, kleefaarde, glauconietkleien, grove terraszanden en grinden.

Klasse 8, regelmatig overspoelde zeeleiggronden, kattenklei; plaatselijk zoute, geregeld overstromde duin- en zeezandgronden, zeereep- en duinvallei-associaties.

Uit de kaarten 1 en 2 met respectievelijk de bodemgeschiktheid voor akker- en weidebouw blijkt dat binnen Nederland de variatie aan voortbrengend vermogen groot is. In de rest van deze paragraaf wordt per provincie het voorkomen aan geschiktheid in het kort beschreven.

Friesland, Groningen en Drenthe

In de kop van Groningen en Friesland liggen lichte (zwavelige) bodems die uitermate geschikt zijn voor weide- en akkerbouw. Deze gronden luisteren nauw voor bewerking, maar beschikken altijd over vocht. De zware knipklei in het noordwesten van Friesland is beter geschikt voor weidebouw, terwijl het nu met name voor akkerbouw wordt gebruikt. Deze zware kleigronden bezitten stagnerende lagen, scheuren erg sterk en zijn droogtegevoelig. Bij stikstofbemesting, na periode van droogte, is er sprake van uitspoeling naar het grondwater, beregenen (regelmatig en tijdig) is dus absoluut noodzakelijk.

Het centraal gelegen gebied is afwisselend vrijwel ongeschikt tot matig geschikt voor akkerbouw en matig geschikt voor weidebouw. De hogere gebieden hebben dichtbij het oppervlak keileem. Keileem levert geen vocht aan, wat leidt tot droogtegevoeligheid. Bovendien stagneert water op deze laag, zodat het matig geschikt is voor weidebouw. Voor akkerbouw sluit de bewerking erg nauw. Een veraarde bovengrond bij een deel van de veengronden maakt de bodems vrijwel ongeschikt. Het laagveengebied heeft een hoger stikstof opbrengend vermogen dan de kleigronden, maar het risico van vertrapping is hier groter. In een natte zomer kan een opbrengstderving van 15% voorkomen door versmering. Op de langere termijn is de schade op veen door vertrapping echter kleiner dan op klei, want op veen is de grond makkelijker weer glad te leggen. De veenkoloniën zijn verzand en zijn daarom niet gevoelig voor vertrapping. Er vindt nalevering van stikstof plaats uit de veenresten en is hierdoor redelijk geschikt voor veeteelt. In de ondergrond zitten verkitte podzolen met een slecht doorlatende laag. De waterspiegel moet tamelijk hoog staan, anders is het profiel droogtegevoelig en verstuift het. Met behulp van beregening en bemesting worden op deze gronden momenteel echter hoge opbrengsten behaald.

Overijssel, Gelderland en Flevoland

In Overijssel komen afwisselend veldpodzolen en beekerdgronden voor. De geschiktheid in Twente en de Achterhoek is hierdoor zeer variabel. De gronden zijn zeer geschikt tot vrijwel ongeschikt voor akkerbouw en redelijk geschikt voor weidebouw. Veldpodzolen zijn mineralogisch erg arm. Van nature behaal je maar een kwart van de opbrengst die nu wordt verkregen door middel van bemesting. Beekerdgronden zijn siltig/lemig, humeus en hebben een beter vochthoudend/naleverend vermogen dan de veldpodzolen. Aan de Duitse grens komt keileem aan de oppervlakte, dit maakt de bodems vrijwel ongeschikt.

Het gebied rond de oude IJssel (rivierklei) is zeer geschikt voor weidebouw. Deze gronden zijn te vergelijken met de zwavelhoudende kleien van Groningen en Friesland. De gronden zijn hier echter kalkloos en daardoor van iets mindere kwaliteit. Ze zijn wel beter doorlatend dan de knipkleien. Tussen Apeldoorn en Deventer liggen prima enkeerdgronden. Deze bodems krijgen water uit de Veluwe aangeleverd en zijn redelijk geschikt voor akker- en weidebouw. De stuwwal (haarpodzolen ten noorden van Apeldoorn) is van nature mineralogisch rijker dan veldpodzolen zijn. Deze grofzandige haarpodzolen zijn echter veel te droog door gebrek aan vochthoudend vermogen. De Veluwe is zeer beperkt geschikt voor akkerbouw en beperkt geschikt voor weidebouw. De grofzandige podzolen van de Veluwe hebben geen humusdek en kunnen hierdoor geen stikstof naleveren. Door middel van bemesting en beregening worden momenteel prima opbrengsten behaald. De Gelderse Vallei is zeer geschikt voor akkerbouw en redelijk geschikt voor weidebouw. De veengronden lijken op het veen uit Groningen. Het rivierengebied omvat zware (kom-)kleien en is matig tot zeer geschikt voor akkerbouw en zeer geschikt voor weidebouw.

De Flevopolder is in het algemeen uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw. Ten noordoosten van de polder zijn petgaten en zetwallen ongeschikt voor akkerbouw.

Noord- en Zuid-Holland

Het duingebied langs de kust is ongeschikt door droogte, naar het binnenland toe wordt de bodem steeds geschikter. Aan de kust zijn de bodems ongeschikt voor landbouw, deze gronden laat men vaak onder duingebieden vallen. In de kop van Noord-Holland komen drooggelegde zware zeekleien voor, deze gronden zijn matig geschikt. Over het algemeen zijn de kleigronden in Noord-Holland vergelijkbaar met de kleigronden uit Groningen en zijn zeer tot uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw. Waar het grondwater erg ondiep staat (petgaten en zetwallen), zijn de gronden ongeschikt voor weidebouw. De droogmakerijen bestaan uit zeeklei met verslagen oud veen en bevatten veel organische stof, deze gronden zijn matig geschikt voor weidebouw en redelijk geschikt voor akkerbouw. Tussen Rotterdam en Utrecht liggen veengronden met een toemaakdek. Deze bodem is beperkt geschikt voor akkerbouw. De kalkloze kleigronden op veen zijn matig geschikt. De veengronden hebben een hoger producerend vermogen, maar zijn gevoeliger voor vertrapping dan de kleigronden. Ten noorden van Rotterdam zijn katekleien ongeschikt voor akkerbouw

Zeeland

Over het algemeen zijn de gronden matig tot uitermate geschikt voor akkerbouw en uitermate geschikt voor weidebouw. De gronden in Zeeland zijn vergelijkbaar met die uit Groningen.

Noord-Brabant en Limburg

Noord-Brabant is afwisselend vrij ongeschikt tot zeer geschikt voor akkerbouw en matig tot zeer geschikt voor weidebouw. De veldpodzolen zijn matig geschikt en de eerdgronden zijn zeer geschikt voor akkerbouw. De eerdgronden en veldpodzolen van Brabant hebben een lager humus gehalte (rond de 2%) dan de gronden uit de Achterhoek (3-5%) en Twente (5-7%). Naar het oosten toe komt leem en löss dichter aan het oppervlak. Leem en löss zorgen voor een schijn-grondwater spiegel en een slechte nalevering in de zomer. De veldpodzolen en zandgronden met grind en leem zijn te goed ontwaterd en zijn nu droogtegevoelig, met name in de Kempen.

In het algemeen zijn de gronden in Limburg zeer geschikt voor weide- en akkerbouw, waarbij beperkingen kunnen optreden door hellingen of ouderdom van de gronden. De kalkverweringsgronden zijn redelijk geschikt en in uiterste zuiden zijn glauconietkleien en vuursteengronden (vrijwel) ongeschikt. Maar het meest voortkomende löss is goed vochthoudend en zeer geschikt voor akker- en weidebouw. In het noorden van Limburg komen voor akkerbouw beperkt geschikte podzolen voor.

Voor geheel Nederland kan de totale verdeling over de geschiktheidsklassen worden onderzocht. Hieruit kan onder andere worden afgeleid hoe groot het voortbrengend vermogen voor het gehele land is geclassificeerd (tabel 5).

Tabel 5 Frequentieverdeling (%) van de geschiktheidsklassen (1-8) voor Nederland

	1	2	3	4	5	6	7	8
Akkerbouw	15	8	23	25	2	7	7	4
Weidebouw	19	13	22	35	6	2	1	2

Relatief weinig bodems zijn in de klassen beperkt geschikt tot ongeschikt geplaatst. Voor akkerbouw valt een kwart van het Nederlands landbouwareaal in deze klasse. Meer dan de helft hiervan (18%) valt nog binnen de klassen 5 en 6. Deze (zeer) beperkt geschikte bodems liggen langs de kust en op de Veluwe en worden dus voornamelijk als bos- en natuurgebied gebruikt.

Voor weidebouw geldt dat 11% in de klassen beperkt geschikt tot ongeschikt valt, maar 3% valt in de klassen (vrijwel) ongeschikt. Hieruit volgt dat vrijwel alle gronden in meer of mindere mate als geschikt voor weidebouw kan worden gezien, zelfs wanneer geen beregening en bemesting mag worden toegepast.

3.4 Conclusies

Het doel van deze studie is het voortbrengend vermogen van de bodems voor Nederland te karakteriseren. Om deze doelstelling te behalen zijn aannames en interpretaties nodig, zeker omdat de bodembeschrijvingen uit LKN ten opzichte van de bodemkaart van Nederland zeer algemeen zijn. Alleen met behulp van experts kan tot een geschiktheidsbeoordeling worden gekomen; deze beoordeling is subjectief en daarom nooit onomstreden. Interpretatieverschillen in geschiktheid van bodemtypes veranderen het algemene beeld echter nauwelijks en het uiteindelijke resultaat schetst dan ook helder hoe het voortbrengend vermogen voor Nederland varieert.

De geschiktheidsbeoordeling van de potentie voor agrarisch landgebruik is een interpretatie waarbij het voortbrengend vermogen en de kwetsbaarheid worden beoordeeld. Bij het voortbrengend vermogen gaat het om een totaaloordeel ten aanzien van keuzeruimte in landgebruik en bouwplan, haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie. Bij kwetsbaarheid gaat het om restricties die aan landbouwproductie worden opgelegd ten aanzien van beregening, bemesting en emissie van bestrijdingsmiddelen.

Hierbij is de moeilijkheid op de juiste wijze rekening te houden met de nutriënten- en vochtvoorziening en de invloed van beregening en bemesting. Er is zoveel mogelijk getracht uit te gaan van een situatie waarbij het voortbrengend vermogen geheel afhankelijk is van de natuurlijke potentie. Maar in de huidige situatie wordt vrijwel overal beregend en bemest, zodat het moeilijk is in te schatten hoe groot de invloed van bijvoorbeeld verdroging en uitputting van de natuurlijke mineralenvoorraad is. Er zijn niettemin in Nederland gebieden aan te wijzen die in de huidige situatie een hoog voortbrengend vermogen hebben, maar qua potentie bepaling minder gunstig zijn.

De grondwaterstand beïnvloedt het voortbrengend vermogen van de bodem. In de beoordelingsfactoren: ontwateringstoestand, vochtleverend vermogen en stevigheid van de bovengrond, wordt de grondwaterstand indirect meegewogen in de geschiktheidsbepaling. In de geschiktheidsbepaling is, met behulp van kennis van experts over de grondwaterstanden in Nederland en met de beschrijvingen uit de LKN, een oordeel gegeven over de grondwaterstand. De grondwatertrappen worden hiervoor niet uit het LKN-bestand gehaald, alhoewel deze wel beschikbaar is.

Omdat de invloed van grondwater wordt meegenomen in de geschiktheidsbepaling van de bodem, wordt grondwater niet apart behandeld in het kader van het voortbrengend vermogen. De invloed op de landbouwkundige potentie wordt nader toegelicht in aanhangsel A.

Bij de vaststelling van het voortbrengend vermogen wordt geen rekening gehouden met bodemvariatie op kleine afstand. Binnen een eenheid van de bodemkaart treedt in het algemeen een variatie in bodemgesteldheid op, dit gaat gepaard met variatie in geschiktheid. Binnen de LKN-gridcellen wordt op hectarebasis (in %) onderscheid gemaakt tussen bodemtypes. In de vertaalslag naar geschiktheid staat de huidige gebruiksvorm van de LKN geen variatie per cel toe. Per grid van 1 km x 1 km wordt

slechts één geschiktheidsklasse toegekend, die overeenkomt met de beoordeling van de meest voorkomende bodemtype. Voor meer gedetailleerde studies geeft het gebrek aan variatie binnen de gridcellen een vertekend beeld van de werkelijkheid. Maar met als doel het voortbrengend vermogen van de bodems voor Nederland te karakteriseren, geeft het uiteindelijke resultaat een landsdekkend beeld van de landbouwkundige potenties.

4 Gezamenlijke invloed van bodem en klimaat op de potentiële productie

4.1 Inleiding

Dit rapport heeft tot doel de landbouwkundige potentie van Nederland te beschrijven op basis van fysieke kenmerken. In de voorafgaande hoofdstukken is het voortbrengend vermogen geanalyseerd voor de afzonderlijke factoren; in het tweede hoofdstuk is een klimaatzonering geschetst en in het derde hoofdstuk is een geschiktheidsbepaling gegeven op basis van bodem en grondwater. In dit hoofdstuk worden de factoren grondwater, klimaat en bodem gecombineerd om tot een landsdekkend beeld van de landbouwkundige potentie te komen.

4.2 Methode

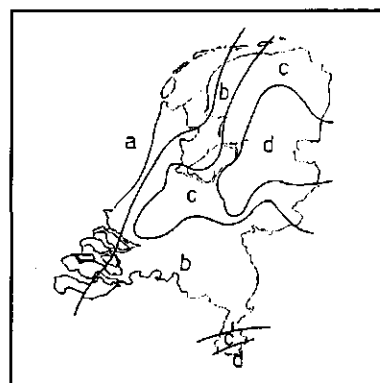
De klimaatzonering uit hoofdstuk 2 is aan de bestanden van de LKN toegevoegd, zodat op een eenvoudige wijze de invloed van het klimaat op de geschiktheid voor weide- en akkerbouw kan worden onderzocht. Door middel van een overlay procedure is de klimaatskaart te combineren met de geschiktheidskaarten. Voordat deze overlay procedure wordt uitgevoerd, moeten beslissingscriteria worden opgesteld ten aanzien van de beïnvloeding van het klimaat op de geschiktheidsklassen. Er is voor gekozen de invloed van het klimaat per geschiktheidsklasse te beoordelen. Wanneer een geschiktheidsklasse binnen een bepaalde klimaatzone valt, kan de relatieve geschiktheid veranderen (tabel 6). Als referentie fungeert daarbij zone d, waar de vochtvoorziening in het groeiseizoen het beste is. De verandering in relatieve geschiktheid vindt dan plaats binnen de klimaatzones a, b en c, door het indelen van betrekkelijk droogtegevoelige gronden in een geschiktheidsklasse met een hoger rangnummer. Deze herindeling berust op een subjectieve inschatting.

Geschiktheidsklasse 1 en 2 bevatten bodems die zeer tot uitermate geschikt zijn voor weide- en akkerbouw. Deze bodems hebben een optimale vochtvoorziening, waardoor deze bodems niet droogtegevoelig zijn. De potentiële productie van bodems binnen deze klassen wordt niet beïnvloed door de klimaatzones. Bodems uit klasse 3 en 4 zijn matig tot redelijk geschikt zijn voor weide- en akkerbouw. Deze bodems zijn gevoeliger voor droogte dan bodems uit klasse 1 en 2 en dalen daarom bij een afnemende neerslag in productie. Wanneer bodems uit deze geschiktheidsklassen binnen klimaattypen a, b en c vallen, neemt de geschiktheid met één klasse af. Klasse 5 en 6 zijn (zeer) beperkt geschikte bodems en worden sterk beïnvloed door de droge klimaatzones. Aan de kust (zone a) is het in de zomer droog en wordt de potentiële productie door watergebrek beperkt, binnen deze zone daalt de geschiktheid van deze gronden met twee klassen. Binnen zone b en c is de invloed op de productie minder groot. Binnen deze zones daalt de geschiktheid met één klasse. Bodems uit geschiktheidsklasse 7 zijn vrijwel ongeschikt. Wanneer een bodem uit deze klasse binnen klimaatzone a, b of c valt wordt deze bodem als ongeschikt geclassificeerd.

Bodems uit klasse 8 zijn ongeschikt, een eventueel vochttekort heeft op de potentiële productie geen extra invloed.

Tabel 6 Relatieve verandering van geschiktheidsklassen (1-8) binnen de klimaatzones van Nederland

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8
a	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	0
b/c	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
d	0	0	0	0	0	0	0	0



4.2 Resultaten

Binnen Nederland is de variatie aan potenties voor gebruik voor akker- en weidebouw zonder berekening zeer groot, kaart 3 en 4. In de komende tekst wordt per provincie het voorkomen aan geschiktheid beschreven.

Friesland, Groningen en Drenthe

In de kop van Groningen en Friesland zijn de bodems zeer tot uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw. Meer naar het binnenland toe worden de bodems matig geschikt voor akkerbouw en beperkt geschikt voor weidebouw. Waar keileem aan het oppervlakte komt, zijn de bodems beperkt geschikt voor weidebouw en zeer beperkt geschikt voor akkerbouw. De veenkoloniën zijn beperkt geschikt.

Overijssel, Gelderland en Flevoland

In Overijssel en Gelderland zijn de gronden over het algemeen afwisselend matig tot beperkt geschikt, afgewisseld met (vrijwel) ongeschikte bodems. Het noorden van Overijssel is voornamelijk matig geschikt, terwijl Gelderland veelal beperkt geschikt is. Het gebied rond de oude IJssel is zeer geschikt. Tussen Apeldoorn en Deventer liggen zeer beperkt geschikte bodems voor akkerbouw en matig geschikte bodems voor weidebouw. De Veluwe en midden Nederland zijn beperkt tot vrij ongeschikt. De Flevopolder is in het algemeen uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw. De Betuwe is zeer geschikt tot matig geschikt voor weidebouw en wat beperkter geschikt voor akkerbouw.

Noord- en Zuid-Holland

Langs de kust zijn de duingronden (vrijwel) ongeschikt, naar het binnenland toe wordt de bodem steeds geschikter. Over het algemeen zijn de gronden in Noord-Holland zeer tot uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw, afgewisseld met matig tot ongeschikte bodems. In de kop van Noord-Holland komen uitermate geschikte bodems voor. Tussen Rotterdam en Utrecht zijn de bodems matig tot beperkt geschikt.

Zeeland

Over het algemeen zijn de gronden zeer tot uitermate geschikt voor weide- en akkerbouw. Aan de kust zijn de duingronden (vrijwel) ongeschikt.

Noord-Brabant en Limburg

Noord-Brabant en het noorden van Limburg zijn afwisselend beperkt tot matig geschikt voor weide- en akkerbouw met enkele (vrijwel) ongeschikte gebieden. In het zuiden van Limburg zijn de gronden zeer geschikt.

Voor geheel Nederland kan de totale verdeling over de geschiktheidsklassen worden onderzocht. Hieruit kan onder andere worden afgeleid hoe groot de potentie voor weide- en akkerbouw voor het gehele land is geclassificeerd.

Tabel 7 Frequentieverdeling (%) van de geschiktheidsklassen (1-8) voor Nederland

	1	2	3	4	5	6	7	8
Akkerbouw	15	8	4	26	21	10	7	9
Weidebouw	19	13	5	28	27	3	4	2

Voor akkerbouw valt 53% van het landbouwareaal binnen de klassen matig tot uitermate geschikt, voor weidebouw is dit aandeel 65%. Meer dan de helft van het oppervlakte landbouwareaal in Nederland heeft dus een hoge potentie voor weide- en akkerbouw.

4.4 Conclusies

Wanneer de fysische factoren bodem, grondwater en klimaat worden gecombineerd om tot een landsdekkend beeld van de landbouwkundige potentie te komen, blijkt dat de bodems met de hoogste potenties vooral overeen te komen met de zeekleigebieden van Zeeland, Flevoland, Noord en Zuid-Holland en in het noorden van Friesland en Groningen liggen. De beperkte gebieden liggen met name in de zandgebieden van zuidelijk Friesland en Groningen, Drenthe, Overijssel, centraal Nederland en Brabant. Aan de kust liggen de ongeschikte zeezand- en duingebieden.

Wanneer de kaart met de klimaatzonering van Nederland wordt gecombineerd met de geschiktheidskaarten voor akker- en weidebouw, zijn verschillen aan te duiden met de geschiktheidskaarten uit hoofdstuk 3. De grootste veranderingen vinden langs de kust plaats, daar neemt het oppervlakte met ongeschikte bodems toe. Verder dalen Noord-Brabant, het noorden van Limburg, de Betuwe, de Achterhoek, het centrale deel van Nederland, het westelijk deel van Zuid-Holland en het zuiden van Friesland en Groningen in geschiktheid. Wanneer niet meer gebruik kan worden gemaakt van beregening, wordt de potentie van bodems in deze gebieden kleiner.

In het totaal verandert ten opzichte van hoofdstuk 3 voor akkerbouw 55% van het oppervlakte in geschiktheid, voor weidebouw is dit aandeel 49%. Wanneer klimaat wordt meegenomen in de bepaling van de potentie van gebieden verandert dus de

helft van het landbouwareaal in geschiktheid. Bij akkerbouw daalt 3% van het totale oppervlakte met twee klassen; hiervan bestaat 46% uit klasse 5 en 54% uit klasse 6. Voor de geschiktheidsklassen die met één klasse dalen, neemt klasse 3 het grootste aandeel voor rekening (25%). Klasse vier verandert met 18% in oppervlakte. Klasse 5, 6 en 7 wijzigen met respectievelijk 2, 3 en 4%. Van het totale landbouwareaal dat daalt in geschiktheid, maakt dus de helft deel uit van gebieden met een redelijk hoge potentie (klasse 3 en 4) voor akkerbouw. Voor weidebouw daalt slechts 2% van het oppervlakte twee klassen in geschiktheid, hiervan neemt klasse 5 99,8% voor rekening, het aandeel van klasse 6 is vrijwel te verwaarlozen. De grootste veranderingen vinden plaats bij klasse 3 en 4 (resp. 16 en 25%). Klasse 5, 6 en 7 veranderen met respectievelijk 3, 2 en 1%. Ook voor weidebouw geldt dat het grootste aandeel dat daalt in geschiktheid, deel uit maakt van gebieden met een hoge potentie voor landbouw.

5 Geschiktheid van de methode voor het project SEOPS

Het studieproject SEOPS heeft tot doel draaiboeken te creëren voor het optimaal benutten van potenties van gebieden, waarbij in dit rapport is ingegaan op de fysieke kenmerken van de landbouwproductie. Om potenties van gebieden landsdekkend aan te kunnen geven, is er voor gekozen potenties te rangschikken naar geschiktheidsklassen. Zo'n classificatie gebeurt deels handmatig en is daarom ook deels subjectief. Voor elke afzonderlijk bodemtype is gekeken in hoeverre het voldoet aan eisen van geschiktheid voor een bepaalde soort van landgebruik. Vervolgens is gekeken in welke mate een bodemtype gevoelig is voor droogte, zodat een oordeel kan worden gegeven over de invloed van het klimaat.

Hoewel de methode subjectieve elementen bevat, is zolang de basisgegevens gescheiden worden gehouden, de procedure wel herhaalbaar. Wanneer omstandigheden veranderen of wanneer men andere keuzes maakt, kan men de classificatie opnieuw uitvoeren. Zo kunnen veranderingen worden ingevoerd wat betreft geschiktheid van een bepaalde bodemtype of wat betreft de invloed van het klimaat. Op deze wijze kunnen op een eenvoudige manier aanpassingen worden doorgevoerd in de kaart met landbouwkundige potentie.

Door de gegevens uit de LKN te gebruiken, is het mogelijk gebruik te maken van een gridsysteem met een celgrootte van één bij één kilometer. Het gebruik van deze LKN-bestanden beperkt de potentiebepaling echter door generalisatie. Het is niet mogelijk variatie binnen een gridcel aan te geven binnen de gebruikte procedure. De toepassingen van de bepaling van de landbouwkundige potentie moeten dan ook worden gezocht op landelijke en regionale schaal. Op die schaal beweegt zich dan ook het SEOPS-project.

De grid-georiënteerde bestanden hebben als voordeel dat er directe mogelijkheden zijn de informatie te combineren met andere gegevens uit de LKN. Zo kan het potentiële landgebruik bijvoorbeeld worden vergeleken met het huidige landgebruik en met potenties voor gebruiksfuncties van een gebied. Bovendien kan een gebied in zijn landbouwkundige potentie worden vergeleken met omliggende gebieden of met verder gelegen landbouwgebieden in Nederland.

Literatuur

- Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek: Deel D, Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik*. Technisch Document 19D. Wageningen, DLO-Staring Centrum.
- Drift, J.W.M. van & C.A. van Diepen, 1992. *The DBMETEO data base on the countries of the European Communities: description of the data and data-treatments*. Wageningen, DLO Winand Staring Centre.
- Heemst, H.D.J. van, H. van Keulen & H. Stolwijk, 1978. *Potentiële productie, bruto- en netto-productie van de Nederlandse landbouw*. Wageningen, Pudoc.
- Hijmans, R.J., I.M. Guiking-Lens & C.A. van Diepen, 1994. *WOFOST 6.0, User's guide for the WOFOST 6.0 crop growth simulation model*. Technical Document 12. Wageningen, DLO Winand Staring Centre.
- Huinink, J.T.M., 1993. *Bodemgeschiktheidstabellen voor landbouwkundige vormen van bodemgebruik*. Ede, IKC-AT.
- Kramer, C., 1957. *Berekening van de gemiddelde grootte van de verdamping voor verschillende delen van Nederland volgens de methode van Penman*. 's-Gravenhage, Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf.
- Könner, G.P., 1983. *Het weer in Nederland, wisselend bewolkt. Een overzicht van ons weer door het KNMI*. Zutphen, Thieme.
- Reinds, G.J., G.H.J. de Koning, J.D. Bulens, A.K. Bregt, H.A.J. van Lanen, C.A. van Diepen & C.M.A. Hendriks, 1992. *Crop production potential of rural area within the European Communities*. The Hague, WRR.
- Soesbergen, G.A. van, C. van Wallenburg, K.R. van Lynden & H.A.J. van Lanen, 1986. *De interpretatie van bodemkundige gegevens*. Rapport 1967. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Steur, G.G.L. & W. Heijink, 1991. *Algemene begrippen en indelingen*. 4e editie. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Supit, I., A.A. Hooijer & C.A. van Diepen (Eds.), 1994. *System description of the WOFOST 6.0 crop simulation model in VGMS*. Volume 1: Theory and Algorithms. Wageningen, DLO Winand Staring Centre. ISPRA (Italy), Joint Research Centre.
- Vink, A.P.A. & E.J. van Zuilen, 1967. *De geschiktheid van de bodem van Nederland voor akker- en weidebouw*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Waal, R.W. de, 1992. *Landscapeecologische kartering van Nederland: Bodem en grondwatertrappen. Toelichting bij het databestand 'BODEMGT' van het LKN-project (fase III)*. LKN Rapport 2, SC-DLO-rapport 132. Wageningen, DLO-Staring Centrum.

Aanhangsel A Grondwatervariatie binnen Nederland

Grondwater is een bepalende factor bij de optimale benutting van potenties van gebieden, deze bijlage heeft tot doel de variatie in grondwaterstanden te karakteriseren.

Essentie van grondwater

Water is essentieel voor transport en opname van voedingsstoffen uit de bodem en voor de fysiologie van planten. Planten moeten voor optimale groei kunnen beschikken over een hoeveelheid vocht die het verdampingsverlies aanvult, aangezien vrijwel al het opgenomen water door verdamping via het bladoppervlak wordt afgestaan aan de atmosfeer. De bron van dit vocht is neerslag, dat in de bodem dringt waar plantenwortels het kunnen opnemen. De totale hoeveelheid beschikbaar vocht in de bodem wordt bepaald door de hoeveelheid die aanwezig is in de wortelzone van de grond, plus de hoeveelheid die vanuit het grondwater capillair naar de wortelzone kan opstijgen.

De aanvullende waterbehoefte van een gewas (het vochttekort) is het verschil tussen enerzijds de potentiële evapotranspiratie van het betreffende gewas en anderzijds de hoeveelheid beschikbaar bodemvocht. De potentiële evapotranspiratie en de neerslag kennen betrekkelijk grote variaties naar regio en tijd en deze variaties kunnen leiden tot belangrijke verschillen in de aanvullende waterbehoefte. Het vochttekort kan worden bepaald met behulp van het neerslagtekort en het vochtleverend vermogen. Het vochtleverend vermogen kan voor verschillende bodemtypes worden afgeleid uit de opbouw van het bodemprofiel en de grondwaterstand.

In hoofdstuk 3 is het vochtleverend vermogen meegewogen in de geschiktheidsbepaling met behulp van kennis van experts over de grondwaterstanden in Nederland. De grondwaterstand bepaalt het voortbrengend vermogen door beïnvloeding van haalbare gewasopbrengsten en mogelijkheden tot mechanisatie. De invloed van het grondwater op het voortbrengend vermogen is indirect reeds in hoofdstuk 3 bepaald en wordt in deze tekst daarom niet nader toegelicht.

Aangezien grondwater een bepalende factor is bij de optimale benutting van potenties van gebieden, wordt in deze bijlage alsnog nader ingegaan op het grondwaterbestanden uit de LKN. Landbouwgronden, bossen en natuurterreinen stellen eisen aan de kwantitatieve en kwalitatieve waterhuishouding. Processen in de kringloop van het water beïnvloeden zowel de kwaliteit als kwantiteit van het grondwater. De kwaliteit, maar ook de kwantiteit worden steeds meer beïnvloed door de mens (Beusekom et al., 1990).

Kwaliteit

In het verleden maakte men zich vooral zorgen om de zogenaamde puntverontreinigingen zoals een lekke olietank of een afvalstort. Deze zaken zijn nu ook nog van belang, maar tegenwoordig is duidelijk geworden dat de grootste bedreiging van de zogenaamde diffuse verontreinigingen komt zoals zure regen, bemesting en het gebruik van bestrijdingsmiddelen. De gevolgen van puntverontreinigingen kunnen door lokale maatregelen binnen de perken worden gehouden, bijvoorbeeld door tijdige bodemsanering. De verontreiniging van diffuse aard is geografisch gezien veel omvangrijker en vraagt om ingrijpendere maatregelen. De meest alarmerende verontreinigingen van het grondwater op dit moment worden veroorzaakt door de gangbare landbouwmethoden zoals de intensieve veehouderij en akkerbouw. Negatieve effecten van deze intensieve landbouwkundige productie zijn verzuring, vermisting en verspreiding van toxische stoffen als gevolg van het overschot van gebruik aan meststoffen en het enorm toegenomen gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen (Kreutz, 1989).

Kwantiteit

In de landbouw worden de nadelen van te hoge grondwaterstanden altijd zwaarder gewogen dan de nadelen van te lage waterstanden, zodat er de laatste tientallen jaren veel aandacht is besteed aan de verbetering van de drainage. Door grondwaterstandsverlaging kan de grond in het voorjaar eerder op temperatuur komen, of de grond wordt beter bewerkbaar, waardoor zaaien, bemesten en oogsten beter en op tijd kunnen gebeuren. Er is nu een daling van de grondwaterstand vastgesteld ten gevolge van grondwaterwinning, landbouw en ontwatering. Door toenemend grondwatergebruik en verbeterde drainage treedt een daling op van het grondwaterpeil en een afname van de kwelflux. De grondwaterwet heeft daarom onder andere tot doel verdroging te voorkomen en terug te dringen, alsmede grondwater te reserveren voor gebruik van hoogwaardige toepassingen als natuur- en drinkwatervoorziening (Noord-Brabant, 1994).

Dit aanhangsel richt zich op de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater door middel van een toelichting op de bestanden uit LKN die grondwatertrappen en grondwaterrelaties bevatten.

Grondwaterrelaties

Ruimtelijke relaties in grondwater worden gedefinieerd als verbanden tussen gebieden waartussen grondwater beweegt en als transportmedium fungeert. Deze relaties omvatten altijd een 'brongebied' en een 'putgebied'. Het geheel van brongebied en bijbehorend putgebied wordt wel aangeduid als grondwatersysteem. Dergelijke grondwatersystemen bestaan op verschillende schalen en reiken tot op verschillende diepten (Klijn, 1989).

Het databestand voor grondwaterrelaties in LKN omvat twee aspecten; de verticale grondwaterbeweging en de kwaliteit van het kwelwater. De verticale bewegingsrichting is verdeeld in gebieden waar kwel en waar inzijging plaatsvindt

en in een overgangsgroep. De kwaliteit van grondwater is in klassen ingedeeld op basis van samenstelling van ionen.

Grondwatertrappen

Zowel droogteschade als wateroverlast worden in sterke mate bepaald door de grondwaterstandsfluctuatie. Deze fluctuatie wordt wel aangeduid met de term grondwatertrap, tabel A.1. Een grondwatertrap (Gt) combineert een Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) met een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GHG is het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste, twee-wekelijks gemeten, grondwaterstanden in het hydrologisch winterseizoen (1 oktober - 30 maart) over een aaneengesloten reeks van tenminste 8 jaar. De GLG is het rekenkundig gemiddelde van de drie laagste, eveneens over een aaneengesloten periode van 8 jaar en twee-wekelijks gemeten grondwaterstanden, alleen nu in het hydrologisch zomerseizoen (1 april - 30 september).

Tabel A.1 Klassen van de grondwatertrap

Grondwatertrap	GHG (cm - mv.)	GLG (cm - mv.)
I	<20	<50
II	<40	50-80
II*	25-40	50-80
III	<40	80-120
III*	25-40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
V*	25-40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>120
VII*	>80	>120

De 'sterren' bij Gt II, III en V corresponderen met in de landbouw gangbare waterbeheersingsmaatregelen zoals buisdrainage. Hierdoor zijn de 'pieken' in de oorspronkelijke grondwaterfluctuatie afgevlakt, waardoor hoge grondwaterstanden minder hoog oplopen en minder frequent voorkomen (Steur et al., 1991).

Het vochtleverend vermogen is een landhoedanigheid die is samengesteld uit een complex van bodemkenmerken zoals grondwatertrap, textuur en aard van de bovengrond. Tevens kunnen storende lagen de vochttoestand beïnvloeden. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand blijkt een goede maat te zijn voor de vochttoestand aan het begin van het groeiseizoen. De LKN-grondwatertrappen zijn daarom ingedeeld

op grond van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). De volgende empirische betrekking tussen de GHG, de GLG en de GVG is afgeleid:

$$GVG = 5,4 + 0,83*GHG + 0,19*GLG.$$

Op grond van de berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterniveau's (GVG's) voor de grondwatertrappen van de 1 : 50 000 Bodemkaart zijn 5 LKN-grondwaterklassen onderscheiden. De vertaling van grondwatertrappen naar LKN-klassen is weergegeven in tabel A.2.

Aan de 5 klassen zijn vier gecombineerde klassen toegevoegd die aangeven of er binnen een kaartvlak grote GVG-verschillen kunnen optreden. Van deze vier klassen zijn klassen 7 en 8, die combinaties omvatten tussen nat-droog en nat-vochtig, vrij zeldzaam. Klasse 9 staat voor een combinatie van droog met de aanwezigheid van getijde invloed. Deze combinatie is gebonden aan de zeeerepassociatie (De Waal, 1992).

Tabel A.2 Vertaling grondwatertrappen van de Bodemkaart van Nederland naar LKN-klassen

Gt	LKN-klasse	Omschrijving
I	1	vrijwel aan maaiveld, periodiek boven maaiveld
II	2	zeer ondiep, periodiek boven maaiveld
II*,III,III*,V,V*	3	ondiep
IV,VI	4	matig diep
VII,VII*	5	diep, zeer diep
II/IV-VI,III-V/VII,II/VII	6	2 en 4, 3 en 5
I en III-V	7	1 en 3
I en IV-VI,I en VII	8	1 en 4, 1 en 5
geen Gt (getijde invloed) en VII	9	0 en 5 (soms 4)
geen Gt (periodiek overstroomd, gedeeltelijk open water	0	buitendijkse gronden, moerassen enz.
open water	99	
Gt onbekend	98	urbaan, löss- en kalksteen-plateaus

Bij LKN-grondwaterklasse 1 zal altijd sprake zijn van een overvloedige vochtvoorziening. Klasse 2 zal normaal samengaan met zeer vochtige ecotootypen bij gronden met een slechte of matige capillaire nalevering. Bij gronden met een goede capillaire nalevering zal normaal een zeer vochtige situatie heersen. Klasse 3 is bij alle textuurklassen vochtig. Bij klasse 4 en 5 zal in zandgronden altijd een droge situatie heersen. Bij gronden met een extreem goede vochnalevering (bijvoorbeeld lössgronden) is er nog steeds sprake van een vochtige standplaats. De vochtvoorziening per bodemtypes voor de verschillende grondwatertrappen wordt gegeven in tabel A.3 (De Waal, 1992).

Tabel A.3 Betekenis van de LKN-grondwatertrappen voor de vochtvoorziening van verschillende bodemtypes

Gt-klasse	Veengrond	Zandgrond	Lemig zandgrond	Keileem, zware kleigrond	Lichte kleigrond	Leem-, lössgrond
1	nat	nat	nat	nat	nat	nat
2	zeer vochtig	vochtig	zeer vochtig	vochtig	zeer vochtig	zeer vochtig
3	vochtig*	vochtig	vochtig	vochtig	vochtig	vochtig
4		droog	vochtig/droog	vochtig/droog	vochtig	vochtig
5		droog	droog	droog	vochtig/droog	vochtig/droog

* alleen bij niet-irreversibele uitdroging

Toepassing

De grondwaterrelaties zijn een belangrijke variabele bij de beoordeling van de gevoeligheid voor vermisting en verontreiniging. In combinatie met ondermeer de grondwatertrappen en de bodemkaart zijn gevoeligheidskaarten te vervaardigen. In een parallelle studie zal de invloed van kwetsbaarheid voor milieubelasting worden beschreven. Hierbij worden onder andere de effecten van verzuring, vermisting en verspreiding van toxische stoffen beschreven.

Door gebruik te maken van beregening en ontwatering kan landbouw worden bedreven in gebieden die voorheen ongeschikt waren. In de toekomst kan worden verwacht dat restricties worden gelegd op het toepassen van beregening als gevolg van de toenemende verdroging. De potentiële productie van een gebied wordt daarom meer en meer afhankelijk van het vochtleverend vermogen van een bodem. In de inleiding van dit rapport wordt gesteld dat landbouw als een grondgebonden functie kan worden gezien. Door verdroging kan landbouw echter ook als watergebonden functie worden beschouwd, waarin het grondwater een steeds belangrijker rol krijgt toegedeeld.

De invloed van grondwaterveranderingen, bemaling en beregening kan met behulp van de grondwatertrappen- en grondwaterrelatiekaarten worden afgeleid. De bodemgeschiktheidskaart uit hoofdstuk 3 valt te combineren met bijvoorbeeld de grondwatertrappenkaart om zo het effect van bijvoorbeeld grondwaterverlaging/-verhoging te bestuderen.

Literatuur

Beusekom van, C.F., J.M.J. Farjon, F. Foekema & H. Vuijsje. 1990. *Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap*. 's Gravenhage, SDU.

Klijn, F. 1989. *Landscapeecologische kartering van Nederland: Grondwaterrelaties. Toelichting bij het databestand 'Grondwaterrelaties' van het LKN-project*. LKN Rapport 1, CML-medelingen 51, Stiboka-rapport 2107. Leiden, Wageningen, DLO-Staring Centrum.

Kreutz, R.H.F. 1989. *Grondwater: nu bedreigd, straks verloren...?* Rijswijk, VEWIN-Jaarbrochure Grondwater.

Noord-Brabant. 1994. *Voortgangsrapportage 'Beperking van het gebruik van grondwater'*. [S.I.], Provincie Noord-Brabant.

Steur, G.G.L. & W. Heijink. 1991. *Algemene begrippen en indelingen*. 4e editie Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Waal, R.W. de. 1992. *Landscapeecologische kartering van Nederland: Bodem en grondwatertrappen. Toelichting bij het databestand 'BODEMGT' van het LKN-project (fase III)*. LKN Rapport 2, SC-DLO-rapport 132, Wageningen, DLO-Staring Centrum.

Aanhangsel B Overzicht van de maandelijkse gemiddelen voor klimaatfactoren per weerstation (1961-1990)

Maandelijkse gemiddelden voor de temperatuur (°C)

	DeKooy	DeBilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	2,27	1,79	0,85	1,16	2,03	1,75
Februari	2,29	2,32	1,25	1,75	2,68	2,26
Maart	4,36	4,85	3,98	4,48	5,32	5,04
April	7,27	7,94	7,15	7,83	8,49	8,25
Mei	11,16	12,01	11,37	11,98	12,51	12,29
Juni	14,14	14,96	14,39	14,88	15,4	15,51
Juli	16,1	16,65	15,77	16,38	17,12	17,11
Augustus	16,47	16,6	15,94	16,34	16,99	16,98
September	14,41	14,03	13,42	13,76	14,41	14,35
Oktober	11,09	10,43	9,68	10,05	10,74	10,51
November	6,91	5,88	5,3	5,4	5,95	5,74
December	3,92	3,02	2,28	2,41	3,21	2,84

Maandelijkse gemiddelden voor de straling (kJ/m²)

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	2345	2514	2179	2307	2550	2676
Februari	4684	4856	4401	4661	4982	5090
Maart	8325	8154	7730	7827	8126	8161
April	13097	12865	12543	12461	12786	12607
Mei	17730	16652	16317	16371	16667	16615
Juni	18553	17603	17368	16905	17299	17180
Juli	17290	16632	16087	16109	16556	16703
Augustus	15101	14734	14356	14314	14674	14617
September	10374	10277	9835	10062	10436	10682
Oktober	6022	6325	5808	6202	6521	6766
November	2969	3146	2879	2982	3253	3457
December	1812	2043	1711	1862	2067	2184

Maandelijkse gemiddelden voor de windsnelheid (m/s)

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	9,69	5,17	7,04	4,54	5,48	6,83
Februari	9,41	5,01	6,55	4,15	4,96	6,18
Maart	9,49	5,16	7	4,48	5,41	6,37
April	8,74	4,76	6,32	4,96	6,02	5,64
Mei	8,25	4,28	5,73	5,61	6,48	5,17
Juni	7,86	3,99	5,5	6,31	7,14	4,88
Juli	7,95	3,88	5,4	6,44	7,2	4,77
Augustus	7,84	3,67	5,1	6,22	7	4,68
September	8,01	3,61	5,29	5,86	6,55	5,11
Oktober	8,42	3,94	5,55	5,22	6,02	5,46
November	9,78	4,82	6,75	4,64	5,51	6,33
December	9,68	5	6,93	4,42	5,31	6,55

Maandelijks gemiddelden voor de neerslag (mm/maand)

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	64,9	68,8	66,57	67,15	63,91	58,86
Februari	39,94	48,58	44,79	45,84	49,29	52,74
Maart	51,26	65,49	57,45	62,19	65,03	62,22
April	42,64	52,49	48,17	52,83	48,67	52,6
Mei	43,46	60,9	57,79	61,76	60,96	62,18
Juni	48,79	70,01	68,85	72,81	72,89	74,06
Juli	64,7	75,72	76,28	74,84	73,58	70,57
Augustus	65,47	71,12	66,45	64,53	60	66,43
September	83,56	67,01	70,56	59,82	56,36	56,6
Oktober	84,72	74,95	68,67	59,19	63,65	60,46
November	91,01	80,96	77,1	71,78	70,3	69,44
December	76,56	83,36	75,53	76,02	72,25	72,77

Maandelijks gemiddelden voor de luchtvochtigheid (mbar)

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	6,76	6,62	6,44	6,47	6,68	6,53
Februari	6,6	6,5	6,34	6,4	6,59	6,49
Maart	7,35	7,27	7,17	7,28	7,41	7,35
April	8,48	8,37	8,3	8,46	8,44	8,45
Mei	10,93	10,68	10,79	10,85	10,83	10,87
Juni	13,22	13,04	13,24	13,33	13,26	13,47
Juli	15,05	14,85	14,91	15,02	14,98	14,94
Augustus	15,28	15,02	15,06	15,03	15,06	15,09
September	13,53	13,48	13,38	13,52	13,6	13,47
Oktober	11,36	11,17	10,96	11,06	11,25	11
November	8,65	8,32	8,24	8,23	8,41	8,16
December	7,37	7,07	6,96	6,95	7,16	6,97

Maandelijks gemiddelden voor de verdamping (mm/maand)

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Twente	Eindhoven	Zuid-Limburg
Januari	14,456	8,676	8,18	7,009	11,032	13,999
Februari	21,067	16,878	14,849	13,98	18,668	21,213
Maart	46,117	41,807	39,816	37,361	45,157	47,451
April	76,29	71,429	69,658	71,135	81,169	76,876
Mei	117,88	108,09	106,58	113,04	123,735	113,639
Juni	132,951	121,74	120,90	129,2	138,226	126,069
Juli	135,488	121,62	117,5	128,57	141,608	129,606
Augustus	119,322	102,69	100,63	110,48	121,64	110,125
September	78,612	60,706	59,43	66,553	74,535	70,841
Oktober	45,474	30,253	28,818	31,528	38,538	38,426
November	27,413	13,237	12,514	11,159	15,826	18,333
December	15,559	6,534	6,318	4,886	9,238	11,256

Aanhangsel C Potentiële en watergelimiteerde opbrengsten

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van gras voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990)

Station	Potentiële productie		Watergelimiteerde productie		Reductie per station
	Groeiseizoen (dagen)	Droge stof (kg/ha)	Groeiseizoen	Droge stof (kg/ha)	
De Kooy	278	25140 (100%)	261 (dagen)	15207	60%
Eelde	271	22789 (91%)	268	18421	81%
Twente	276	23271 (93%)	271	17601	76%
De Bilt	280	24046 (96%)	278	18532	77%
Eindhoven	283	24172 (96%)	269	16019	76%
Zuid-Limburg	281	24277 (97%)	276	18192	75%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van koolzaad voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990)

Station	Groeiseizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Watergelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Zaad	Totaal	Zaad	
De Kooy	198	21356	4538 (100%)	19091	3104 (80%)	68%
Eelde	197	15183	4011 (88%)	14905	3794 (98%)	95%
Twente	192	15529	3933 (87%)	15119	3627 (94%)	92%
De Bilt	192	16737	4124 (91%)	16377	3861 (100%)	89%
Eindhoven	188	16311	3983 (88%)	15167	3227 (84%)	81%
Zuid-Limburg	189	16809	3917 (86%)	16334	3580 (93%)	91%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van wintertarwe voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990)

Station	Groeiseizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Watergelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Graan	Totaal	Graan	
De Kooy	227	21477	10105 (100%)	17746	6611 (76%)	65%
Eelde	231	18581	9309 (92%)	17934	8721 (100%)	94%
Twente	224	18092	9003 (89%)	17075	8076 (93%)	90%
De Bilt	221	18630	9372 (93%)	17866	8636 (99%)	92%
Eindhoven	216	17926	9102 (90%)	16103	7411 (85%)	81%
Zuid-Limburg	217	18360	9100 (90%)	17444	8189 (94%)	90%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van gerst voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990)

Station	Groei seizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Watergelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Korrel	Totaal	Korrel	
De Kooy	123	15428	8186 (100%)	14324	7167 (94%)	88%
Eelde	123	14269	7784 (95%)	14113	7645 (100%)	98%
Twente	119	13912	7539 (92%)	13417	7099 (93%)	94%
De Bilt	119	14272	7752 (95%)	13901	7405 (97%)	96%
Eindhoven	116	13920	7554 (92%)	13062	6795 (89%)	90%
Zuid-Limburg	116	13755	7488 (91%)	13445	7199 (94%)	96%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van aardappelen voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990)

Station	Groei seizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Watergelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Knol	Totaal	Knol	
De Kooy	131	20364	15213 (100%)	12765	8669 (72%)	57%
Eelde	133	19932	15050 (99%)	16375	11986 (100%)	80%
Twente	129	19487	14723 (97%)	15005	10758 (90%)	73%
De Bilt	128	19485	14661 (96%)	15094	10744 (90%)	73%
Eindhoven	125	18995	14295 (94%)	13082	9136 (76%)	64%
Zuid-Limburg	125	18880	14255 (94%)	14442	10261 (86%)	72%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van suikerbieten voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar

Station	Groei seizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Watergelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Knol	Totaal	Knol	
De Kooy	180	21044	13164 (87%)	18275	10962 (81%)	83%
Eelde	180	19984	12705 (84%)	19049	11947 (87%)	94%
Twente	182	20978	13924 (93%)	18800	12143 (90%)	87%
De Bilt	182	21538	14281 (95%)	19931	12965 (96%)	91%
Eindhoven	183	22001	14963 (99%)	18209	11880 (88%)	79%
Zuid-Limburg	183	21994	15052 (100%)	20098	13480 (100%)	90%

Gemiddelde waarden voor potentiële en water-gelimiteerde productie van maïs voor zes locaties in Nederland; de gemiddelde waarden zijn gebaseerd op weergegevens over 30 jaar (1961-1990),

Station	Groei­seizoen (dagen)	Potentiële productie (kg/ha)		Water­gelimiteerde productie (kg/ha)		Reductie per station
		Totaal	Korrel	Totaal	Korrel	
De Kooy	163	20669	8946 (83%)	14744	5644 (75%)	82%
Eelde	163	18596	7768 (72%)	16253	6179 (82%)	94%
Twente	163	19595	9240 (86%)	15546	6439 (85%)	84%
De Bilt	163	20846	9841 (91%)	16883	7269 (96%)	90%
Eindhoven	159	21299	10604 (98%)	14744	6059 (80%)	78%
Zuid-Limburg	159	21708	10785 (100%)	17311	7535 (100%)	90%

Aanhangsel D Bodembestand uit de LKN

Veengronden:

- 1100 veengronden met toemaakdek (incl,gronden met vuilstort)
- 1200 veengronden met veenkoloniaal dek, zonder ijzeraanrijking
- 1230 veengronden met veenkoloniaal dek en ijzeraanrijking
- 1310 voedselrijke veengronden met veraarde bovengronden, zonder verdr,laag
- 1311 voedselrijke veengronden met veraarde bovengrond en verdrogende laag
- 1320 voedselarme veengronden met veraarde bovengronden, zonder verdr,laag
- 1330 veengronden met veraarde bovengrond en ijzeraanrijking
- 1390 vergraven veengronden met veraarde bovengrond en zandondergrond
- 1400 veengronden met zanddek (>20cm) zonder ijzeraanrijking
- 1430 veengronden met zanddek en ijzeraanrijking
- 1490 vergraven veengronden met zanddek en zandondergrond
- 1510 voedselrijke veengronden met dun zanddek (<20cm)
- 1520 voedselarme veengronden met dun zanddek
- 1590 vergraven veengronden met dun zanddek en zandondergrond
- 1600 veengronden met kleidek, zonder ijzeraanrijking en verdrogende laag
- 1601 veengronden met kleidek, zonder ijzeraanrijking, met verdr,laag
- 1630 veengronden met kleidek en ijzeraanrijking
- 1710 overige voedselrijke veengronden zonder verdrogende laag
- 1711 overige voedselrijke veengronden met verdrogende laag
- 1720 overige voedselarme veengronden
- 1730 overige voedselarme gronden met dunne voedselrijke bovengrond
- 1740 overige veengronden met ijzeraanrijking
- 1790 vergraven veengrond met zandondergrond
- 1900 petgatenassociatie (petgaten en zetwallen)
- 1901 complex opgevulde petgaten of veenaafbraakgebied
- 1902 venige beekassociatie zonder ijzeraanrijking
- 1903 venige beekassociatie met ijzeraanrijking (>50% veengrond)
- 1904 veen in ontginning (veen in situ en vergraven veen)
- 1905 bovenlanden (restveen tussen droogmakerijen, soms opgehoogd)

Zeekleigronden:

- 2200 zoetwater getijdegronden zonder eerdlaag
- 2210 zoetwater getijdegronden met eerdlaag
- 2417 overige lichte zeekleigronden met eerdlaag
- 2418 overige zware zeekleigronden met eerdlaag
- 2430 kalkrijke zeekleigronden met dik humushoudend dek
- 2447 lichte kalkrijke zeekleigronden met eerdlaag
- 2457 overige lichte kalkrijke zeekleigronden
- 2498 kalkrijke zeekleigronden (ongedifferentieerd)
- 2901 drooggelegde waddencomplex met lichte zeekleigronden
- 2909 complex omgewerkte zeekleigronden
- 2341 overige moerige zeekleigronden
- 2413 lichte, kalkarme zeekleigronden met eerdlaag op veen
- 2414 zware, kalkarme zeekleigronden met eerdlaag op veen

- 2423 lichte kalkarme zeekleigronden op veen
- 2425 lichte kalkarme zeekleigronden op zand
- 2427 overige lichte kalkarme zeekleigronden
- 2448 zware kalkrijke zeekleigronden met eerdlaag
- 2458 overige zware kalkrijke zeekleigronden
- 2421 lichte kalkarme zeekleigronden met storende laag
- 2424 zware kalkarme zeekleigronden op veen
- 2426 zware kalkarme zeekleigronden op zand
- 2428 overige zware kalkarme zeekleigronden
- 2451 lichte kalkrijke zeekleigronden met storende laag
- 2455 lichte kalkrijke zeekleigronden op zand
- 2456 zware kalkrijke zeekleigrond op zand
- 2902 drooggelegde waddencomplex met zware zeekleigronden
- 2911 overslagcomplex
- 2110 dagelijks overspoelde getijdeafzettingen (=zoutwaterafzettingen)
- 2127 geregeld overspoelde lichte getijdegronden
- 2128 geregeld overspoelde zware getijdegronden
- 2137 bij uitzondering overspoelde of plaatselijk zoute lichte getijdegronden
- 2138 bij uitzondering overspoelde of plaatselijk zoute zware getijdegronden
- 2198 niet of bij uitzondering overspoelde getijde gronden (niet gespecificeerd)
- 2340 kattekleigronden

Rivierkleigronden:

- 3117 lichte kalkloze rivierkleigronden met eerdlaag
- 3227 overige lichte kalkhoudende rivierkleigronden
- 3118 zware kalkloze rivierkleigronden met eerdlaag
- 3127 overige lichte kalkloze rivierkleigronden
- 3225 lichte kalkhoudende rivierkleigronden op zand
- 3228 zware kalkhoudende rivierkleigronden
- 3121 lichte kalkloze rivierkleigronden met storende laag
- 3124 kalkloze rivierkleigrond op veen
- 3125 kalkloze rivierkleigrond op zand
- 3128 overige zware kalkloze rivierkleigronden
- 3221 lichte kalkhoudende rivierkleigronden met storende laag
- 3226 zware kalkhoudende rivierkleigrond op zand
- 3903 oude meander-associatie (oude beddingen en stroomruggen)
- 3904 jonge rivierduin-associatie (afwisselend verstoven zand en klei)
- 3907 zandige, ijzerhoudende en kalkloze rivierduin-meanderassociatie
- 3908 kleiige, ijzerhoudende en kalkloze rivierduin-meanderassociatie
- 3911 complex overslaggronden (afwisselend rivierklei,-zand en veen)
- 3137 leemarme kalkloze rivierzandgronden (al dan niet verstoven)
- 3138 leemhoudende kalkloze rivierzandgronden (al dan niet verstoven)
- 3230 kalkhoudende rivierzandgronden (al dan niet verstoven)
- 3129 lichte kalkloze rivierkleigronden met ijzeraanrijking
- 3140 grindgronden
- 3901 kalkhoudende uiterwaard-associatie (gedeeltelijk periodiek overstroomd)
- 3902 vergraven kalkhoudende uiterwaardassociatie (gedeeltelijk periodiek overstroomd)

- 3905 kalkloze uiterwaardassociatie (gedeeltelijk periodiek overstroomd)
- 3906 kalkloze vergraven uiterwaardassociatie (gedeeltelijk periodiek overstroomd)

Duin- en zeezandgronden:

- 4207 geregeld overstroomde lemige en fijnzandige zeezandgronden
- 4209 geregeld overstroomde matig fijne en grofzandige zeezandgronden
- 4302 plaatselijk zoute moerige zeezandgronden
- 4307 plaatselijk zoute lemige of zeer fijne zeezandgronden (soms overstroomd)
- 4309 plaatselijk zoute matig fijne en grofzandige zeezandgronden (soms overstroomd)
- 4510 kalkloze moerige zee- en duinzandgrond met kleidek
- 4511 kalkloze zee- en duinzandgronden met kleidek
- 4512 kalkloze moerige zee- en duinzandgronden
- 4513 kalkloze zee- en duinzandgronden met dik humushoudend dek (>50cm)
- 4514 kalkloze zee- en duinzandgronden met eerdlaag
- 4515 kalkloze zee- en duinzandgronden met dunne humushoudende bovengrond
- 4516 kalkloze zee- en duinzandgronden met zeer dunne humushoudende bovengrond
- 4518 podzolgronden, vorstvaaggronden in duinzand
- 4525 ondiep ontkalkte zee- en duinzandgronden met dunne humushoudende bovengrond
- 4526 ondiep ontkalkte zee- en duinzandgronden met zeer dunne bovengrond
- 4531 kalkhoudende zee- en duinzandgronden met kleidek
- 4533 kalkhoudende zee- en duinzandgrond met dik humushoudend dek
- 4534 kalkhoudende zee- en duinzandgrond met eerdlaag
- 4535 kalkhoudende grofzandige zee- en duinzandgronden met dunne bovengrond
- 4536 kalkhoudende zee- en duinzandgronden met zeer dunne bovengrond
- 4537 kalkhoudende lemige en zeer fijne zee- en duinzandgronden met dunne bovengrond
- 4598 kalkhoudende zeezandgronden ongedifferentieerd
- 4900 zeereep-associatie (strand + eerste duinenrij)
- 4901 kalkhoudende duinvallei-associatie (vallei + omliggend duin)
- 4902 kalkloze duinvallei-associatie (vallei + omliggend duin)
- 4903 ondiep ontkalkte duinvallei-associatie (vallei + duin)
- 4904 duinkwelderassociatie (afwisselend duinzandgronden en zeezand- of klei)
- 4905 ondiep ontkalkte zeereep-associatie
- 4906 oud bouwland/kustduin-associatie

Pleistocene zandgronden:

- 5150 moerige podzolgrond met kleidek
- 5160 moerige podzolgronden met zanddek
- 5190 overige moerige podzolen
- 5191 overige moerige podzolgronden met ijzeraanrijking
- 5250 moerige zandgrond met kleidek
- 5260 moerige zandgrond met zanddek
- 5261 moerige zandgrond met ijzeraanrijking
- 5290 overige moerige zandgronden (moerige bovengrond, veenkoloniaal dek)
- 5320 moderpodzol- en vorstvaaggronden met eerdlaag
- 5392 (overige) moderpodzol- en vorstvaaggronden op leem, klei

- 5393 grofzandige (overige) moderpodzolgronden
- 5394 fijnzandige (overige) moderpodzolen
- 5397 lemige (overige) moderpodzol- en vorstvaaggronden
- 5422 humuspodzolgronden met eerdlaag op leem, klei
- 5429 overige humuspodzolgronden met eerdlaag
- 5450 humuspodzolgronden met kleidek
- 5472 veldpodzolgronden op leem, klei
- 5473 grofzandige (overige) veldpodzolgronden
- 5474 fijnzandige (overige) veldpodzolgronden
- 5477 lemige (overige) veldpodzolgronden
- 5482 haarpodzolen op leem, klei
- 5483 grofzandige haarpodzolgronden
- 5484 fijnzandige haarpodzolgronden
- 5487 lemige haarpodzolgronden
- 5515 zwarte en lage enkeerdgronden
- 5516 bruine enkeerdgronden
- 5521 (overige) zandgronden met eerdlaag en ijzeraanrijking
- 5522 (overige) zandgronden met eerdlaag op leem, klei
- 5529 (overige) zandgronden met eerdlaag, zonder ijzeraanr, of leem
- 5531 (overige) zandgronden met dunne bovengrond en ijzeraanrijking
- 5532 (overige) zandgronden met dunne bovengrond op leem, klei
- 5533 grofzandige (overige) zandgronden met dunne bovengrond
- 5534 fijnzandige (overige) zandgronden met dunne bovengrond
- 5537 lemige (overige) zandgronden met dunne bovengrond
- 5543 grofzandige (overige) zandgronden met zeer dunne bovengrond
- 5544 leemarme fijnzandige (overige) zandgronden met zeer dunne bovengrond
- 5547 lemige fijnzandige (overige) zandgronden met zeer dunne bovengrond
- 5551 (overige) zandgronden met kleidek en ijzeraanrijking
- 5559 (overige) zandgronden met kleidek zonder ijzeraanrijking
- 5900 oudbouwlandassociatie (afwisselend podzolen met en zonder eerdlaag)
- 5901 fijnzandige droge stuifzand-associatie
- 5902 grofzandige droge stuifzand-associatie
- 5903 essen-beekvlakte-associatie ((eenmans)essen, veldpodzolen, lage zandgronden)
- 5904 essen-beekvlakte-associatie met kleidek (essen, veldpodzolen, lage zandgronden)
- 5905 essen-beekvlakte-associatie met ijzeraanrijking (meestal kleidek)
- 5906 droge-dekzand-associatie (hoge haar- en lage veldpodzolgronden)
- 5907 oudbouwlandcomplex (afwisseling dikke en dunne eerdlaag)
- 5908 jonge-dekzand-associatie (afwisselend veld-, moderpodzolen en vorstvaag gronden)
- 5909 essen-dekzandvlakte-associatie ((eenmans)essen + lage zandgronden)

Lössgronden:

- 6101 brikgronden in loss met ondiep stagnerend grondwater
- 6102 brikgronden in loss met enigszins stagnerend grondwater
- 6105 overige brikgronden in zandige loss
- 6109 overige brikgronden in siltige loss
- 6211 lossgronden zonder briklaag, met eerdlaag en ondiep grondwater

- 6222 lossgronden zonder briklaag, eerdlaag; met enigszins stagnerend grondwater
- 6225 overige lossgronden zonder briklaag in zandige loss
- 6229 (overige) siltige lossgronden zonder briklaag
- 6901 losscomplex (afwisselend gronden zonder en met briklaag)
- 6902 hellingassociatie lossgronden (hellinggronden met en zonder briklaag)
- 6903 lemig beekdalcomplex

Oude klei- en kalkverweringsgronden:

- 7010 brikgronden in oude rivierkleigronden
- 7020 oude rivierkleigronden met eerdlaag
- 7030 oude rivierkleigronden met zanddek
- 7041 oude lemige rivierduingronden
- 7042 oude leemarme rivierduingronden
- 7091 oude rivierkleigronden met ijzeraanrijking
- 7097 overige lichte oude rivierkleigronden
- 7098 overige zware oude rivierkleigronden
- 7110 ondiepe kalkrijke kalkverweringsgronden
- 7121 kalkarme kalkverweringsgronden (kleefaarde) met lossdek
- 7129 overige kalkarme kalkverweringsgronden (kleefaarde)
- 7201 vuursteengronden met lossdek
- 7202 overige vuursteengronden
- 7303 keileemgronden met zanddek
- 7401 terraskleien met lossdek
- 7403 terraskleien met zand en/of grinddek
- 7405 terrasafzettingen met fijnzandige of zavelige bovengrond
- 7406 glauconietkleien
- 7408 grove terrasanden en grinden
- 7409 overige terraskleien
- 7901 complex kalkverweringsgronden (afwisselend kalkarme en kalkrijke gronden)
- 7903 hellingassociatie terrasafzettingen

Aanhangsel E Geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw¹

Klasse 1:

2200,2210,2417,2418,2430,2447,2457,2498,2901,2909

Klasse 2:

2341,2413,2414,2423,2425,2427,2448,2458

3117,3227

6105,6109,6225,6229,6901,6902,6903

Klasse 3:

2421,2424,2426,2428,2451,2455,2456,2902,2911

3118,3127,3225,3228

5320,5394,5397,5515,5516,5529,5534,5537,5559,5900,5503,5904,5907,5909

7020,7110,7401,7405

Klasse 4:

3121,3124,3125,3128,3221,3226

4511,4512,4513,1514,4518,4531,4533,4534,4537,4906

5150,5160,5190,5250,5260,5290,5429,5450,5474,5477

7010,7030,7041,7042,7097,7098,7121,7409,7901

Klasse 5:

1100,1200,1310,1390,1400,1490,1510,1590,1600,1710,1790

3903,3904,3907,3908,3911

5484,5487,5901,5902,5908

Klasse 6:

1601,1711

3137,3138,3230

4510,4515,4516,4525,4526,4535,4536,4598

5393,5473,5483,5533,5543,5544,5547,5906

Klasse 7:

1230,1311,1320,1330,1430,1520,1630,1720,1730,1740

3129

5191,5261,5392,5422,5472,5482,5521,5522,5531,5532,5551,5905

6101,6102,6211,6222

7091,7303

¹De beschrijvingen behorende bij de nummers staan vermeld in aanhangsel D

Klasse 8:

1900,1901,1902,1903,1904,1905

2110,2127,2128,2137,2138,2198,2340

3140,3901,3902,3905,3906

4207,4209,4302,4307,4309,4900,4901,4902,4903,4904,4905

7129,7201,7202,7403,7406,7408,7903

Aanhangsel F Geschiktheidsbeoordeling voor weidebouw²

Klasse 1

2200,2210,2341,2413,2417,2418,2423,2425,2427,2430,2447,2455,2457,2498,2901,2909

Klasse 2

2414,2421,2424,2426,2428,2448,2451,2456,2458,2902,2911

3117,3121,3127,3129,3221,3225,3227

6105,6109,6225,6229,6901,6902,6903

7020,7110,7401,7405,7409

Klasse 3

3118,3124,3125,3128,3226,3228

5320,5392,5394,5397,5515,5516,5521,5522,5529,5531,5532,5534,

5537,5551,5559,5900,5903,5904,5905,5907,5908,5909

7010,7030,7041,7042,7091,7097,7098,7121,7901

Klasse 4

1310,1400,1430,1490,1510,1590,1600,1630,1710,1740,1790

3903,3907,3908,3911

4511,4512,4513,1514,4518,4531,4533,4534,4537,4906

5150,5160,5190,5191,5250,5260,5261,5290,5422,5429,

5450,5472,5474,5477,5482,5484,5487,5547

Klasse 5

1100,1200,1230,1311,1330,1390,1601,1711

3137,3138,3230,3904

4510,4515,4516,4525,4526,4535,4536,4598

5393,5473,5483,5533,5544,5901,5906

Klasse 6

1320,1520,1720,1730

3140,3901,3902,3905,3906

5543,5902,6101,6102,6211,6222

Klasse 7

1900,1901,1902,1903,1904,1905

7129,7201,7202,7303,7403,7406,7408,7903

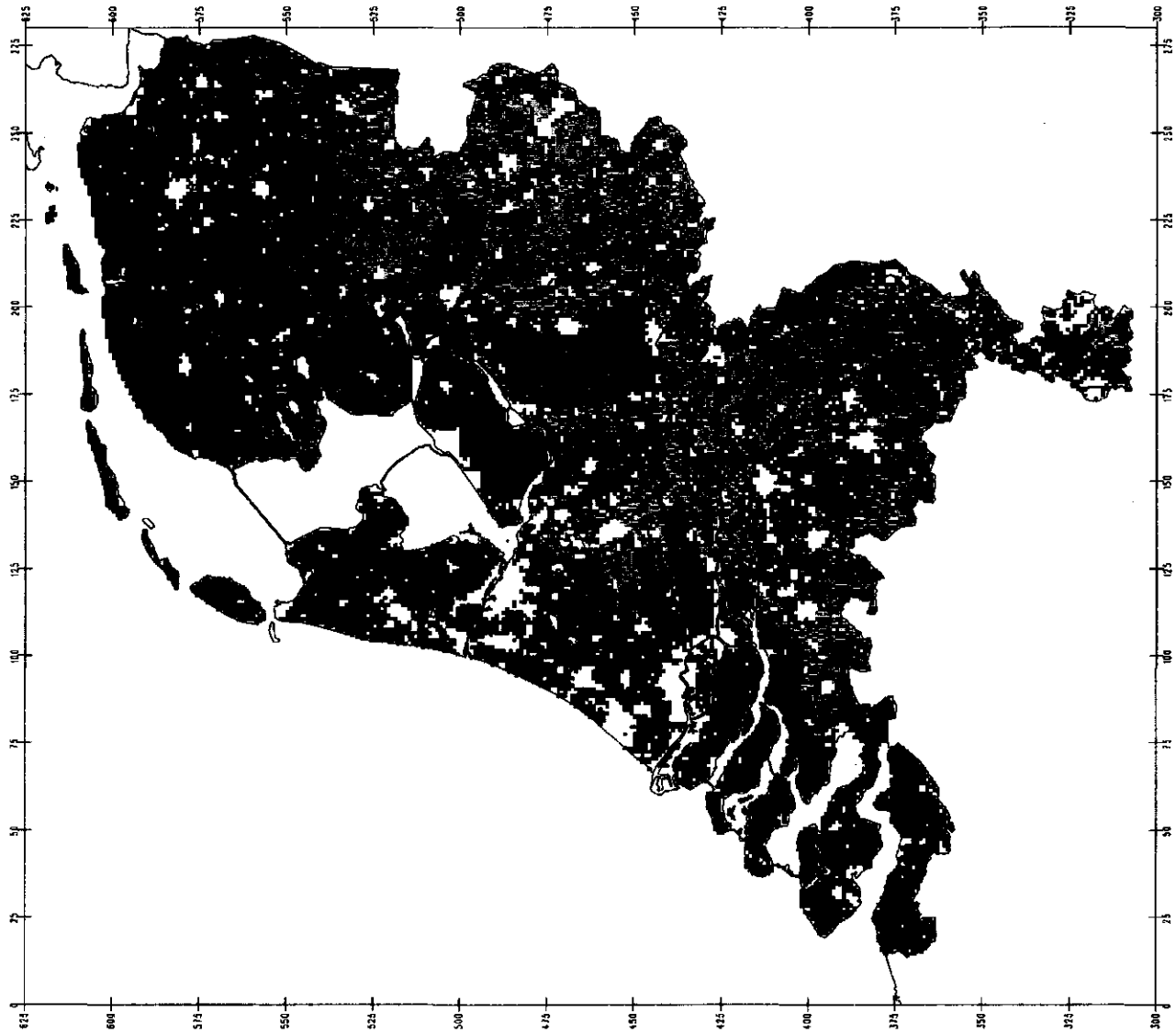
Klasse 8

2110,2127,2128,2137,2138,2198,2340

4207,4209,4302,4307,4309,4900,4901,4902,4903,4904,4905

² De beschrijvingen behorende bij de nummers staan vermeld in aanhangsel D

1. Bodemgeschiktheid akkerbouw



- uitermate geschikt
- zeer geschikt
- matig tot zeer geschikt
- matig geschikt
- beperkt geschikt
- beperkt geschikt tot vrij ongeschikt
- vrij ongeschikt
- ongeschikt

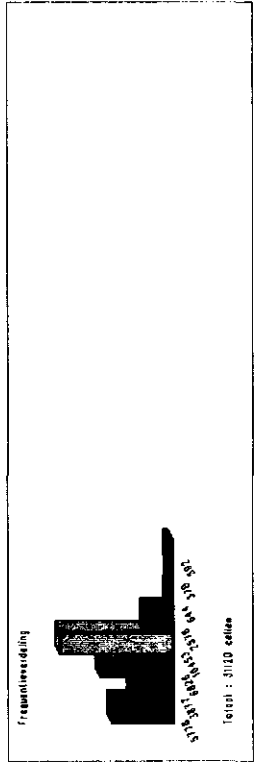
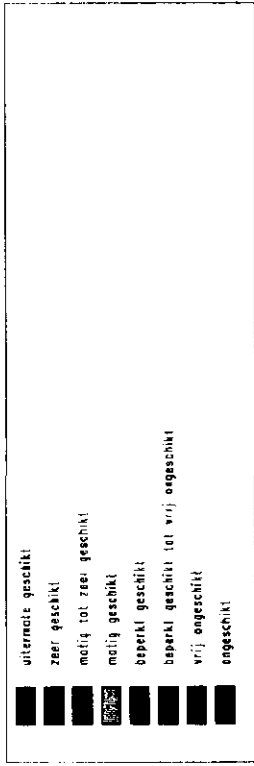
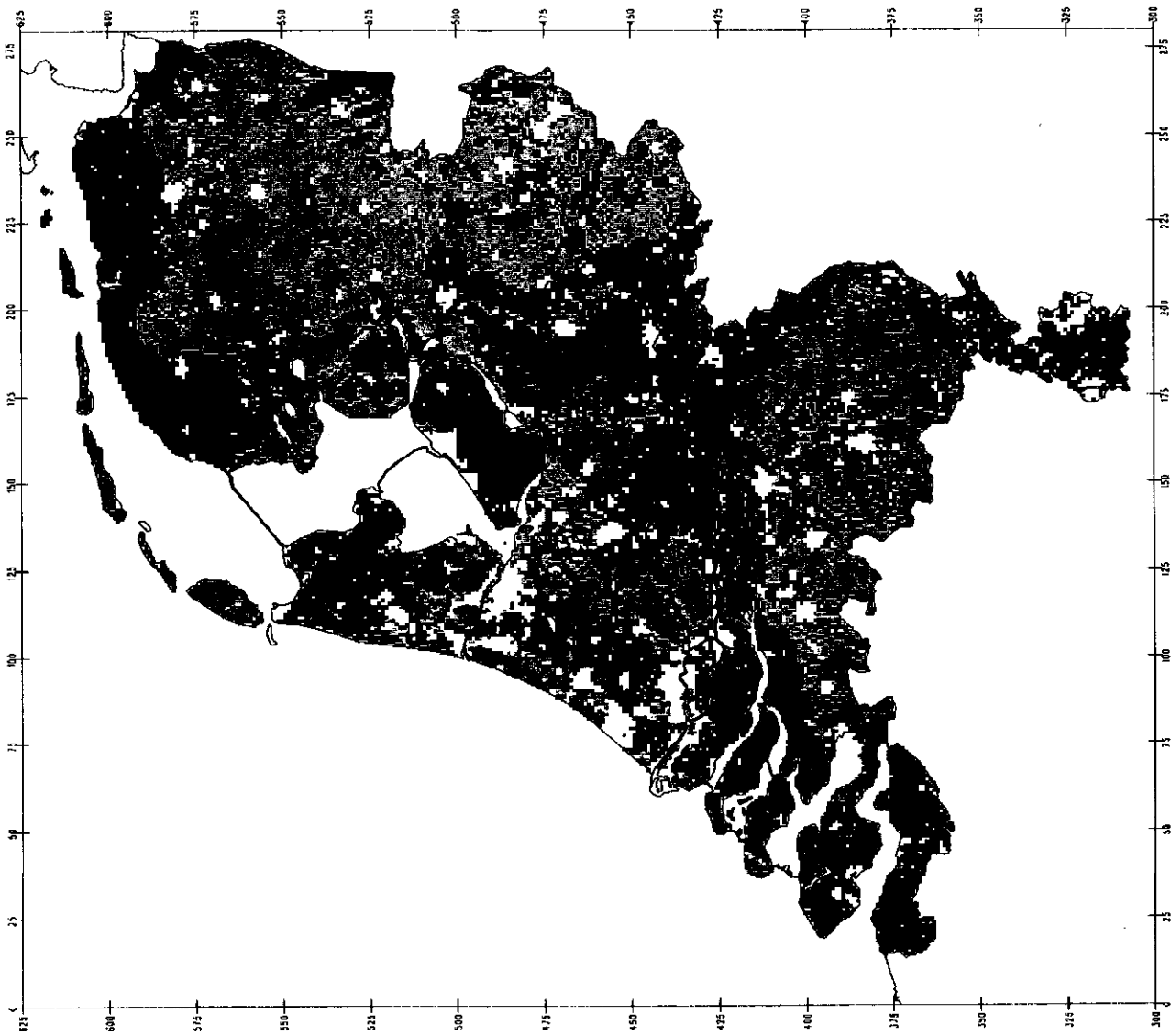
Procentverdeling



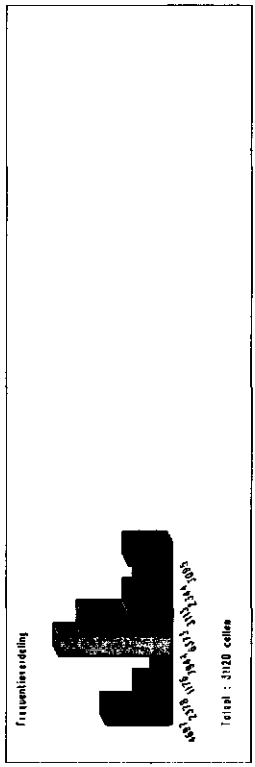
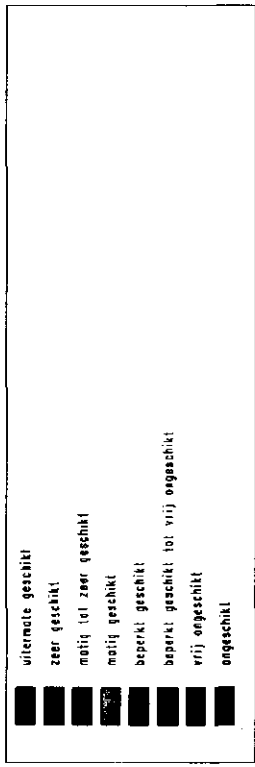
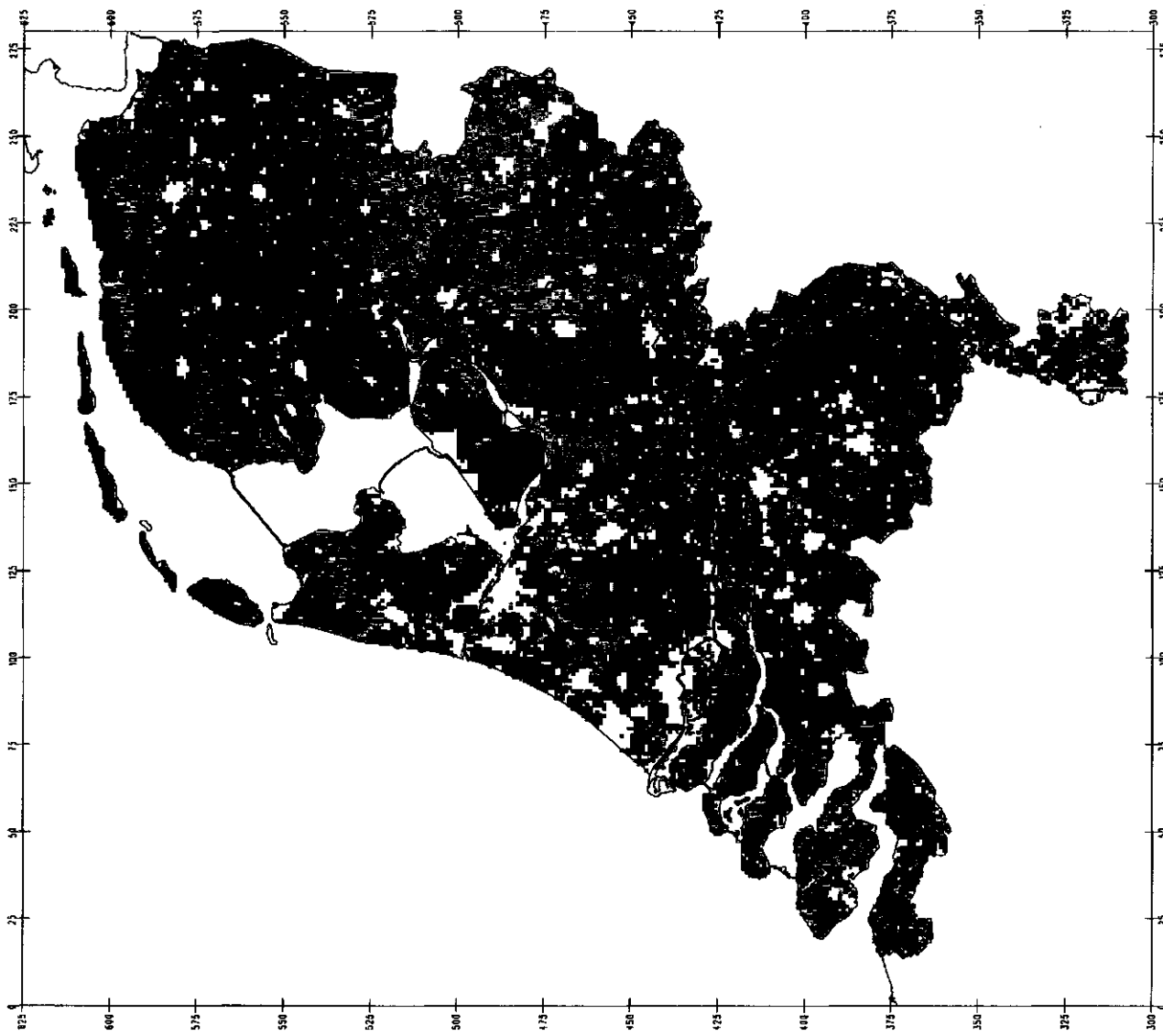
Totaal : 3110 schone



2. Bodemgeschiktheid weidebouw



5. Bodem- & klimaatgeschiktheid akkerbouw



4. Bodem- & klimaatgeschiktheid weidebouw

