

RIVM rapport 550003001/2001

**Gele vla of chocoladevlokken?
Numerieke diffusie in gridkaarten van
toekomstig grondgebruik**

W.J. de Regt

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de directie RIVM, in het kader van project S550003, Ruimtelijke analyse landelijk gebied.

Abstract

Numerical diffusion into grid maps of future land use

The Land Use Scanner is a GIS model for simulation of future land use in the Netherlands. On the model output maps the allocation of land use classes, e.g. residential and working locations, is seen to be spread over a much larger area than at present. The spread effect is obvious in the relatively large number of cells to which very small acreages are allocated. This effect is defined as ‘numerical diffusion’. As the grid-cell values basically indicate probabilities, a high degree of numerical diffusion in grid map outputs reduces the predictive value of the simulation. On the one hand, the diffusion was found to be caused by a lack of differentiation in the ‘suitability maps’, forming the basis for distributing regional claims from sectoral numerical models over grid cells of 500 x 500m. These ‘suitability maps’ are often made with distance decay and other GIS neighbourhood functions, which inherently cause numerical diffusion. On the other hand, numerical diffusion was found to be caused by convergence problems between the regional claim inputs and the suitability differentiation under the allocation algorithm in operation. A lack of convergence resulted in the use of stopgap measures that could reinforce numerical diffusion. To reduce numerical diffusion and thereby improve the predictive value of the scenario simulations, the use of ‘suitability maps’ based on ‘peaked’ rather than ‘smoothening’ functions is recommended, as well as attuning the regional claims and the suitability factors and functions to each other, and/or using a ‘multi-stage’ allocation algorithm instead of a proportional one and creating a spillover option for allocation of claims to adjacent regions.

Voorwoord

Dit rapport is geschreven op basis van een onderzoek dat ik verricht heb van oktober 2000 tot februari 2001 op het Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek (LBG) van het RIVM in Bilthoven, in het kader van een stage in aansluiting op de *UNIGIS postgraduate diploma course in Geographical Information Systems*, aangeboden door de Vrije Universiteit in Amsterdam.

Mijn hoogleraar in Amsterdam, Henk Scholten, heeft mij in contact gebracht met het RIVM. In samenspraak met Judith Borsboom van het RIVM is vervolgens gekozen voor een onderzoek naar een probleem in de kaartbeelden uit het toekomstsimulatiemodel RuimteScanner. Met Judith had ik ook regelmatig overleg over de vorderingen van mijn onderzoek. Daarnaast werd ik inhoudelijk begeleid door Kees Schotten en Camiel Heunks. Allen wil ik hartelijk danken voor hun bijdrage.

Wim de Regt
Bilthoven, juli 2001

Inhoud

	Pag.
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	10
1.1. Achtergrond	10
1.2. Doelstelling, probleemstelling en onderzoeks vragen	11
1.3. Onderzoeks methodiek en indeling van het rapport	12
2. VERKENNING VAN KAARTBEELDEN VAN TOEKOMSTIG GRONDGEBRUIK	13
2.1. 'Gele vla' of numerieke diffusie	13
2.2. Vergelijking van verschillende kaartbeelden	16
2.3. Het areaal werken in 2020 nader bekijken	18
2.4. Een kwestie van interpretatie	21
3. OORZAKEN VAN DIFFUSIE IN HET BEWERKINGSPROCES	25
3.1. De allocatie van werkareaal in 2020	25
3.2. De invoergegevens	27
3.3. De verdringingsgreeks	31
3.4. De attractiviteitskaarten	34
3.5. Het allocatie-algoritme	44
3.6. Nogmaals: numerieke diffusie	52
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	55
4.1. Conclusies	55
4.1.1. Verkenning van kaartbeelden en bewerkingsproces	55
4.1.2. Oorzaken van numerieke diffusie	56
4.2. Aanbevelingen	59
LITERATUUR	64
BIJLAGE 1: Overzichtskaarten Nederland	66
BIJLAGE 2: Oorspronkelijke AML	71
BIJLAGE 3: Test-AMLS	77
BIJLAGE 4: Verzendlijst	83

Samenvatting

Het RIVM werkt sinds een aantal jaren met modellen die het toekomstig grondgebruik in Nederland simuleren, om daarmee de gevolgen voor natuur en milieu door te rekenen. De RuimteScanner is zo'n model, een computer-applicatie gebouwd op de principes van Geografische Informatie Systemen (GIS). In de kaarten uit dit model, maar ook uit gelijksoortige toekomstberekeningen in standaard GIS-programma's als ArcInfo, blijkt de allocatie van grondgebruiks klassen als wonen, werken, etc. te worden 'uitgesmeerd' over een veel grotere oppervlakte dan de huidige werkelijkheid. Dit uitsmeereffect is het onderwerp van dit onderzoeksverslag.

De bestudeerde grondgebruikskaarten zijn gridkaarten, waarin Nederland is opgedeeld in vierkantjes (gridcellen) van 500 bij 500 meter. Voor elke gridcel wordt berekend hoeveel hectares van een bepaald grondgebruik daar terecht komt. Het uitsmeereffect uit zich in een relatief groot aantal cellen waarin zeer kleine arealen gealloceerd worden. Het proces van de verspreiding van waarden over grotere gebieden of een steeds groter aantal gridcellen, waardoor lagere, steeds homogenere waarden gerealiseerd worden, kan ook wel 'numerieke diffusie' genoemd worden.

Alle kaartbeelden van het toekomstig grondgebruik wonen en werken volgens diverse scenario's, die door het RIVM zijn vervaardigd voor het vooronderzoek voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, vertonen een hoge mate van numerieke diffusie. Dit betekent dat een aanzienlijk deel van de cellen arealen krijgt toegewezen die soms fysiek onmogelijk zijn: een allocatie van slechts enkele vierkante meters wonen of werken per gridcel van 25 hectare. Dit komt doordat de RuimteScanner uitgaat van een 'kansmodel', waarbij de allocatie per cel aangeeft wat de kans is dat er in die cel een bepaald grondgebruik gerealiseerd wordt. Voor het vertalen van die kansen naar verwachte arealen zou er tenminste een minimale oppervlakte per cel gedefinieerd moeten worden.

Bovendien betekent een hoge mate van numerieke diffusie een beperking van de voorspellende waarde van de kaartbeelden: als in grote delen van Nederland de kans op een bepaald grondgebruik klein is, vertellen deze kaarten ons weinig over de toekomst. Dit blijkt ook wel als de toekomstbeelden vergeleken worden met het huidige landgebruik: zonder de gebieden met kleine kansen, blijft er globaal genomen alleen het huidige landgebruik over. Om de voorspellende waarde van de kaarten te vergroten, dient de numerieke diffusie beperkt te worden.

Via een uitvoerige bestudering van het bewerkingsproces voor de allocatie van het areaal werken in 2020 volgens het liberaliseringsscenario werden de oorzaken van de numerieke diffusie opgespoord. De belangrijkste oorzaak is gelegen in een gebrek aan differentiatie in de attractiviteitskaarten welke gebruikt worden om de regionale claims uit sectorale prognosemodellen te alloceren naar gridcellen. Deze attractiviteitskaarten vertonen soms een zeer gelijkmatare spreiding van waarden, waarbij ze nog bewerkt zijn met ‘vervlakkende’ potentiaalfuncties (zoals in het geval van de bestudeerde ‘Omgevingsattractiviteitskaart’). Bovendien worden voor deze attractiviteitskaarten vaak afstandsvervalfuncties of andere GIS-specifieke *neighbourhood functions* gebruikt, waarvan in deze studie is aangetoond dat zij numerieke diffusie veroorzaken, omdat de oppervlakte van de lage waarden (ver van de attractoren) vrijwel altijd groter is dan de oppervlakte met hoge waarden in de directe nabijheid van de attractoren. Dit wordt onder andere bepaald door de vorm van de functie, waarbij lineaire functies met een groter afstandsverval dan attractiewaardeverval en grotendeels concaaf gevormde niet-lineaire functies leiden tot numerieke diffusie, en door de vorm van de attractor, waarbij bronpunten meer diffusie veroorzaken dan lijnen of vlakken. Dergelijke functies worden het meest gebruikt, omdat meer ‘gepiekte’ functies verbanden veronderstellen die veelal niet verklaard kunnen worden.

Een tweede oorzaak van numerieke diffusie bleek te zijn gelegen in een gebrekige afstemming (convergentie) tussen de regionale claims en de attractiviteitsverdeling. Per regio (postcodegebieden of COROP-gebieden) moet een claim verdeeld worden over de gridcellen, maar in een aantal gevallen bleek de attractiviteitsverdeling niet voldoende om die claims te kunnen alloceren. Daarom is de restclaim verdeeld over het niet-attractieve gebied binnen die regio’s. In de bestudeerde ArcInfo-berekening is dat gedaan door de attractiviteitswaarde met het getal 1 op te hogen, maar in de RuimteScanner vindt een vergelijkbare verdeling over niet-attractief gebied plaats. Deze procedure is sterk diffusie-bevorderend.

Bovendien bleek in meer dan 80 % van de postcodegebieden van de onderzochte allocatie geen enkele cel van 1 hectare (de werkresolutie was 100 bij 100 meter) vol gezet te zijn met werkruimte, hetgeen weinig plausibel is, daar bedrijfsterreinen altijd ettelijke hectares beslaan. Dit betekent dat de attractiviteitsverdeling daar te weinig gedifferentieerd was ten opzichte van de hoogte van de regionale claim. Naar aanleiding van deze constatering werd gekeken naar het gebruikte allocatie-algoritme. Dit is gebaseerd op een allocatie over de gridcellen naar evenredigheid met de verdeling van de attractiviteitswaarden binnen elke regio. Een dergelijk evenredig algoritme maakt dat de allocatie volledig wordt bepaald door de attractiviteitsverdeling, welke zoals besproken vaak weinig gedifferentieerd is.

In onderstaand schema zijn bovenstaande oorzaken gekoppeld aan enkele aanbevelingen welke de diffusie in de gridkaarten zouden kunnen verminderen:

Orzaken van numerieke diffusie:	Mogelijke oplossingen/aanbevelingen:
<ul style="list-style-type: none"> ● Geringe differentiatie in attractiviteitskaarten, door gebruik van potentiaalfuncties, ‘smerende’ <i>distance decay</i> en andere <i>neighbourhood</i> functies ● Het allocatie-algoritme (a.g.v. gebrekige afstemming/convergentie tussen rekenmodel en GIS-model): <ul style="list-style-type: none"> a) Verdeling restclaim over niet-attractieve gebied b) Evenredige verdeling 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gebruik differentiërende attractiviteitsfactoren en functies: zoveel mogelijk gepiekte/concentrerende functies, geen potentiaalfuncties over data heenleggen. ● Betere afstemming tussen rekenmodelbewerkingen (regionale claims) en GIS-modelbewerkingen (gridcel-allocatie) <ul style="list-style-type: none"> a) Overloopmogelijkheid (<i>spill-over</i>): allocatie restclaim in aangrenzende regio’s b) Getrapt allocatie-algoritme: meest attractieve cellen eerst vol zetten, daarna iets minder attractieve enz.

De belangrijkste aanbeveling is om differentiatie in de attractiviteitskaarten aan te brengen, door goed onderbouwde verbanden te leggen. Aanbevelingen (a) en (b) zijn eenvoudige technische oplossingen die additioneel zijn, maar waarvan de uitwerking zeker ook op waarneembare processen gestoeld kan zijn. Daarnaast dienen de convergentieproblemen tussen claims en allocatie, en daarmee tussen de verschillende onderdelen van de modelketen, ook inhoudelijk aangepakt te worden: de uitgangspunten van het claimberekeningsmodel en het GIS-allocatiemodel dienen niet per se identiek te zijn, maar de principes, voorwaarden, gebruikte definities en beperkingen van beide moeten wel bestudeerd en op elkaar afgestemd worden. Convergentieproblemen leiden namelijk tot nood-oplossingen die numerieke diffusie in de hand werken. Convergentieproblemen treden eerder op bij het gebruik van claims op een laag schaelniveau (zoals postcodegebieden), en bij het gebruik van weinig gedifferentieerde kengetallen voor het vertalen van huishoudens, woningen of arbeidsplaatsen naar arealen.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Het RIVM heeft in de voorbereidingsfase voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (hier afgekort als VIJNO) toekomstverkennend onderzoek gedaan naar de grondgebruiksveranderingen volgens diverse scenario's. Er is eerst gewerkt aan een ruimtelijk referentiebeeld op basis van een compacte inrichtingsvariant, waarbij de ontwikkelingen in grondgebruiksveranderingen worden doorberekend op basis van het huidig beleid.¹ Vervolgens is er een alternatief referentiebeeld gemaakt op basis van een zogenaamde 'liberaliseringvariant' of 'spreidingsvariant', waarbij het huidig beleid wordt losgelaten en marktwerking de locatie van toekomstige woningen en bedrijftruimtes bepaalt, slechts beperkt door de contouren van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), en door water, infrastructuur en bestaande bebouwing.²

Voor de simulatie van de ruimtelijke verdeling van het toekomstig grondgebruik is gebruik gemaakt van een GIS-applicatie: de RuimteScanner. Dit systeem is vanaf 1997 ontwikkeld door het RIVM in samenwerking met o.a. de Rijksplanologische Dienst (RPD), de Vrije Universiteit (VU) en Geodan. Het systeem brengt toekomstvoorspellingen samen van diverse sectorale ministeries en instanties, en zal door zijn geïntegreerde karakter ook in de toekomst veelvuldig gebruikt gaan worden voor beleidsondersteunend onderzoek.

Niet alle kaartbeelden voor de VIJNO zijn ontwikkeld met behulp van de RuimteScanner. Er zijn ook berekeningen gemaakt met het standaard GIS-pakket ArcInfo, waarbij gebruik gemaakt is van het RuimteScanner-principe van attractiviteitskaarten en bepaalde onderdelen van het RuimteScanner allocatie-algoritme.

In deze modellen voor simulatie van toekomstig grondgebruik zijn toekomstvoorspellingen ingebracht: regionale 'claims', bijv. het aantal woningen of arbeidsplaatsen in 2020 per COROP- of postcodegebied, omgezet in aantal hectares grondgebruik, veelal aangeleverd door derden en afkomstig uit sectorale rekenmodellen. Deze claims worden binnen deze regio's verdeeld over gridcellen van 500 bij 500 meter, op basis van attractiviteitsfactoren en diverse aannames.

Dit heeft geresulteerd in landelijk dekkende kaarten van het ruimtebeslag binnen de 500m-gridcellen van de grondgebruikscategorieën wonen, werken, infrastructuur, natuur, landbouw en recreatie. Voor de zichtjaren 2010, 2020 en 2030 is gerekend met diverse toekomstscenario's, gebaseerd op de Lange Termijnscenario's van het Centraal Planbureau (*Divided*

¹ zie Goetgeluk et al. (2000)

² zie Crommentuijn et al. (in voorbereiding)

Europe, European Coordination, en Global Competition) en in de liberaliseringvariant met een hoge ruimtedrukscenario (een combinatie van de CPB-scenario's waarbij de hoogste ruimtedruk geldt).

Bij nadere bestudering van deze kaarten is gebleken dat de toename van het grondgebruik in verschillende categorieën, tenminste die van het wonen en het werken, vooral zeer gespreid plaatsvindt, door uitbreiding van het ruimtebeslag over een zeer groot aantal gridcellen. Dit levert een effect op waarbij het grondgebruik wonen of werken zich, uitgaande van de huidige situatie, in de toekomstbeelden 'uitsmeert' over een veel groter gebied. Aangezien de laagste categorieën woonruimtebeslag in het kaartmateriaal met de kleur geel werden weergegeven, is dit effect binnen het RIVM bekend geworden als de 'gele vla'. Dit uitsmeereffect, dat zich voordoet in alle toekomstbeelden die voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening werden ontwikkeld, werd door diverse betrokkenen weinig aannemelijk gevonden. Dit was de reden om specifiek onderzoek te laten doen naar de oorzaak van dit verschijnsel.

1.2 Doelstelling, probleemstelling en onderzoeks vragen

Het onderzoek waar dit rapport het eindresultaat van is, heeft ten doel bij te dragen aan de discussie over beleidsondersteunende ruimtelijke toekomstmodellen en aan de verbetering van het instrument RuimteScanner en de toepassing van dergelijke modellen voor het simuleren van toekomstig grondgebruik.

De probleemstelling van het onderzoek is als volgt geformuleerd:

Wat zijn de oorzaken van het 'uitsmeereffect' in de kaartbeelden van toekomstig grondgebruik uit de RuimteScanner-/GIS-modellen voor simulatie van ruimtelijke ontwikkelingen?

De probleemstelling is ontleed in de volgende onderzoeks vragen:

- a) *In hoeverre is er bij de verschillende kaartbeelden sprake van een uitsmeereffect? In hoeverre levert dit verschijnsel een plausibel toekomstbeeld op?*
- b) *Welke factoren zijn verantwoordelijk voor dit uitsmeereffect:*
 - *de invoergegevens (ruimtelijke 'claims') en het model waarop deze gebaseerd zijn (in dit geval het door TNO-INRO aangeleverde areaal werken in 2020 per postcodegebied berekend met behulp van het zgn. OPERA-model),*
 - *de attractiviteitsfactoren of -kaarten die ingevoerd zijn om de verdeling van de claims over 500m-gridcellen binnen de postcodegebieden te bepalen,*
 - *het gebruikte allocatie-algoritme, of*
 - *eventueel andere factoren, zoals grafische weergave of cumulatieve effecten?*

In welke mate is elk van deze factoren verantwoordelijk voor het uitsmeereffect?

- c) *Welke aanpassingen in de modelberekeningen zouden dit uitsmeereffect kunnen verminderen en tot mogelijk plausibeler proporties terugbrengen?*

Met het oog op de korte duur van het onderzoek en als rekenvoorbeeld, is het toekomstbeeld van het areaal werken in 2020 volgens de liberaliseringvariant van het EC-scenario (*European Coordination*) eruit gelicht, hoewel dit verslag ook enige aandacht besteedt aan andere toekomstbeelden. De berekening van het areaal werken kon bestudeerd en getest worden in een standaard GIS-omgeving (ArcInfo, met gebruik van AML, Arc Macro Language).

1.3 Onderzoeks methodiek en indeling van het rapport

Het onderzoek is uitgevoerd door uitvoerige bestudering van zowel de *output*gegevens (het kaartbeeld en de onderliggende gegevens) als van de bewerkingen die er aan ten grondslag liggen. Elke stap in het bewerkingsproces is geanalyseerd en apart berekend op mogelijke gevolgen voor het ontstaan van ‘gele vla’. Diverse variaties op de attractiviteitsfuncties en allocatie-bewerkingen werden uitgetest, om de invloed op het ‘uitsmeereffect’ te bepalen. Na vaststelling van de aard en omvang van het probleem, werd met deze variaties getracht om het uitsmeereffect te verminderen, als onderzoeks methode om de oorzaken op te speuren. Uiteindelijk bleek het ook nodig de *input*gegevens en het daarvan ten grondslag liggende model nader te bestuderen op factoren die medeverantwoordelijk zijn voor het uitsmeereffect.

Ten behoeve van deze studie is het bestudeerde toekomstsimulatiemodel dus beschouwd als een invoer-uitvoermodel waarbij eerst de uitvoer onderzocht is, daarna het bewerkingsproces (incl. de attractiviteitskaarten en allocatie-module) en vervolgens ook de invoer.

In dit rapport zijn ook eerst de *output*kaarten en –gegevens uitgebreid beschreven en vergeleken, waarbij het uitsmeereffect ontleed en nader gedefinieerd is (zie hoofdstuk 2). Vervolgens zijn in hoofdstuk 3, via een gedetailleerde bestudering van het bewerkingsproces inclusief de invoergegevens en attractiviteitskaarten, de oorzaken van het smeereffect (ook wel ‘diffusie’ genoemd) achterhaald en beschreven. Dit hoofdstuk bevat ook de resultaten van diverse tests met alternatieve bewerkingen.

Hoofdstuk 4 bevat de conclusies, ten eerste ten aanzien van de kenmerken van het smeereffect in de diverse kaartbeelden en invloeden van diverse bewerkingen, en ten tweede een samenvatting van de oorzaken van diffusie. Tot slot zijn in de aanbevelingen enkele concrete mogelijkheden aangegeven om de toegepaste allocatiemodellen aan te passen en gebruikte modellen en gegevens beter op elkaar aan te laten sluiten.

2. Verkenning van kaartbeelden van toekomstig grondgebruik

In dit hoofdstuk zal de eerste onderzoeksraag aan de orde komen:

In hoeverre is er bij de verschillende kaartbeelden sprake van een uitsmeereffect?

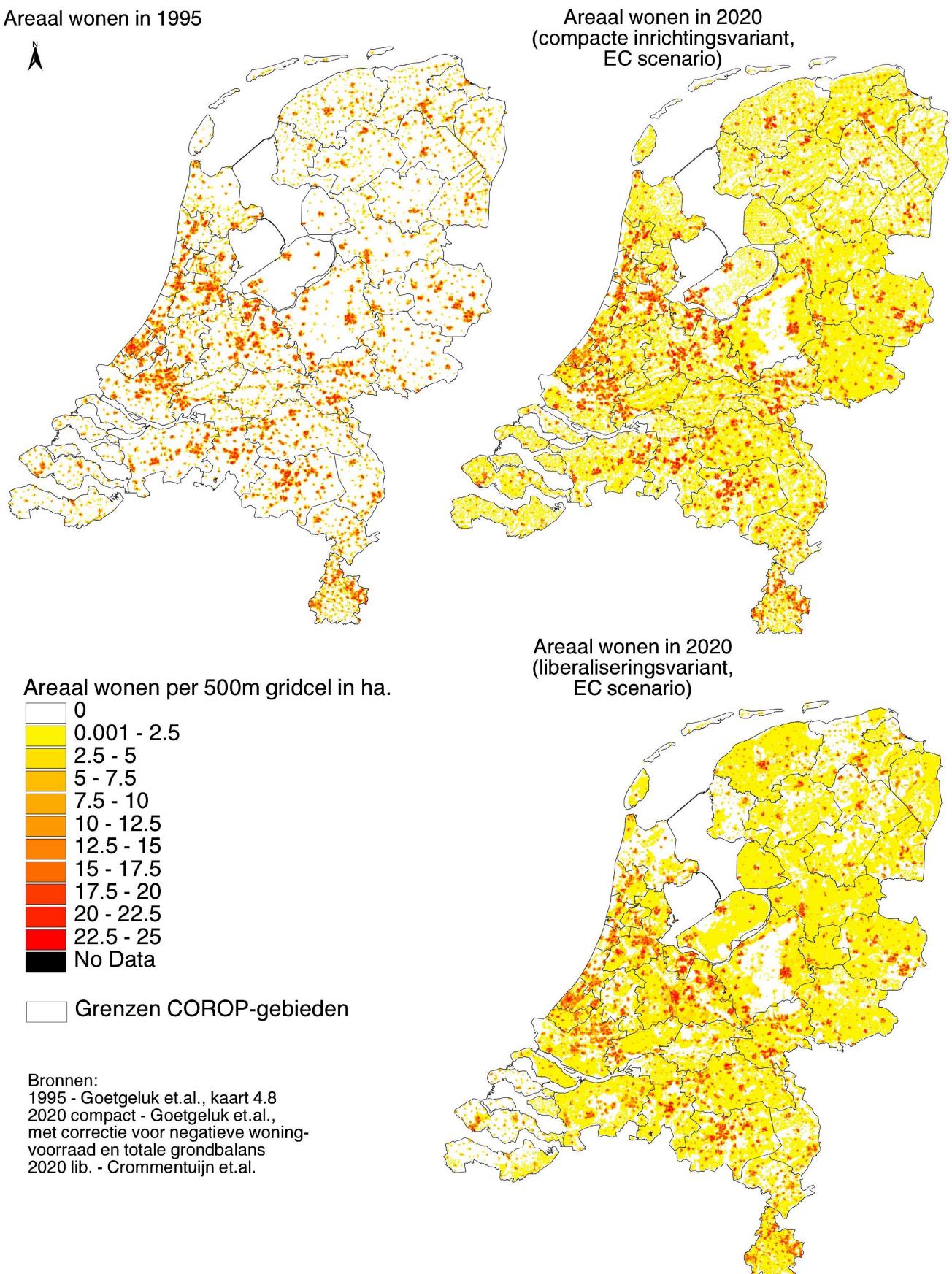
In hoeverre levert dit verschijnsel een plausibel toekomstbeeld op?

In paragraaf 2.1 wordt het verschijnsel ‘gele vla’ gedefinieerd en nader beschreven. In paragraaf 2.2 zal worden aangegeven in hoeverre het verschijnsel voorkomt in de verschillende kaartbeelden, en in paragraaf 2.3 wordt in detail ingegaan op het specifieke toekomstbeeld ‘werken in 2020’. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een discussie over de interpretatie van het kaartbeeld.

2.1 ‘Gele vla’ of numerieke diffusie

De kaarten in figuur 2.1 geven aan hoezeer het areaal wonen zich in 2020 zal uitbreiden over een veel groter oppervlak van Nederland, volgens twee toekomstscenario’s berekend met de RuimteScanner. Per gridcel van 500 bij 500 meter (of 25 hectare) wordt aangegeven hoeveel hectares er van een bepaald grondgebruik, in dit geval wonen, voorkomt of aanwezig is binnen die gridcel. Hoewel er in de toekomstbeelden in figuur 2.1 ook meer woningen bijkomen in bestaande stedelijke gebieden (vergelijk met de situatie in 1995), zien we dat het grootste deel van Nederland overspoeld wordt door een soort ‘gele vla’ van een zeer beperkt aantal gespreide woningen. Deze term werd gebruikt door deelnemers van de RIVM VIJNO-projectgroep, toen zij deze beelden zagen.

Hoewel het in de liberaliseringvariant, waarbij weinig restricties gelden, mogelijk lijkt dat de woningbouw zich verspreidt over een groot deel van het landelijk gebied van Nederland, zien we in figuur 2.1 duidelijk dat het verschijnsel ‘gele vla’ zich ook voordoet bij de compacte inrichtingsvariant. In de volgende paragrafen zullen we zien dat het uitsmeereffect ook optreedt bij het areaal werken (figuur 2.2 of bijlage 1.4). Hoewel het grondgebruik werken minder uitgestrekt is dan wonen, is het in 2020 duidelijk meer uitgesmeerd dan in 1996. ‘Gele vla’ bleek voor te komen in alle kaartbeelden die zijn ontwikkeld in de voorbereidingsfase van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening.



Figuur 2.1 – ‘Gele vla’ in de toekomstbeelden voor wonen

Omdat het verschijnsel ‘gele vla’ (of uitsmeereffect) centraal staat in dit onderzoek, dienen we het nader te definiëren en te ontleden. Het gaat hier om een verschijnsel waarbij een bepaald grondgebruik, bijvoorbeeld wonen of werken, zich uitbreidt over een groot gebied, waarin vooral lage waarden, of kleine arealen, geplaatst worden. Het verschijnsel wordt dus gekenmerkt door:

- een groot gebied waar een bepaald grondgebruik voorkomt (vandaar: ‘uitsmeren’; we kunnen dit ook noemen: spreiding of dispersie), en dus een zeer klein aantal cellen waar dat grondgebruik niet voorkomt; ofwel: relatief weinig gridcellen met de waarde 0,
- een relatief groot aantal gridcellen met lage waarden, waar wonen of werken slechts een klein deel van de totale oppervlakte beslaat, tegenover een klein aantal gridcellen met hoge waarden, waar wonen of werken een groot deel van de oppervlakte beslaat; als er zich in veel gridcellen maar een paar woningen of slechts luttele vierkante meters werkareaal bevindt, kan men spreken van versnippering van grondgebruik; dit effect zou ook ‘diffusie’ genoemd kunnen worden.

Beide kenmerken hangen met elkaar samen, maar samen bepalen ze het eindresultaat. Daarom is in de volgende paragraaf gebruik gemaakt van beide gegevens, en zijn ze samengevoegd in een indicator om het uitsmeereffect te meten.

Naar aanleiding van de bovenstaande definitie, zien we een analogie met een term die in de computermodellering in de natuurwetenschappen (vloeistofmechanica, thermodynamica, etc.) bekend staat als ‘numerieke diffusie’ of ‘numerieke dispersie’. Dit staat voor de verspreiding van deeltjes of numerieke waarden welke leidt tot een *smoothing effect* als gevolg van de berekeningsmethode.³ In numerieke modellen wordt vaak gerekend met waarden in roosters, net als grids of rasterkaarten in de GIS-wereld. In elke roostercel worden waarden berekend (bijvoorbeeld waterstanden, stroomsnelheden, temperatuur) om continue situaties of processen te modelleren, hetgeen ook geldt voor de gridkaarten uit de RuimteScanner. Deze waarden worden niet gemeten, maar berekend op basis van andere waarden, of op basis van attractiviteitskaarten, met behulp van rekenschema’s. Dit kan diffusie veroorzaken. In dit geval betreffen de numerieke waarden arealen per gridcel, en staat de diffusie voor de verspreiding van arealen van een bepaald grondgebruik over een ruimtelijk gebied en eenzelfde soort verlaging van waarden of concentraties. Aan het eind van paragraaf 3.5 zal getoond worden hoe het concept ‘numerieke diffusie’ werkt in het geval van GIS-gebaseerde gridwaarde-modellen (zie par. 3.6). In het vervolg van dit rapport zal de term ‘numerieke diffusie’ gebruikt worden in plaats van ‘gele vla’ of ‘uitsmeereffect’.

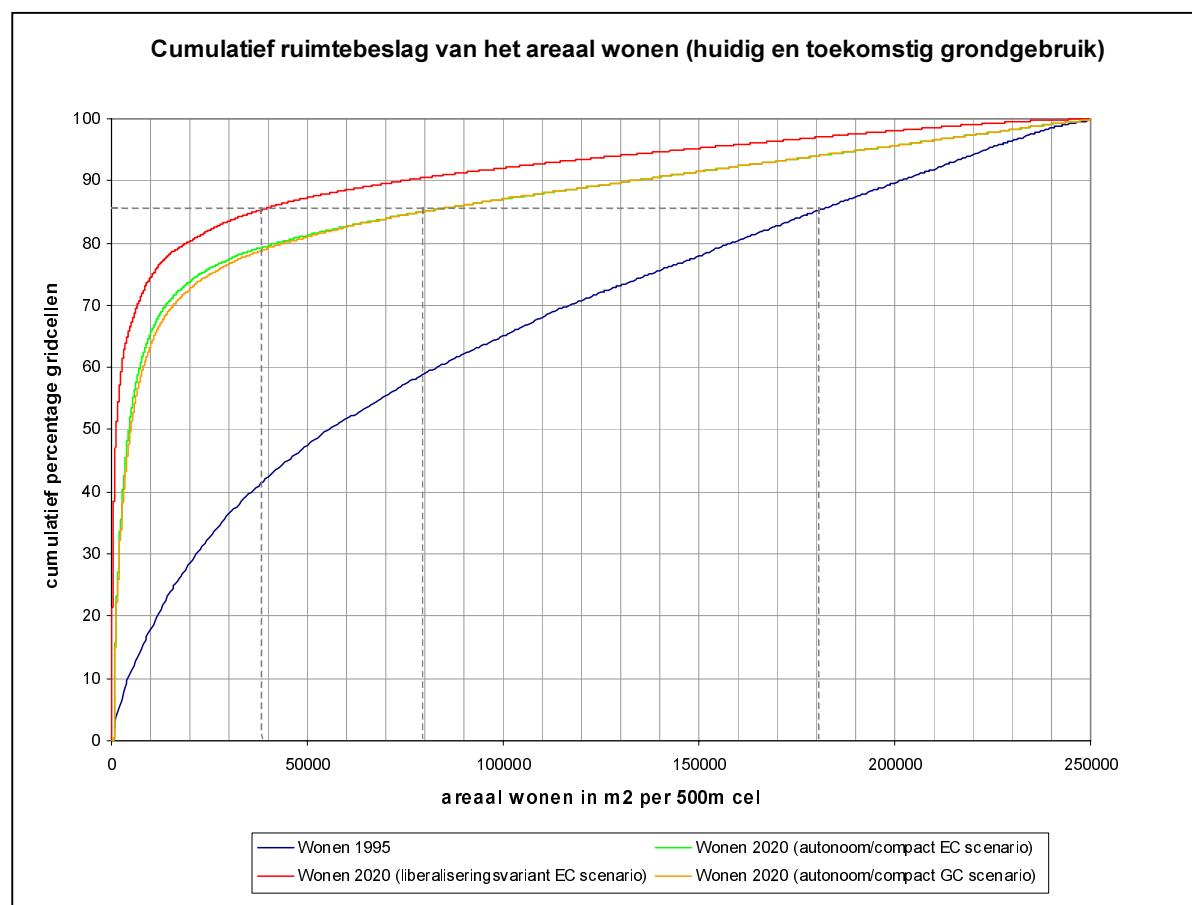
³ zie bijv. <http://www.flow3d.com/newsletters/96/fal96ndv.htm>. De Microsoft Encarta encyclopedie definieert diffusie in de natuurwetenschappen als “*the flow of energy or matter from a higher concentration to a lower concentration, resulting in a homogeneous distribution.*” In computermodellering kunnen we ‘*energy or matter*’ hierbij vervangen door ‘numerieke waarden’.

2.2 Vergelijking van verschillende kaartbeelden

In deze paragraaf zal worden bekijken in hoeverre de numerieke diffusie voorkomt in verschillende kaartbeelden van toekomstig grondgebruik, op basis van een indicator die is samengesteld uit de twee in de vorige paragraaf genoemde kenmerken: het percentage nul-waarden en de verdeling tussen hoge en lage waarden over de gridcellen.

De kaarten geven per 500x500m (25 ha.) gridcel in decimalen aan hoeveel hectares wonen of werken er gealloceerd is. Voor deze vergelijking is dit vertaald naar vierkante meters, in hele getallen. Het percentage nul-waarden, dus cellen waar het betreffende grondgebruik niet voorkomt, ten opzichte van het totaal aantal gridcellen in Nederland is weergegeven in de eerste kolom van tabel 2.1, waarin een vergelijking wordt gemaakt tussen de uitgangssituatie (beschikbare gegevens over 1995 en 1996) en toekomstbeelden volgens verschillende scenario's.

Om inzicht te krijgen in de verdeling tussen hoge en lage celwaarden gebruiken we een grafiek met een cumulatieve frequentieverdeling, een zogenaamde *ogive*: zie figuur 2.2.



Figuur 2.2 – Verdeling van woonruimtebeslag over de gridcellen in verschillende kaartbeelden (stippellijn verwijst naar tabel 2.1)

Op de X-as van deze grafiek staat het ruimtebeslag wonen per gridcel in vierkante meters. Op de Y-as staat het cumulatief percentage van alle gridcellen die woningen bevatten. Zo kunnen we zien dat 65 tot 75 % van de gridcellen in de toekomstbeelden woongebieden van minder dan 1 ha. (10.000 m^2) bevatten, terwijl dat in 1995 slechts 17 à 18 % was. Hoe steiler de curve naar boven loopt, hoe meer gridcellen lage waarden bevatten, en hoe meer numerieke diffusie er in de beelden zit. De liberaliseringvariant bevat dus meer diffusie dan de andere varianten, maar dit komt doordat de compacte variant-gegevens na publicatie van het eerste fase-onderzoeksrapport van de VIJNO (Goetgeluk et al., 2000) gecorrigeerd zijn op het smeer-effect, door een minimum-drempelwaarde voor allocatie in acht te nemen. Niettemin zijn ook deze beelden veel meer uitgesmeerd dan de uitgangssituatie 1996. De 1996-curve loopt vrij recht naar boven, maar ook daar zijn relatief iets meer cellen met kleine arealen dan cellen met grote arealen. Alleen als de curve onder de diagonaal naar beneden zou krommen, zouden er meer cellen met hoge waarden zijn dan cellen met lage waarden, en zou het beeld ‘geconcentreerd’ genoemd kunnen worden.

Op basis van deze gegevens is in onderstaande tabel 2.1 een vergelijking gemaakt van de verschillende kaartbeelden die voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening zijn ontwikkeld. De eerste kolom geeft het percentage cellen aan waar het betreffende grondgebruik helemaal niet voorkomt. De tweede kolom geeft een indicatie van de verhouding tussen cellen met lage en hoge waarden, ofwel een indicatie van de kromming van de besproken curve toegepast op

Tabel 2.1 – Vergelijking van numerieke diffusie in verschillende kaartbeelden

	% cellen met waarde 0	85% van het totaal aantal cellen met areaal (waarde > 0) heeft waarden < ... <small>(zie stippellijnen in grafieken)</small>	Indicator voor numerieke diffusie⁶
Wonen 1995¹	80 %	18 ha. (72 %) ⁵	19 (0)
Wonen 2020 EC compact²	38 %	7,89 ha. (32 %)	65 (57 % groei)
Wonen 2020 GC compact²	37 %	7,96 ha. (32 %)	66 (58 % groei)
Wonen 2020 EC lib.²	12 %	3,66 ha. (15 %)	87 (84 % groei)
Wonen 2020 HRD lib.²	12 %	3,65 ha. (15 %)	87 (84 % groei)
Werken 1996³	86 %	11,5 ha. (46 %)	34 (0)
Werken 2020 EC compact⁴	39 %	1,1 ha. (4 %)	79 (68 % groei)
Werken 2020 EC lib.⁴	35 %	1,09 ha. (4 %)	81 (71 % groei)
Werken 2020 HRD lib.⁴	35 %	1,14 ha. (5 %)	80 (70 % groei)

Noten: ¹ zie Goetgeluk et al. (2000), kaart 4.8

² uit de RuimteScanner, voor de compacte variant reeds gecorrigeerd op smeer-effect

³ polygonenbestand uit de CBS Bodemstatistiek 1996 (bevat bedrijfsterreinen, dienstverlenende sector, overige openbare en sociaal-culturele voorzieningen, bouwterrein voor bedrijfsterreinen); geconverteerd naar 25x25m gridcellen.

⁴ berekening in ArcInfo

⁵ percentage van max. areaal per 500m cel (25 ha.)

⁶ Hoe hoger de score, hoe meer numerieke diffusie. Dit getal is berekend door het gemiddelde te nemen van de inverse of reciproque van de percentages van de eerste en tweede kolom. Tussen haakjes staat de ‘groei’ van de diffusie in verhouding tot de uitgangssituatie waarbij 100 als maximum is gesteld.

verschillende scenario's. Omdat het omslagpunt in de curve van de toekomstbeelden zich rond de 85 % bevindt (zie ook de grafiek voor werken in de volgende paragraaf), is bepaald hoe klein het maximum areaal is dat ingenomen wordt door 85 % van de gridcellen. Men kan de tweede rij (Wonen 2020 EC compact) dus lezen als: 85 % van de gridcellen bevat een areaal van minder dan 7,89 hectare, ofwel slechts 32 % van het totale gridcel-oppervlakte van 25 hectare. Hoe kleiner dit laatste percentage, hoe krommer de curve naar boven gepiekt is, en dus hoe meer numerieke diffusie er in zit. Bij het percentage nul-cellen werkt dit op dezelfde manier: hoe kleiner het percentage, hoe meer de waarden zijn uitgespreid. Daarom zijn de inversen van de twee percentages in de laatste kolom gemiddeld als indicator voor de mate van numerieke diffusie in elk toekomstbeeld. Om wonen en werken onderling te vergelijken, is dit ook nog eens afgezet tegen de scores van de uitgangssituaties wonen 1995 en werken 1996 (in percentages ‘groei’ ten opzichte van deze uitgangssituaties).

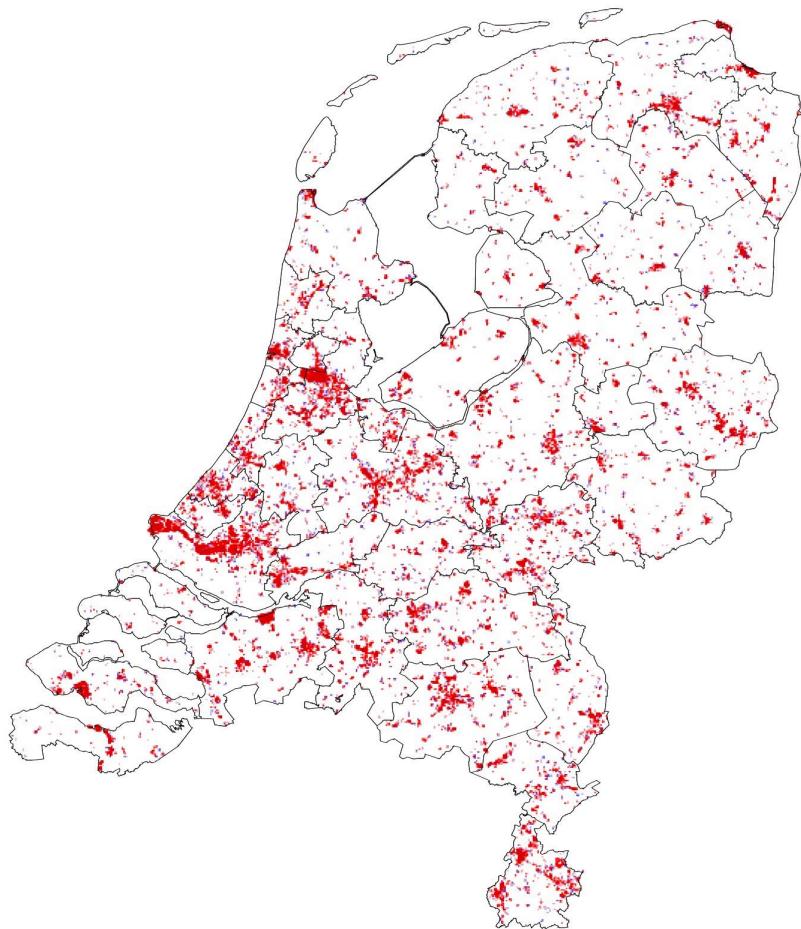
Er is in deze vergelijking overigens alleen gekeken naar het zichtjaar 2020, maar hetzelfde effect treedt op voor de zichtjaren 2010 en 2030 voor de verschillende scenario's.

De belangrijkste conclusie uit tabel 2.1 is dat alle toekomstbeelden veel sterker uitgesmeerde arealen bevatten dan de huidige werkelijkheid op basis van de Bodemstatistiek. Bij de compacte variant van wonen is de indicator wat lager, maar deze gegevens waren reeds ‘gecorrigeerd’ op het smeer-effect. In vergelijking met de uitgangssituatie, is de liberaliseringvariant van wonen het meest uitgesmeerd, maar bij werken zijn er relatief veel meer cellen met zeer kleine stukjes werkruimte (zie de tweede kolom). Omdat werken is berekend in de standaard GIS-omgeving van ArcInfo, kon het bewerkingsproces eenvoudiger bestudeerd worden, en is het areaal werken in 2020 volgens de EC liberaliseringvariant uitgekozen voor een nadere bestudering. Conclusies zullen echter ook op de allocatie van wonen en eventueel andere grondgebruiksfuncties betrekking hebben.

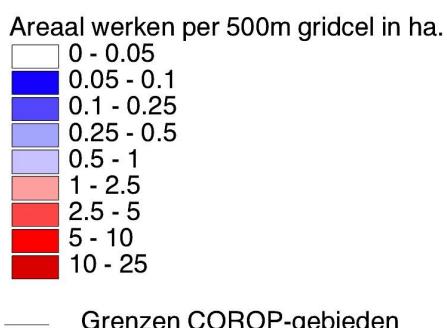
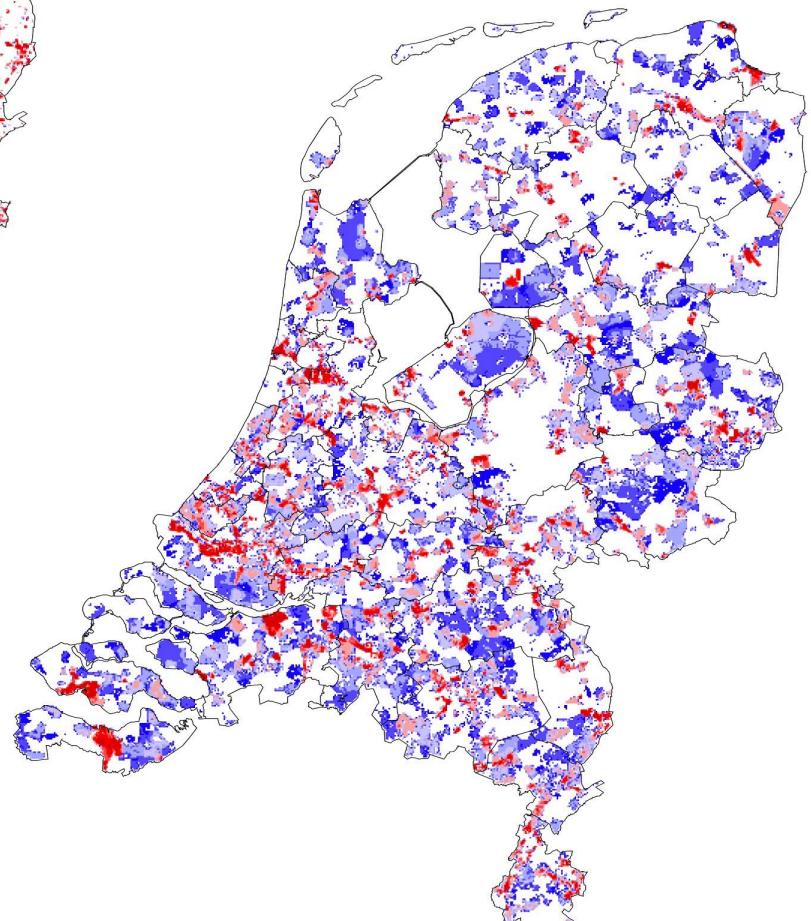
2.3 Het areaal werken in 2020 nader bekeken

In het vervolg van deze studie zal het areaal werken in 2020 volgens de EC liberaliseringvariant nader bekeken worden. In deze paragraaf worden de eigenschappen van dit toekomstbeeld zelf (de *outputkaart* en *outputgegevens*) onder de loep genomen, en in het volgende hoofdstuk wordt het bewerkingsproces dat hieraan vooraf ging uitvoerig doorgenomen.

Figuur 2.3 toont de *outputkaart*, naast de uitgangssituatie 1996. Het areaal werken bevat in dit geval veel ‘blauwe vla’, terwijl de uitgangssituatie nauwelijks blauw, of kleine arealen, te zien geeft. Hoewel het totaalbeeld niet zo uitgespreid lijkt als bij de allocatie van wonen, zijn er vrijwel overal relatief grote gebieden waar slechts kleine werkruimtes per gridcel terecht komen: vaak minder dan 1 of zelfs een kwart hectare.

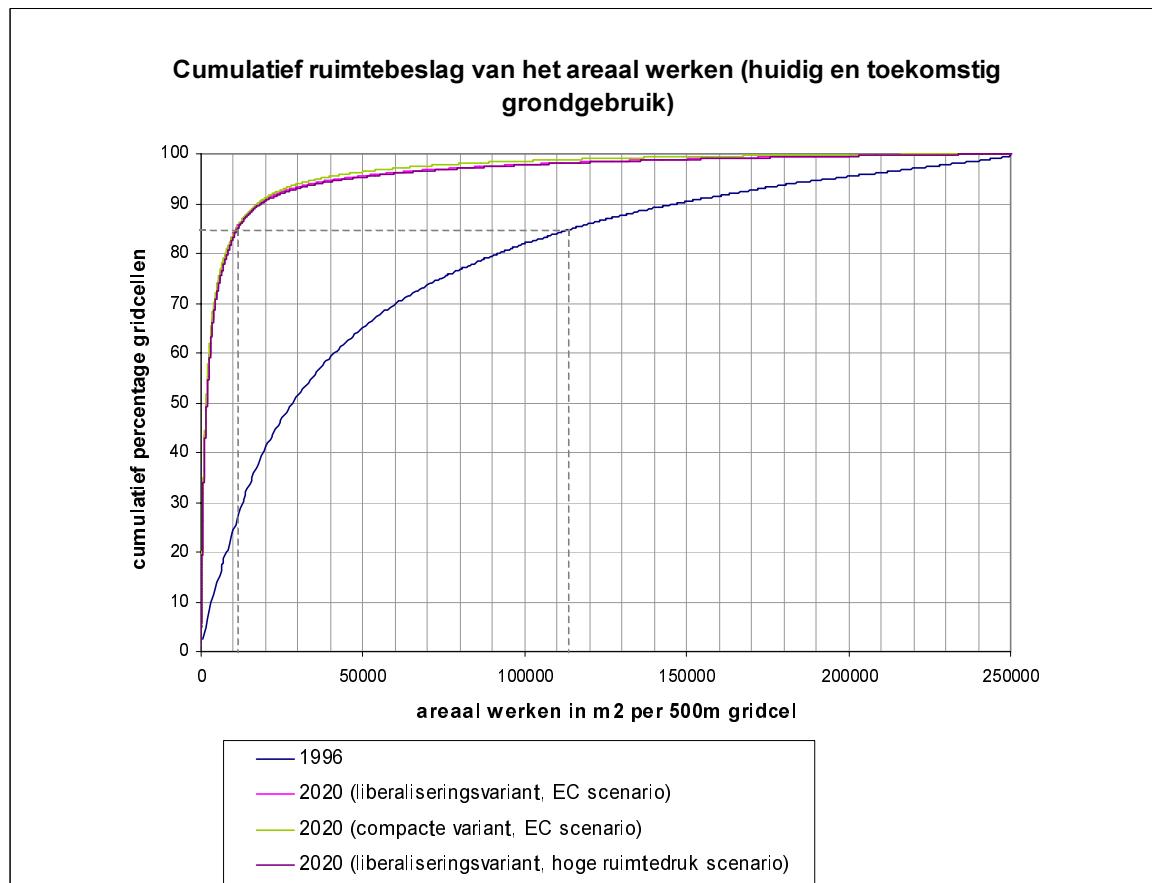
Areaal werken in 1996

**Areaal werken in 2020
(EC scenario,
liberaliseringssvariant)**



Bronnen: 1996 - CBS Bodemstatistiek
2020 - Crommentuijn et.al.

Figuur 2.3 – Het areaal werken in 2020 volgens het EC liberaliseringsscenario



Figuur 2.4 – Verdeling van werkruimtebeslag over de gridcellen in verschillende kaartbeelden

In figuur 2.4 zien we dat alle varianten van het toekomstig areaal werken dezelfde mate van numerieke diffusie bevatten. De curves voor 2020 zijn zeer sterk gekromd, waarbij de helft van de gridcellen nog geen kwart hectare (50 bij 50 meter) werkruimte bevat. Bij een nadere bestudering van de *output*gegevens blijkt dat er zelfs een heel aantal cellen zijn die slechts 1 vierkante meter werkruimte bevatten. En omdat de originele gegevens in een oneindig aantal decimalen opgeslagen zijn, welke voor deze vergelijking naar hele vierkante meters afgerond zijn, is het zelfs mogelijk dat er nog kleinere werkruimtes voorkomen. Dit is fysiek onmogelijk; mensen kunnen niet werken op 1 vierkante meter of minder. Er is in de allocatie van toekomstig grondgebruik geen rekening gehouden met een ondergrens, een minimum werkoppervlak.

Wat is in de huidige situatie het kleinst geregistreerde werkoppervlak? Hoe kan het areaal werken gedefinieerd worden? Uit de Bodemstatistik-gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) van 1996 zijn de volgende bodemgebruikscategorieën geselecteerd:

- 33 Bedrijfsterrein (bevat fabrieken, haventerreinen, groothandelscomplexen, etc.)
- 34 Dienstverlenende sector (overige bedrijfsterreinen, incl. winkelcentra, kantoren)
- 35 Overige openbare voorzieningen (nootbedrijven, militaire objecten, e.d.)
- 36 Sociaal-culturele voorzieningen (onderwijs- en zorginstellingen, culturele centra)
- 74 Bouwterrein voor bedrijfsterreinen

Deze categorieën geven al aan dat het grondgebruik ‘werken’ niet zo eenvoudig is te definiëren. Veel werkruimtes zullen gemengd zijn met ander grondgebruik. De CBS-gegevens zijn verzameld door middel van luchtfoto-interpretatie en consultatie van stadsplattegronden en topografische kaarten. In de oorspronkelijke digitale bestanden van 1989 werd een minimum-oppervlakte gehanteerd van 1 hectare voor het weergeven van een grondgebruikstype. Deze bestanden zijn in de inventarisatie van 1993 en 1996 aangepast en verfijnd.⁴ Na selectie en samenvoegen van de bovenstaande grondgebruikscategorieën, vinden we een minimum-oppervlakte van 514 vierkante meter.⁵

Ten behoeve van een vergelijking met het toekomstbeeld is het CBS-polygonenbestand vergrid naar een resolutie van 25 bij 25 meter. De resulterende gegevens zijn vervolgens ingebracht als waarden in een grid van 500 bij 500 meter. Daarom vinden we in de gegevens over 1996 zoals weergegeven in figuur 2.2 en 2.4 een minimum ruimtebeslag en waardeverschillen van minimaal 625 vierkante meter (25 x 25 m.).

In het toekomstbeeld werken 2020 bevat ongeveer 30 % van de gridcellen een werkareaal van minder dan 500 à 600 vierkante meter, in de huidige situatie het minimaal geregistreerde werkoppervlak. In een relatief groot gedeelte van Nederland worden dus zeer kleine werkruimtes gealloceerd, waarbij een heel aantal cellen zelfs werkruimtes van één of enkele vierkante meters krijgt toebedeeld. Is dit mogelijk? Mogen we de kaartbeelden wel zo interpreteren dat allocaties staan voor werkruimtes die werkelijk daar gebouwd zullen worden?

2.4 Een kwestie van interpretatie

Is het aannemelijk dat het grondgebruik wonen en werken zich in 2020 uitspreidt over een groot deel van het landelijk gebied? Bij het liberaliseringsscenario, waarbij het huidige vestigingsbeleid wordt losgelaten en de marktwerking bepaalt waar gebouwd zal worden⁶, zou dit kunnen optreden. Toch is het niet aannemelijk dat alle blauwe gridcellen in figuur 2.3 stukjes werkruimte zullen bevatten. Bedrijventerreinen en ook woningen worden veelal in groepen gebouwd, door bijvoorbeeld projectontwikkelaars. Het zou dus realistischer zijn als er een patroon van vlekjes, of, om in dezelfde terminologie als ‘gele vla’ te blijven, ‘chocoladevlokken’, zou ontstaan. Momenteel hebben de meeste bedrijventerreinen een

⁴ zie CBS (1997)

⁵ Daarbij is gebleken dat er vele kleine digitaliserfoutjes in de CBS-bestanden zitten. *Sliver polygons* en andere foutjes zijn buiten beschouwing gelaten, maar gezien de grote discrepantie tussen de oorspronkelijke minimum-oppervlakte van 1 hectare en de hier gevonden 0,05 hectare, is het toch mogelijk dat ook dergelijke kleine oppervlaktes toe te schrijven zijn aan digitaliserfouten.

⁶ zie Crommentuijn (in voorbereiding); dit *what if*-scenario beoogt inzicht te geven in de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op basis van een actormodel, waarbij vestigingswensen van actoren voorop staan; het scenario beoogt zeker geen realistisch toekomstbeeld te schetsen.

oppervlakte van zeker 1 hectare; de samengevoegde polygonen werkgebieden in 1996 volgens de in de vorige paragraaf genoemde CBS-categorieën zijn zelfs gemiddeld 6,9 hectare groot. Er bestaan natuurlijk ook werkruimtes van bijvoorbeeld één kamer, of zo'n 20 m², maar dit is in de allocatie buiten beschouwing gelaten.

Maar moeten we de toekomstbeelden eigenlijk wel zo letterlijk interpreteren, dat één vierkante meter per gridcel ook betekent dat er in die gridcel één vierkante meter gebouwd gaat worden? Als de waarde per gridcel aangeeft wat de *kans* is dat er in een bepaald gebied werkareaal zal komen, is het zeer goed mogelijk dat er grote gebieden zijn waar de waarde klein is. Per 100 gridcellen van één vierkante meter zou er dus één gebiedje van 100 vierkante meter kunnen komen. Het RuimteScanner allocatie-algoritme is inderdaad gebaseerd op een ‘stochastisch kansmodel’: “De kern van de RuimteScanner is het model dat de kans op een bepaald grondgebruik in een bepaalde cel voorspelt.”⁷ De RuimteScanner levert dus *kansen*, en het plausibiliteitsprobleem ontstaat pas wanneer dit vertaald wordt naar werkelijke arealen grondgebruik.

In de bestudeerde toekomstbeelden zien we dus grote gebieden waar de kans op vestiging van bedrijventerreinen of woningbouw klein is. Dit geeft een heel andere kijk op de zaak, maar in dit perspectief is de voorspellende waarde van deze toekomstbeelden beperkt. Als een groot deel van Nederland ingenomen wordt door ‘gele vla’, weten we eigenlijk niet waar binnen dit gebied gebouwd zal worden. Dus hoe meer numerieke diffusie, hoe meer onduidelijkheid: het toekomstbeeld wordt heel ‘diffuus’. Aangezien een toekomstsimulatiemodel juist meer inzicht in de toekomst wil verschaffen, blijft het zaak de diffusie zo gering mogelijk te maken. De beleidsmakers wensen een kaartbeeld dat duidelijk voorspelt wat er zal of zou kunnen gebeuren, onder bepaalde voorwaarden.

Maar is dit wel mogelijk? Voor de onderzochte allocatie van het areaal werken in 2020 zijn voorspellingen op het niveau van postcodegebieden uit een sectoraal rekenmodel (zie par. 3.2: ‘De invoergegevens’) verder verdeeld over gridcellen van 500 bij 500 meter. Bij de exacte vestiging van bedrijven binnen postcodegebieden spelen diverse lokaal-specifieke en ook subjectieve, ongrijpbare factoren een rol. Deze zijn moeilijk in simulatiemodellen te verwerken. Voor een beeld van de verdeling van het areaal werken in 2020 over Nederland had men genoegen kunnen nemen met een kaart van de invoergegevens op het niveau van postcodegebieden.

De interpretatie van de kaartbeelden wordt ook beïnvloed door de gehanteerde klasse-indelingen en de gebruikte kleuren. In figuur 2.1 hebben we een *equal interval* klasse-indeling van telkens 2,5 hectare gebruikt. In figuur 2.3 echter is de oorspronkelijke klasse-indeling gehanteerd welke getoond is aan de VIJNO-projectgroep: hierbij zijn de lagere klassen kleiner dan de hogere klassen, waardoor het lijkt of er minder blauwe en meer rode

⁷ citaat uit Timmermans (1998), blz.3; In Schotten et al. (1997) is het RuimteScanner allocatie-algoritme ook omschreven als een ‘kansmodel’ (zie hun blz.23-24)

gebieden zijn. Bovendien is de klasse zonder werkareaal uitgebreid tot 0,05 hectare, waardoor de ‘gele (of blauwe) vla’ ook beperkt wordt en men in feite een belangrijk deel van de allocatie weg gooit (inclusief de claims; belangrijk omdat de cijfers aangeven dat 29 % van de cellen minder dan 0,05 hectare werken bevat). Men kan echter ook zeggen dat de makers hiermee een ondergrens van minimaal 500 vierkante meter geïntroduceerd hebben. Dit is gezien het gestelde in de vorige paragraaf een vrij realistische aanname. Anderzijds is de diffusie in figuur 2.3 juist wel goed zichtbaar door het gebruik van de kleur blauw voor lage waarden en rood voor hogere waarden.

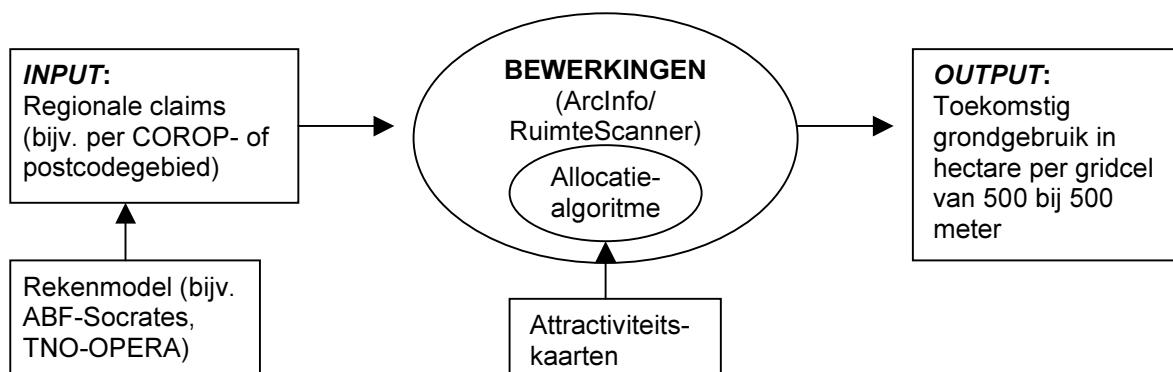
De onderzochte toekomstbeelden zijn dus het resultaat van een stochastisch kansmodel. De numerieke diffusie vormt pas een probleem wanneer we de kansen vertalen naar arealen. Desalniettemin kunnen we concluderen dat veel numerieke diffusie niet wenselijk is voor kaartbeelden die inzicht trachten te geven in mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Het is zaak om het ruimtelijk oppervlak met een kleine kans niet zo te laten overheersen dat de onduidelijkheid over de toekomst eerder toeneemt dan afneemt!

3. Oorzaken van diffusie in het bewerkingsproces

In dit hoofdstuk komt de tweede onderzoeksraag aan de orde. Er zal gezocht worden naar oorzaken van het in het vorige hoofdstuk besproken uitsmeereffect, waarbij als voorbeeld de allocatie van het areaal werken in 2020 volgens de liberaliseringvariant van het EC scenario (*European Coordination*) stap voor stap besproken zal worden.

3.1 De allocatie van werkareaal in 2020

Het toekomstig areaal werken volgens de liberaliseringvariant is berekend door gedetailleerde regionale toekomstvoorspellingen uit rekenmodellen te desaggregeren naar gridcelniveau met behulp van het ArcInfo GIS-programma. Het algemene principe dat voor deze berekening gebruikt is, kan schematisch worden weergegeven als een invoer-uitvoermodel:



Figuur 3.1 – Schematisch principe van de toekomstberekening

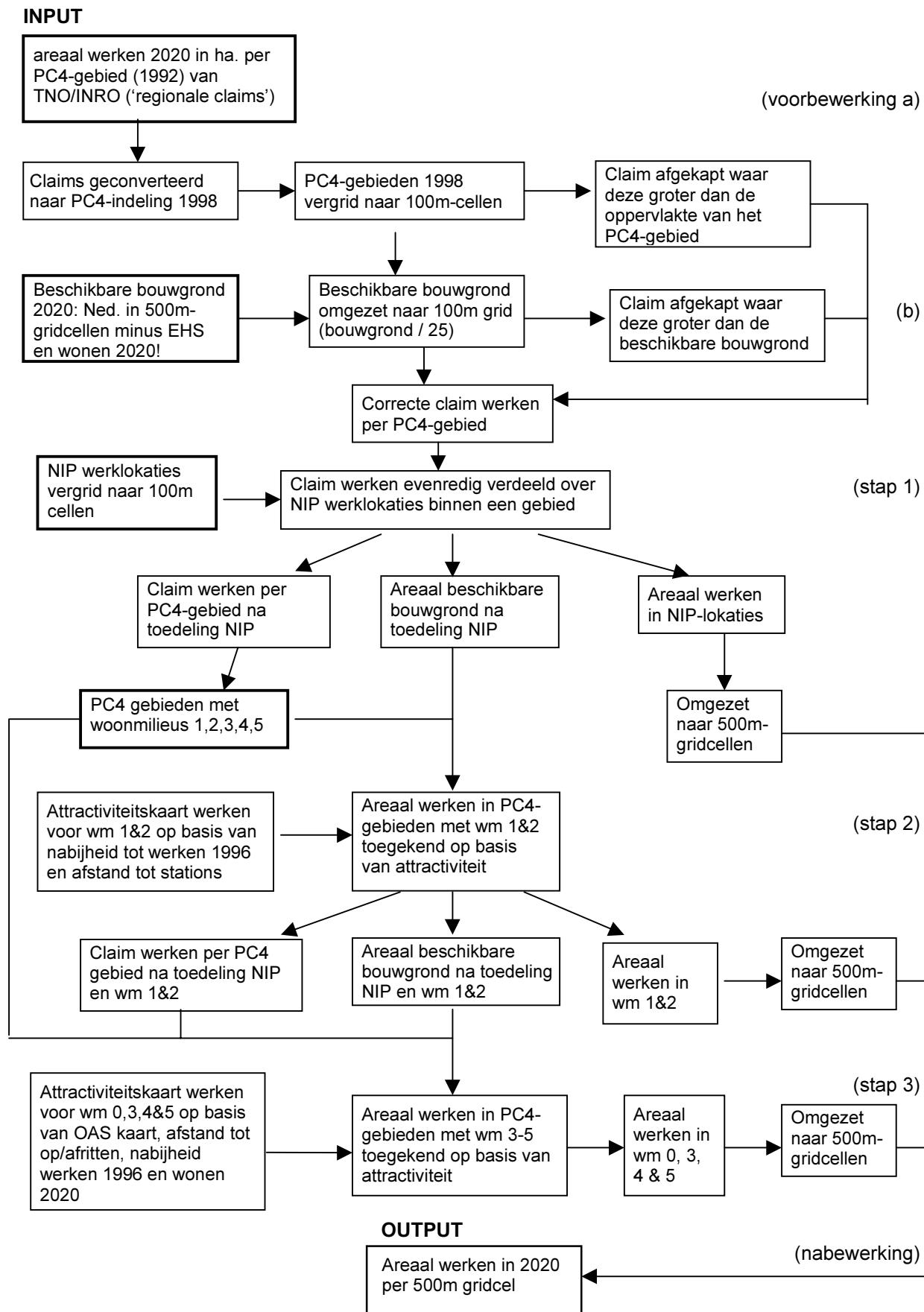
Bij de RuimteScanner-berekeningen wordt ook nog uitgegaan van huidig landgebruik, en bestaan attractiviteitskaarten niet alleen uit potentiaalkaarten, maar ook uit fysieke geschiktheidskaarten en beleidskaarten.⁸

Figuur 3.2 op de volgende pagina toont een verder uitgewerkt schema van de bewerkingen voor de allocatie van werken volgens de EC liberaliseringvariant in de vorm van een *flow chart*. Elke stap in dit schema zal besproken worden in de volgende paragrafen. In bijlage 2 zijn de bewerkingen in ArcInfo en AML (Arc Macro Language)-commando's weergegeven.

Zoals bijlage 2 aangeeft, zijn er in feite drie allocatie-stappen te onderscheiden plus een voor- en nabewerking:

- Voorbewerking: a) invoer en aanpassing regionale claims (zie par. 3.2)

⁸ zie Schotten et al. (1997)



Figuur 3.2 – Allocatie van het areaal werken in 2020 in een stroomschema

b) aanpassing aan beschikbare bouwgrond (zie par. 3.3)

- Stap 1: allocatie van werkareaal in NIP-werklokalies
- Stap 2: allocatie van werkareaal in woonmilieus 1 en 2 ('stedelijke' postcodegebieden)
- Stap 3: allocatie van werkareaal in woonmilieus 3, 4 en 5 ('landelijke' postcodegebieden)
- Nabewerking: samenvoeging van resulterende arealen en conversie naar 500m-resolutie.

De voorbewerking, d.w.z. het gebruik van de invoergegevens en de aanpassing aan de beschikbare bouwgrond, worden besproken in respectievelijk paragraaf 3.2 en 3.3. De drie allocatiestappen worden besproken in de paragrafen 3.4 en 3.5.

3.2 De invoergegevens

Zoals voor alle toekomstberekeningen met behulp van de RuimteScanner, werd ook voor de allocatie van werken gebruik gemaakt van toekomstvoorspellingen per ruimtelijke eenheid, die afkomstig zijn uit sectorale rekenmodellen. In het onderhavige geval gaat het om claims werkareaal per postcodegebied (PC4, viercijferige postcodegebieden). Bij de compacte inrichtingsvariant is gebruik gemaakt van claims op het niveau van COROP-gebieden. Deze claims zijn volgens figuur 3.2 verdeeld over 500m-gridcellen binnen deze geografische eenheden. De toekomstberekeningen komen dus voort uit een hele modelketen, waarbij eerst regionale claims worden berekend in reken-/prognosemodellen, die vervolgens worden geschat naar gridcelniveau met behulp van het RuimteScanner/GIS-model.

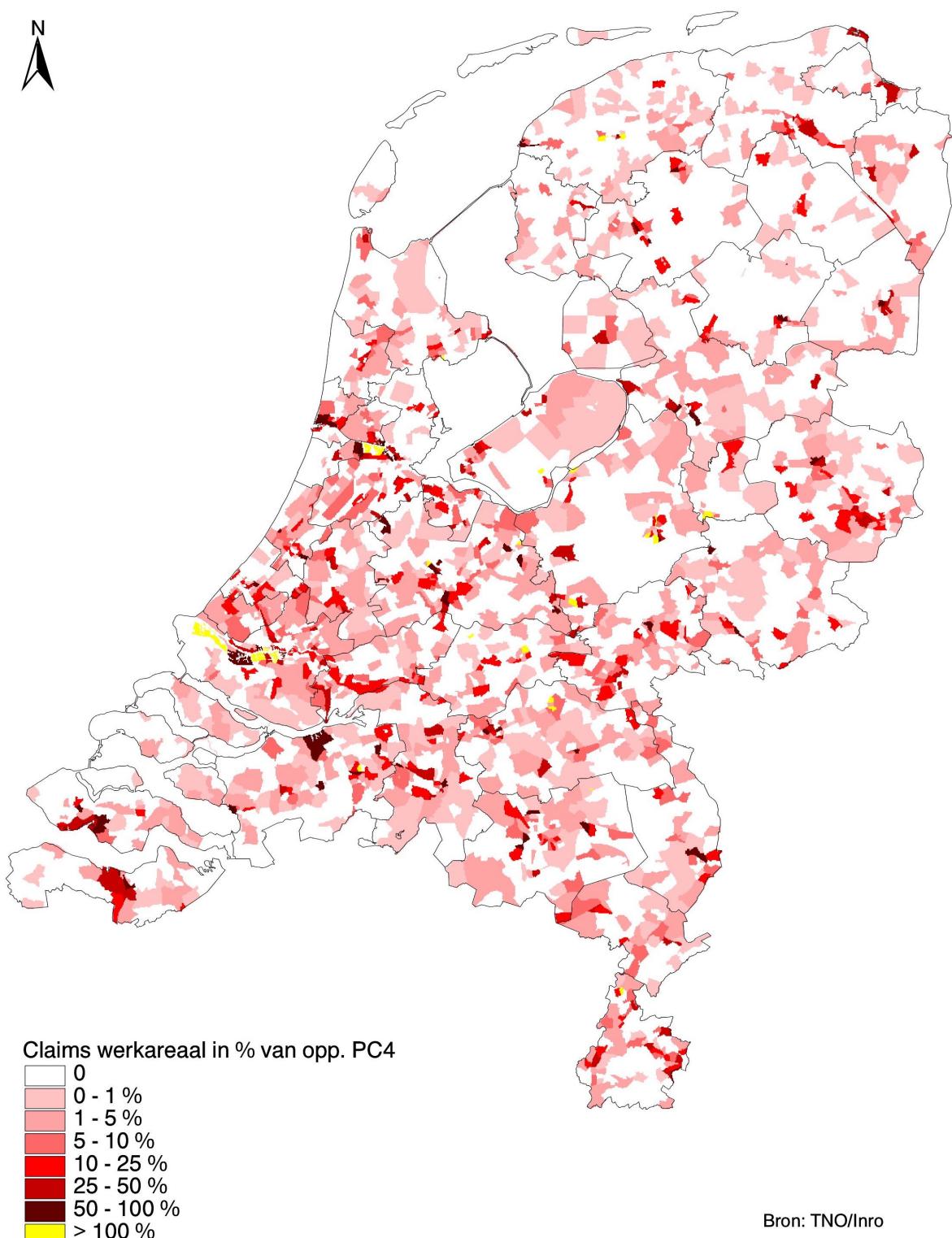
Deze invoergegevens worden aangeleverd door externe instanties. Zo zijn de werkarealen per postcodegebied aangeleverd door TNO/INRO, die deze hebben berekend met behulp van het OPERA PC4-model.⁹ Dit model maakt een berekening van het aantal arbeidsplaatsen per postcodegebied, op basis van de huidige arbeidsplaatsen per bedrijfssector (bijv. uit recente CBS-gegevens), de toekomstige nationale werkgelegenheidsontwikkeling per bedrijfssector volgens de CPB-scenario's, de toekomstige bevolkingsontwikkeling per postcodegebied, en een aantal lokaal differentiërende variabelen of 'lokatiefactoren' (bepaald aan de hand van historische regressie-analyse).¹⁰ De voorspelde bevolkings- en werkgelegenheidsontwikkeling is voor de liberaliseringssvariant op verzoek van het RIVM ontleend aan gegevens op COROP-niveau die aangeleverd zijn door ABF, adviesbureau voor onderzoek en informatie, welke ook de invoergegevens voor het toekomstbeeld van wonen aanleverde. Het resulterende aantal arbeidsplaatsen per postcodegebied is vervolgens omgezet naar arealen met behulp van de BedrijfsLocatieMonitor (BLM) van het Centraal Planbureau.¹¹

De aldus berekende claims werkarealen per postcodegebied zijn weergegeven in figuur 3.3. Omdat de oppervlakte van de postcodegebieden in Nederland zeer variabel is en zo een grote

⁹ zie bijlage 2 in Goetgeluk et al. (2000)

¹⁰ voor een uitgebreide beschrijving van het OPERA-model kan verwezen worden naar Louter (1997) en Goetgeluk et al.(2000)

¹¹ zie voor een beschrijving van de BedrijfsLocatieMonitor, Goetgeluk et al.(2000), par.2.5.2



Figuur 3.3 – Claims werkareaal per postcodegebied als percentage van de oppervlakte van elk postcodegebied

invloed heeft op het werkareaal, zijn de claims hier weergegeven in verhouding tot de oppervlakte. De hoofdstructuur van het grondgebruik werken in 2020 volgens de liberaliseringvariant is daarmee op deze kaart af te lezen. De allocatie naar 500m gridcellen is slechts een verdere verfijning van deze hoofdstructuur.

De kaart toont hoge claims in bestaande werkgebieden als de Rotterdamse en Amsterdamse havengebieden, IJmuiden, het industrieterrein Moerdijk, de havengebieden rond Vlissingen en Terneuzen, en evenzeer in andere gebieden in de Randstad, de Brabantse stedenrij en Twente. Verder vindt men hier en daar wat relatief hoge claims in landelijke gebieden. Dit kaartbeeld komt logischerwijs in sterke mate overeen met de *outputkaart* van de allocatie werkareaal 2020 in figuur 2.3. In die laatste *gridkaart* zien we de verfijning, en in de gridcelwaarden ontstaat de numerieke diffusie. Figuur 3.3 vertoont geen numerieke diffusie, omdat zij geen arealen weergeeft op gridcelniveau, maar totaal-arealen per postcodegebied (hier uitgedrukt in percentages). Bij het gebruik van invoergegevens op een redelijk gedetailleerd schaalniveau als dat van postcodegebieden, zou men zich kunnen afvragen wat de toegevoegde waarde van de desaggregatie naar gridcelniveau is, als de invoergegevens het algemene beeld weergeven en de desaggregatie vooral numerieke diffusie veroorzaakt. Bij het gebruik van gegevens op bijvoorbeeld COROP-niveau, is het ruimtelijk voorbeeld veel grover en voegt desaggregatie naar gridcelniveau met behulp van bijvoorbeeld de RuimteScanner veel meer toe. Het ruimtelijk schaalniveau van de invoergegevens bepaalt op welk model in de modelketen de nadruk gelegd wordt: als men kiest voor relatief grote eenheden als COROP-gebieden, dan wordt het ruimtelijk patroon van toekomstig grondgebruik vooral bepaald door het GIS-model (de RuimteScanner allocatie-bewerkingen); indien men kiest voor relatief kleine eenheden als postcodegebieden, dan wordt het vooral bepaald door het rekenmodel dat de regionale claims oplevert.¹²

De invoergegevens werkarealen 2020 kenden een aantal beperkingen. TNO/INRO is gevraagd toekomstberekeningen te maken op basis van door hen zelf ongeschikt bevonden bevolkings- en werkgelegenheidsprognoses.¹³ Hierdoor kon het voorkomen dat 28 postcodegebieden een claim werkareaal kregen welke groter was dan de totale oppervlakte van het postcodegebied. Voor de verdere allocatie heeft het RIVM deze claims afgekapt tot op het niveau van de beschikbare bouwgrond in die postcodegebieden (zie figuur 3.2). Ten tweede is duidelijk geworden dat de TNO-claims alleen betrekking hebben op formele bedrijfsterreinen en zee- en luchthavens, en dus niet op bijvoorbeeld winkelcentra en kantoorruimtes zoals die wel in de vergelijkende gegevens uit de Bodemstatistiek zijn

¹² In de simulatie van de compacte inrichtingsvariant heeft het GIS-model dus een groot deel van de allocatie bepaald, maar deze was dan ook goed onderbouwd met attractiviteitskaarten op basis van historische regressie-analyse. In de simulatie van de liberaliseringvariant is de nadruk gelegd op de invoer-rekenmodellen (ABF-Socrates en TNO-Opera), die de toekomstige vraag naar woningen en bedrijfsterreinen berekenen op basis van diverse sector-specifieke variabelen.

¹³ Volgens Peter Louter van TNO/Inro zat er een sterke en weinig plausibele afwijking in die cijfers waardoor centrale regio's als Utrecht en de Veluwe een zeer grote bevolkingstoename zouden krijgen (gesprek 19 januari 2001). Leon Crommentijn van het RIVM verklaart deze toename doordat in de liberaliseringvariant uitgegaan wordt van woonwensen zonder restricties, waaruit blijkt dat mensen vooral graag in het centrum van het land en nabij natuurschoon wonen.

verwerkt (zie par. 2.3, blz. 19). Ten derde moeten we ons realiseren dat het OPERA-model alleen een vraag-model is; het bepaalt de ruimtelijke verdeling van het aantal arbeidsplaatsen, en daarmee van de vraag naar werkruimte. De uiteindelijke lokatie van werkruimte wordt echter ook bepaald door het aanbod: de beschikbaarheid en terbeschikkingstelling (door bijv. verkoop) van grond voor werkruimte. De beschikbaarheid is wel meegenomen in de RIVM-allocatie (zie de volgende paragraaf), maar het ruimtelijk aanbod zou er toe kunnen leiden dat allocaties naar andere postcodegebieden verschuiven.

Een andere beperking in de kwaliteit van de invoergegevens wordt veroorzaakt door de omzetting van aantallen (arbeidsplaatsen of woningen) naar ruimtebeslag (areaal). De BedrijfsLocatieMonitor vertaalt het aantal arbeidsplaatsen in vraag naar werkruimte door middel van verschillende ‘terreinquotiënten’ per werkgelegenheidssector en per landsdeel, waarbij in BLM I 26 sectoren en drie landsdelen werden onderscheiden. Bij wonen wordt het aantal woningen omgezet naar arealen met behulp van een per regio gedifferentieerd bouwdichtheidscijfer. Een te grof differentiatieniveau kan echter leiden tot plaatselijk te hoge of te lage claims in verhouding tot oppervlakte, beschikbare ruimte en attractoren.

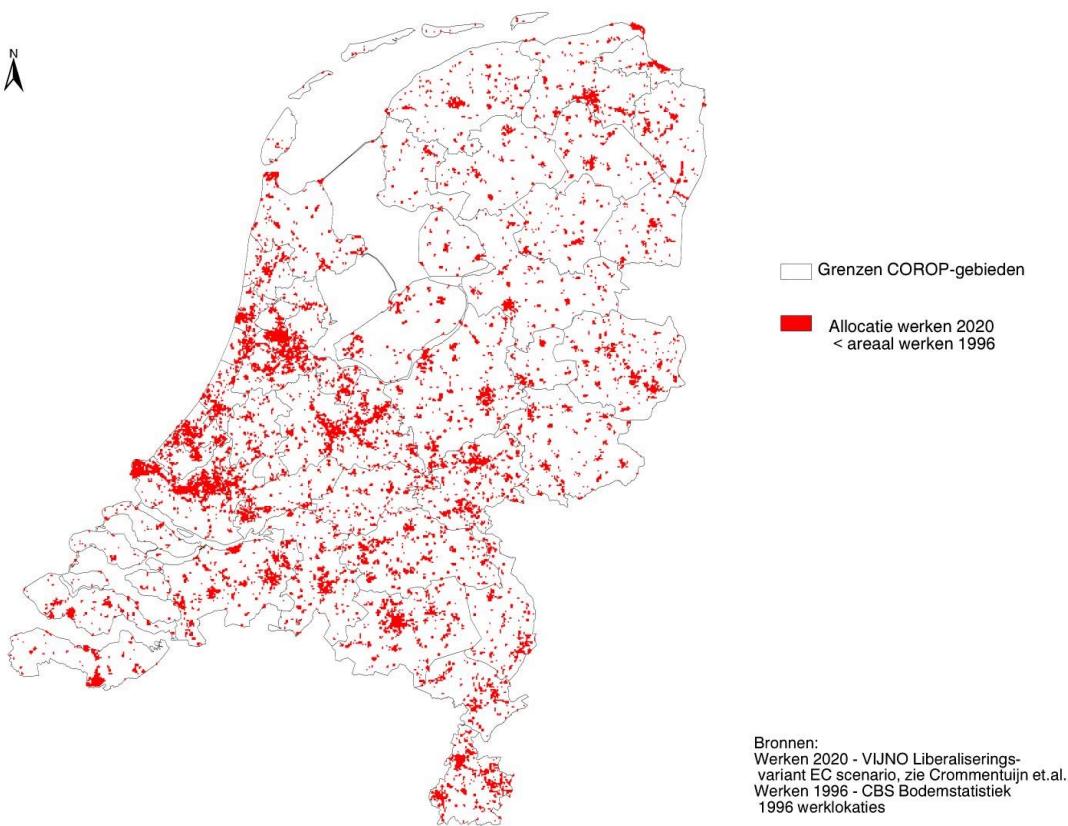
Op de keper beschouwd, zijn de invoergegevens niet direct van invloed op de numerieke diffusie. Zij bepalen namelijk niet hoeveel areaal er aan een gridcel wordt toegekend. De diffusie ontstaat pas als regionale claims gesorteerd worden naar gridcelniveau. Het is mogelijk dat de invoergegevens indirect wel van invloed zijn op de numerieke diffusie. De volgende aspecten zijn daarbij van belang:

- Het schaalniveau van de invoergegevens: als deze op een gedetailleerd schaalniveau als dat van postcodegebieden worden ingevoerd, bepalen zij zeer sterk de ruimtelijke spreiding, en later zal blijken dat dan de afstemming tussen claims en allocatie een probleem kan worden.
- De beperkingen van de invoergegevens: waar het model en de definities bij invoergegevens afwijken van de gewenste eindresultaat, waar brongegevens leiden tot discrepanties in de claims, en weinig gedifferentieerde bouwdichheidscijfers gebruikt worden in de vertaling van aantallen naar arealen, zal ook de afstemming tussen claims en allocatie een probleem kunnen worden.

We dienen het verdere bewerkingsproces te bestuderen om te onderzoeken hoe deze factoren bijdragen aan numerieke diffusie in de *output*beelden.

3.3 De verdringingsreeks

Zoals aangegeven in figuur 3.2 is bij de allocatie uitgegaan van de ‘beschikbare bouwgrond’ in 2020. Deze wordt enerzijds gelimiteerd door de voor 2018 te realiseren Ecologische Hoofdstructuur (EHS), door de overheid aangewezen en op te kopen landbouw- en natuurgebieden waar niet meer gebouwd mag worden. Daarnaast is voorrang gegeven aan de allocatie van het grondgebruik wonen. Dit wordt de ‘verdringingsreeks’ genoemd, waarin aangenomen wordt dat bepaalde grondgebruiksfuncties andere eenzijdig verdringen. De allocatie van wonen verdringt dus wel werken maar werken niet wonen. De aanname is veelal dat landbouw door alle andere functies verdrongen kan worden, dus achteraan komt in de ‘verdringingsreeks’.¹⁴ Daarom zijn de arealen wonen 2020 afgetrokken van de beschikbare bouwgrond voor de allocatie werken 2020. Daarbij is er overigens vanuit gegaan dat de beschikbare bouwgrond evenredig is gespreid binnen de 500m-gridcellen.

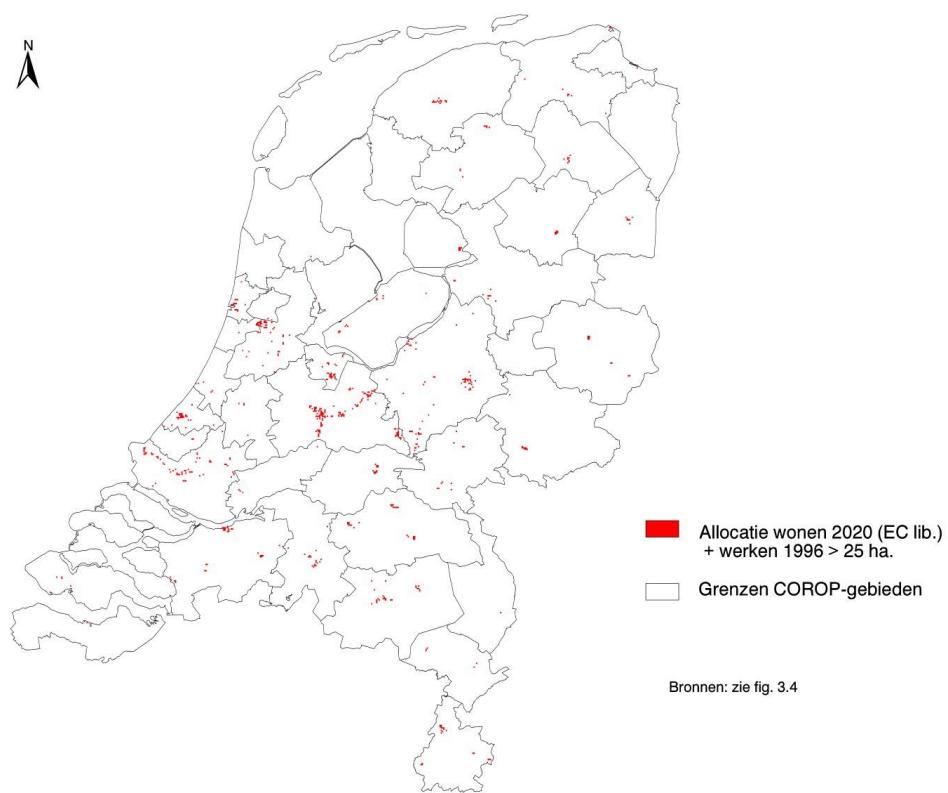


Figuur 3.4 – Afname werkgebieden 1996-2020

¹⁴ Als meerdere functies met elkaar concurreren, veronderstelt een dergelijke verdringingsreeks een vaste krachtverhouding tussen grondgebruksfuncties. Een alternatieve manier om een afweging tussen grondgebruksfuncties te maken is bijvoorbeeld door een grondprijzenmechanisme in het allocatiemodel te verwerken (zie bijv. Scholten, v.d. Velde en Borsboom-van Beurden). Een simpele verdringingsreeks houdt bijvoorbeeld geen rekening met de mogelijkheid van verdringing van woongebieden door werkgebieden, zoals dat bijvoorbeeld nabij verkeersknooppunten zou kunnen optreden, terwijl er bij de allocatie van wonen geen rekening is gehouden met negatieve *push*-factoren als geluidsoverlast en verkeersdrukte.

In figuur 3.4 zien we een vergelijking tussen het huidige werkareaal (1996) en het toekomstig areaal (2020), waaruit blijkt dat in een zeer groot aantal werkgebieden het areaal in de toekomst afneemt. Het betreft 12 % van de totale oppervlakte van Nederland: bijna de gehele Randstad, maar ook in de Brabantse stedenrij en in en rond andere stedelijke gebieden neemt het areaal werken af.

Deze afname zou verband kunnen houden met de gebruikte verdringingsreeks¹⁵: doordat wonen eerst gealloceerd wordt, waarbij geen rekening is gehouden met andere bestaande functies, kan werken worden verdrongen uit de bestaande werkgebieden. Om dit te testen is de volgende kaart geproduceerd:



Figuur 3.5 – Waar verdringt de allocatie wonen in 2020 het bestaande areaal werken?

We zien dat dit inderdaad voorkomt, vooral in de provincie Utrecht en rond enkele andere stedelijke gebieden, zoals rond Apeldoorn en in het Gooi, hetgeen zou kunnen samenhangen met de in de liberaliseringvariant aanwezige tendens van een sterke bevolkingstoename in het midden van het land en rond de Veluwe. Het betreft echter een veel kleiner gebied dan dat van figuur 3.4; nog geen halve procent van de oppervlakte van Nederland en nog geen 4 % van het in figuur 3.4 getoonde gebied waar het werkareaal absoluut afneemt. Door de geringe spreiding van deze verdringing, lijkt er geen verband te zijn met het smeer-effect.

¹⁵ Het zou echter ook kunnen samenhangen met de inconsistentie tussen de CBS-Bodemstatistiekgegevens en de TNO-invoergegevens: bij de TNO-voorspellingen voor 2020 zijn alleen bedrijfsterreinen meegerekend, en bij de CBS-gegevens van 1996 ook kantoorruimtes, winkelcentra, onderwijs- en zorginstellingen etc.

De afname van werkgebieden en de verdringingsreeks zouden op twee manieren wél verband kunnen houden met de numerieke diffusie:

- De allocatie wonen 2020 verdringt niet alleen het bestaande areaal werken, maar ook de toekomstige allocatie werken: nieuwe werkruimtes kunnen ook niet gealloceerd worden in gebied waar al wonen gealloceerd is. Het is aannemelijk dat deze gebieden ook voor werken attractief zijn (in de allocatie werken worden factoren als afstand tot stations, snelwegen en bevolkingscentra meegenomen), maar omdat wonen voorrang krijgt wordt de allocatie werken verschoven naar gebieden met een lagere attractiviteit, waardoor de allocatie meer uitgesmeerd wordt. Het gaat hier dus om een verschuivingseffect.
- Doordat de allocatie van wonen in 2020 uitgesmeerd en diffuus is, wordt de allocatie van werken ook uitgesmeerd: enerzijds doordat er alleen cellen overblijven met minder beschikbare bouwgrond voor werken, anderzijds doordat de allocatie wonen in de attractiviteitskaarten voor werken is meegenomen (zie hiervoor par.3.4). Het betreft hier dus een cumulatief effect dat zou kunnen leiden tot numerieke diffusie.

Om te testen of deze veronderstelde effecten inderdaad optreden, zijn de volgende ruimtelijke analyses gedaan:

- Wonen 2020 + werken 2020 = 25 ha.; als de allocatie van werken verschoven zou worden naar minder attractieve gebieden, zouden er relatief veel cellen moeten zijn waar het areaal dat overblijft na de allocatie van wonen vol gezet wordt met werken, en waar beide allocaties dus samen de totale celoppervlakte van 25 hectare beslaan. Dit blijkt maar in 39 cellen, of in 0,028 % van de oppervlakte van Nederland, het geval te zijn.
- Wonen 2020 + werken 2020 zonder verdringingsreeks > 25 ha.; hierbij is werken opnieuw gealloceerd zonder voorrang te geven aan wonen, waarbij alle grond beschikbaar is gesteld voor allocatie (zie bijlage 3, test-AML 3.1); het verschuivingseffect zou optreden als veel cellen na deze analyse meer dan 25 hectare zouden krijgen. Dit blijkt ook maar in beperkte mate het geval: slechts 893 cellen, of 0,64 % van Nederland. Dit is toe te schrijven aan het feit dat de allocatie van werken zonder de verdringingsreeks een nog sterker diffuus of uitgesmeerd beeld vertoont, wat aantoont dat de verdringingsreeks geen echte oorzaak van numerieke diffusie kan zijn. Het kaartbeeld, dat we hier verder niet reproduceren, zal bestudeerd worden in paragraaf 3.5.
- Wonen 2020 uit attractiviteitskaart gehaald; dit om het cumulatief effect van de reeds uitgesmeerde allocatie wonen uit de allocatie werken te halen. Het eindresultaat hiervan is net zo uitgesmeerd als het origineel.

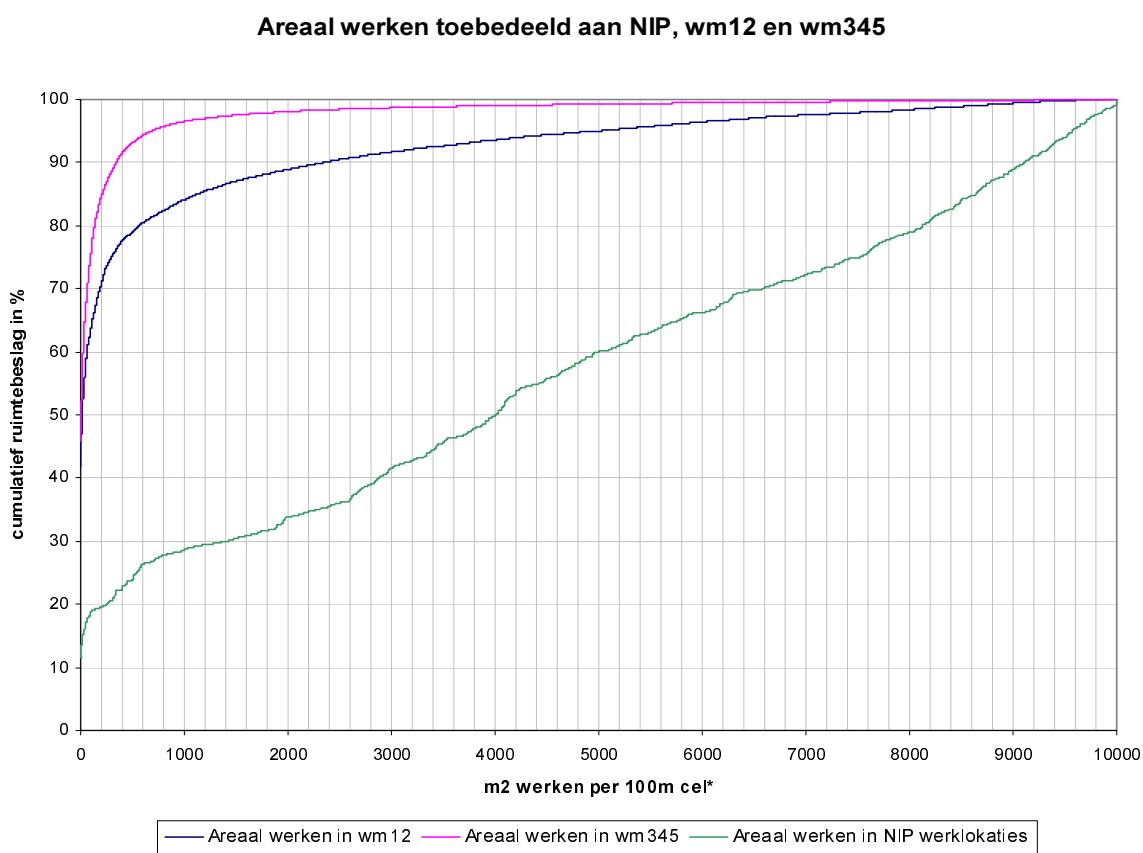
Deze analyses tonen aan dat de verdringingsreeks geen direkte oorzaak van numerieke diffusie kan zijn. De afname van werkgebieden volgens figuur 3.4 is geen gevolg van de

gebruikte verdringingsreeks, maar lijkt eerder toe te schrijven aan een algemene verlaging van allocatiewaarden over heel Nederland ten opzichte van de situatie in 1996. Ofwel, aan de numerieke diffusie zelf, waar andere oorzaken aan ten grondslag liggen. Deze zullen in de volgende paragrafen aan de orde komen.

3.4 De attractiviteitskaarten

Waar de vorige paragrafen nog de voorbewerkingen betroffen, komt in deze paragraaf de allocatie zelf aan de orde (zie stappen 1, 2 en 3 in de beschrijving van de AML in bijlage 2; de resultaten van deze stappen zijn weergegeven in overzichtskaarten 1.1, 1.2, 1.3 en samengevoegd in kaart 1.4 in bijlage 1).

In de eerste stap worden enkele geplande werklokaties zoals vermeld in het rijksdocument ‘Nederland in Plannen’ (NIP) gevuld. Dit document geeft bouwlokaties aan die een geplande nieuwe functie krijgen tot het jaar 2010. Op geheel Nederland bezien betreft het hier zeer kleine gebiedjes. Bovendien is de numerieke diffusie hier relatief gering. Figuur 3.6 geeft aan



*Figuur 3.6 – Verdeling van werkruimtebeslag in de drie allocatie-stappen
(NB: in dit geval is het percentage 0-cellent het startpunt van de curves)*

dat de diffusie veel sterker is in de allocatie-stappen 2 (wm12) en 3 (wm345), waar gebruik gemaakt is van attractiviteitsfuncties. In de RuimteScanner wordt gebruik gemaakt van ‘attractiviteitskaarten’ en men kan de attractiviteitsberekeningen in de AML in bijlage 2 ([attractie12] en [attractie345]) ook zien als samengestelde attractiviteitskaarten.

In de bestudeerde toekomstberekening is gebruik gemaakt van verschillende attractiviteits-kaarten voor ‘stedelijke’ gebieden (postcodegebieden met woonmilieus 1 en 2¹⁶) en voor ‘groene/landelijke’ gebieden (postcodegebieden met woonmilieus 3, 4 en 5)¹⁷. Bij stedelijke gebieden zijn de volgende attractiviteitsfactoren en –functies meegenomen:

Afstand tot stations	Lineaire afstandsvervalfunctie tot 1500 meter	Weging: 50 % (gedeelde score varieert tussen 0 en 50)
Nabijheid huidig werken	<i>Neighbourhood filtering function</i> ¹⁸ : ArcInfo <i>focalsum</i> van de waarden in een cirkel met een straal van 400 meter rond de cel	Weging: 50 % (score varieert tussen 0 en 49)

Bij de landelijke woonmilieus 3, 4 en 5 zijn de volgende attractiviteitsfactoren en –functies gebruikt ([attractie345], NB: de werkresolutie was 100x100m):

Afstand tot op- en afritten van snelwegen	Lineaire afstandsvervalfunctie tot 2500 meter	Weging: 34 % (gedeelde score varieert tussen 0 en 50)
Nabijheid huidig werken	<i>Neighbourhood filtering function</i> : ArcInfo <i>focalsum</i> van de waarden in een cirkel met een straal van 400 meter rond de cel (oorspronkelijke celresolutie 25x25m)	Weging: 34 % (score varieert tussen 0 en 49)
Omgevingsattractiviteit (OAS)	Waardering landschap (verzameld d.m.v. huishoudensenquêtes), in 500m-gridcellen	Weging: 15 % (gedeelde score varieert tussen 0 en 21,25)
Nabijheid tot woongebieden in 2020	Areaal wonen in 500m-gridcellen (een soort ‘skewed’ neighbourhood function, waarbij de 100m-cel de waarde krijgt van het 500m-vierkant waar het ‘toevallig’ in ligt, ook als het bijv. in de hoek ligt)	Weging: 17 % (score varieert tussen 0 en 25)

Er valt een heleboel op te merken over de keuze van deze attractiviteitsfactoren, functies en wegingspercentages. Ten eerste spelen de verschillende celresoluties hier een verwarrende rol; waar deze bij de nabijheid huidig werken nog als een geoorloofde generalisatie beschouwd kan worden, leidt de desaggregatie van 500m naar 100m-gridcellen bij de nabijheid wonen 2020 tot de gemelde scheve verdeling. Men zou zich ook kunnen afvragen waarom bepaalde factoren wel of niet opgenomen zijn, zoals de waardering voor het landschap als vestigingsfactor voor bedrijven (hoewel vestigingswensen voorop staan in de

¹⁶ Deze ‘woonmilieu’-typering is bepaald door ABF, adviesbureau voor onderzoek en informatie; woonmilieu 1 staat voor centrum-stedelijk en 2 voor buiten-centrum stedelijk (zie o.a. Heida en Poulus, 2000).

¹⁷ Woonmilieu 3 is groen-stedelijk, 4 centrum-dorps, 5 landelijk-dorps

¹⁸ zie Cornelius en Heywood (1998); in feite betreft het hier in beide gevallen *neighbourhood functions*

liberaliseringvariant), en waarom de afstand tot op- en afritten van snelwegen geen rol speelt bij de allocatie van werkgebieden in stedelijke woonmilieus (het gaat hier tenslotte om industriële bedrijfsterreinen, en volgens de invoergegevens niet om kantoorruimtes, welke meer baat zouden kunnen hebben bij nabijheid tot stations).

Uit de literatuur over vestiging van bedrijvigheid vallen nog veel meer relevante factoren te destilleren. Naar aanleiding van een historische analyse over de periode 1981-1993¹⁹ valt te denken aan de volgende functies en factoren (hoewel dit weer het gevaar oplevert dat dan het verleden normatief wordt voor de toekomst):

- een aanpassing van attractiviteitsfactoren, bijv. het uitbreiden van de invloed van op- en afritten van snelwegen tot 4500m, het tevens verwerken van afstand tot op- en afritten in de berekening voor woonmilieus 1 en 2, het uitbreiden van de invloed van nabijheid tot bestaand werken;
- een aanpassing van de berekening van attractiviteit, zoals bijv. het veranderen van de afstand tot op- en afritten van een lineaire functie naar een S-curve (logaritmische of log-logistische functie²⁰);
- het toevoegen van nieuwe attractiefactoren: stadsranden, afstand tot hoofdtransportassen (buiten alleen op-/afritten, bijv. in verband met zichtlocaties vanaf snelwegen) en luchthavens/zeehaven, voor de woonmilieus 3, 4 en 5 ook intercity-stations, hoge potentiaalwaarden meegeven aan bouwterrein voor bedrijfsterreinen, negatieve attractiewaarden meegeven aan *push*-factoren als verkeerscongestie, bepaalde wetgeving, ruimtegebrek, e.d.;
- een differentiatie in attractiviteitsfactoren voor bijv. dienstverlening, handel en industrie, differentiatie naar regio of kleine/grote steden.

In de liberaliseringvariant is echter een keuze gemaakt voor een nauwkeurige bepaling van de ruimtebehoefte op het niveau van postcodegebieden, waarbij het invoer-rekenmodel primair de ruimtelijke verdeling bepaalt, en de toewijzing aan 500 x 500m-gridcellen slechts via een paar geselecteerde attractiviteitsfuncties plaatsvindt. Zo bevat het OPERA-model onder andere de volgende, via regressie-analyse bepaalde, lokatie-factoren²¹:

- agglomeratievoordelen (waar in de toekomst nieuwe bedrijven zich vestigen, zullen weer andere bedrijven geneigd zijn zich daar dichtbij te vestigen, met name toeleveranciers en afnemers);
- bevolkingsdichtheid (hetgeen niet gelijk is aan areaal wonen), vooral voor bevolkingsvolgende, verzorgende economische activiteiten; hoge bevolkingsdichtheid kan echter ook leiden tot, bijvoorbeeld als gevolg van slechtere lokale bereikbaarheid; vandaar dat het OPERA-model gebruik maakt van een kwadratische functie;
- regionale ontwikkeling potentieel arbeidsaanbod: onafhankelijk van de bevolkingsdichtheid en woonareaal, wordt gekeken naar de groei van het arbeidsaanbod per

¹⁹ Wagtendonk en Schotten (2000)

²⁰ zie bijv. Hilbers en Verroen (1993)

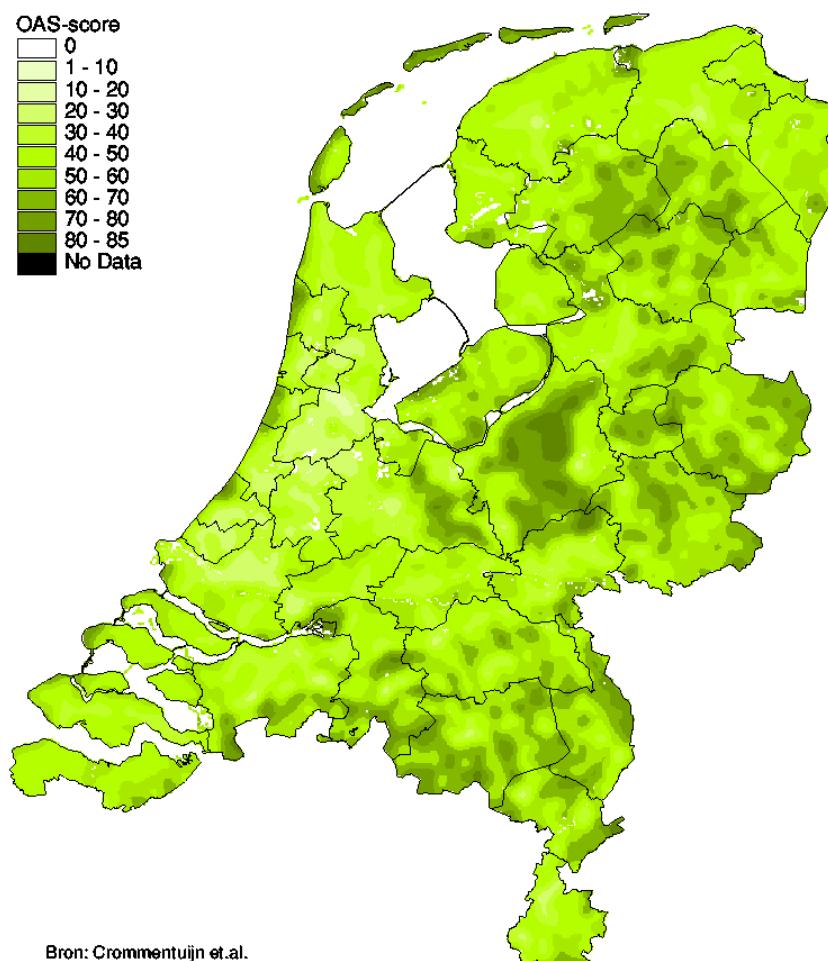
²¹ zie Louter (1997) en Goetgeluk et al.(2000), bijlage 2

sector (of bijv. het opleidingsniveau afgestemd is op de vraag naar bedrijfsterreinen);

- relatieve vertegenwoordiging van bedrijfsssectoren: een lage vertegenwoordiging leidt ertoe dat de relatieve toename eerder groot is, dan waar een sector al sterk vertegenwoordigd is;
 - status en representativiteit van bepaalde lokaties, bijv. provinciale hoofdsteden.

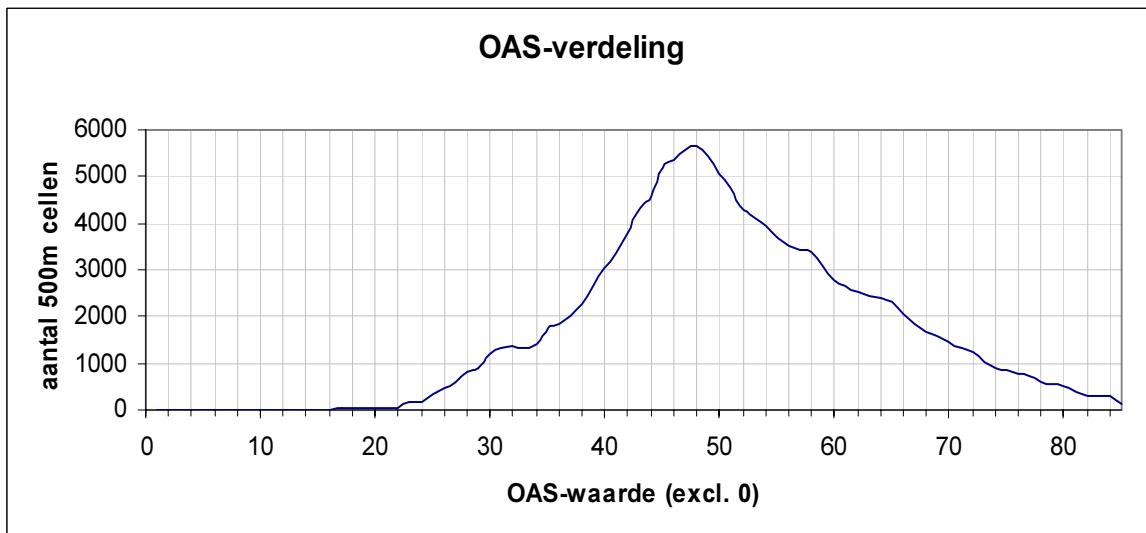
Bij de keuze van attractiviteitsfactoren dient het niveau van allocatie een belangrijke leidraad te zijn: in het voorbeeld worden claims op postcodegebied verder gesaggeerd, en zouden dus lokaal differentiërende factoren gekozen moeten worden, maar bij een allocatie van gegevens op COROP-niveau naar gridcellen zullen andere (regionale) factoren een rol spelen.

Voor deze studie is de invloed van deze factoren en functies op de numerieke diffusie van belang. Dit wordt bepaald door de verdeling van attractiviteitscores over het ruimtelijk oppervlak. Figuur 3.7 toont de spreiding van de Omgevingsattractiviteit (OAS), een door het RIVM ontwikkelde factor van waardering van landschap. Deze geeft over heel Nederland vrij gelijkmataige scores te zien, met geleidelijke verhogingen en bijna nergens nul-scores.



Figuur 3.7 – Omgevingsattractiviteitskaart

Hetzelfde is af te leiden uit de volgende verdeling van omgevingsattractiviteitsscores over de gridcellen:



Figuur 3.8 – Verdeling van waarden over 500m-gridcellen van de Omgevingsattractiviteitskaart (OAS)

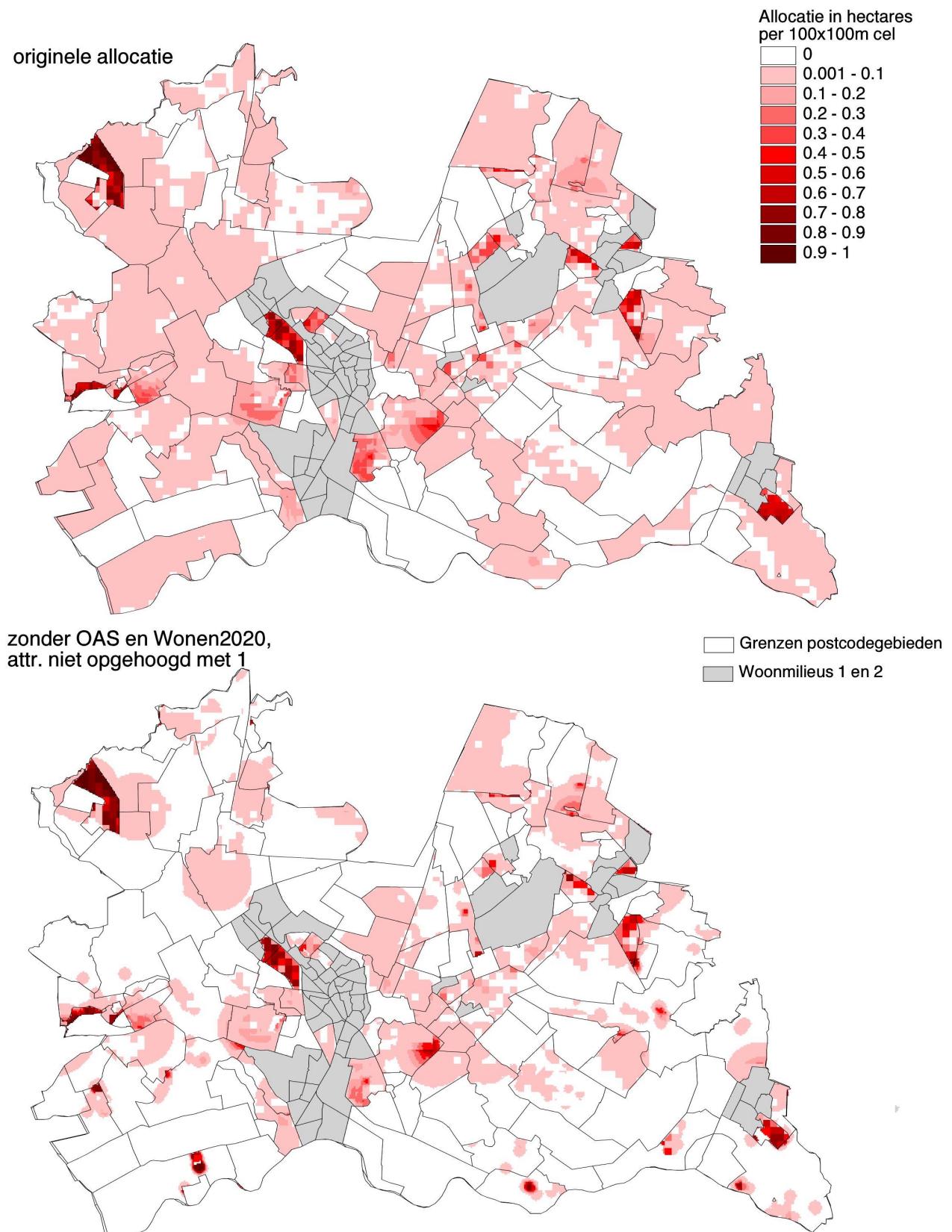
Deze grafiek toont een vrij gelijkmatige verdeling van waarden, waarbij de meeste cellen een gemiddelde waarde krijgen, en er maar weinig uitschieters naar boven of beneden zijn: 58 % van de totale oppervlakte van Nederland krijgt een score tussen de 40 en de 60, en slechts 1 % van de cellen heeft een nul-score.

Bij de attractiviteitsfactor ‘nabijheid tot wonen 2020’ treedt een zelfde effect op, waarbij veel cellen een gemiddelde waarde krijgen en weinig cellen nul-waarden. Dit komt met name door de reeds sterk aanwezige diffusie in de allocatie van wonen in 2020. Door deze factor mee te nemen, wordt de numerieke diffusie ook voortgezet in werken: het genoemde cumulatieve effect uit de vorige paragraaf.

Om te kijken wat de invloed van dergelijke attractiviteitsfactoren op de diffusie is, is een test gedraaid voor de woonmilieus 3, 4 en 5 in de provincie Utrecht waarbij de OAS en Wonen2020 (zoals ze hier kort genoemd worden) eruit gehaald zijn. Het resultaat is weergegeven in figuur 3.9 (op basis van test-AML 3.1 in bijlage 3).²²

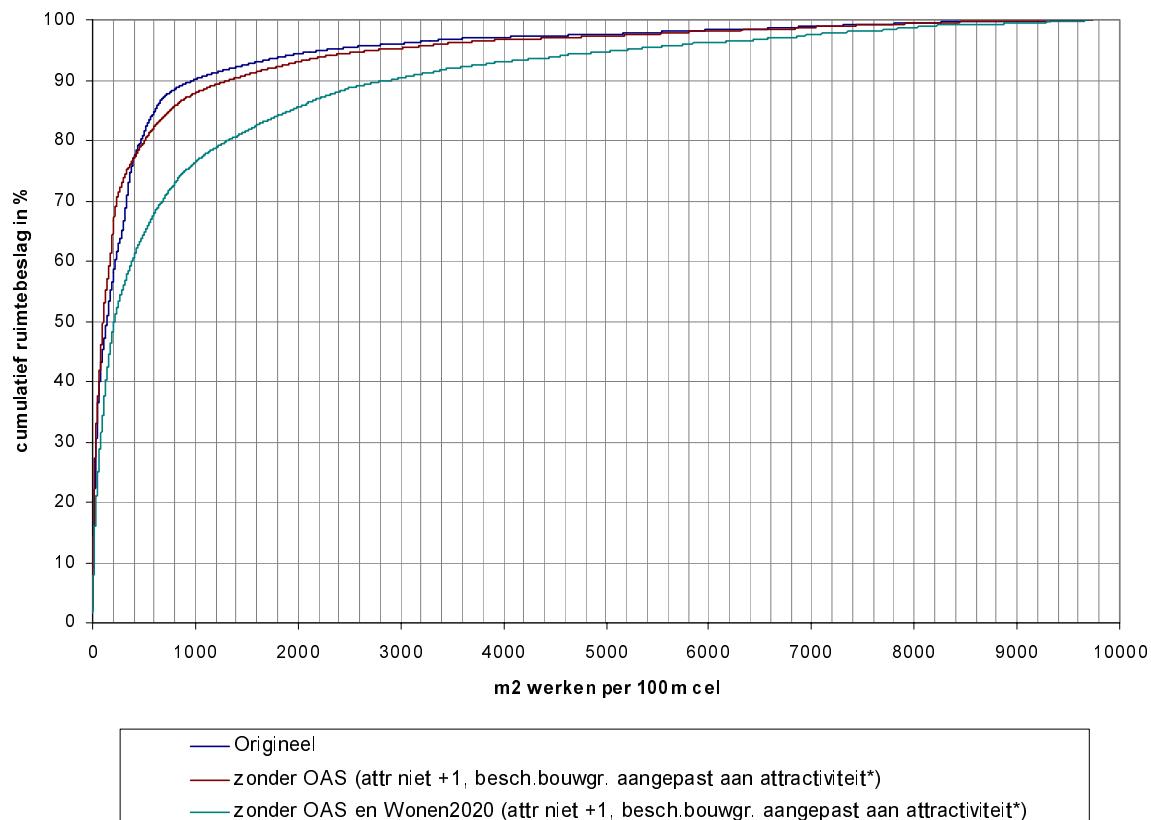
Dit kaartbeeld geeft een veel minder uitgesmeerd allocatie-patroon weer. De laagste categorie werkareaal is duidelijk in oppervlakte afgenomen, en er is wat meer concentratie van areaal rond bepaalde lokaties. Uiteraard verwijzen deze lokaties naar op- en afritten van snelwegen en huidige werklokaties, de overblijvende attractoren in de attractiviteitskaart.

²² waarbij overigens gecorrigeerd moet worden voor het ophogingseffect dat in de volgende paragraaf aan de orde komt.



Figuur 3.9 – Allocatie van werkareaal in postcodegebieden met woonmilieus 3, 4 en 5 (groen/landelijk) in de provincie Utrecht

Maar is de diffusie volgens het tweede kenmerk besproken in hoofdstuk 2 (onafhankelijk van de nul-waarden) nu eigenlijk wel zoveel minder?



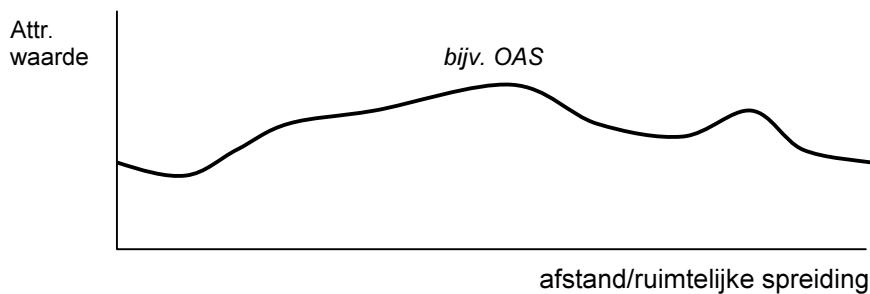
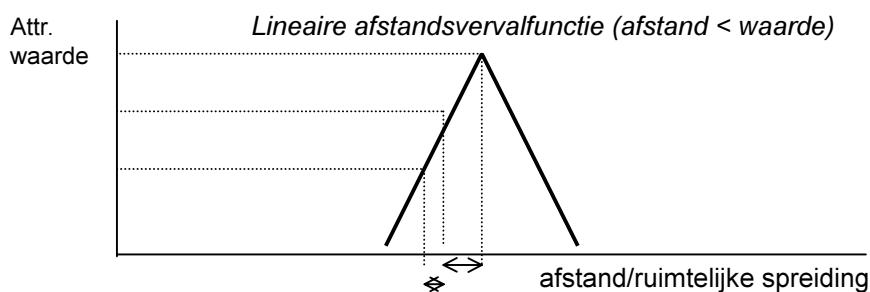
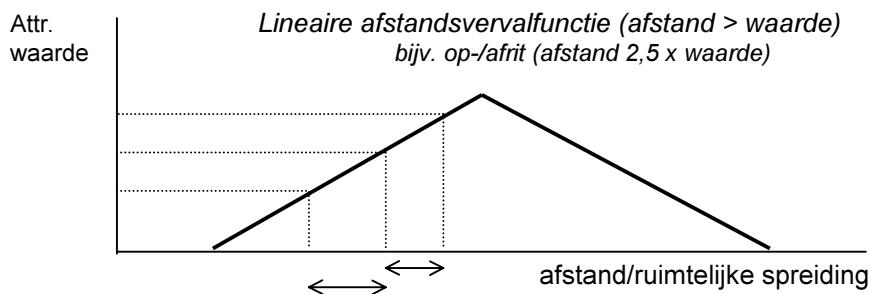
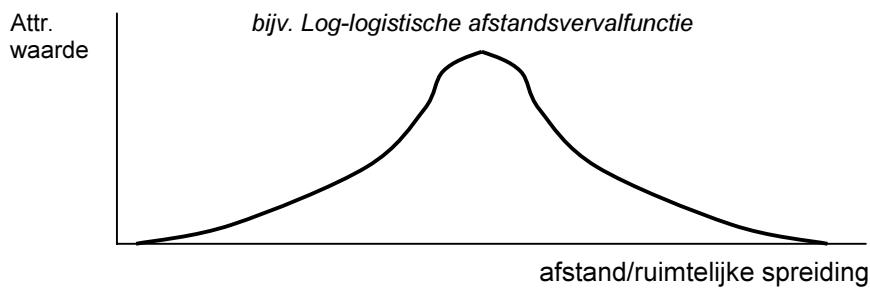
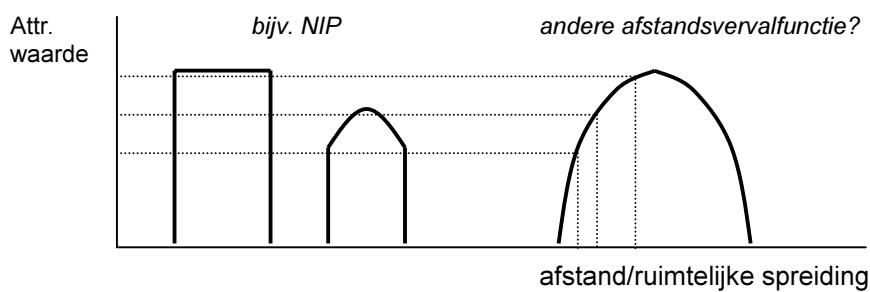
* gecorrigeerd allocatie-algoritme, zie test-AML 3.2 in bijlage 3

Figuur 3.10 – Verdeling van werkareaal over de gridcellen in woonmilieus 3, 4 en 5 in de provincie Utrecht

Uit bovenstaande grafiek blijkt dat de diffusie inderdaad is afgenomen ten opzichte van het origineel van de areaalverdeling voor de woonmilieus 3, 4 en 5 in de provincie Utrecht. Het gebruik van zogenaamde ‘vervlakkende’ attractiviteitsfactoren en functies is dus een belangrijke oorzaak van numerieke diffusie.

Op basis van het voorgaande, kunnen de gebruikte attractiviteitsfuncties geïdentificeerd worden op een continuüm van vlak naar gepiekt, of van breed uitgespreid naar geconcentreerd: zie figuur 3.11 op de volgende bladzijde. Het is duidelijk dat de vlakkere functies leiden tot uitsmeren van de allocatie grondgebruik. Ook een afstandsvervalfunctie of een andere *neighbourhood* functie met een geleidelijk aflopend verval leidt tot een zekere mate van uitsmeren (zeker als dergelijke curves geen eindpunt kennen, maar oneindig een bepaalde waarde blijven behouden²³).

²³ hetgeen vaak resulteert uit empirisch onderzoek naar afstandsgevoeligheid (zie bijv. Hilbers en Verroen en de figuren 1 en 3 uit Wagtendonk en Schotten)

Vlakke attractiviteiten:Aflopende attractiviteiten:Geconcentreerde attractiviteiten:

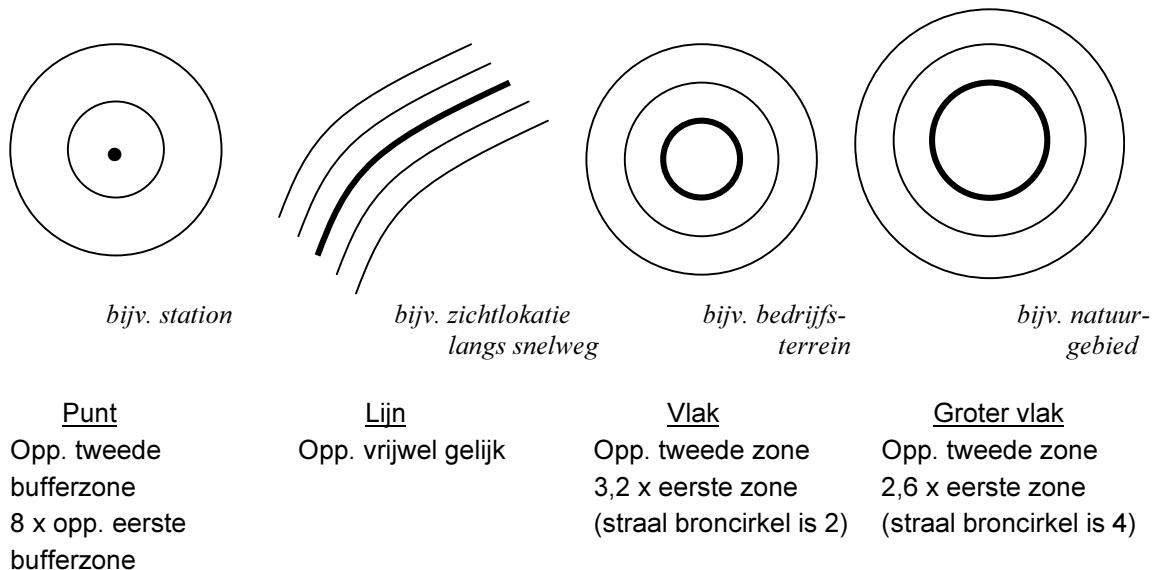
Figuur 3.11 – Attractiviteitsfuncties, van vervlakkend/uitsmerend naar gepiekt/concentrerend

Drie factoren bepalen de ‘smerende’ of ‘diffuserende’ werking van attractiviteitsfuncties:

- De relatieve aanwezigheid van bronpunten, -lijnen of -vlakken; als deze groot is, overlappen de ‘buffervelden’ elkaar, zodat ze weinig of geen nulwaarden bereiken; als deze zo groot is als bijv. bij de nabijheid tot wonen 2020, ontstaat bijna hetzelfde effect als bij ‘vlakke’ factoren als de OAS.
- De richtingscoëfficiënt van de lijn of de vorm van de curve welke de relatie tussen afstand en attractiewaarde bepaalt: als deze vlak afloopt (een richtingscoëfficiënt van minder dan 1, of een verval van minder dan 45 graden), ofwel als het afstandsverval groter is dan het verval van de attractiviteitswaarde (zie de middelste driehoek), is het oppervlak van de lagere attractiviteitswaarden groter dan die van de hogere attractiviteitswaarden, en zal de functie een ‘smerend’ effect hebben. Het tegenovergestelde is het geval in het vierde voorbeeld in figuur 3.11: bij een ‘gepiekte’ lineaire functie met een richtings-coëfficiënt van meer dan 1, is het oppervlak van hoge attractiviteitswaarden groter dan lage, en deze functies hebben dus eerder een ‘concentrerende’ werking. Hetzelfde is het geval bij de S-curves of logaritmische functies: een holle kromme die onder de diagonaal buigt (‘concaaf’; zoals de logaritmische functie in het tweede voorbeeld in figuur 3.11), leidt tot numerieke diffusie, terwijl een bolle kromme die boven de diagonaal uit komt (‘convex’; zoals de *bell shape* in het vijfde voorbeeld), geen uitsmeer-effect, maar eerder een concentrerend effect oplevert. Het vijfde voorbeeld toont ook de allocatie in NIP-werklokaties (Nederland In Plannen): in feite is hier ook gebruik gemaakt van een attractiviteitsfunctie, waarbij de hoogte van de attractiviteitswaarde alleen afhangt van de beschikbare bouwgrond en de hoogte van de regionale claim. In het geval van de in het voorbeeld gebruikte factor ‘afstand tot op- en afrritten’ was het afstandsverval 2 ½ maal zo groot als het attractiewaarde-verval (2500:1000), en bij ‘afstand tot stations’ was het 1 ½ maal (1500:1000). Pas als het afstandsverval gelijk of kleiner is dan het attractiewaardeverval zal geen numerieke diffusie optreden als gevolg van de gebruikte afstandsvervalfunctie.
- Of de potentiaalfuncties uitgaan van bronpúnten, lijnen of vlakken (zie figuur 3.12). Hieruit wordt duidelijk dat het oppervlak van de tweede en verdere bufferzones, ofwel de lagere attractiviteitswaarden, ten opzichte van de eerste zone(s) het grootst is bij bronpunten. Alleen bij rechte lijnen neemt het oppervlak niet toe met de afstand, terwijl de oppervlakte van verdere zones of lagere attractiviteitswaarden geleidelijk daalt met de grootte van het bronvlak. De numerieke diffusie is dus het grootst bij het gebruik van afstandsvervalfuncties vanaf punten (zoals op-/afritten of stations). Zij is kleiner bij kleine vlakken (zoals huidige werklokaties²⁴) en nog kleiner bij grote vlakken (zoals wellicht

²⁴ ‘Nabijheid huidig werken’ en ‘nabijheid tot woongebieden in 2020’ werden niet in een directe afstandsvervalfunctie vanaf een polygoon berekend, maar in een *focalsum of filtering function*; hierbij treedt echter een vergelijkbaar effect op.

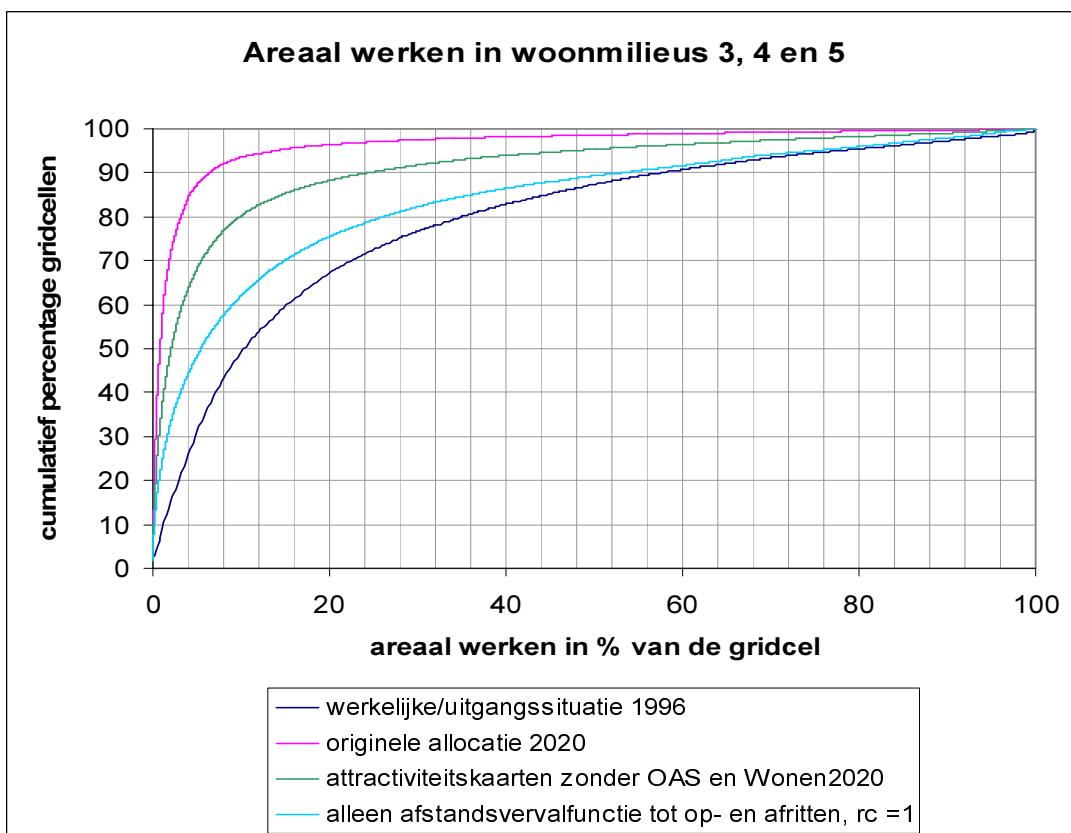
woongebieden 2020). Hoe groter het bronvlak, hoe minder de diffusie. De diffusie is het kleinst bij afstandsvervalfuncties vanuit lijnen.



Figuur 3.12 – Het ‘smerend’ effect van afstandsvervalfuncties vanuit bronpunten, lijnen of vlakken (bovenaanzicht of normaal kaart- of luchtfotoperspectief)

Figuur 3.9 en 3.10 laten zien dat de numerieke diffusie terugloopt door het verwijderen van ‘smerende’ attractiviteitsfuncties uit de allocatie van werkareaal in 2020, in vergelijking met het origineel en de uitgangssituatie.²⁵ Toch vertoont ook de onderste kaart in figuur 3.9 nog vrij veel lichtroze, zeer kleine arealen, en loopt de curve in figuur 3.10 nog steeds vrij steil omhoog. Dit zou kunnen komen doordat de allocatie een ‘smerende’ afstandsvervalfunctie blijft bevatten: de afstand tot op- en afritten, met een functie waarin het afstandsverval $2\frac{1}{2}$ maal zo groot is als het ‘attractiviteitsverval’. Om deze invloed te isoleren is daarom ook een test gedaan met een attractiviteitskaart waarin alleen de afstand tot op- en afritten met een afstandsverval gelijk aan het ‘attractiviteitsverval’ (dus een lineaire functie met een richtingscoëfficiënt van 1; in dit geval een aflopende afstand tot 1000 meter) verwerkt is. Zie de lichtblauwe curve in figuur 3.13. Hierbij is de diffusie sterk verminderd, maar deze is nog steeds iets groter dan in de uitgangssituatie. Deze overblijvende diffusie zou het gevolg kunnen zijn van het gebruik van bronpunten. De meest gebruikte afstandsvervalfuncties werken echter met bronpunten, hoewel ook op lijnen gebufferd wordt (zoals bijvoorbeeld bij zichtlocaties vanaf snelwegen). De vorm van attractoren en attractiviteitsfuncties is dus van invloed op de numerieke diffusie, maar de inhoudelijke onderbouwing van functies en de beschikbaarheid van gegevens maken het vaak moeilijk om ‘gepiekte’ functies en minder ‘smerende’ attractoren te kiezen.

²⁵ In paragraaf 2.2 werd ook gebruik gemaakt van de nul-waarden om de kaartbeelden te vergelijken. Hier is dat niet mogelijk omdat de nul-waarden in de test-allocaties kunstmatig zijn verhoogd: teneinde de ophoging van de attractiviteit met de waarde 1 eruit te halen (welke diffusie veroorzaakt – zie volgende paragraaf) en toch de claims kwijt te kunnen, werd de beschikbare bouwgrond aangepast aan de attractieve gebieden (zie test-AML



Figuur 3.13 – Numerieke diffusie bij aangepaste attractiviteitskaarten (voor heel Nederland)

We kunnen dus concluderen dat een belangrijke oorzaak van numerieke diffusie gelegen is in de attractiviteitskaarten en daarin gebruikte attractiviteitsfuncties. Afstandsvervalfuncties en andere functies gebaseerd op geografische nabijheid hebben vrijwel altijd een diffusie-opwekkende invloed, maar sommige potentiaalkaarten zijn zo ‘vervlakkend’ en vergroten de diffusie dermate dat er een duidelijk beeld van ‘alles-verspoelende gele vla’ ontstaat.

3.5 Het allocatie-algoritme

In deze paragraaf wordt besproken hoe de attractiviteitskaarten gebruikt zijn voor het alloceren van (werk-)areaal aan de 500m-gridcellen. Dit is gedaan volgens het volgende vereenvoudigde allocatie-algoritme²⁶:

$$\text{Allocatie}_{\text{cel}} = \text{Claim}_{\text{regio}} \times \frac{\text{Besch.bouwgr.} \times (\text{Attractiviteit}_{\text{cel}} + 1)}{\sum \text{Attractiviteit}_{\text{regio}}}$$

3.2), waardoor niet wordt gealloceerd in niet-attractieve gebieden, welke zeer groot zijn als je OAS en Wonen 2020 eruit haalt; alleen gebieden dichtbij bestaande werkgebieden en op- en afrritten blijven over.

²⁶ In het ArcInfo-voorbeeld in bijlage 2 wordt dit zogenaamde *scale sum*-algoritme toegepast in alle drie de allocatie-stappen: NIP, woonmilieus 1 en 2, woonmilieus 3, 4 en 5

Deze formule geeft aan dat de regionale claims verdeeld worden over de gridcellen binnen de betreffende regio's (hier: postcodegebieden) naar proportie van de attractiviteitsverdeling over de cellen, en gelimiteerd door de beschikbare bouwgrond. In paragraaf 3.3 is aangetoond dat de begrenzing van de allocatie door de beschikbare bouwgrond geen effect heeft op de numerieke diffusie. In deze paragraaf wordt ingegaan op de rest van het algoritme. Daarbij dient vooraf vermeld te worden dat bovenstaand algoritme niet identiek is aan het RuimteScanner allocatie-algoritme, maar dat daarin wel eenzelfde soort evenredige verdeling plaatsvindt.²⁷

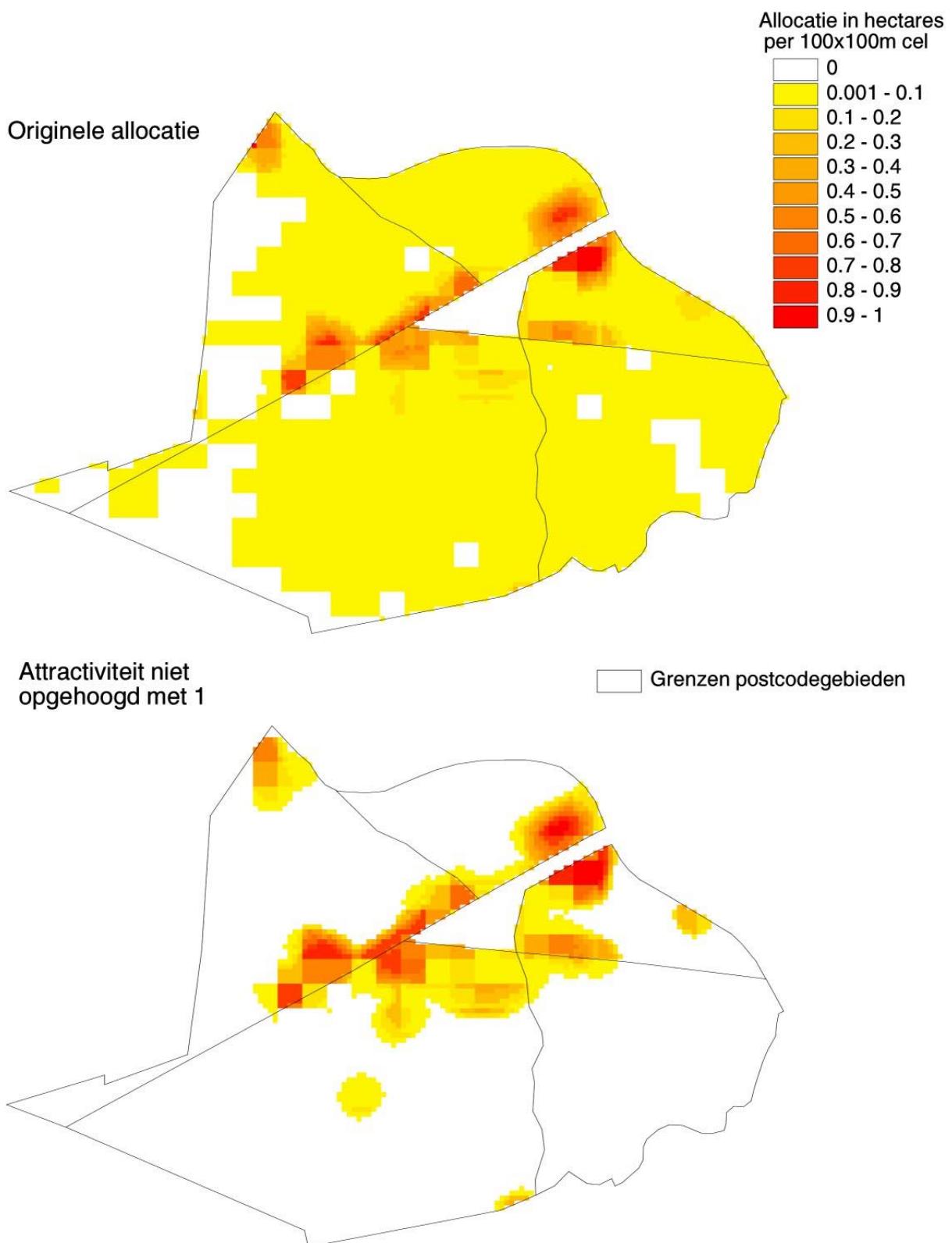
In bovenstaand algoritme, zoals gebruikt voor de bestudeerde allocatie van werk-areaal, is de attractiviteit per cel opgehoogd met het getal 1. De rationale achter deze ophoging is als volgt: de claims zijn aangepast aan de totale beschikbare bouwgrond per postcodegebied (zie paragraaf 3.2), en kunnen niet weggezet worden als geen gebruik gemaakt zou worden van gebieden waar de attractiviteit nul is. Deze gebieden zijn door de ophoging met 1 ook gebruikt, en het ligt voor de hand dat dit het uitsmeren van kleine allocaties werkareaal over dergelijke gebieden kan bewerkstelligen.

In de originele *output*kaart constateren we veel numerieke diffusie in enkele grote ‘stedelijke’ postcodegebieden buiten de Randstad (woonmilieus 1 en 2, apart bekeken omdat hiervoor geen erg vervlakkende attractiviteitsfuncties zijn gebruikt; zie bijlage 1.2): Weert, Veghel, Hellevoetsluis, rond Enschede, Hoorn, en Amstelveen en Hoofddorp bijvoorbeeld. Klaarblijkelijk bevinden zich hier weinig of geen stations en weinig werkgebieden in 1996. In figuur 3.14 zijn de stedelijke postcodegebieden van Weert, Midden-Limburg, uitgelicht om het effect van de ophoging aan te tonen.

De originele allocatie toont een groot gebied waar minder dan 0,25 hectare per 100m-cel neergezet wordt. Als we de ophoging eruit halen, wordt dit gebied sterk gereduceerd, en wordt er meer gealloceerd in cellen nabij attractoren. Ongeacht de plausibiliteit van de gebruikte attractoren en functies en daarmee de realiteitswaarde van deze uitsnede van het kaartbeeld, wordt hiermee aangetoond dat de ophoging met het getal 1 plaatselijk een belangrijke oorzaak van numerieke diffusie is.

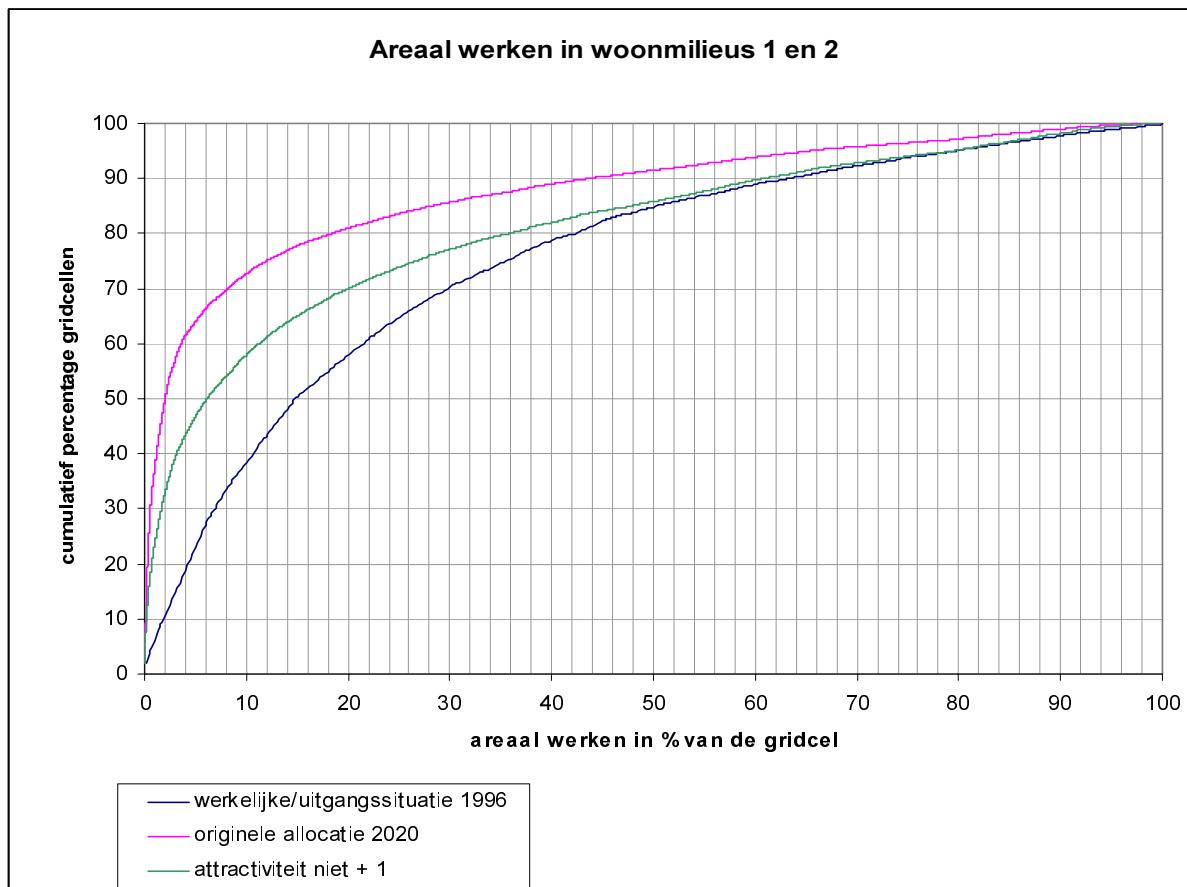
Dit blijkt ook uit de curve in figuur 3.15, welke de allocatie in woonmilieus 1 en 2 voor heel Nederland weergeeft. Door het verwijderen van de attractiviteitsophoging is de numerieke diffusie ongeveer met de helft verminderd ten opzichte van de werkelijkheid in 1996 in het geheel van de woonmilieus 1 en 2. Plaatselijk, zoals in de uitsnede van Weert, is de diffusie nog veel sterker teruggebracht. Maar over geheel Nederland bezien, inclusief de veel uitgestrekter oppervlakte van woonmilieus 3, 4 en 5, is de invloed geringer, omdat de allocatie in woonmilieus 3, 4 en 5 gedomineerd wordt door ‘smerende’ attractiviteitsfuncties.

²⁷ Het RuimteScanner-algoritme is gebaseerd op een zelfde soort formule, onder de voorwaarden dat de allocatie per regio gelijk is aan de regionale claim en de allocatie per cel (voor meerdere grondgebruikstypen) de beschikbare hoeveelheid ruimte/bouwgrond niet overschrijdt (ofwel sommeert tot deze hoeveelheid); zie hiervoor Schotten et al. (1997), blz.24/25, en Scholten et al. (1999), blz.121



Figuur 3.14 – Allocatie van werkareaal in woonmilieus 1 en 2 rond Weert, Midden-Limburg: origineel en zonder ophoging van de attractiviteit (in 100x100m-gridcellen)

In allocaties waar minder ‘smerende’ functies in de attractiviteitskaarten zitten, zou de invloed van de ophoging erg groot zijn.



Figuur 3.15 - Verdeling van werkruimtebeslag in woonmilieus 1 en 2, origineel en zonder ophoging van de attractiviteit (NB: 11% van de postcodegebieden behouden restclaims!)²⁸

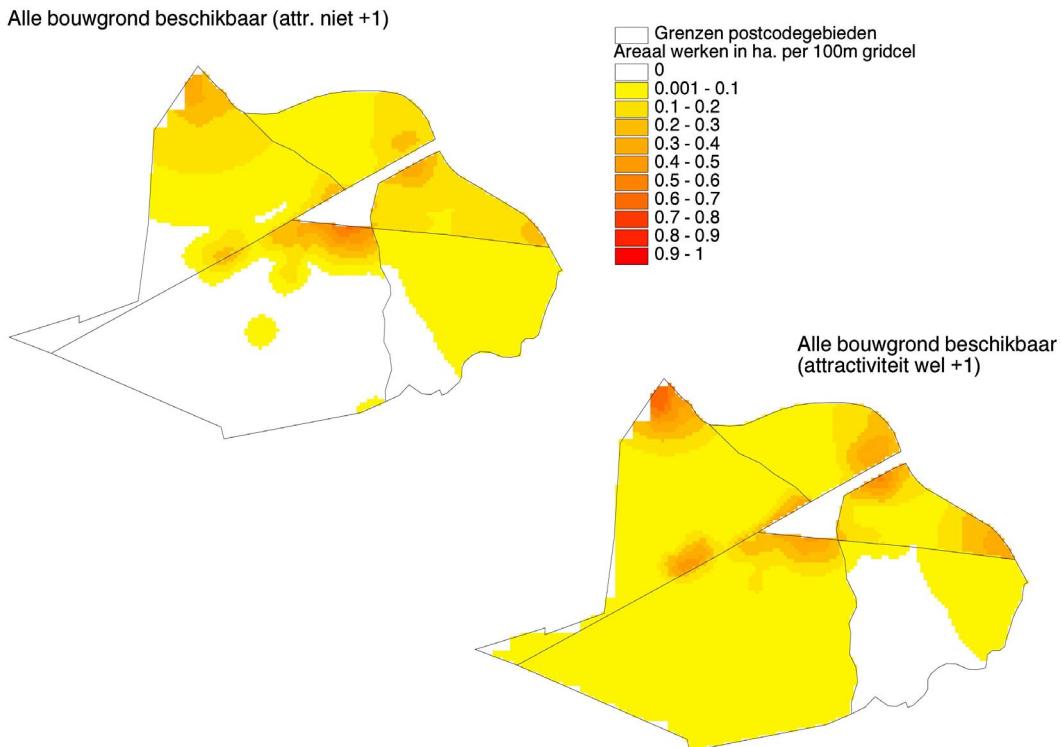
De ophoging van de attractiviteit is een ad-hoc ‘noodgreep’ die is toegepast in de ArcInfo-berekeningen om er zoals gezegd voor te zorgen dat de claims vrijwel volledig weggezet kunnen worden. Door de ophoging wordt de restclaim in feite evenredig verdeeld over de cellen die geen attractiviteitswaarde hebben, en daarmee is dus vrij simpel verklaard waarom er daar een uitsmeer-effect optreedt. Als alternatief kunnen de claims ‘afgekapt’ worden tot het niveau van de beschikbare bouwgrond in attractieve gebieden (zoals in test-AML’s 3.1 en 3.2). Dan is er geen diffusie meer als gevolg van de ophoging, maar hiermee worden de claims zwaar ‘gemanipuleerd’ en de waarde van de sectorale prognoses sterk aangetast.²⁹

²⁸ De toedeling volgens het vermelde algoritme vindt gelijk aan de RuimteScanner plaats in meerdere optimaliserende iteraties, waarbij steeds een nieuw deel gealloceerd wordt. In vijf iteraties is gewoonlijk een optimale *Goodness-of-Fit* bereikt waarbij bijna alle claims weggezet kunnen worden. Omdat de ophoging eruit gehaald is behouden in dit geval echter 11 % van de postcodegebieden met woonmilieus 1 en 2 na vijf iteraties een restclaim. Ongeacht het aantal iteraties blijft de allocatie een substantiële restclaim behouden, omdat de attractiviteit niet is afgestemd op de claims. In test-AML 3.3 in bijlage 3 is de bouwgrond aangepast aan de attractiviteit (niet-attractieve gebieden worden van de bouwgrond afgetrokken) en wordt gealloceerd in het aantal iteraties dat nodig is om de claims bijna volledig weg te zetten. Daarbij krijgen we een resultaat dat identiek is aan figuur 3.13. De restclaims hebben dus geen invloed op de numerieke diffusie.

²⁹ Een ander alternatief wordt gegeven in de Aanbevelingen (par. 4.2).

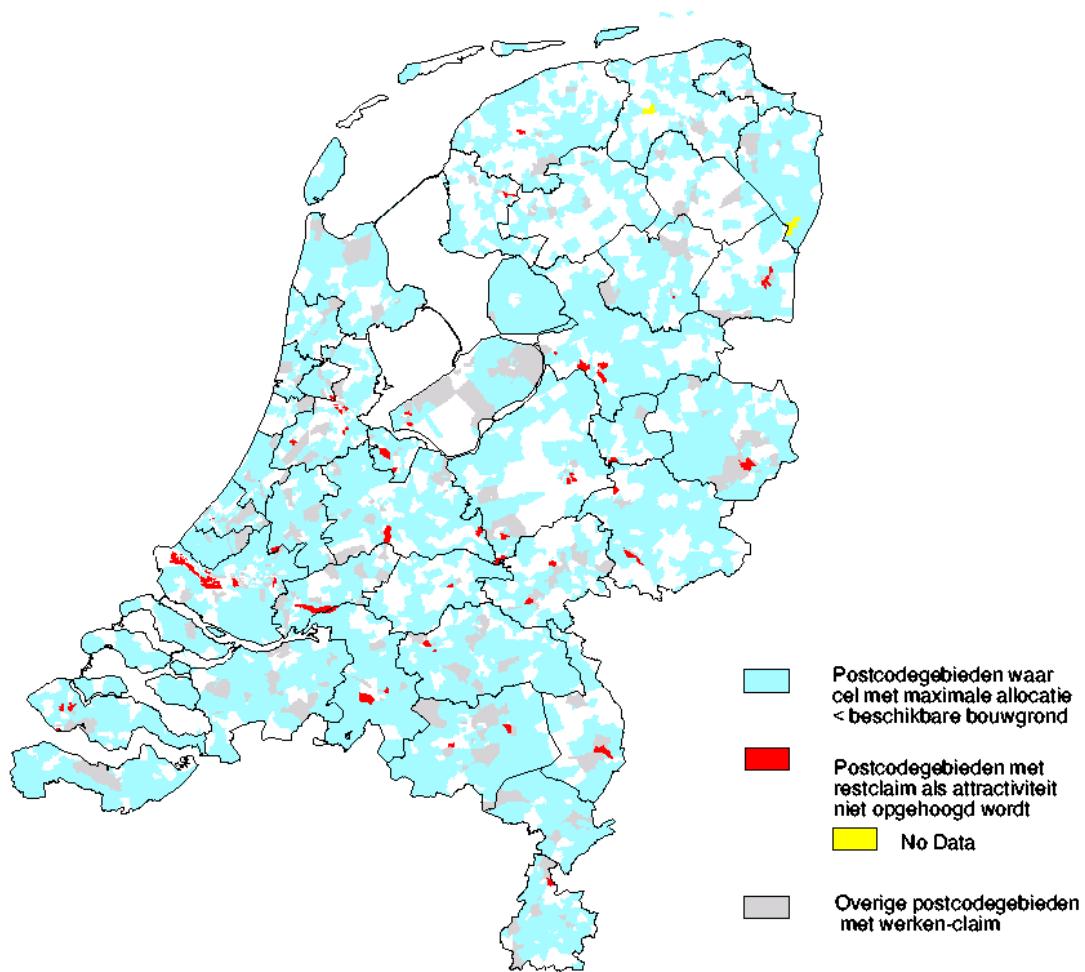
In de RuimteScanner wordt geen gebruik gemaakt van de ophoging van de attractiviteit zoals hier beschreven, maar daarin wordt de resterende claim voor zover zij niet binnen het attractieve gebied valt te plaatsen op een andere wijze verdeeld over het niet-attractieve gebied. Aangezien er ook een sterke diffusie aanwezig is in de RuimteScanner-beelden, is dit mogelijk ook daarin een oorzaak. Dit verdient nader onderzoek.

Een tweede oorzaak van numerieke diffusie met betrekking tot het allocatie-algoritme wordt duidelijk uit figuur 3.16 en kaart 1.5 in bijlage 1, waarin geen bouwrestricties zijn opgenomen (de EHS en woongebieden zijn niet van de bouwgrond afgetrokken – zie test-AML 3.3). Deze kaarten tonen een groot gebied met kleine werkarealen, waarbij zelfs de gebieden nabij de attractoren geen zeer hoge waarden krijgen. Er zijn nauwelijks cellen met meer dan een halve hectare werkareaal per cel van 100x100m. Uit de *output*gegevens blijkt in het COROP-gebied Midden-Limburg geen enkele cel voor meer dan 60 % (zonder attractiviteitsophoging) of 70 % (met attractiviteitsophoging) vol gezet te zijn. Dit lijkt niet erg realistisch of aannemelijk, omdat werkgebieden, vooral bedrijfs- en kantoorterreinen, veelal minstens 1 hectare beslaan (het gemiddelde werkgebied in 1996 was zelfs 6,9 hectare; zoals afgeleid uit de samengevoegde polygonen van de Bodemstatistiek-bestanden). Bovendien wijst het erop dat het allocatie-algoritme de claim op een ‘kaasschaaf’-achtige wijze uitspreidt over de cellen, zodat overal een naar de attractiviteitsverdeling evenredig deeltje van de claim terecht komt, in plaats van de meest attractieve cellen vol te zetten.



Figuur 3.16 – Allocatie van werkareaal in woonmilieus 1 en 2 rond Weert, Midden-Limburg, waarbij alle bouwgrond beschikbaar is: met en zonder ophoging van de attractiviteit

Hoe groot dit probleem ook in de oorspronkelijke allocatie is, zien we in figuur 3.17, waar de postcodegebieden zijn aangegeven waar de 100m-cel met de maximale allocatie de daar beschikbare bouwgrond niet vol zet.



Figuur 3.17 – Diffusie onder invloed van het allocatie-algoritme (allocatie werkareaal 2020, EC liberaliseriseringvariant, attractiviteit niet opgehoogd)

Het betreft hier 1946 postcodegebieden, of 83 % van het totaal aantal postcodegebieden met een originele claim werken. In deze gebieden bereikt de maximum-allocatie niet de beschikbare bouwgrond, en is er dus sprake van een smeereffect onder invloed van het evenredige allocatie-algoritme. Het allocatie-algoritme spreidt de claim uit over de cellen, zodat er overall een beetje areaal terecht komt maar vrijwel nergens een concentratie. Dit is natuurlijk afhankelijk van de differentiatie in de attractiviteitskaarten. Men zou dus kunnen zeggen dat in deze gebieden de differentiatie in de attractiviteitskaarten tekort schiet ten opzichte van de hoogte van de regionale claim.

De oorzaak van de numerieke diffusie ligt in deze gevallen in een gebrek aan afstemming tussen de claims en de attractiviteitsverdeling per toedelingsregio. Ook de gebieden die een restclaim overhouden als de attractiviteit niet wordt opgehoogd met het getal 1 zijn in kaart 3.8 aangegeven: hier kan de claim niet weggezet worden met de gebruikte attractiviteitsfuncties, en ook hier is dus sprake van een discrepantie tussen de claims en de attractiviteits-

verdeling. Het betreft hier 69 postcodegebieden, of 3 % van het totaal aantal postcodegebieden met een originele claim werken.³⁰

In de overige postcodegebieden met een claim werkareaal (in figuur 3.17 in grijs aangegeven) lijkt de claim wel ongeveer overeen te stemmen met de attractiviteitsverdeling. Slechts in deze gebieden is sprake van een balans tussen de berekening van de claims tot aan het regioniveau en de attractiviteitsfactoren en –functies op lokaal, binnen-regionaal niveau. Het betreft hier 289 postcodegebieden of 12 % van het aantal claim-postcodegebieden.

Door de evenredigheid van het allocatie-algoritme is de attractiviteitsverdeling de bepalende factor bij het alloceren en ligt hierin de belangrijkste oorzaak van numerieke diffusie. Bij het gebruik van dit algoritme blijken de claims en de attractiviteitsverdeling vaak niet op elkaar afgestemd te zijn. In het onderzochte voorbeeld is gebruik gemaakt van factoren en functies die slechts variëren voor ‘stedelijke’ en ‘landelijke’ postcodegebieden, terwijl historische analyses uitwijzen dat er veel meer lokaal gedifferentieerde factoren en functies kunnen meespelen.³¹ Bij het afstemmen tussen de berekening van de invoergegevens (claims) en de allocatie-bewerkingen (attractiviteitskaarten, aannames m.b.t. verdringing, bouwplannen, e.d.) zijn de volgende zaken van belang:

- Zijn beide modellen (invoermodel/claimberekeningsmodel en RuimteScanner/GIS-allocatiemodel) alleen vraag- of ook aanbodsmodellen?
- Is er bij beide sprake van dezelfde definitie van het grondgebruik? (en niet alleen bedrijfsterreinen bij de invoer en ook kantoor- en winkelcentra bij de bewerkingen, zoals in het onderhavige geval)
- Is er bij beide rekening gehouden met de bestaande situatie (ruimtelijke verdeling inwoners/woningen, arbeidsplaatsen/grondgebruik)?
- Gaan beide modellen uit van dezelfde principes bij concurrentie tussen ruimtegebruiksfuncties (bijv. verdringingsreeks of prijzenmechanisme)?
- Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen de variabelen in het invoermodel en het allocatiemodel? Als het invoermodel bijvoorbeeld uitgaat van bevolkingsontwikkelingen en agglomeratievoordelen, zouden deze misschien ook een rol moeten spelen bij de keuze van de attractiviteitsfactoren en –functies in het GIS-allocatiemodel? Wordt alleen gekeken naar positieve *pull*-factoren of ook naar negatieve *push*-factoren? Zijn de variabelen in beide modellen afgestemd op het geografisch niveau waarop ze zijn ingezet: het invoermodel zou regionaal (COROP- of postcodegebied?) differentiërende variabelen moeten bevatten en het GIS-allocatiemodel lokaal (gridcelniveau) differentiërende variabelen. Hoe zijn deze voorwaarden te verenigen?

³⁰ Het gaat hier om die gebieden waarvoor de ophoging noodzakelijk was, maar het zijn niet de enige gebieden waar een smeer-effect optreedt als gevolg van de ophoging. We zagen dat dit vooral gebeurt in de woonmilieus 1 en 2, bijvoorbeeld in Weert, Midden-Limburg.

³¹ zie bijvoorbeeld de regressie-analyses die zijn gebruikt om de lokaal differentiërende variabelen in het OPERA-model te selecteren: Louter (1997); zie bijvoorbeeld ook Wagtendonk en Schotten (2000)

- Wat is de grondslag voor het berekenen van de claims in arealen? Vaak rekent het invoermodel niet in arealen, maar in bijvoorbeeld aantal woningen of arbeidsplaatsen, welke daarna omgezet worden in arealen, bijvoorbeeld met behulp van regionaal gedifferentieerde aannames wat betreft de bouwdichtheid (bij wonen bijv. alleen gedifferentieerd naar landsdeel) of met behulp van de BedrijfsLokatieMonitor (welke ook per sector per landsdeel differentieert). Een te grof differentiatieniveau kan leiden tot plaatselijk te hoge of te lage claims in verhouding tot oppervlakte, beschikbare ruimte en lokale attractoren.
- Wat voor soort verdelingsalgoritme wordt gebruikt voor het invoermodel en welke voor het GIS-allocatiemodel: een evenredige verdeling, een getrapte verdeling of een ander soort verdelingsmodel?³² Terwijl het *scale sum* algoritme duidelijk een evenredige verdeling gebruikt, is het invoermodel van de liberaliseringvariant wonen 2020 (berekening van toekomstige woningvoorraad per postcodegebied, zie Heida en Poulus 2000) ook uitgegaan van een evenredige verdeling, met wellicht een zelfde uitsmeereffect van claims over de postcodegebieden.

Deze lijst maakt al duidelijk dat deze afstemming geen eenvoudige zaak is. Als voor de meeste regio's een juiste balans is gevonden, kan er bovendien nog diffusie optreden als gevolg van het gebruik van ‘smerende’ attractiviteitsfuncties.

Een andere mogelijkheid om de diffusie als gevolg van een gebrekkige afstemming tussen claims en attractiviteit te beperken, zou kunnen liggen in een ander allocatie-algoritme, welke minder numerieke diffusie teweeg brengt. Men kan denken aan een trapsgewijze allocatie, of aan het toedelen van overtollige claims aan nabijgelegen regio's. Deze mogelijkheden worden besproken in paragraaf 4.2, de aanbevelingen.

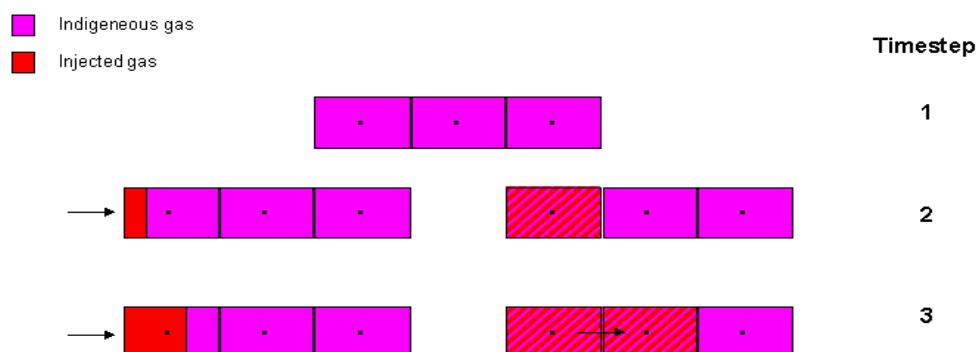
De conclusie is gerechtvaardigd dat het allocatie-algoritme in combinatie met een gebrekkige afstemming tussen claims en attractiviteitsverdeling ook meewerkt aan het bevorderen van numerieke diffusie. De ophoging van de attractiviteit teneinde de claims kwijt te kunnen is een duidelijk diffusie-bevorderend element. De rest van het algoritme is gebaseerd op een logische evenredige verdeling, welke ervoor zorgt dat de attractiviteitsverdeling bepalend is voor de allocatie. Het is daarom misschien moeilijk om te stellen dat het algoritme de oorzaak is van numerieke diffusie; het is veeleer de attractiviteitsverdeling welke als oorzaak aangemerkt kan worden. Desalniettemin zou de diffusie wel bestreden kunnen worden door het algoritme aan te passen, zeker gezien de moeilijkheid om minder ‘smerende’ attractiviteitsfuncties te vinden.

³² Hierbij valt te denken aan het in Schotten et al. (1997) genoemde natuurkundig entropiemodel, ruimtelijk interactiemodel, of het in de Ruimtescanner gebruikte kansmodel op basis van vraag en aanbod. Een getrapte verdelingsalgoritme, waarbij eerst de meest attractieve cellen worden volgezet en in een tweede stap de daarna meest attractieve en zo verder, wordt door Heida en Poulus (2000) gezien als alternatief voor een evenredig verdelingsalgoritme (zie hun blz. 44).

3.6 Nogmaals: numerieke diffusie

Nu het hele bewerkingsproces is besproken en de oorzaken van het uitsmeereffect in de gridkaarten van toekomstig grondgebruik zijn opgespoord, kan de toepassing van het begrip numerieke diffusie verduidelijkt worden. In onderstaande figuur 3.18 wordt het diffusieproces in simulatie van natuurkundige processen als voorbeeld genomen en uitgewerkt hoe de evenredige verdeling over een postcodegebied zonder en met toenemende attractiviteitsdifferentiatie numerieke diffusie beïnvloedt. De gebruikte attractiviteitsfuncties zijn sterk bepalend voor het eindresultaat. Het probleem van afstemming tussen claims en attractiviteit is tevens een belangrijke factor in het ontstaan van numerieke diffusie.

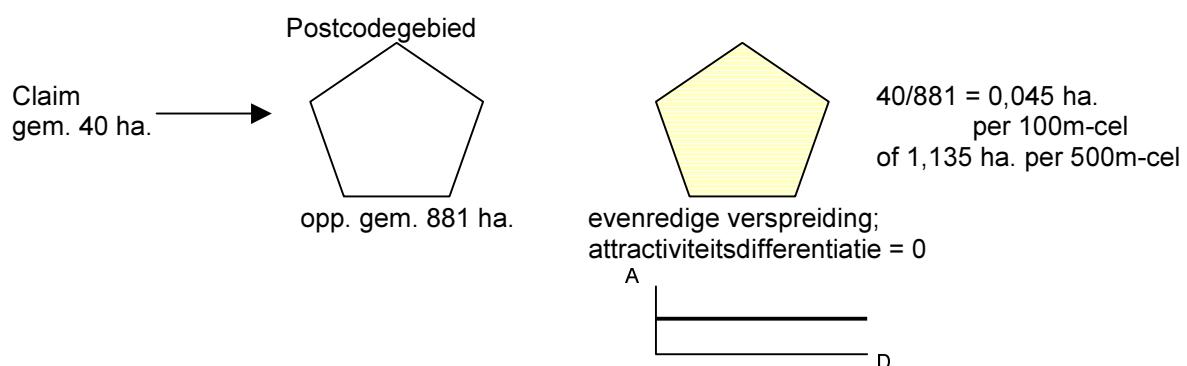
Numerieke diffusie in simulatie van gasvermenging



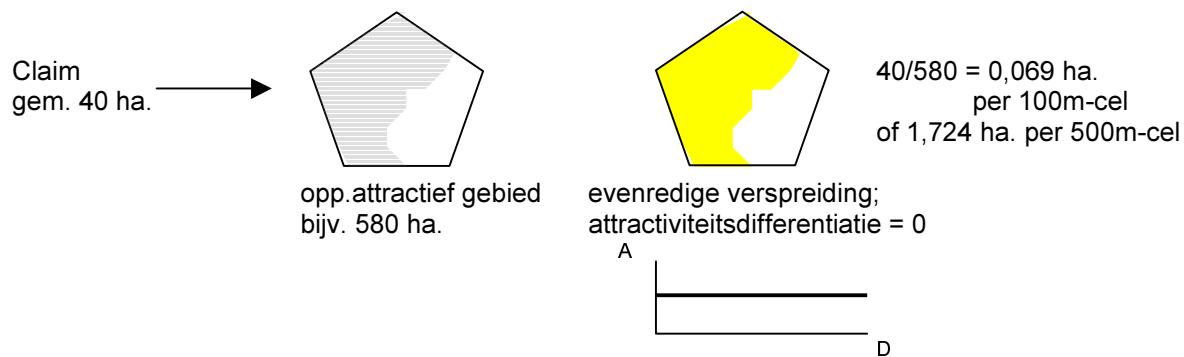
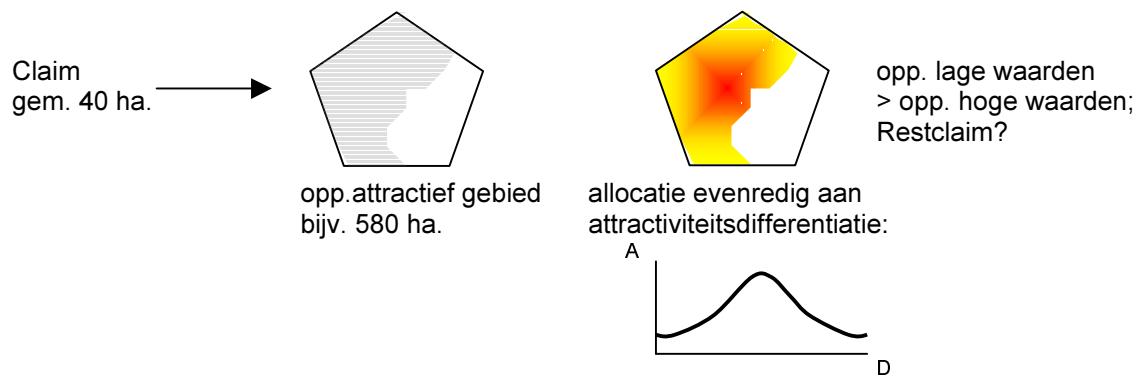
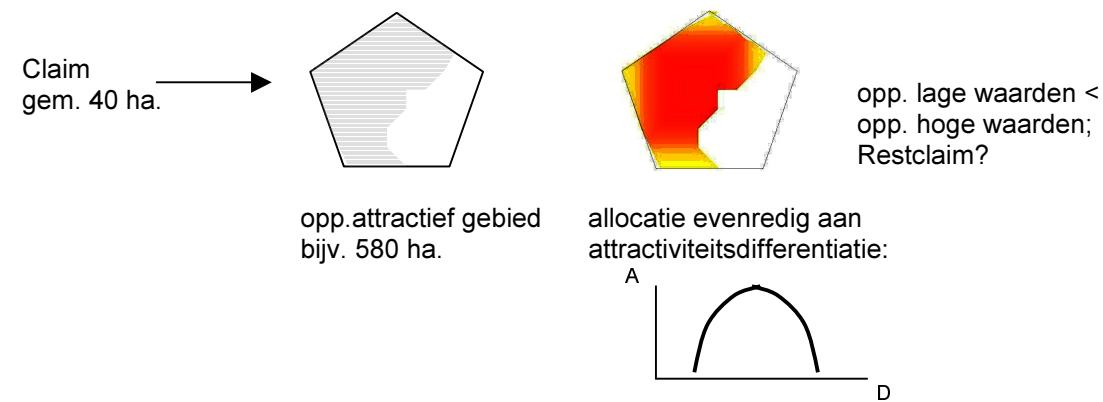
Bron: <http://www.force.org/PDW-Seminars/Recovery/WAG-Mon-99/ugsgrijp/sld005.htm>

Numerieke diffusie in gridkaarten

Theoretische uitgangssituatie:



(zie vervolg op volgende bladzijde)

Allocatie alleen in attractief gebied:*Allocatie op basis van enige attractiviteitsdifferentiatie:**Allocatie op basis van veel attractiviteitsdifferentiatie:**Figuur 3.18 – Verbeelding van numerieke diffusie in gridkaarten*

4. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden conclusies getrokken uit de resultaten van het onderzoek naar de oorzaken van het uitsmeereffect in de gridkaarten van toekomstig grondgebruik die op het RIVM zijn vervaardigd volgens de RuimteScanner-methode. Paragraaf 4.1.1 bevat algemene constateringen over de kaartbeelden, het bewerkingsproces en de mate van uitsmeren of numerieke diffusie. Paragraaf 4.1.2 bevat een overzicht van de oorzaken van de diffusie. Paragraaf 4.2 tenslotte geeft aanbevelingen voor het verminderen van numerieke diffusie.

4.1 Conclusies

Het uitsmeereffect kan ‘numerieke diffusie’ genoemd worden, analoog aan de in numerieke modellen aangetroffen verspreiding van numerieke waarden welke afgeleid worden uit andere waarden of variabelen, *from a higher to a lower concentration*.

4.1.1 Verkenning van kaartbeelden en bewerkingsproces

- (a) Alle kaartbeelden van het toekomstig grondgebruik wonen en werken in Nederland, gemaakt door het RIVM met toekomstsimulatiemodellen als de RuimteScanner of in ArcInfo, vertonen ‘numerieke diffusie’, d.w.z. het betreffende grondgebruik is over een groot gebied uitgesmeerd, met voor een groot deel slechts kleine stukjes woon- of werkgebied per gridcel van 500x500m. In het nader onderzochte toekomstbeeld werken in 2020 volgens de liberaliseringvariant heeft 30% van de cellen een werkoppervlak van minder dan 25x25m. De toekomstbeelden bevatten geen minimale oppervlaktes voor het alloceren van arealen, en bevatten zodoende ook cellen met één of slechts luttele vierkante meters. Het grondgebruik wonen volgens de Bodemstatistiek 1996 bestaat daarentegen uit polygonen met een minimumoppervlakte van ongeveer 500m² en een gemiddeld oppervlak van 6,9 ha. De toekomstbeelden zijn (globaal genomen, volgens de in hoofdstuk 2 gepresenteerde indicator) twee tot drie keer zo uitgesmeerd als het werkelijk areaal in 1996.
- (b) Aangezien de RuimteScanner uitgaat van een ‘kansmodel’, staan de bovengenoemde arealen eigenlijk voor de kans op dat grondgebruik in die cellen. Hoewel het fysiek onmogelijk is om woon- of werkgebieden van één of slechts enkele vierkante meters per gridcel aan te treffen, is het in die zin wel mogelijk dat in een groot deel van de cellen de kans op dat grondgebruik klein is. Echter, hoe groter het aandeel met een kleine kans is, hoe geringer de voorspellende waarde van het toekomstbeeld. Om meer ‘zekerheid’ over de toekomst te krijgen, dient de numerieke diffusie beperkt te worden.

(c) De RuimteScanner is onderdeel van een modelketen, waarbij de allocatie uitgaat van de invoer van prognose-arealen per ruimtelijke eenheid, afkomstig uit sectorale rekenmodellen. Indien prognoses voor kleine eenheden worden ingevoerd, zoals postcodegebieden, wordt het toekomstbeeld sterker bepaald door de uitkomsten van deze rekenmodellen dan door het RuimteScanner GIS-model, maar hierdoor ontstaat wel een veelvuldiger discrepantie tussen de regionale claims en de attractiviteitsverdeling binnen deze regio's, welke onder de gehanteerde condities met betrekking tot het allocatiemodel en de attractiviteitskaarten numerieke diffusie in de hand werkt (zie voor een nadere uitwerking par.4.1.2). In de bestudeerde allocatie volgens het liberaliseringsscenario is met opzet gekozen voor een nadruk op het sectorale rekenmodel, maar hierdoor voegt de GIS-allocatie naar gridcelniveau weinig, of eigenlijk alleen diffusie, toe aan de ruimtelijke verdeling uit het rekenmodel: vergelijk de kaart van de claims op postcodeniveau (figuur 3.3) met de uiteindelijke allocatie op gridcelniveau (figuur 2.3 of bijlage 1.4). Bij het gebruik van prognoses op hogere schaalniveau's, bijvoorbeeld COROP-gebieden, wordt de allocatie sterker bepaald door het RuimteScanner-model en dan met name door de attractiviteitskaarten.

De invoergegevens kunnen niet direct als oorzaak van de numerieke diffusie op gridcelniveau gezien worden. Naast het ruimtelijk schaalniveau van de invoergegevens kunnen ook de beperkingen van deze gegevens echter indirect wel een rol spelen bij het ontstaan van tot diffusie leidende discrepancies tussen regionale claims en attractiviteitsverdeling (zie weer par.4.1.2). Beperkingen met betrekking tot de definitie van een bepaald grondgebruik, modelbeperkingen, kwaliteit en betrouwbaarheid van de brongegevens die gebruikt zijn voor het rekenmodel, het differentiatieniveau van de vertaling van rekenmodel-*output* naar arealen en dergelijke werken door en kunnen zich uiten in numerieke diffusie in het uiteindelijke toekomstbeeld.

(d) In de toekomstberekeningen voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening is gebruik gemaakt van een verdringingsreeks, waarbij ervan uitgegaan werd dat het grondgebruik wonen alle andere grondgebruikstypen inclusief werken kan verdringen, maar niet andersom. Hoewel de invloed van het huidige grondgebruik op het toekomstbeeld hierdoor beperkt wordt, is aangetoond dat dit uitgangspunt geen oorzaak is van numerieke diffusie.

4.1.2 Oorzaken van numerieke diffusie

De numerieke diffusie in de bestudeerde gridkaarten van toekomstig grondgebruik wordt veroorzaakt door de volgende factoren:

- 1) Geringe differentiatie in de attractiviteitskaarten, ofwel de mate waarin ‘vervlakkende’ attractiviteitsfuncties zijn gebruikt, d.w.z. functies met veel gemiddelde waarden en weinig extremen en nul-waarden. Dit betreft ook lineaire afstandsverval-functies met een richtingscoëfficiënt van minder dan 1 of non-lineaire, grotendeels concaaf gevormde

afstandsvervalcurves, welke beide zorgen voor een groot oppervlak lage waarden en relatief kleine oppervlaktes hoge waarden. Door het verwijderen van ‘vervlakkende’ functies als OAS en Wonen 2020 uit de allocatie van werkareaal in de woonmilieus 3, 4 en 5 (zie par. 3.4) bleek de numerieke diffusie al duidelijk afgangen, hetgeen een grote invloed heeft op het totaalbeeld van Nederland, daar deze functies op het grootste, landelijk deel van Nederland werden toegepast. De resterende diffusie die nog duidelijk zichtbaar was in de gridwaardeverdeling bleek bij het gebruik van één lineaire afstandsvervalfunctie met richtingscoëfficiënt 1, waarbij de ‘smerende’ werking van de functie neutraal is, nog sterker teruggebracht. Toch was de numerieke diffusie bij deze attractiviteitskaart nog steeds iets groter dan in de werkelijkheid (uitgangssituatie 1996, zie figuur 3.13). De resterende diffusie zou ook te maken kunnen hebben met de gebruikte attractiviteitsfunctie, een afstandsvervalfunctie vanaf een bronpunt, welke altijd een zekere mate van ‘smering’ in de allocatie met zich mee brengt; bij een bronvlak wordt de diffusie kleiner, en bij afstandsvervalfuncties op bronlijnen het kleinst.

- 2) Een gebrekkige afstemming (convergentie) tussen claims en attractiviteitsverdeling leidt bij het gebruikte allocatie-algoritme ook tot numerieke diffusie. Hoe slechter de afstemming, hoe groter de diffusie. De volgende elementen van het allocatie-algoritme zorgen voor numerieke diffusie:
 - 2.1) De ophoging van de attractiviteit met het getal 1, of anderszins de in de RuimteScanner verwerkte verdeling van rest-allocatie over niet-attractief gebied. Deze procedure is nodig om claims te kunnen alloceren in niet-attractief gebied, daar waar deze niet volledig weggezet kunnen worden met de gebruikte attractiviteitsverdeling. Daar zorgt zij tevens voor een evenredig uitsmeren van de allocatie over het niet-attractieve gebied, dus voor diffusie. In de onderzochte allocatie van werkareaal zagen we dat de numerieke diffusie in de woonmilieus 1 en 2 (een aanmerkelijk kleiner gebied dan de andere woonmilieus) vrij sterk werd teruggebracht door het verwijderen van de ‘attractiviteitsophoging’. Deze procedure is potentieel sterk diffusie-bevorderend, maar dat kan afgedekt worden als veel ‘smerende’ attractiviteitsfuncties zijn gebruikt.
 - 2.2) De evenredigheid van het allocatie-algoritme: de allocatie wordt evenredig verdeeld naar verhouding van de totale attractiviteitswaarden binnen een regio (postcode- of bijv. COROP-gebied). Als er relatief veel cellen zijn met attractiviteitswaarden, krijgen al deze cellen een klein stukje van de allocatie, en is er geen enkele cel die volledig vol gezet wordt met een bepaald grondgebruikstype. In 83 % van de postcodegebieden van Nederland bleek dit in de onderzochte allocatie het geval te zijn. Deze factor is eigenlijk weer terug te voeren tot het gebrek aan differentiatie in de attractiviteitsverdeling, hoewel de hoogte van de claims ook een rol speelt. Het evenredige allocatie-algoritme zorgt ervoor dat de attractiviteitsverdeling bepalend is

voor de allocatie, en deze was in deze gebieden niet gedifferentieerd genoeg om zelfs de meest attractieve cellen vol te kunnen zetten met het grondgebruik werken.

Deze oorzaak van numerieke diffusie heeft zowel te maken met de attractiviteitskaarten in het GIS-model als met de wijze waarop de claims berekend zijn in de sectorale rekenmodellen. Deze claims bleken in het onderzochte geval ook aan nogal wat beperkingen onderhevig qua definities, modelprincipes, kwaliteit, betrouwbaarheid en vertaalslag naar arealen. Deze beperkingen zouden meegenomen moeten worden bij het samenstellen van de attractiviteitskaarten. Om de diffusie te verminderen, zouden de attractiviteitsfuncties uit het RuimteScanner/GIS-model en de claims uit het sectorale rekenmodel op elkaar afgestemd moeten worden. Gezien de vele aspecten die daarbij een rol spelen (zie de laatste bladzijden van par. 3.5) en de conceptuele verschillen tussen dergelijke modellen lijkt dit een moeilijk te bereiken doel. Bij het gebruik van claims op een hoger schaalniveau, bijvoorbeeld COROP-gebieden in plaats van postcodegebieden, zijn er minder regio's en zal de afstemming iets eenvoudiger zijn. Dit schaalniveau-verschil zou nader onderzocht moeten worden, alsmede de samenhang tussen het afstemmingsprobleem en de differentiatie in de attractiviteitskaarten, mogelijkerwijs in een breder verband van onderzoek naar afstemmingsproblemen tussen modellen.

Uit 4.1.1 (b) kan afgeleid worden dat numerieke diffusie een uiting is van onzekerheid over de toekomst. Streven naar meer differentiatie in attractiviteitskaarten, door meer gepakte en concaaf gevormde attractiviteitsfuncties toe te passen, is streven naar meer zekerheid over de toekomst, of meer duidelijkheid over de gevolgen van bepaalde scenario's.³³ Dergelijke functies zouden goed onderbouwd moeten worden, bijvoorbeeld door ze af te leiden uit regressie-analyses of onderzoek naar vestigingsplaatsgedrag. Het is zeer onwaarschijnlijk dat regressie-analyses dergelijke gepakte functies opleveren, omdat het verband tussen breed gedefinieerde grondgebruikscategorieën en lokatie veelal niet sterk en eenduidig met één of enkele factoren samenhangt, maar een resultante van veel lokaal gedifferentieerde variabelen is. S-curves zonder eindpunt en toenemende vervlakking met toenemende afstand van een attractor leveren veel numerieke diffusie op. Er zullen niet veel factoren zijn waarvan de invloed op een bepaalde afstand opeens nihil is. Ook vestigingsplaatsgedrag kan lokaal variëren en verschilt sterk per individu of klasse. Een verdere verfijning en onderbouwing van het attractiviteitsmodel, bijvoorbeeld door verwerking van functies uit regressie-analyses gedifferentieerd naar gebied en/of klasse, zou de onzekerheid kunnen verkleinen en daarmee de diffusie tegengaan. Dit zou een toekomstbeeld met minder 'gele vla' en meer 'chocoladevlokken' (afgebakende stukken werk- of woonareaal) kunnen opleveren. De ervaring is echter dat men attractiviteitskaarten soms juist opzettelijk *minder* gedifferentieerd

³³ Voor een verhandeling over het verschil tussen toekomstvoorspellingen en scenario-simulaties: zie Wierda (1995). Deze stelt: "...alle pogingen [tot het voorspellen van de toekomst] zijn gedoemd te mislukken - maar om ertoe bij te dragen dat ontwikkelingen en mogelijke consequenties daarvan zo snel mogelijk kunnen worden herkend en desgewenst passende (beleids-)maatregelen kunnen worden genomen, [kunnen scenario's worden ontworpen]. (...) Scenario's gaan uit van de onzekere uitkomst van een deel van het proces en bestaan dus uit gecombineerde als-dan redeneringen."

maakt, door het gebruik van potentiaalfuncties³⁴ of door toevoeging van vervlakkende attractiviteitskaarten. Dit om beschikbare gegevens aan te passen of relativering aan te brengen. Hieruit blijkt de discrepantie tussen aanwezige kennis en technische mogelijkheden, welke zich in dit geval uit in numerieke diffusie.

4.2 Aanbevelingen

In aansluiting op de in de vorige paragraaf genoemde oorzaken van numerieke diffusie, zijn de belangrijkste oplossingsrichtingen om diffusie in de gridkaarten van toekomstig grondgebruik te beperken:

- (a) Het creëren van meer **differentiatie in de attractiviteitskaarten**. Het betreft hier zowel het gebruik van meer differentiërende attractiviteitsfactoren als sterker differentiërende (minder vervlakkende) attractiviteitsfuncties. Het verdient dus aanbeveling om:
 - (a.1) Zoveel mogelijk verschillende, op het ruimtelijk schaalniveau van de invoerclaims afgestemde **differentiërende attractiviteitsfactoren** te gebruiken, mede door bestudering van de lokatiefactoren die in het invoermodel verwerkt zijn, eventueel gebaseerd op historische trend-/regressie-analyse. Hierdoor is de kans op afstemming tussen claims en allocatie groter, en wordt het resultaat minder diffuus.
 - (a.2) Zo mogelijk **minder vervlakkende en meer concentrerende attractiviteitsfuncties** gebruiken, d.w.z. ‘puntige’ of concaaf lopende functies (zie figuur 3.11 op blz. 39) en *neighbourhood* functies vanuit lijnen of (grotere) bronvlakken in plaats van punten. Deze functies verminderen de numerieke diffusie. Het zal echter moeilijk zijn om dergelijke functies te onderbouwen, om verklaringen te vinden: historische regressie-analyses leiden juist vaak tot vervlakkende en convexe of logaritmische verbanden. Een goed onderbouwde en verklaarbare functie is belangrijker dan het opheffen van de diffusie: we zullen moeten accepteren dat de werkelijkheid maar in beperkte mate verklaarbaar, en nog minder voorspelbaar is.
- (b) Het evenredige allocatie-algoritme te vervangen door een **getrapte allocatie-algoritme**. Hierbij worden de arealen niet toebedeeld naar rato van de verhouding tussen de celscore en de totale attractiviteit per regio, maar worden eerst de meest attractieve cellen vol gezet, vervolgens de iets minder attractieve en zo verder.³⁵ Zodoende zal er minder of

³⁴ Waarbij het gemiddelde van een attractiviteitswaarde in een straal van een bepaalde afstand wordt berekend voor iedere gridcel, waardoor er minder differentiatie ofwel een ‘vervlakkend’ of *smoothing* effect ontstaat; hier wordt dus opzettelijk numerieke diffusie gecreëerd (en in dit geval zoals vaker in puur numerieke modellen – namelijk vanwege het middelen van nabijgelegen waarden), soms om ruimtelijke patronen te ontdekken, soms om onzekerheid over de gebruikte attractiviteitsfactoren of de exacte locatie en invloed van attractoren tot uitdrukking te brengen.

³⁵ Dit mechanisme (“het principe van *the winner takes it all*”) is ook overwogen bij de constructie van het verdelingsalgoritme voor de claims wonen per postcodegebied voor de liberaliseringvariant door ABF; daar is

geen areaal gealloceerd worden in weinig attractieve gebieden. Dit is wellicht de meest eenvoudige methode om de diffusie te beperken, welke toegepast kan worden bij gebrek aan voldoende differentiërende attractiviteitsfuncties. Omdat dit aangemerkt kan worden als een technische oplossing, is zij additioneel aan de vorige aanbeveling en kan zij toegepast worden om het oorspronkelijke kansmodel te vertalen in een plausibeler en inzichtelijker kaartbeeld met minder diffusie. Door het gebruik van een getrapt allocatie-algoritme wordt verondersteld dat grondgebruksfuncties zich clusteren. De mate van concentratie zou (eventueel interactief) gewijzigd kunnen worden, door te variëren met het aantal treden en de treehoogtes, bijvoorbeeld door de 10 of 20 % meest attractieve cellen vol te zetten. In dit verband zal ook gekeken moeten worden naar het RuimteScanner allocatie-algoritme, in hoeverre dat gebruik maakt van een evenredig dan wel concentrerend algoritme of concentrerende parameters bevat.³⁶

- (c) De resterende claims die niet passen binnen het als attractief aangemerkte gebied niet te verdelen over het niet-attractieve gebied via bijvoorbeeld een ophoging van de attractiviteit met het getal 1, zoals gedaan is in de onderzochte toekomstberekening. Een betere oplossing is om het resterend deel van de claims te alloceren in aangrenzende regio's. Het gebruik van een dergelijke **overloopmogelijkheid** (*spill-over option*) is wellicht realistischer en zou gedeeltelijk ook het gebrek van vraagmodellen opvangen: als de vraag naar ruimte groter is dan het aanbod (de ‘beschikbare bouwgrond’), zou het ruimtebeslag zich kunnen realiseren in nabijgelegen regio's.

Bovenstaande aanbevelingen (b) en (c) betreffen technische oplossingen die van belang zijn in de vertaling van het oorspronkelijke kansmodel van de RuimteScanner naar ruimtelijke beelden van arealen grondgebruik. Het model levert per gridcel de kans op een bepaald grondgebruik. Of deze kansen resulteren in daadwerkelijk ruimtebeslag hangt van andere factoren af, en vraagt om extra maatregelen, zoals bovengenoemde (b) en (c), alsmede de volgende maatregel:

- (d) Het instellen van een **ondergrens** van minimaal te alloceren areaal. Daardoor kunnen er geen gridcellen met één of slechts enkele vierkante meters woon- of werkruimtebeslag meer voorkomen. Uit analyse van de CBS Bodemstatistik-gegevens blijkt dat de kleinste polygoon werkgebied uit ongeveer 500 vierkante meter bestaat.³⁷ Dit zou de minimumoppervlakte voor de toedeling van werkareaal kunnen zijn. Het instellen van deze ondergrens heeft geen directe invloed op de numerieke diffusie, omdat deze alleen iets

echter uiteindelijk ook gekozen voor een gespreide benadering, welke op zijn beurt ook weer van invloed is op de numerieke diffusie in de liberaliseringsvariant (zie Heida & Poulus, blz.44).

³⁶ In Scholten, v.d. Velde & Borsboom-van Beurden (red., 2001), m.n. in hoofdstuk 5: ‘Validatie en Calibratie van de RuimteScanner’, zijn verbeteringen voorgesteld die deels al in de nieuwe RuimteScanner-versie zijn aangepast, en die betrekking hebben op de afstemming tussen claims en allocatie.

³⁷ Bodemstatistik 1996: zoals beschreven in par.2.3 (blz.16) zijn de daar genoemde bodemgebruikscategorieën geselecteerd en samengevoegd, en *sliver polygons* buiten beschouwing gelaten; het gevonden minimum-areaal van 514 m² is nog aan de lage kant in vergelijking met de oorspronkelijke inventarisatie-definitie van minimaal 1 hectare, maar gridcellen kunnen ook kleine stukjes van de randen van polygonen bevatten. We gaan er hier vanuit dat deze onzekerheden elkaar opheffen.

opschuift naar de arealen boven de 0,05 hectare: de allocatie wordt nog steeds evenredig met de attractiviteitsverdeling verdeeld over de resterende gridcellen. Voor een kaartbeeld van de verwachte allocatie van arealen toekomstig grondgebruik verdient het echter toch aanbeveling deze ondergrens aan te houden.

Als een van de hoofdoorzaken van numerieke diffusie werd in paragraaf 4.1.2 de gebrekkige afstemming tussen claims en attractiviteitsverdeling genoemd. In aanbeveling (a.1) werd al gerefereerd naar het gebruik van attractiviteitsfactoren en –functies die afgestemd zijn op de wijze waarop de claims berekend zijn. Andere aanbevelingen met betrekking tot de aansluiting van het sectorale claimberekeningsmodel op het RuimteScanner/GIS-model zijn:

- (e) Het **ruimtelijk schaalniveau van de invoergegevens niet te klein nemen**, aangezien dit de afstemming tussen claims en allocatie moeilijker maakt. Claims op het niveau van postcodegebieden geven al een vrij lokaal gedifferentieerd beeld te zien, en maken een verdere allocatie naar gridcelniveau tot een wellicht overbodige maar ook lastige exercitie. Daar er zo veel van zijn, komt het vaker voor dat de claims met een bepaalde attractiviteitsverdeling niet volledig gealloceerd kunnen worden of cellen niet volledig vol zetten. Bij het gebruik van het evenredige allocatie-algoritme en de ‘attractiviteitsophogingsnoodgreep’ wordt daarmee numerieke diffusie gecreëerd. Onder deze omstandigheden is het daarom aan te bevelen claims te gebruiken op het niveau van grotere en minder talrijke ruimtelijke eenheden zoals bijvoorbeeld COROP-gebieden of provincies. Een dergelijke keuze is minder belangrijk als aanbevelingen (b) en (c) doorgevoerd worden.
- (f) Er voor te zorgen dat de **principes, voorwaarden en definities in het invoermodel overeenstemmen met de gewenste uitvoer**. Zo dient duidelijk te zijn of het alleen om een vraag- of ook aanbodmodel gaat en dient de grondgebruiksklasse hetzelfde gedefinieerd te zijn (bijv. niet alleen industriële bedrijfsterreinen als men in de allocatie van werkareaal ook de verdeling van kantoorlokaties wenst weer te geven). Andere aandachtspunten staan vermeld op blz. 48 en 49.
- (g) De uit het invoermodel resulterende aantallen woningen of arbeidsplaatsen te vertalen naar arealen op basis van een **bouwdichtheid of terreinquotiënt die voldoende gedifferentieerd is**: het differentiatieniveau dient bij voorkeur afgestemd te zijn op het ruimtelijk schaalniveau van de invoergegevens. Een terreinquotiënt die slechts per landsdeel een verschillende waarde heeft, kan bij het gebruik van invoergegevens op postcodeniveau leiden tot gebrekkige afstemming tussen claims en allocatie, wat numerieke diffusie kan veroorzaken.
- (h) De **beperkingen, kwaliteit en betrouwbaarheid van de invoergegevens** goed te bestuderen en zo mogelijk aan te geven, daar deze zullen doorwerken in het eindresultaat (*error propagation*). ‘Onjuiste’ invoergegevens bemoeilijken ook de afstemming tussen

claims en allocatie. Hiervoor dient er een goede communicatie met de leveranciers van de invoergegevens te zijn.

Tenslotte, volgen nog enkele algemene aanbevelingen om meer duidelijkheid te krijgen over het verschijnsel numerieke diffusie in toekomstsimulatiemodellen:

- (i) Men zou bij de *output*kaarten kunnen **aangeven wat de mate en oorsprong van de numerieke diffusie is**. Een kaart zou vergezeld kunnen worden van:

- Een indicator van de mate van diffusie in het kaartbeeld, bijvoorbeeld de in paragraaf 2.2 gepresenteerde indicator, in vergelijking met de diffusie welke in de huidige situatie bestaat (aan de hand van bijvoorbeeld de recentste Bodemstatistiek-gegevens). Deze diffusie-indicator geeft niet zozeer aan wat de betrouwbaarheid van de kaart is, maar naast de verwachte spreiding van grondgebruik ook hoe onzeker de toekomstvoorspelling is.
- Een lijst met attractiviteitsfuncties, d.w.z. factoren, vergelijkingen (formules) en grafische weergave van verhouding tussen waarde en bijv. afstand. Hieruit zou de diffuserende werking van de gebruikte attractiviteitsfuncties afgeleid kunnen worden.
- Een indicatie van de regio's waar de maximum allocatie de beschikbare bouwgrond niet haalt, waar de attractiviteitsverdeling te weinig differentiatie kent; dit zou bijvoorbeeld uitgezocht kunnen worden met behulp van de test-AML 3.4 in bijlage 3. Een tabel zou er als volgt uit kunnen zien:

Regio	% van de beschikbare bouwgrond gealloceerd in cel met maximum allocatie
...	
...	
...	
totaal aantal regio's:	

- In het geval van allocatie in niet-attractief gebied (ophoging attractiviteit met 1): In welke en hoeveel regio's de claim niet volledig weggezet kan worden, en wat de omvang van die niet weggezette claim is (in de oorspronkelijke AML in bijlage 2 is dit apart weergegeven in de gridkaart [end_clm_ec]) – ofwel waar gealloceerd moest worden in niet-attractief gebied. Een tabel met deze gegevens zou er als volgt uit kunnen zien:

Regio	% van oorspronkelijke claim welke niet gealloceerd kon worden in attractief gebied
...	
...	
...	
totaal aantal regio's:	

De laatste twee gegevens zouden aangeven hoe groot de discrepantie tussen claims en attractiviteitsverdeling is (hoeveel regio's het betreft op het totaal aantal regio's) en in

welke regio's de diffusie het sterkst is. Deze gegevens zijn voornamelijk geschikt voor verder onderzoek naar diffusie.

- (j) Nader onderzoek naar de oorzaken van en oplossingen voor numerieke diffusie zou zich kunnen richten op het allocatie-algoritme en de modaliteiten in de RuimteScanner, naar de invloed van het schaalniveau van de invoergegevens, en naar de relatie tussen het afstemmingsprobleem en de differentiatie in de attractiviteitskaarten, het laatste mogelijk in het kader van een algemeen onderzoek naar de aansluiting tussen modellen in een modelketen.

Literatuur

- Blalock Jr., H.M. (1979) – Social statistics. Revised second edition. Singapore: McGraw-Hill
- CBS, Centraal Bureau voor de Statistiek (1997) – Statistiek van het bodemgebruik 1993. Voorburg/Heerlen: CBS
- Cornelius, S. en I. Heywood (1998) – Spatial operations; UNIGIS Module 4 Course Notes. Manchester: UNIGIS Diploma Office
- Crommentuijn, L., C. Heunks en K. Schotten (in voorbereiding). Liberaliseringvariant, beschrijving van de methodiek. RIVM, Bilthoven Nederland
- Didde, R. (1997) – RuimteScanner verbindt vier departementen op één geodatalijn. In: *VI Matrix*, september 1997. Boskoop: VBK Editorial Management BV
- Goetgeluk, R.W., P.J. Louter, J.A.M. Borsboom-van Beurden, M.A.J. Kuijpers-Linde, J.F.M. van der Waals, K.T. Geurs (2000) – Wonen en werken ruimtelijk verkend; Waar wonen en werken we in 2020 volgens een compacte inrichtingsvariant voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening? RIVM rapport 711931001. Bilthoven/Delft: RIVM/TNO-INRO
- Heida, H. en C. Poulus (2000) – Wonen en ruimte; Liberaliseringvariant wonen. Delft: ABF Onderzoek & Informatie
- Hilbers, H.D. en E.J. Verroen (1993) – Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties; Definiëring, maatstaven, toepassing en beleidsimplicaties. TNO-Beleidsstudies, Rapport INRO-VVG 1993-09. Delft: TNO/INRO
- Louter, P.J. (1997) – De economische kaart van Nederland in 2015; Beschrijving van een prototype van het OPERA-model: een verklarende shift-share analyse voor werkgelegenheidsgroei. Delft: TNO-INRO
- Scholten, H.J., R. van de Velde, P. Rietveld en M. Hilferink (1999) – Spatial information infrastructure for scenario planning: the development of a Land Use Planner for Holland. In: Stillwell, John, Stan Geertman en Stan Openshaw (eds., 1999) – Geographical Information and Planning. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, Spatial Science Series
- Scholten, H.J., R.J. van de Velde en J.A.M. Borsboom-van Beurden (red., 2001) – RuimteScanner: Informatiesysteem voor de lange termijnverkenning van ruimtegebruik. Utrecht/Amsterdam: Nederlandse Geografische Studies (in voorbereiding)
- Schotten, C.G.J., R.J. van de Velde, H.J. Scholten, W.T. Boersma, M. Hilferink, M. Ransijn, P. Rietveld, R. Zut (1997) – De RuimteScanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik. RIVM rapport nr. 711901002, Bilthoven.

Timmermans, H.J.P. (1998) – RuimteScanner en LeefOmgevingsVerkenner: een evaluatie.
(intern RIVM evaluatierapport, uitgevoerd door de Urban Planning Group van de
Technische Universiteit Eindhoven)

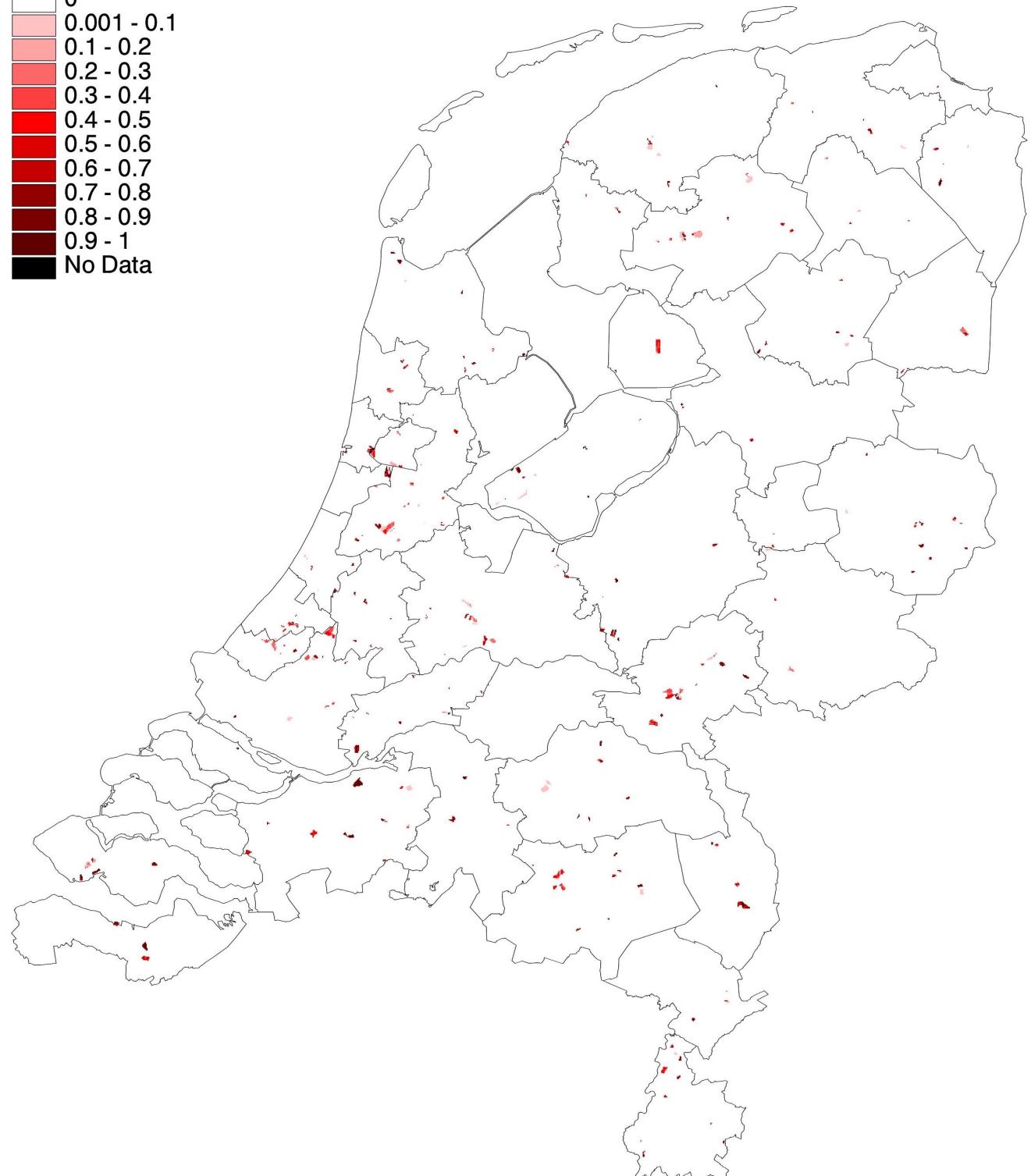
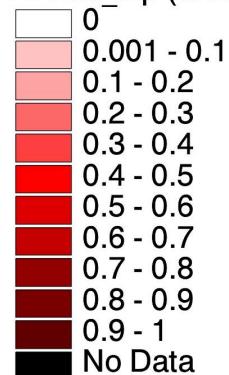
Wagtendonk, A.J. en C.G.J. Schotten (2000) – Bedrijfsterreinen weg van de snelweg?; Een historische analyse van de ruimtelijke veranderingen van bedrijfsterreinen in de periode 1981-1993, op het ruimtelijk schaalniveau van 500 meter gridcellen. RIVM rapport 711901028, Bilthoven.

Wierda, G.C.Th. (1995) – Over de toekomst van de wetenschappelijke informatievoorziening. AWT (Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid) Achtergrondstudie nr.5. Den Haag: SDU; ook beschikbaar op www.awt.nl/nl/as5

Bijlage 1 Overzichtskaarten Nederland

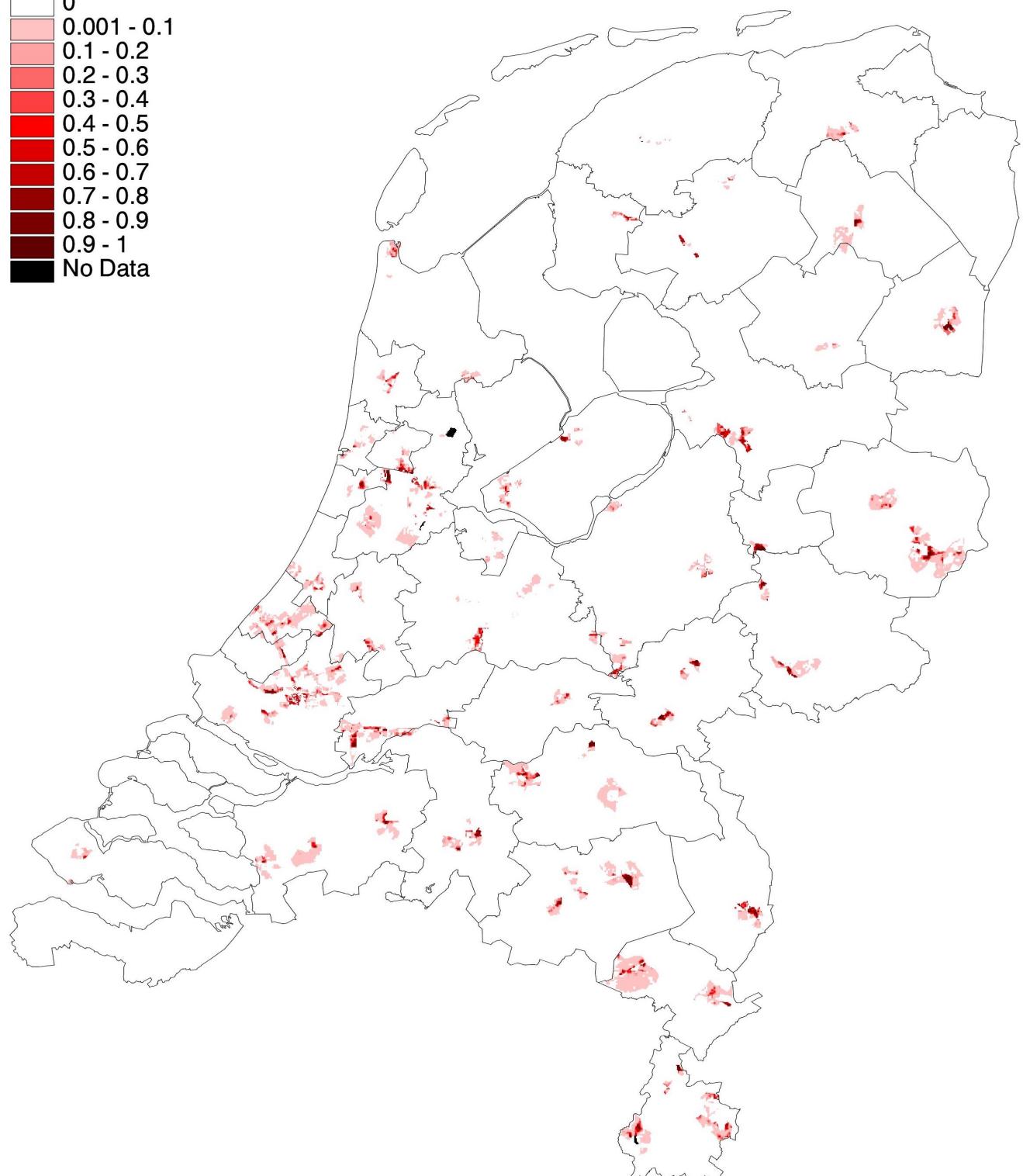
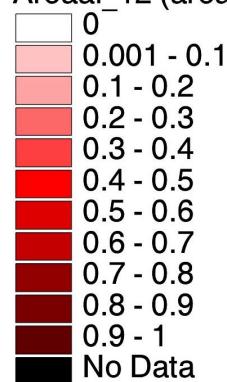
1.1 Allocatie van werkareaal in NIP-werklokalities

Areaal_nip (areaal werken per gridcel van 100x100m)



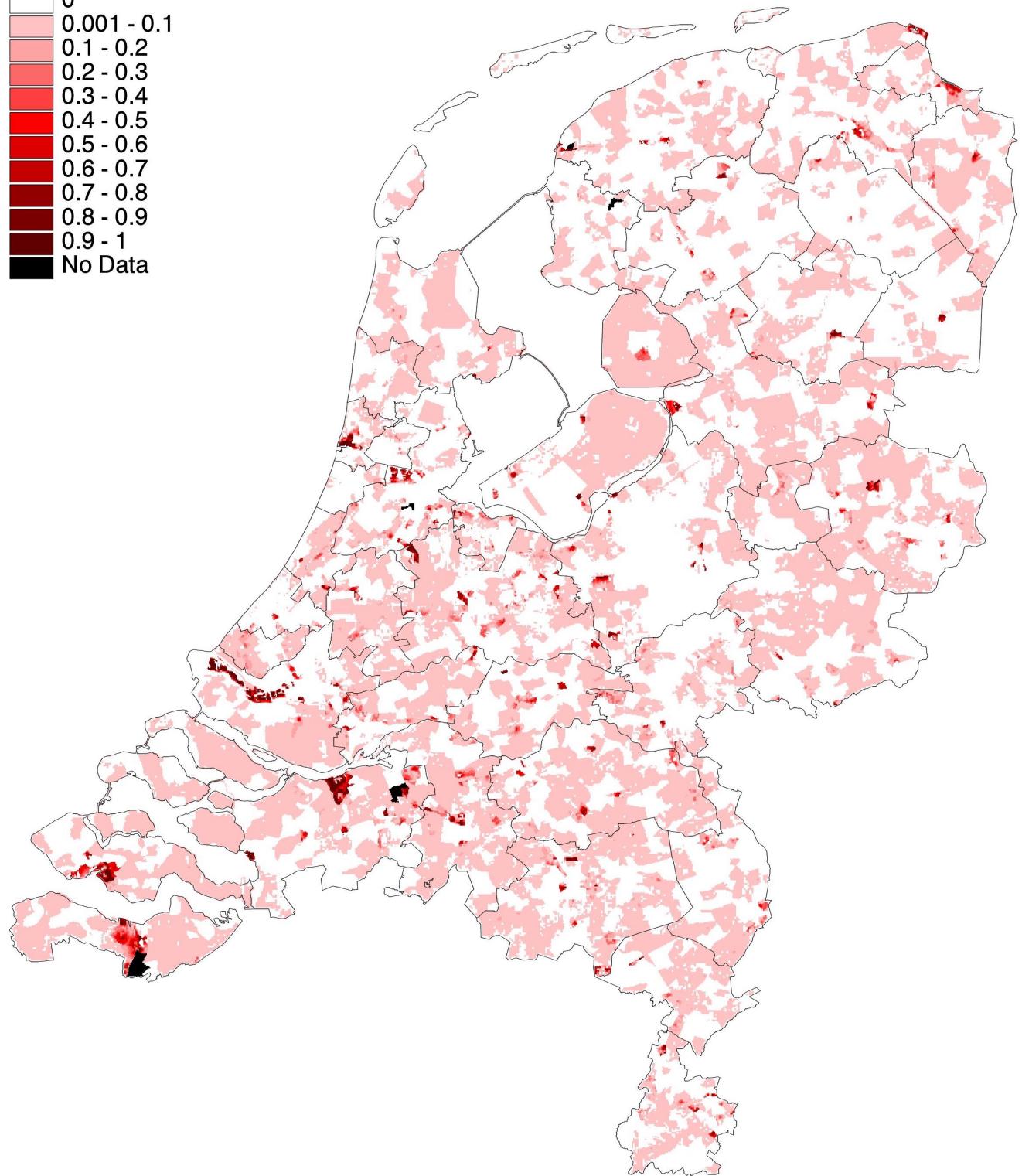
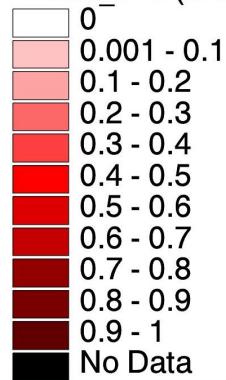
1.2 Allocatie van werkareaal in woonmilieus 1 en 2

Areaal_12 (areaal werken per gridcel van 100x100m)



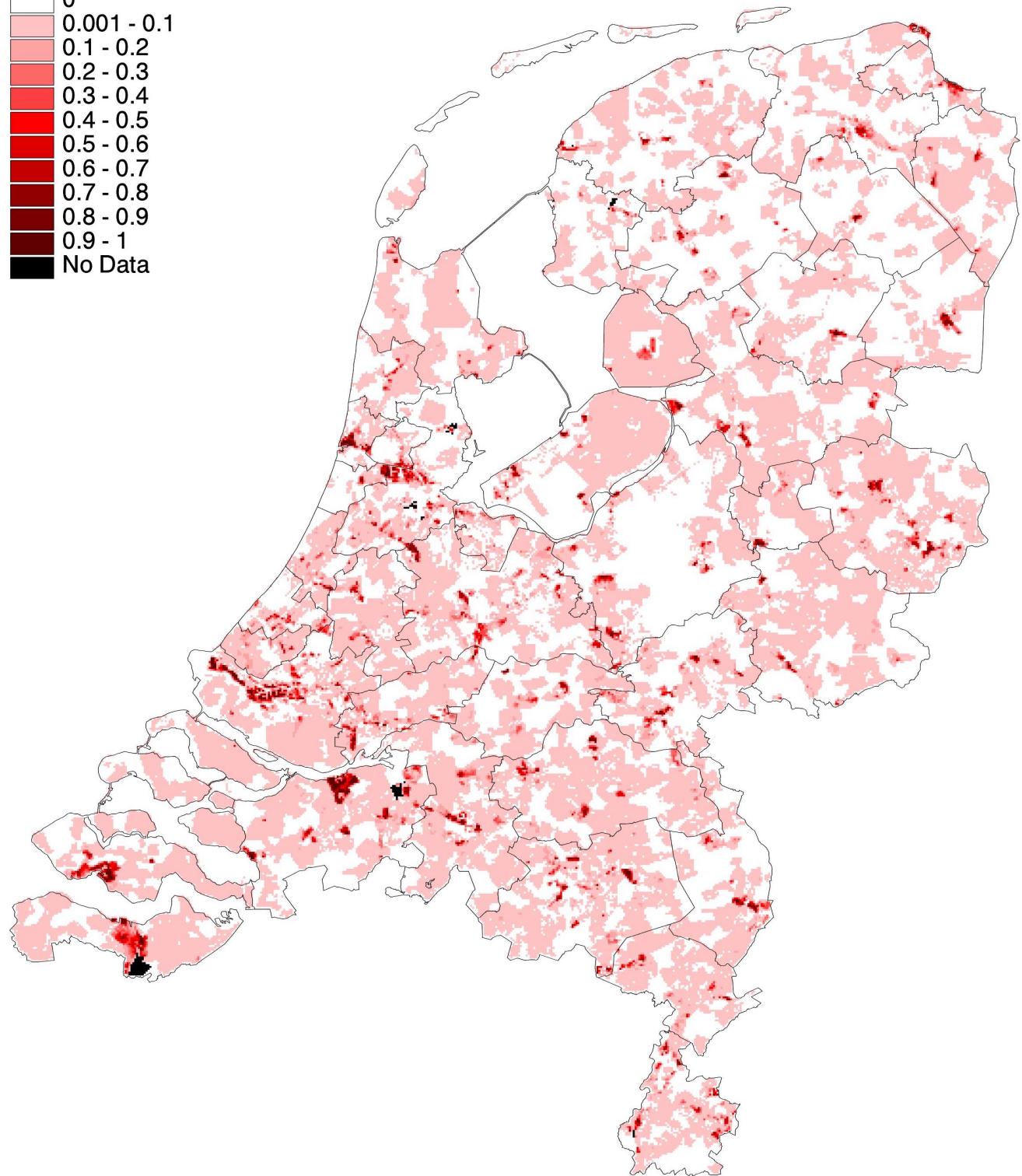
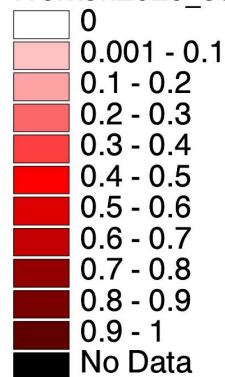
1.3 Allocatie van werkareaal in woonmilieus 3, 4 en 5

Areaal_345 (areaal werken per gridcel van 100x100m)



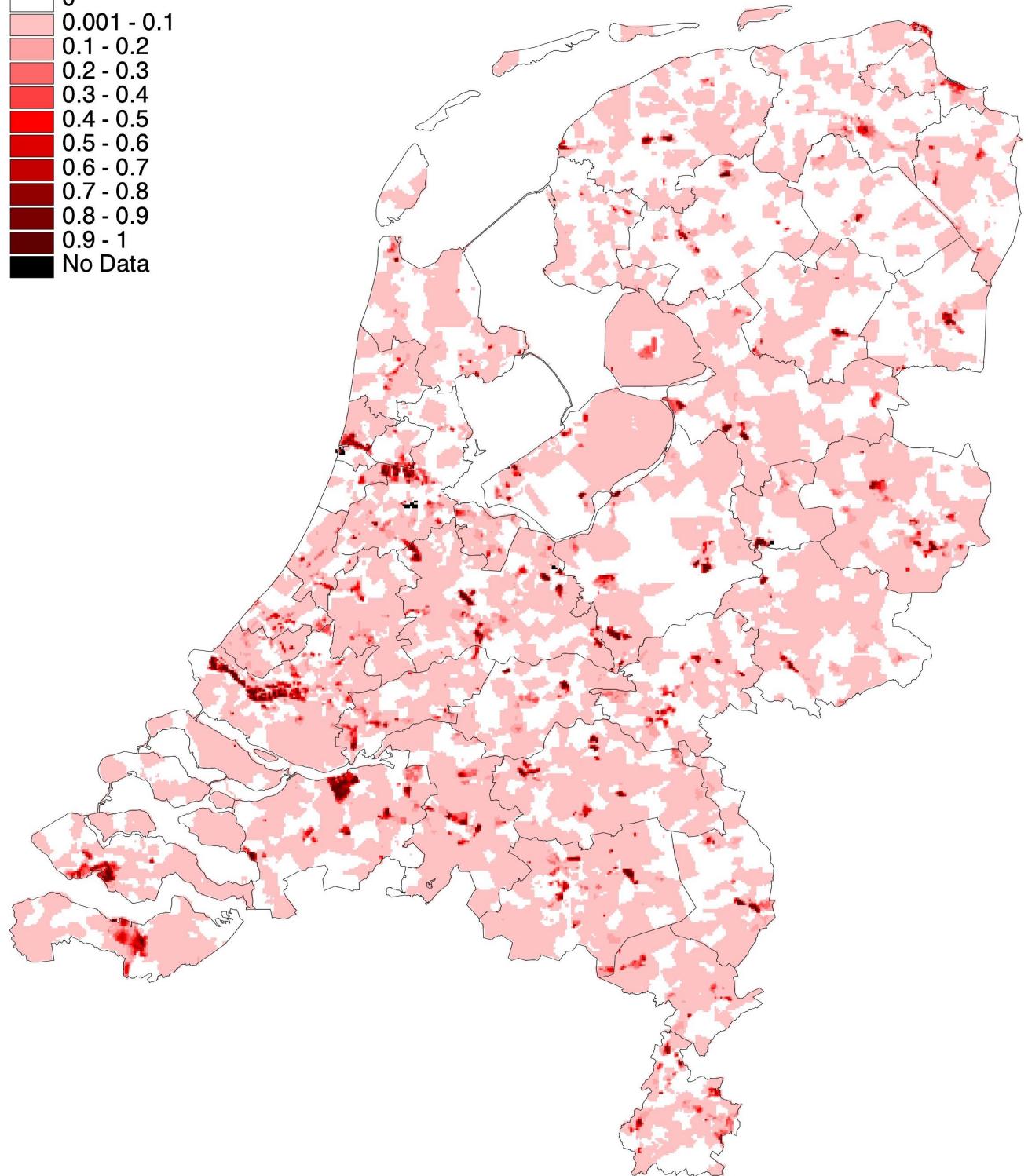
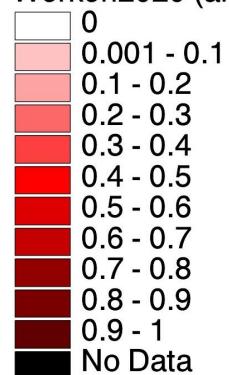
1.4 Het geaggregeerde totale werkareaal

Werken2020_ec (areaal werken per gridcel van 500x500m)



1.5 Allocatie van werkareaal zonder verdringingsreeks (alle bouwgrond beschikbaar)

Werken2020 (areaal werken per gridcel van 500x500m)



Bijlage 2 Oorspronkelijke AML

```
*****
/*
/*
/* AML voor het aggregeren en desaggregeren van VIJNO werken arealen
/* 2020 van 4 cijferige postcodegebieden naar 500 m cellen
/*
/*
/* Kees Schotten en Camiel Heunks
/* 3 augustus 2000
/*
/*
*****
```

```
/*
/* Beschrijving
/*
/* De allocatie bestaat uit 3 stappen plus een voor- en nabewerking
/*
/* Voorbewerkingen
/*
/* De claims voor het areaal werken 2020 op het niveau van
/* 4-cijferige postcodes (1998) voor het ec en hrd scenario, afkomstig
/* van TNO-INRO (Peter Louter) worden toegevoegd aan de VAT tabel van
/* het grid met de 4-cijferige postcodes.
/*
/* Eerst wordt gecorrigeerd voor werken-claims die boven het
/* beschikbare areaal per pc4 uitkomen
/*
/* Stap 1
/*
/* Nederland in plannen wordt gevuld.
/* Er wordt gekeken in welk pc4 gebied de nip werklocaties liggen.
/* De claims worden daarna in de NIP-werklocaties gealloceerd waarbij
/* de claims evenredig over het oppervlak verdeeld worden.
/* De restclaim werken per pc4 en het beschikbare areaal bouwgrond
/* per cel wordt bepaald
/*
/* Stap 2
/*
/* Het gecorrigeerde areaal werken in woonmilieu 1 en 2 wordt gealloceerd
/* Hierbij wordt gebruik gemaakt van attractiviteiten.
/* Dit is een iteratief proces omdat het niet lukt om in een keer
/* het totaal te alloceren areaal toe te delen vanwege uitschieters
/* in attractiviteit
/*
/* Stap 3
/*
/* Het gecorrigeerde areaal werken in
/* woonmilieu 0, 3, 4 en 5 wordt gealloceerd
/* Hierbij wordt gebruik gemaakt van attractiviteiten.
/* Dit is een iteratief proces omdat het niet lukt om in een keer
/* het totaal te alloceren areaal toe te delen
/*
/* Nabewerking
/*
/* De gealloceerde arealen per cel worden bepaald door de arealen
/* uit nip, wm12 en wm0345 op te tellen.
/* Daarna wordt dit geresampled naar ha per 500m cel
/* Ter controle worden ook de restclaim bepaald (deze moet 0 zijn)
/* en het beschikbare areaal bouwgrond
/* (deze moet tussen de 0 en 1 ha per 100m cell liggen
*****
```

```
&args scen no_iter
```

```
/* tables
```

```
/* define clmwerk.tbl
/* value
/* 4
/* 10
/* b
/* ~

/* additem clmwerk.tbl ec20 4 12 f 4
/* additem clmwerk.tbl hrd20 4 12 f 4
/* sel clmwerk.tbl

/* add from clmwerk.csv delimited

/* quit

/* joinitem pc4_98_100.vat clmwerk.tbl pc4_98_100m.vat value count ordered
***** 
/*
/* Op 0 zetten van de claim in het gebied dat geen postcode heeft
/*
***** 

/* tables
/* sel pc4_98_100.vat
/* reselect VALUE = 0
/* calculate EC20 = 0
/* calculate HRD20 = 0
/* quit

/* grid

&if [exists bg2020_100m -grid] &then
kill bg2020_100m all

&if [exists bg_pc4 -grid] &then
kill bg_pc4 all

&if [exists cor_clm_ec -grid] &then
kill cor_clm_ec all

&if [exists onzin_clm_ec -grid] &then
kill onzin_clm_ec all

&if [exists gew_cap_nip -grid] &then
kill gew_cap_nip all

&if [exists regio_cap_nip -grid] &then
kill regio_cap_nip all

&if [exists scale_nip -grid] &then
kill scale_nip all

&if [exists areaal_nip -grid] &then
kill areaal_nip all

&if [exists clm_wml2 -grid] &then
kill clm_wml2 all

&if [exists bg_wml2 -grid] &then
kill bg_wml2 all

setwindow ../bg2020ec
setcell 100

&type
&type
&type *****
```

```

&type *
&type * Check claim per pc4 regio tov beschikbare bouwgrond in dat pc4 gebied
&type *
&type ****
&type
&type

bg2020_100m = ../bg2020ec / 25

bg_pc4 = zonalsum(../pc4_98_100m, bg2020_100m)

if(../pc4_98_100m.ec20 > bg_pc4) cor_clm_ec = bg_pc4
else cor_clm_ec = ..../pc4_98_100m.ec20

onzin_clm_ec = con (../pc4_98_100m.ec20 > bg_pc4, 1, 0)

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Claim per pc4 regio evenredig naar oppervlak toedelen
&type * aan beschikbare nip werklocaties
&type *
&type ****
&type
&type

gew_cap_nip = ../nipwerk * bg2020_100m
regio_cap_nip = zonalsum(../pc4_98_100m, gew_cap_nip)
scale_nip = cor_clm_ec * (gew_cap_nip / regio_cap_nip)

areaal_nip = con (isnull (con (scale_nip > bg2020_100m, bg2020_100m, scale_nip)),
0, con (scale_nip > bg2020_100m, bg2020_100m, scale_nip))

/******************
/*
/* berekenen van nieuwe claim na NIP
/*
/******************

clm_wm12 = cor_clm_ec - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal_nip)

/******************
/*
/* berekenen van beschikbaar bouwgrond na NIP
/*
/******************

bg_wm12 = bg2020_100m - areaal_nip

kill (!gew_cap_nip, regio_cap_nip, scale_nip!) all

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Claim per pc4 regio met woonmilieu 1 & 2 toedelen
&type *
&type ****
&type
&type

&if [exists wml2ec -grid] &then
kill wml2ec all

&if [exists areaal_12 -grid] &then
kill areaal_12 all

```

```

&if [exists clm_wm345 -grid] &then
kill clm_wm345 all

&if [exists bg_wm345 -grid] &then
kill bg_wm345 all

if (../pc4_98_100m.wm10ec == 1) wml2ec = 1
else if (../pc4_98_100m.wm10ec == 2) wml2ec = 1
else wml2ec = 0
endif

*****/*
/* Begin van het berekenen van het areaal werken in wm 1 & 2
*/
*****&if [exists bg12_t0 -grid] &then
kill bg12_t0 all

&if [exists clm12_t0 -grid] &then
kill clm12_t0 all

&if [exists attractie12 -grid] &then
kill attractie12 all

attractie12 = con (../dist_stat93 > 1500, 0, (1000 - (0.666666 * ../dist_stat93))
/ 20) + focalsum (/projects/vijno_lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4)

rename bg_wm12 bg12_t0
rename clm_wm12 clm12_t0
oppw_12t0 = clm12_t0 * 0

&do n := 1 &to %no_iter% &by 1
&setvar o = %n% - 1

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Woonmilieu's 1 en 2
&type * Iteratie %n% van %no_iter%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap12_t%n% = wml2ec * bg12_t%o% * (attractie12 + 1)
regcap12_t%n% = zonalsum(../pc4_98_100m, gewcap12_t%n%)
scale12_t%n% = clm12_t%o% * (gewcap12_t%n% / regcap12_t%n%)

areaal12_t%n% = con (isnull (con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%,
scale12_t%n%), 0, con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%, scale12_t%n%))

*****/*
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 1 & 2
/* berekenen van beschikbare bouwgrond na woonmilieu 1 & 2
*/
*****&clm12_t%n% = clm12_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal12_t%n%)
&bg12_t%n% = bg12_t%o% - areaal12_t%n%

oppw_12t%n% = oppw_12t%o% + areaal12_t%n%

kill (!gewcap12_t%n%, regcap12_t%n%, scale12_t%n%, clm12_t%o%, bg12_t%o%,
areaal12_t%n%, oppw_12t%o%!)

&end

```

```
rename clm12_t%no_iter% clm_wm345
rename bg12_t%no_iter% bg_wm345
rename oppw_12t%no_iter% areaal_12

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Claim per pc4 regio met woonmilieu 3, 4 & 5 toedelen
&type *
&type ****
&type
&type

&if [exists wm345ec -grid] &then
kill wm345ec all

&if [exists gew_cap_345 -grid] &then
kill gew_cap_345 all

&if [exists regio_cap_345 -grid] &then
kill regio_cap_345 all

&if [exists scale_345 -grid] &then
kill scale_345 all

&if [exists areaal_345 -grid] &then
kill areaal_345 all

&if [exists end_clm_ec -grid] &then
kill end_clm_ec all

&if [exists bg_na_werk_ec -grid] &then
kill bg_na_werk_ec all

if (../pc4_98_100m.wm10ec == 0) wm345ec = 1
else if (../pc4_98_100m.wm10ec == 3) wm345ec = 1
else if (../pc4_98_100m.wm10ec == 4) wm345ec = 1
else if (../pc4_98_100m.wm10ec == 5) wm345ec = 1
else wm345ec = 0
endif

&if [exists attractie345 -grid] &then
kill attractie345 all

attractie345 = con (../dist_opaf93 > 2500, 0, (1000 - (0.4 * ../dist_opaf93)) /
20) + focalsum (/projects/vijno_lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4) +
(..oas / 4) + /projects/vijno_lib/users/lbgch/wonen/ec/AREAAL_2020ec

rename bg_wm345 bg345_t0
rename clm_wm345 clm345_t0
oppw_345t0 = clm345_t0 * 0

&do n := 1 &to %no_iter% &by 1
&setvar o = %n% - 1

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Woonmilieu's 3, 4, en 5
&type * Iteratie %n% van %no_iter%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap345_t%n% = wm345ec * bg345_t%o% * ( attractie345 + 1)
```

```

regcap345_t%n% = zonalsum(../pc4_98_100m, gewcap345_t%n%)
scale345_t%n% = clm345_t%o% * (gewcap345_t%n% / regcap345_t%n%)

areaal345_t%n% = con (isnull (con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%,
scale345_t%n%), 0, con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%, scale345_t%n%))

*****  

/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 3,4 &5  

/* berekenen van beschikbare bouwgrond na woonmilieu 3,4 &5  

*****  

clm345_t%n% = clm345_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal345_t%n%)  

bg345_t%n% = bg345_t%o% - areaal345_t%n%  

oppw_345t%n% = oppw_345t%o% + areaal345_t%n%  

kill (!gewcap345_t%n%, regcap345_t%n%, scale345_t%n%, clm345_t%o%, bg345_t%o%,  

areaal345_t%n%, oppw_345t%o%!)  

&end  

*****  

/* berekenen van overblijvende claim na woonmilieu 3, 4 & 5  

*****  

rename clm345_t%no_iter% end_clm_ec  

rename bg345_t%no_iter% bg_na_werk_ec  

rename oppw_345t%no_iter% areaal_345  

&type  

&type  

&type *****  

&type *  

&type * berekenen van totaal areaal werken uit arealen in NIP, woonmilieu's  

&type * 1 & 2 en woonmilieu's 3, 4 & 5  

&type *  

&type *****  

&type  

&type  

&if [exists nip_500_ec -grid] &then  

kill nip_500_ec all  

&if [exists wm12_500_ec -grid] &then  

kill wm12_500_ec all  

&if [exists wm345_500_ec -grid] &then  

kill wm345_500_ec all  

&if [exists werken2020_ec -grid] &then  

kill werken2020_ec all  

nip_500_ec = resample (blocksum (areaal_nip, rectangle, 5, 5), 500)  

wm12_500_ec = resample (blocksum (areaal_12, rectangle, 5, 5), 500)  

wm345_500_ec = resample (blocksum (areaal_345, rectangle, 5, 5), 500)  

werken2020_ec = resample (blocksum ((areaal_nip + areaal_12 + areaal_345),  

rectangle, 5, 5), 500)  

kill (!bg2020_100m, bg_pc4, cor_clm_ec, wm12ec, wm345ec!) all  

/* kill (!attractie12, attractie345!) all  

kill (!areaal_nip, areaal_12, areaal_345!) all

```

Bijlage 3 Test-AMLs

3.1 Utr345-both.aml

```
*****
/*
/*
/* AML voor het alloceren van VIJNO werken arealen 2020
/* alleen voor de provincie Utrecht, woonmilieus 3, 4 en 5,
/* attractiviteit niet + 1, maar beschikbare bouwgrond aangepast
/* aan attractiviteit, zonder OAS en Wonen 2020,
/* iteraties tot claim bijna is weggezet
/*
/* Wim de Regt
/* 8 januari 2001
/*
/*
*****



setwindow ../utrecht
setmask ../utrecht
setcell 100

attractie345 = con (../dist_opaf93 > 2500, 0, (1000 - (0.4 * ../dist_opaf93)) / 20) + focalsum (/projects/vijno_lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4)

&type
&type ****
&type *
&type * Beschikbare bouwgrond aanpassen aan attractiviteit
&type *
&type ****
&type
&type

bg345_t0 = ../orig/bg12_t5 - (con(attractie345 == 0, ../orig/bg12_t5, 0))
bg_pc345 = zonalsum(../pc4_98_100m, bg345_t0)
clm345_t0 = con(../orig/clm12_t5 > bg_pc4, bg_pc345, ../orig/clm12_t5)
oppw_345t0 = clm345_t0 * 0

&describe clm345_t0

&setvar n := 1

&do &until %grd$zmax% < 0.25
&setvar o = %n% - 1

&type
&type ****
&type *
&type * Woonmilieu's 3, 4, en 5
&type * Iteratie %n%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap345_t%n% = ../orig/wm345ec * bg345_t%o% * attractie345
regcap345_t%n% = zonalsum(../pc4_98_100m, gewcap345_t%n%)
scale345_t%n% = clm345_t%o% * (gewcap345_t%n% / regcap345_t%n%)

areaal345_t%n% = con (isnull (con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%, scale345_t%n%), 0, con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%, scale345_t%n%)))

*****
```

```

/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 3,4 &5
/* berekenen van beschikbare bouwgrond na woonmilieu 3,4 &5
***** */

clm345_t%n% = clm345_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal345_t%n%)
bg345_t%n% = bg345_t%o% - areaal345_t%n%

oppw_345t%n% = oppw_345t%o% + areaal345_t%n%

kill (!gewcap345_t%n%, regcap345_t%n%, scale345_t%n%, clm345_t%o%, bg345_t%o%,
areaal345_t%n%, oppw_345t%o%) all

clmwm345_t%n% = con (isnull(clm345_t%n% * ..../orig/wm345ec), 0, isnull(clm345_t%n% *
..../orig/wm345ec)
&describe clmwm345_t%n%
&setvar n = %n% + 1
&end

***** */
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 3, 4 & 5
***** */

&setvar d = %n% - 1
rename clm345_t%d% end_clm_ec
rename bg345_t%d% bg_na_werk_ec
rename oppw_345t%d% areaal_345

utr345+0 = (int(areaal_345 * 10000)) * ..../orig/wm345ec

```

3.2 Weert12+0.aml

```

***** */
/*
/*
/* AML voor het alloceren van VIJNO werken arealen 2020
/* alleen voor de 'stedelijke' postcodegebieden van Weert, Midden-Limburg,
/* (woonmilieus 1 en 2), waarbij de attractiviteit niet opgehoogd is met 1,
/* iteraties tot claim bijna is weggezet
/*
/* Wim de Regt
/* 5 december 2000
/*
/*
***** */

setwindow ..../weert
setmask ..../weert
setcell 100

attractie12 = con (..../dist_stat93 > 1500, 0, (1000 - (0.666666 * ..../dist_stat93)) /
20) + focalsum (/projects/vijno_lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4)

rename bg_wm12 bg12_t0
rename ..../orig/clm_wm12 clm12_t0
oppw_12t0 = clm12_t0 * 0

&describe clm12_t0

&setvar n := 1

&do &until %grd$zmax% < 0.01
&setvar o = %n% - 1

&type
&type
&type ****
&type *

```

```

&type * Woonmilieu's 1 en 2
&type * Iteratie %n%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap12_t%n% = ../orig/wml2ec * bg12_t%o% * attractiel2
regcap12_t%n% = zonalsum(../pc4_98_100m, gewcap12_t%n%)
scale12_t%n% = clml2_t%o% * (gewcap12_t%n% / regcap12_t%n%)

areaal12_t%n% = con (isnull (con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%,
scale12_t%n%), 0, con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%, scale12_t%n%))

***** 
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 1 & 2
/* berekenen van beschikbaar bouwgrond na woonmilieu 1 & 2
***** 

clml2_t%n% = clml2_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal12_t%n%)
bg12_t%n% = bg12_t%o% - areaal12_t%n%

oppw_12t%n% = oppw_12t%o% + areaal12_t%n%

kill (!gewcap12_t%n%, regcap12_t%n%, scale12_t%n%, clml2_t%o%, bg12_t%o%,
areaal12_t%n%, oppw_12t%o%) all

clmwm12_t%n% = con (isnull(clml2_t%n% * ../orig/wml2ec), 0, (clml2_t%n% *
..../orig/wml2ec))
&describe clmwm12_t%n%
&setvar n = %n% + 1
&end

***** 
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 1 & 2
***** 

&setvar d = %n% - 1

rename clml2_t%d% clm_wm345
rename bg12_t%d% bg_wm345
rename oppw_12t%d% areaal_12

weert12+0 = (int(areaal_12 * 10000)) * ../orig/wml2ec

```

3.3 Ned-bg.aml

```

*****
/*
/* oorspronkelijke AML voor het alloceren van VIJNO werken arealen 2020
/* waarbij beschikbare bouwgrond = 1, d.w.z. alle grond is beschikbaar,
/* dus geen verdringing door wonen)
/*
/* Wim de Regt
/* 18 januari 2001
/*
***** 

setwindow ../bg2020ec
setcell 100

&type ****
&type *
&type * Check claim per pc4 regio tov totale oppervlakte in dat pc4 gebied
&type *
```

```

&type ****
if(../pc4_98_100m.ec20 > ..../pc4_98_100m.count) cor_clm_ec = ..../pc4_98_100m.count
else cor_clm_ec = ..../pc4_98_100m.ec20

onzin_clm_ec = con (..../pc4_98_100m.ec20 > ..../pc4_98_100m.count, 1, 0)

&type ****
&type *
&type * Claim per pc4 regio evenredig naar oppervlak toedelen
&type * aan beschikbare nip werklocaties
&type *
&type ****

regio_cap_nip = zonalsum(..../pc4_98_100m, ..../nipwerk)
scale_nip = cor_clm_ec * (..../nipwerk / regio_cap_nip)

areaal_nip = con (isnull (con (scale_nip > 1, 1, scale_nip)), 0, con (scale_nip >
1, 1, scale_nip))

/*****************
/*
/* berekenen van nieuwe claim en beschikbare bouwgrond na NIP
/*
/*****************

clm_wm12 = cor_clm_ec - zonalsum(..../pc4_98_100m, areaal_nip)
bg_wm12 = 1 - areaal_nip

kill (!regio_cap_nip, scale_nip!) all

/*****************
/*
/* Begin van het berekenen van het areaal werken in wm 1 & 2
/*
/*****************

attractie12 = con (..../dist_stat93 > 1500, 0, (1000 - (0.666666 * ..../dist_stat93)) /
20) + focalsum (/projects/vijno/lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4)

rename bg_wm12 bg12_t0
rename clm_wm12 clm12_t0
oppw_12t0 = clm12_t0 * 0

&describe clm12_t0

&setvar n := 1

&do &until %grd$zmax% < 0.25

&setvar o = %n% - 1

&type
&type ****
&type *
&type * Woonmilieu's 1 en 2
&type * Iteratie %n%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap12_t%n% = ..../intori/wm12ec * bg12_t%o% * (attractie12 + 1)
regcap12_t%n% = zonalsum(..../pc4_98_100m, gewcap12_t%n%)
scale12_t%n% = clm12_t%o% * (gewcap12_t%n% / regcap12_t%n%)

areaal12_t%n% = con (isnull (con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%, scale12_t%n%), 0, con (scale12_t%n% > bg12_t%o%, bg12_t%o%, scale12_t%n%)))

```

```

*****
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 1 & 2
/* berekenen van beschikbaar bouwgrond na woonmilieu 1 & 2
*****

clm12_t%n% = clm12_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal12_t%n%)
bg12_t%n% = bg12_t%o% - areaal12_t%n%

oppw_12t%n% = oppw_12t%o% + areaal12_t%n%

kill (!gewcap12_t%n%, regcap12_t%n%, scale12_t%n%, clm12_t%o%, bg12_t%o%, 
areaal12_t%n%, oppw_12t%o%) all

clmwm12_t%n% = clm12_t%n% * ..../intori/wml2ec
&describe clmwm12_t%n%
&setvar n = %n% + 1
&end

&setvar d = %n% - 1

rename clm12_t%d% clm_wm345
rename bg12_t%d% bg_wm345
rename oppw_12t%d% areaal_12

ned12-bg = (int(areaal_12 * 10000)) * ..../intori/wml2ec

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Claim per pc4 regio met woonmilieu 3, 4 & 5 toedelen
&type *
&type *
&type ****
&type
&type

attractie345 = con(../dist_opaf93 > 2500, 0, (1000 - (0.4 * ../dist_opaf93)) /
20) + focalsum (/projects/vijno_lib/users/lbgch/data/bs96/bs96_werken, circle, 4) +
(../oas / 4) + /projects/vijno_lib/users/lbgsch/wonen/ec/AREAAL_2020ec

rename bg_wm345 bg345_t0
rename clm_wm345 clm345_t0
oppw_345t0 = clm345_t0 * 0

&describe clm345_t0

&setvar n := 1

&do &until %grd$zmax% < 0.25

&setvar o = %n% - 1

&type
&type
&type ****
&type *
&type * Woonmilieu's 3, 4, en 5
&type * Iteratie %n%
&type *
&type ****
&type
&type

gewcap345_t%n% = ..../intori/wm345ec * bg345_t%o% * (attractie345 + 1)
regcap345_t%n% = zonalsum(../pc4_98_100m, gewcap345_t%n%)
scale345_t%n% = clm345_t%o% * (gewcap345_t%n% / regcap345_t%n%)

```

```

areaal345_t%n% = con (isnull (con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%,
scale345_t%n%), 0, con (scale345_t%n% > bg345_t%o%, bg345_t%o%, scale345_t%n%))

/***********************
/* berekenen van nieuwe claim na woonmilieu 3,4 &5
/* berekenen van beschikbaar bouwgrond na woonmilieu 3,4 &5
***********************/

clm345_t%n% = clm345_t%o% - zonalsum(../pc4_98_100m, areaal345_t%n%)
bg345_t%n% = bg345_t%o% - areaal345_t%n%

oppw_345t%n% = oppw_345t%o% + areaal345_t%n%

kill (!gewcap345_t%n%, regcap345_t%n%, scale345_t%n%, clm345_t%o%, bg345_t%o%,
areaal345_t%n%, oppw_345t%o%) all

clmwm345_t%n% = clm345_t%n% * ..../intori/wm345ec
&describe clmwm345_t%n%
&setvar n = %n% + 1

&end

&setvar d = %n% - 1

rename clm345_t%d% end clm_ec
rename bg345_t%d% bg_na_werk_ec
rename oppw_345t%d% areaal_345

ned345-bg = (int(areaal_345 * 10000)) * ..../intori/wm345ec

nip_500 = resample (blocksum(areaal_nip, rectangle, 5, 5), 500)
wm12_500 = resample (blocksum(areaal_12, rectangle, 5, 5), 500)
wm345_500 = resample (blocksum(areaal_345, rectangle, 5, 5), 500)

werken2020 = resample (blocksum((areaal_nip + areaal_12 + areaal_345), rectangle,
5, 5), 500)

```

3.4 Clmnat.aml

```

/***********************
/*
/* AML voor het selecteren van cellen en postcodegebieden waar de
/* maximale allocatie de daar beschikbare bouwgrond niet vol zet
/*
***********************/

maxallo = zonalmax(../pc4_500m, werken2020_ec)
bg = con(../clm_500 gt 0, ../bg2020ec, 0)

if (werken2020_ec eq maxallo && werken2020_ec lt bg) then clmnat1 = 1
else clmnat1 = 0
endif

clmnat2 = zonalmax(../pc4_500m, clmnat1)

clmnat3 = clmnat2 * ../pc4_500m

kill (!maxallo, bg, clmnat1, clmnat2!) all

```

Bijlage 4 Verzendlijst

1. Directeur-Generaal RIVM, H.A.P.M. Pont
2. Prof. Dr. H.J. Scholten (Vakgroep Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam)
3. Prof. Dr. P. Rietveld (Vakgroep Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam)
4. Drs. A.J. Wagtendonk (IVM, VU Amsterdam)
5. Drs. J.J.G. Buurman (Vakgroep Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam)
6. Drs. E. Koomen (Vakgroep Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam)
7. Dr. P.J. Louter (TNO-INRO Delft)
8. Drs. M. Hilferink (YUSE GSO Object Vision BV, Haarlem)
9. Dr. S. Geertman (NexPRI/Universiteit Utrecht)
10. Drs. P. Verburg (Fac. Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht)
11. Dr. J.R. Ritsema van Eck (Fac. Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht)
12. Drs. J. Groen (Ruimtelijk Planbureau, Den Haag)
13. Drs. H. Gordijn (Ruimtelijk Planbureau, Den Haag)
14. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
15. Prof. Ir. N.D. van Egmond (RIVM)
16. Ir. F. Langeweg
17. Ir. R. van den Berg
18. Drs. J. Borsboom-van Beurden
19. Dr. M. Kuijpers-Linde
20. Ir. C.G.J. Schotten
21. Dr. Ir. J.R.M. Alkemade
22. Drs. J. Wiertz
23. Dr. L. Crommentuijn
24. Drs. A.C.M. de Nijs
25. Drs. R. de Niet
26. Drs. M. Bakkenes
27. Drs. A. Bakema
- 28-32. Auteur (5 exemplaren)
- 33-37. SBD/Voorlichting & Public Relations
38. Bureau Rapportenregistratie
39. Bibliotheek RIVM
- 40-49. Bureau Rapportenbeheer (10 exemplaren)
- 50-60. Reserve exemplaren