vrije Universiteit

De optimale huisvestingslocatie van Nederland

Wanneer agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's tegen elkaar worden afgewogen.



Juni 2010

Sylvia Verhagen

De optimale huisvestingslocatie van Nederland

wanneer agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's tegen elkaar worden afgewogen.

Bronnen foto voorkant:
- www.luchtfotografie-snowwhite.nl/
- www.plaatsen-gids.nl/
- Weerwetenswaardigheden.web-log.nl/mijn_weblog_weer_wetenswa/2008/03/index.html

Datum: Juni 2010
Studie: Aarde en Economie
Vak: Bachelorscriptie
Vakcode: 450254
Door: Sylvia Verhagen
Studentnummer: 1740431
Eerste begeleider: dr. P. Mulder
Tweede begeleider: dr. E. Koomen

Voorwoord

"Nederland leeft met water". De slogan van de overheid drukt ons met onze neus op de feiten. (Overheid, 2010) Het land ligt laag, voor een deel zelfs onder de zeespiegel. Dit zorgt ervoor dat Nederland al eeuwenlang leeft met water. Aan de ene kant heeft dit water ervoor gezorgd dat we economisch konden groeien. In de zeventiende eeuw ging het Nederland voor de wind. Door de handel over water ontstond een Gouden Eeuw waar we goed van konden profiteren. Aan de andere kant zorgt dit water er ook voor dat Nederland al eeuwenlang bedreigd en soms ook beschadigd wordt door overstromingen. Voorbeelden van grote overstromingen die het land beschadigd hebben zijn de Elisabethsvloed in 1421 en de Watersnoodramp in 1953. De vele dijken, duinen en de Deltawerken in Nederland zijn een bewijs van de verbondenheid met water.

Ondanks, of misschien wel dankzij, dit water leven er veel mensen in Nederland. De Randstad, het economische centrum van Nederland waar 45 procent van de totale bevolking woont, ligt zelfs voor het grootste deel onder de zeespiegel. (CBS, 2010) Deze ligging aan water brengt voordelen met zich mee doordat grote delen van de wereld te bereiken zijn voor de producten die in de Randstad gemaakt worden, daarnaast brengt het ook risico's met zich mee. Wanneer er een overstroming zou plaatsvinden in de Randstad zorgt dit niet alleen voor veel slachtoffers, maar ook voor veel economisch verlies. Mensen houden bij de keuze van hun vestigingsplaats echter nauwelijks rekening met dit risico. Zij kijken uitsluitend naar de voordelen die te behalen zijn met vestiging in het economische centrum van Nederland, terwijl het overstromingsrisico misschien wel dusdanig groot is dat dit opweegt tegen de economische voordelen. Het ontbreken van dit besef van het overstromingsrisico bij de inwoners van Nederland maakt dit onderzoek van groot belang.

Samenvatting

Binnen Nederland is bij mensen een duidelijke voorkeur te zien voor vestiging in de Randstad. In de Randstad woont 45 procent van de totale bevolking, terwijl de oppervlakte hiervan maar twintig procent van heel Nederland is. (CBS, 2010) Mensen kunnen veel agglomeratievoordelen behalen door vestiging in de Randstad, maar aan de andere kant is het risico op een overstroming hier ook groter doordat grote delen van dit gebied onder de zeespiegel liggen. In deze analyse is onderzocht of de agglomeratievoordelen groot genoeg zijn om op te wegen tegen de overstromingsrisico's. Aan de hand van een analyse van 24 steden is onderzocht wat op grond van deze afweging de optimale huisvestingslocatie binnen Nederland is. De probleemstelling hierbij is: *Wat is de optimale huisvestingslocatie in Nederland wanneer een afweging wordt gemaakt tussen agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's?*

De agglomeratievoordelen zijn bepaald aan de hand van de gemiddelde woningwaarden per stadscentrum. De overstromingsrisico's zijn bepaald met behulp van de Damage Scanner en ArcGis. Een probleem met de Damage Scanner is echter dat deze gebruik maakt van een gemiddelde woningwaarde en een gemiddeld aantal huishoudens per hectare in heel Nederland. Om een betere benadering van de werkelijkheid te maken, zijn deze waardes per stadscentra aangepast. Er is een schade-index gemaakt, waarmee de schade die uit de Damage Scanner volgt, vermenigvuldigd kan worden. Het blijkt dat de schadefactoren een aanzienlijke invloed hebben op de schadebedragen en het uiteindelijke risico per stadscentrum.

Bij de uiteindelijke afweging tussen de agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's blijkt dat de risico's heel laag zijn en dat de agglomeratievoordelen hier ruim tegenop wegen. De risico's zijn dusdanig laag dat deze geen invloed hebben op de optimale huisvestingslocatie in Nederland. Utrecht is de optimale huisvestingslocatie binnen Nederland als er alleen naar de agglomeratievoordelen wordt gekeken, maar ook wanneer het overstromingsrisico wordt meegenomen. Daarnaast blijkt dat de economische voordelen in de Randstad dusdanig groot zijn dat ook deze ruim opwegen tegen de overstromingsrisico's. De Randstad blijkt dus een goede vestigingslocatie te zijn.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1: Inleiding 5

Hoofdstuk 2: Agglomeratievoordelen 7
§2.1: Agglomeratie 7
§2.2: Methode bepalen agglomeratievoordelen 9
§2.3: Resultaten agglomeratievoordelen 11

Hoofdstuk 3: Overstromingsrisico's 13
§3.1: Overstromingsrisico 13
§3.2: Methode bepalen overstromingsrisico's 15
§3.3: Resultaten overstromingsrisico's 17

Hoofdstuk 4: Afweging 23
§4.1: Afweging agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's 23

Hoofdstuk 5: Discussie en aanbevelingen 26

Hoofdstuk 6: Conclusie 28

Bronnenlijst 30

Bijlagen 31
Bijlage 1: Landgebruikkaart Nederland 31
Bijlage 2: Waterdieptekaart Nederland 32
Bijlage 3: Schadekaart Nederland 33
Bijlage 4: Aantal huishoudens per hectare per stadscentrum 34

Hoofdstuk 1: Inleiding

De Randstad is hét economisch centrum van Nederland. Mensen willen hier graag wonen door de voordelen die zij hierdoor hebben, er zijn bijvoorbeeld veel bedrijven in de omgeving waardoor er veel werkgelegenheid is en er zijn goede faciliteiten, zoals wegen. Deze voordelen zijn agglomeratievoordelen. Mensen zijn bereid om te betalen voor deze voordelen, ze hebben hier een 'willingness to pay' voor. Een probleem met de Randstad is echter dat dit gebied van Nederland onder de zeespiegel ligt. Om overstromingen te voorkomen zijn er verschillende maatregelen getroffen, toch blijft het gevaar van een overstroming bestaan. Dit risico wordt vaak niet meegenomen in de 'willingness to pay' van mensen om in een grote stad te wonen. In andere delen van Nederland is er minder economische activiteit en over het algemeen zijn de steden hier ook kleiner dan in de Randstad. Daardoor zijn ook de agglomeratievoordelen hier kleiner. Daarentegen liggen deze delen van Nederland vaak hoger, soms zelfs boven de zeespiegel, en is dus de kans op overstromingen hier kleiner. Toch verkiezen veel mensen de Randstad als vestigingsplaats boven de rest van Nederland. Dit doet vermoeden dat de agglomeratievoordelen in de Randstad dusdanig groot zijn dat dit opweegt tegen de overstromingsrisico's. In dit onderzoek wordt onderzocht of dit werkelijk zo is. Er wordt een afweging gemaakt tussen de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's voor woningen in 24 steden van Nederland. Het doel van deze afweging is om te achterhalen of de vestigingskeuze van mensen in de Randstad wel zo verstandig is of dat het door het overstromingrisico misschien toch beter is om een ander deel van het land als vestigingsplaats te kiezen. De 'willingness to pay' van mensen om in een grote stad te wonen wordt dus gecorrigeerd met het overstromingsrisico om te bepalen wat een goede huisvestingslocatie in Nederland is. De probleemstelling die onderzocht wordt, is:

Wat is de optimale huisvestingslocatie in Nederland wanneer een afweging wordt gemaakt tussen agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's?

De 'optimale' huisvestingslocatie is in dit geval de locatie binnen Nederland waar de afweging tussen de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's het gunstigst uitvalt. Persoonlijke voorkeuren voor karakteristieken van woningen of woonlocaties zijn in deze afweging niet meegenomen. De afweging tussen enerzijds de agglomeratie-voordelen en anderzijds de overstromingsrisico's maakt dit onderwerp een duidelijk Aarde en Economie onderwerp. Bij de keuze van de vestigingplaats houdt men vaak geen rekening met de overstromingsrisico's, terwijl deze er wel zijn. Dit onderzoek kan uitwijzen dat deze risico's misschien dusdanig groot zijn dat hier wel rekening mee gehouden moet worden. Dit aardwetenschappelijke risico zou dus grote invloed kunnen hebben op economische keuzes.

In dit onderzoek wordt uitsluitend gekeken naar de huisvestingslocatie van mensen. Mensen zijn vaak minder plaatsgebonden dan bedrijven. Voor bedrijven is het belangrijk om een vestigingsplaats te hebben dicht bij de benodigde grondstoffen en de afzetmarkt. Voor mensen is dit minder van belang, de aanwezigheid van werk is belangrijk, maar verder zijn ze in principe niet aan vaste locaties gebonden. Daarnaast zijn mensen 'footloose', ze zijn relatief gemakkelijk te verplaatsen. Voor de analyse wordt verder gekeken naar 24 steden in Nederland. Dit zijn de twaalf provinciale hoofdsteden en daarnaast per provincie de stad met de meeste inwoners (naast de provinciale hoofdstad).

Er wordt bij de analyse uitsluitend naar de wijk ‘Stadscentrum’ van de steden gekeken omdat hier de agglomeratievoordelen de grootste rol spelen. Door deze verdeling wordt een goed beeld verkregen over de spreiding van de agglomeratievoordelen en overstromingsrisico’s binnen Nederland, waardoor een interessante afweging kan worden gemaakt.

In de scriptie wordt deze afweging gemaakt. In hoofdstuk 2 wordt allereerst het fenomeen agglomeratie besproken. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd wat agglomeratie is, hoe het ontstaat en wat de voordelen hiervan zijn. Vervolgens wordt voor alle 24 stadscentra bepaald hoe groot de agglomeratievoordelen zijn. Hoofdstuk 3 gaat over overstromings-risico’s. Er wordt aangegeven wat de verschillen in overstromingsrisico’s binnen Nederland zijn en hoe deze veroorzaakt worden. Vervolgens wordt voor alle 24 stadscentra bepaald hoe groot de risico’s zijn. In hoofdstuk 4 wordt uiteindelijk een afweging gemaakt voor alle stadscentra tussen de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico’s. Uiteindelijk volgt de conclusie wat de optimale huisvestingslocatie in Nederland is.

Hoofdstuk 2: Agglomeratievoordelen

§2.1: Agglomeratie

Veel bedrijven en mensen ondervinden voordelen wanneer zij gevestigd zijn in de buurt van andere bedrijven en personen. Door deze voordelen worden nieuwe bedrijven en mensen aangetrokken waardoor het cluster groter wordt en ook de voordelen toenemen. Dit verschijnsel wordt het agglomeratie effect genoemd. Het agglomeratie effect hangt samen met de locatie en is daardoor toegankelijk voor alle bedrijven en mensen die op dezelfde locatie zijn gevestigd. “De voordelen zijn dus extern en onafhankelijk van een specifiek bedrijf of persoon.” (McCann, 2001)

Volgens McCann zijn er drie vormen van productie agglomeratie. Allereerst zijn er *Information spillovers.* Als er binnen een gebied veel bedrijven van dezelfde industrie zijn gevestigd, hebben de werknemers relatief gemakkelijk toegang tot werknemers van andere bedrijven. Hierdoor kan informatie gedeeld worden waardoor de concurrentiepositie van beide bedrijven beter wordt. Ook mensen binnen een stad kunnen gemakkelijk informatie uitwisselen waardoor voordelen te behalen zijn. Daarnaast zijn er *Non-traded local inputs.* Wanneer veel bedrijven en mensen in hetzelfde gebied zijn gevestigd, zijn er mogelijkheden om specialistische ‘non-traded’ inputs efficiënter te verkrijgen door het delen van de hoge kosten. Een voorbeeld van deze input is de aanleg van lokale infrastructuur. De laatste vorm van productie agglomeratie effecten is een *Local skilled-labour pool.* De aanwezigheid van gespecialiseerde locale werknemers zorgt ervoor dat de kosten van het verkrijgen van het juiste personeel lager zijn. Wanneer veel arbeiders lokaal aanwezig zijn, kunnen bedrijven namelijk snel en met weinig kosten uitbreiden als dat nodig is. Daarnaast worden kosten voor scholing uitgespaard wanneer arbeiders de juiste vaardigheden hebben. Voor personen is dit voordeel de aanwezigheid van veel geschikte arbeidsplaatsen in de omgeving. (McCann, 2001) Daarnaast is er nog consumptie agglomeratie. Mensen willen graag in een grote stad wonen vanwege allerlei voorzieningen en culturele activiteiten in de omgeving. In een grote stad zijn musea en restaurants altijd in de buurt.

Naast de drie vormen zijn er ook drie niveaus van agglomeratie. Allereerst is er *Economies of localization.* Dit zijn agglomeratie effecten van een groep bedrijven van dezelfde industrie die binnen hetzelfde gebied zijn gevestigd. Deze effecten worden Marshall-Arrow-Romer externaliteiten genoemd, doordat bedrijven van dezelfde industrie clusteren ontstaat er specialisatie binnen een gebied waardoor voordelen te behalen zijn. (Groot et al., 2008) Deze vorm van agglomeratie ontstaat voornamelijk door geografische karakteristieken. De bedrijven vestigen zich op een locatie waar zij efficiënte, strategische voordelen behalen zoals de bereikbaarheid van water, hulpbronnen en wegen. (Groot et al., 2008) Voor personen zijn deze effecten te behalen wanneer meerdere huishoudens binnen één gebied zijn gevestigd. Door uitwisseling van informatie en door gemeenschappelijke goederen (wegen, defensie) aan te schaffen kunnen er voordelen behaald worden. Vervolgens zijn er *Economies of urbanization.* Dit zijn agglomeratie effecten die plaatsvinden tussen verschillende sectoren. Deze effecten worden Jacobs externaliteiten genoemd, bedrijven hebben ook voordelen wanneer zij clusteren met bedrijven van andere sectoren, wanneer er dus diversiteit binnen een gebied ontstaat, omdat er grote locale marktmogelijkheden ontstaan. (Groot et al., 2008) Dit niveau

van agglomeratie zorgt voor het ontstaan van steden. (McCann, 2001) Voor personen komt dit niveau voor wanneer er niet alleen huishoudens maar ook bedrijven binnen hetzelfde gebied zijn gevestigd. Ook hierdoor kunnen voordelen worden behaald. Het laatste niveau van agglomeratie is de Porter externaliteit. Dit zijn agglomeratie effecten die ontstaan door concurrentie. Wanneer er veel concurrentie binnen een gebied is, moeten bedrijven blijven innoveren om te kunnen blijven voortbestaan. De producten en diensten worden steeds verbeterd waardoor de prijzen verhoogd kunnen worden en er voordelen ontstaan. Bedrijven die gevestigd zijn in gebieden met weinig concurrentie hebben deze competitievoordelen niet. (Groot et al., 2008) Voor gezinnen ontstaan deze effecten doordat een vergelijking wordt gemaakt met de omgeving. Mensen willen vaak qua economische en sociale situatie niet onder doen aan die van de buren of familie en vrienden. Hierdoor wordt door mensen gestreefd naar een zo goed mogelijke persoonlijke situatie, waardoor voordelen ontstaan.

Er zijn verschillende voordelen van agglomeratie zowel voor bedrijven als voor personen, namelijk de mogelijkheid om efficiënter te werken zowel binnen bedrijven als binnen huishoudens, groot aanbod van personeel en werkgelegenheid, nabijheid van de markt, informatieoverdracht, lagere belastingen, aanwezigheid van stedelijke voorzieningen en culturele diversiteit. Agglomeratie kan echter ook nadelen hebben, zoals vervuiling, congestie problemen, duurdere huisvesting, hogere grondprijzen, slechtere bereikbaarheid, afname in sociale cohesie en toename in sociale problemen. Deze nadelen zorgen ervoor dat er een grens zit aan de mogelijkheid van steden om te groeien. (SER, 2008)(Groot et al., 2008)

In dit onderzoek gaat het om voordelen die *personen* behalen door clustering. Er is geen directe manier om agglomeratievoordelen te waarderen. Om een benadering te kunnen maken worden de prijzen van de woningen gebruikt. Deze benadering kan gebruikt worden omdat huizenprijzen beïnvloed worden door de voordelen. In een grote stad als Amsterdam is veel werkgelegenheid en zijn er veel faciliteiten waar mensen graag bij in de buurt willen wonen. Deze consumptie agglomeratie zorgt ervoor dat de vraag naar woningen in Amsterdam stijgt waardoor vervolgens ook de prijs stijgt. De Porter externaliteiten hebben daarnaast ook invloed op de huizenprijzen. Doordat bedrijven door de concurrentie steeds betere producten gaan produceren, krijgen zij meer inkomsten. Daardoor kunnen de werknemers loonsverhoging krijgen waardoor duurdere huizen aangeschaft kunnen worden. Er zitten echter ook beperkingen aan het gebruik van huizenprijzen voor de waardering van de agglomeratievoordelen. Woningen kunnen namelijk andere karakteristieken hebben die de prijs bepalen, bijvoorbeeld een tuin op het zuiden of een extra dakkapel. In deze analyse zijn de verschillen in de woningen niet meegenomen.



Figuur 1 De stedelijke agglomeratie Rotterdam, bron: Stoker-it.nl

§2.2: Methode bepalen agglomeratievoordelen

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, is er een waardering van het agglomeratievoordeel voor woningen nodig. Zoals hierboven is aangegeven is er geen directe methode om dit voordeel te kunnen berekenen, er zal dus een benadering gemaakt moeten worden. Deze benadering van het agglomeratievoordeel wordt gemaakt aan de hand van een analyse van de huizenprijzen. In de grote stadscentra in de Randstad zijn de agglomeratievoordelen voor woningen groter dan in kleinere stadscentra buiten de Randstad. Dit zorgt er voor dat er grote vraag naar woningen in de Randstad is, waardoor de prijzen hier stijgen en de woningen in de Randstad duurder zijn dan daarbuiten. Doordat de agglomeratievoordelen invloed hebben op de huizenprijzen, kunnen deze gebruikt worden als benadering van de agglomeratievoordelen.

Tabel 1 Stadscentra

Stadscentra 2007			
Stadscentra	**Provincie**	**Aantal inwoners gemeente**	**Aantal inwoners wijk stadscentrum**
Almere	Flevoland	180.920	105.200
Amersfoort	Utrecht	139.050	5.180
Amsterdam	Noord-Holland	742.880	81.700
Arnhem (ph)	Gelderland	142.570	4.400
Assen (ph)	Drenthe	64.390	4.830
Drachten	Friesland	54.960	44.150
Eindhoven	Noord-Brabant	209.700	6.030
Emmen	Drenthe	108.830	47.180
Enschede	Overijssel	154.480	22.100
Groningen (ph)	Groningen	181.610	16.050
Haarlem (ph)	Noord-Holland	146.960	12.360
Hoogezand-Sappemeer	Groningen	34.390	17.250
Leeuwarden (ph)	Friesland	92.340	4.350
Lelystad (ph)	Flevoland	72.250	2.610
Maastricht (ph)	Limburg	119.040	15.750
Middelburg (ph)	Zeeland	47.270	6.840
Nijmegen	Gelderland	160.910	9.270
Rotterdam	Zuid-Holland	584.060	29.760
's-Gravenhage (ph)	Zuid-Holland	473.940	17.410
's-Hertogenbosch (ph)	Noord-Brabant	135.650	11.760
Terneuzen	Zeeland	55.270	2.500
Utrecht (ph)	Utrecht	288.400	15.970
Venlo	Limburg	92.090	35.400
Zwolle (ph)	Overijssel	114.640	2.790

De 24 stadscentra die voor de analyse gebruikt worden, zijn allereerst de stadscentra van de twaalf provinciale hoofdsteden (ph). Daarnaast is per provincie het (tweede) stadscentrum genomen met de meeste inwoners (figuur 2). Er is voor deze verdeling gekozen omdat de provinciale hoofdsteden binnen Nederland vaak belangrijke steden voor de vestiging van personen zijn. Daarnaast zijn de provinciale hoofdsteden goed over Nederland verdeeld, waardoor alle delen van Nederland in de analyse meegenomen worden. Als er uitsluitend naar de provinciale hoofdsteden gekeken zou worden zouden echter grote steden als Amsterdam, Rotterdam en Almere wegvallen. Omdat deze grote steden ook erg belangrijk zijn in Nederland, zeker als vestigingslocatie, is ervoor gekozen om per provincie twee steden te bekijken. In tabel 1 zijn de 24 stadscentra weergegeven. (Statline, 2007)



Figuur 2 Stadscentra
Bron: CBS, 2007

§2.3: Resultaten agglomeratievoordelen

Om het agglomeratievoordeel per stadscentrum te bepalen is er een analyse gemaakt van de woningprijzen. Per stadscentrum is er een gemiddelde woningprijs uitgerekend. Het stadscentrum is hierbij steeds de wijk 'centrum' van de geanalyseerde steden. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van Kerncijfers 2003-2009 Wijken en Buurten van Statline. In Statline zijn de gemiddelde WOZ-waarden weergegeven. Dit zijn de gemiddelde waarden van woningen gebaseerd op de wet Waardering Onroerende Zaken. "Voor de bepaling van de gemiddelde woningwaarde wordt alleen gebruik gemaakt van die WOZ-objecten omschreven als woningen dienend tot hoofdverblijf en woningen met praktijkruimte met een waarde groter dan nul euro." (Statline, 2007) Bij bepaling van de WOZ-waarden worden alle woningen meegenomen, ook sociale huurwoningen. Deze woningen zijn lager geprijsd waardoor de gemiddelde woningwaarde lager zal uitvallen. In de stadscentra staan over het algemeen echter weinig van deze woningen waardoor het effect hiervan relatief klein zal zijn. De cijfers die voor de analyse gebruikt zijn, gaan over de woningwaarden in 2007. Dit zijn de meest recente gegevens.

Tabel 2 Agglomeratievoordelen

Agglomeratievoordelen Stadscentra	Gem. woningwaarde (x1000)	Relatief agglomeratie-voordeel (x1000)
Utrecht	262	161
Amsterdam	261	160
Zwolle	241	140
's-Hertogenbosch	240	139
Eindhoven	232	131
Haarlem	232	131
Amersfoort	229	128
Maastricht	226	125
Nijmegen	199	98
Almere	189	88
Middelburg	182	81
Venlo	176	75
Assen	175	74
Arnhem	167	66
Rotterdam	162	61
Drachten	160	59
Groningen	157	56
Emmen	151	50
Enschede	146	45
's-Gravenhage	145	44
Hoogezand-Sappemeer	133	32
Lelystad	124	23
Leeuwarden	122	21
Terneuzen	101	0

In de tabel zijn de gemiddelde woningwaarden voor alle 24 stadscentra weergegeven. De agglomeratievoordelen van de steden zijn vervolgens relatief ten opzichte van de laagste waarde bepaald. In Terneuzen is de gemiddelde woningwaarde het laagst. Deze waarde is van de woningwaarden in de andere steden afgetrokken om de meerwaarde van deze woningen uit te rekenen. De waarden die hierdoor ontstaan worden gebruikt als agglomeratievoordelen. Bij deze vergelijking wordt er dus vanuit gegaan dat er in Terneuzen nauwelijks agglomeratievoordelen zijn. Het is een relatief kleine stad in een uithoek van Nederland waardoor de voordelen hier erg laag zijn. De wijken van de andere steden zijn groter dan het stadscentrum van Terneuzen, verder liggen de andere steden over het algemeen meer gecentreerd in het land. Daardoor zijn de agglomeratievoordelen in de andere steden hoger.

De kleinste agglomeratievoordelen, naast die van Terneuzen, zijn te vinden in Leeuwarden, Lelystad en Hoogezand-Sappemeer. De waarde van de voordelen zijn hier

respectievelijk 21.000, 23.000 en 32.000 euro. Het grootste agglomeratievoordeel is te vinden in Utrecht. De waarde van de voordelen is hier in totaal 161.000 euro. Ook in Amsterdam, Zwolle en 's-Hertogenbosch zijn de agglomeratievoordelen vrij groot, respectievelijk 160.000, 140.000 en 139.000 euro.

Te zien is dat de meeste stadscentra in de Randstad bij de zes stadscentra met de grootste agglomeratievoordelen horen, namelijk Utrecht, Amsterdam en Haarlem. Rotterdam heeft een wat lager agglomeratievoordeel, maar alleen 's-Gravenhage heeft een opvallend laag agglomeratievoordeel, namelijk 44.000 euro. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat het aanbod van woningen in het centrum van Den Haag hoger is dan de vraag waardoor de prijs per woning daalt. Daarnaast zou een reden kunnen zijn dat de huizen in het stadscentrum van Den Haag gemiddeld kleiner zijn dan in bijvoorbeeld Utrecht, waardoor de prijs per woning omlaag gaat. Een andere mogelijkheid van het lage agglomeratievoordeel in Den Haag is dat hier de nadelen van agglomeratie, bijvoorbeeld congestie of toename in sociale problemen, al een grote rol spelen, waardoor de grenzen van de stad om te groeien hier al bereikt zijn.

De cijfers uit deze tabel zijn dus de gemiddelde woningwaarden in de stadscentra. De agglomeratievoordelen worden vervolgens bepaald door de meerwaarde van de woningen te bepalen ten opzichte van de laagste woningwaarde. In Terneuzen blijkt het agglomeratievoordeel het kleinst te zijn en in Utrecht het grootst. De cijfers worden voor de verdere analyse gebruikt en uiteindelijk afgewogen tegen de overstromingsrisico's.

Hoofdstuk 3: Overstromingsrisico's

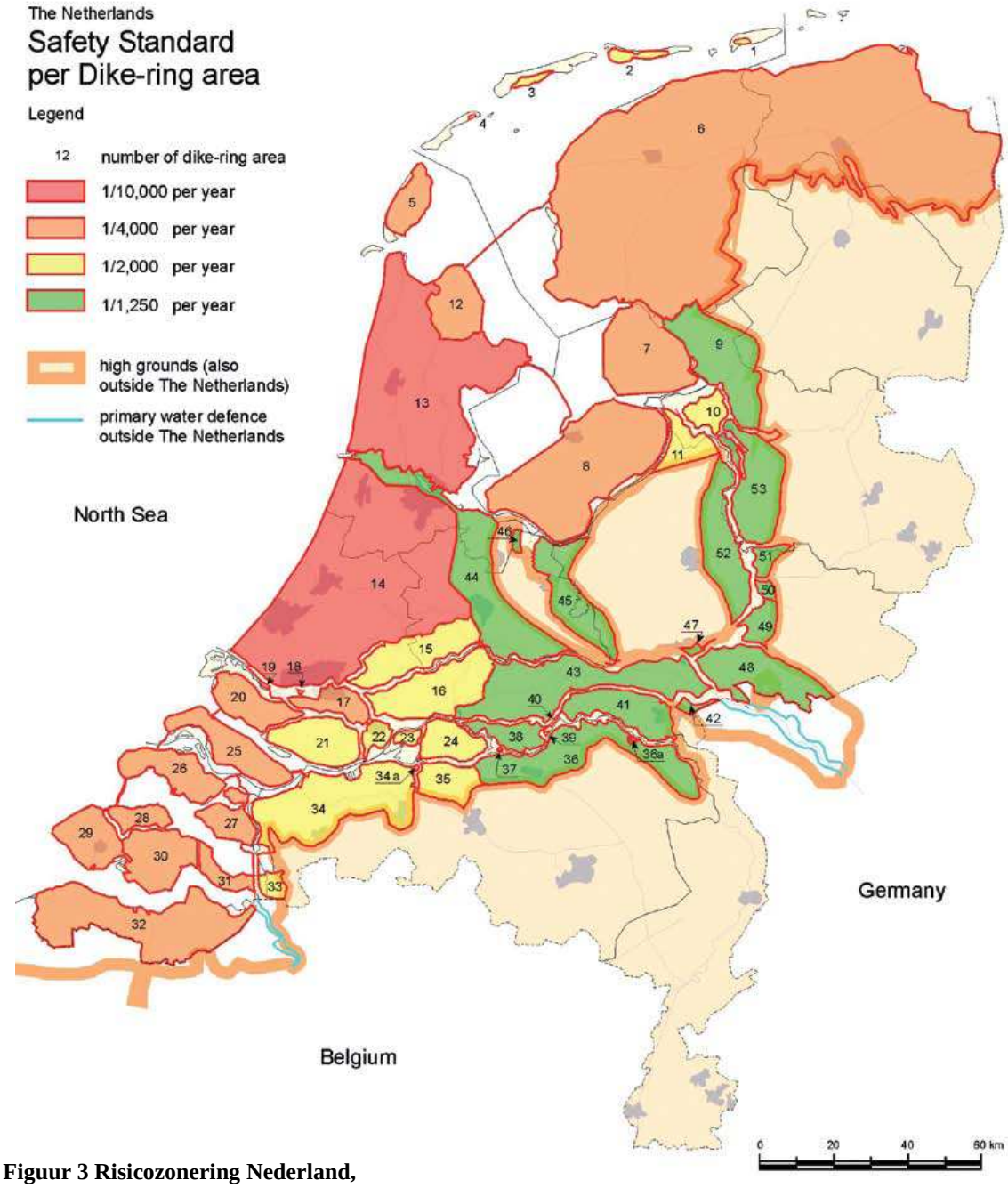
§3.1: Overstromingsrisico

"Van alle natuurrampen zijn overstromingen de meest voorkomende, de dodelijkste en de duurste rampen die op de wereld voorkomen." (Faure, 2004) Ook in Nederland is het overstromingsrisico, ondanks de goede dijken, vrij groot. 70% van het totale onroerend goed in Nederland ligt namelijk onder de zeespiegel of het rivierpeil. Hierdoor zal er veel schade zijn als er een overstroming plaatsvindt, wat het risico hoog maakt. Er zijn verschillende bronnen die overstromingen zouden kunnen veroorzaken, namelijk hevige neerslag, dijkdoorbraken en zeespiegel/rivierpeil stijging door klimaatveranderingen. (Kok et al., 2003)

Sinds de Watersnoodramp van 1953, waarbij bijna 2000 mensen zijn omgekomen, is er in Nederland veel veranderd aan de veiligheid tegen overstromingen. (Daniel et al., 2007) De Deltawerken zijn aangelegd en Nederland is verdeeld in 53 dijkringen. Deze dijkringen zijn onderdelen van gebieden die zijn vastgelegd in de Wet op de Waterkering van 1995. Deze gebieden moeten een bepaald niveau van bescherming tegen overstromingen garanderen. Een dijkring met veiligheidsniveau 1/2.000 is bijvoorbeeld ingericht om een overstroming met een kans van 1/2.000 per jaar te weerstaan. De veiligheidsniveaus variëren binnen Nederland tussen 1/1.250 en 1/10.000 (figuur 3). Deze niveaus zijn vastgesteld aan de hand van het aantal inwoners en de economische waarde binnen de dijkring. Hoe meer mensen er wonen en hoe meer economische waarde er in het gebied is, des te hoger wordt het veiligheidsniveau waar de dijken aan moeten voldoen. Daarom is dit niveau voor de Randstad gesteld op een overstromingskans van eens per 10.000 jaar. (Aerts, 2009)

Deze veiligheidsniveaus blijken toch niet genoeg te zijn om Nederland volledig tegen overstromingen te beschermen. In 1993 en in 1995 zijn verschillende plaatsen in Nederland overstroomd of bedreigd door hoog water. Een probleem met de veiligheidsnormen van de dijken is dat deze normen zijn opgesteld in 1953. In 1995 zijn de veiligheidnormen nog een keer aangepast in de Wet op de Waterkering, maar deze normen zijn gebaseerd op het landgebruik en de economische en demografische situatie in 1960. De huidige economische situatie en het landgebruik rond de rivieren is heel anders waardoor ook de risico's zijn veranderd. (Daniel et al., 2007)

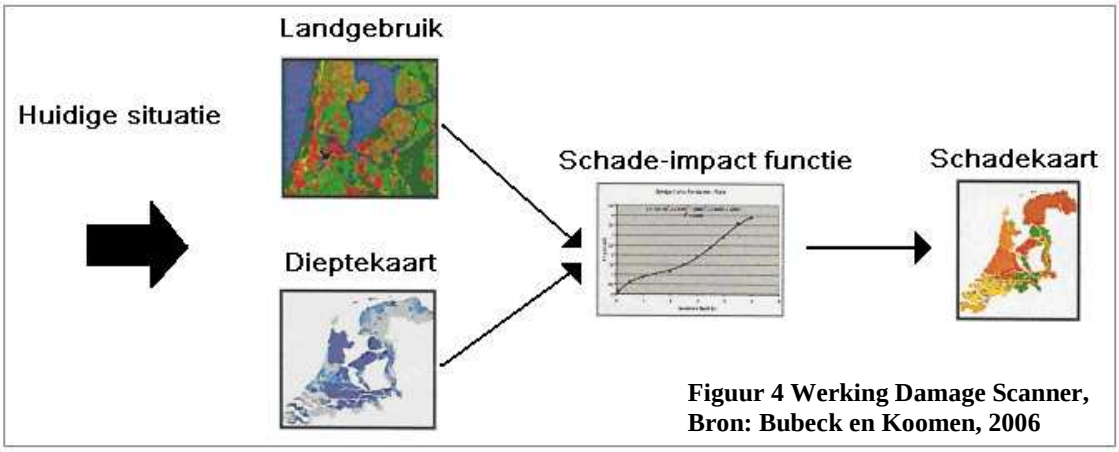
Door de veranderde economische situatie zal de schade bij een overstroming nu veel groter zijn dan in 1960, waardoor het risico ook veel groter is. Door dit vergrote overstromingsrisico is het juist belangrijk om hier rekening mee te houden bij de keuze van een vestigingsplaats.



Figuur 3 Risicozonering Nederland, bron: Aerts, 2009

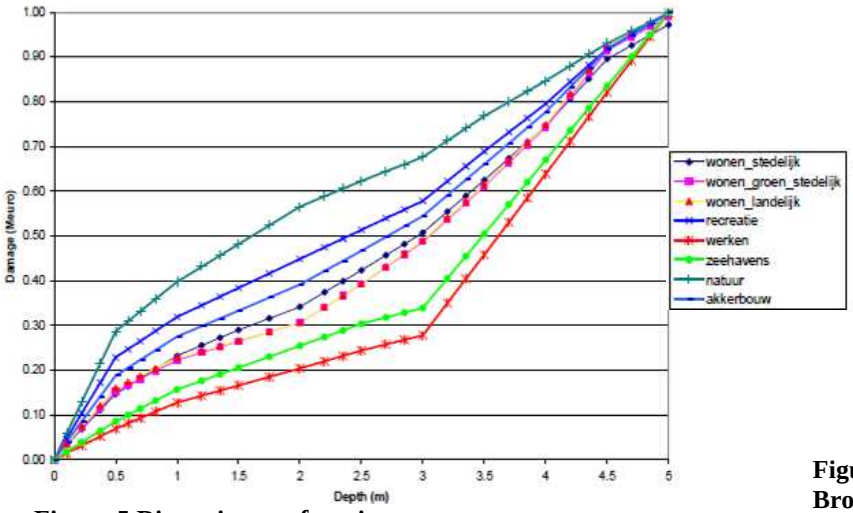
§3.2: Methode bepalen overstromingsrisico's

In dit onderzoek worden de overstromingsrisico's voor de 24 stadscentra bepaald met de Damage Scanner. Dit is een versimpeld model dat de schade bij een overstroming benadert. De schade wordt gebaseerd op de landgebruikkaart, de dieptekaart die aangeeft hoe hoog het water komt bij een overstroming en een diepte-impact functie. Uit deze drie variabelen volgt uiteindelijk de schade kaart voor heel Nederland (figuur 4). Deze schade kan vervolgens vermenigvuldigd worden met de kans op een overstroming. Hieruit volgt het risico op een overstroming in verwachte gemiddelde schade per jaar. (Bubeck en Koomen, 2008)



Figuur 4 Werking Damage Scanner, Bron: Bubeck en Koomen, 2006

De diepte-impact functie geeft de relatie weer tussen de diepte van een overstroming en de daarbij behorende schade per landgebruik. (Bubeck en Koomen, 2008) In figuur 5 zijn de diepte-impact functies per landgebruik weergegeven. Op de horizontale as staat de diepte van de overstroming in meters en op de verticale as is de schadefactor weergegeven. Deze schadefactor geeft de procentuele schade aan voor een bepaald landgebruik bij een bepaalde overstromingsdiepte. Dit is de procentuele schade van een maximaal schadebedrag. Dit maximale schadebedrag varieert per landgebruik (figuur 6). Voor stedelijk wonen is dit 9,1 miljoen euro per hectare. (Bruijn, 2008)



Figuur 5 Diepte-impact functies, Bron: Bruijn, 2008

Landgebruiksklasse	M€ / ha
wonen_stedelijk	9.1
wonen_groen_stedelijk	4.0
wonen_landelijk	3.8
recreatie	0.3
werken	6.0
zeehavens	5.0
natuur	0.2
akkerbouw	0.2
grondgebonden_teelt	0.1
glastuinbouw	0.7
intensieve_veeteelt	0.8
infrastructuur	1.9
bouwterrein	1.3
buitenland	0.0
water	0.0

Figuur 6 Maximale schadebedragen, Bron: Bruijn, 2008

Deze maximale schadebedragen voor alle landgebruiken zijn bepaald met behulp van het Hoogwater Informatie Systeem Schade en Slachtoffer Module (HIS-SSM). Dit model berekent in detail de schade bij een overstroming, er wordt namelijk per object bekeken wat de schade zal zijn. Om de maximale schadebedragen te bepalen is in het HIS-SSM model berekend wat de schade per hectare is bij een overstroming met een waterdiepte van twintig meter, er wordt hierbij vanuit gegaan dat alle landgebruiken volledig verwoest worden. Met een analyse in ArcGis (Geografisch Informatie Systeem), is vervolgens per landgebruikklasse de maximale schade berekend. Deze waarden zijn vervolgens in de diepte-impact functie van de Damage Scanner gebruikt als maximale schadebedragen. Voor woningen is het maximale schadebedrag gebaseerd op de gemiddelde woningwaarden van heel Nederland in 2000 van 172.000 euro. (Klijn et al., 2007)

Een probleem met het maximale schadebedrag voor woningen is dat deze voor heel Nederland gelijk is. Voor woningen wordt er dus vanuit gegaan dat deze in heel Nederland een gemiddelde waarde hebben van 172.000 euro per stuk, dit wordt vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal huishoudens in Nederland van ongeveer 53 per hectare wat leidt tot een maximaal schadebedrag van 9,1 miljoen euro per hectare. (Huizinga et al., 2004) De woningwaarden zijn echter niet in heel Nederland gelijk. Mede door de verschillende agglomeratievoordelen hebben de woningen per locatie ook andere waarden. Door deze verschillende woningwaarden zullen ook de overstromingsschades variëren. Een ander probleem is dat er gebruik is gemaakt van een gemiddeld aantal huishoudens in Nederland, dit varieert echter ook per stad. In het stadscentrum van Amsterdam staan bijvoorbeeld veel meer huizen dan in het stadscentrum van Emmen, deze verschillen worden uitgemiddeld terwijl dit wel grote invloed heeft op de schadebedragen bij een overstroming.

In de analyse worden deze twee problemen aangepakt. De schade van een overstroming die per stadscentrum uit de Damage Scanner volgt, wordt vermenigvuldigd met een veranderingsfactor waarbij rekening wordt gehouden met de agglomeratievoordelen en het aantal huishoudens per stadscentrum. Een gebied waarin meer huizen staan en waar de huizen relatief meer waard zijn, levert immers ook meer schade op. Om de veranderingsfactor per stadscentrum te bepalen wordt er allereerst gebruik gemaakt van de gemiddelde woningwaarde per stadscentrum die in hoofdstuk 2 zijn gebruikt voor de waardering van de agglomeratievoordelen. Door deze woningwaarden te gebruiken, wordt er rekening mee gehouden dat de huizen in Nederland niet overal evenveel waard zijn. Vervolgens worden deze waarden vermenigvuldigd met het aantal huishoudens per hectare per stadscentrum. Zo wordt er rekening mee gehouden dat niet overal in Nederland dezelfde hoeveelheid huizen staan. De uitkomst hiervan wordt vervolgens gedeeld door het gemiddelde maximale schade bedrag voor heel Nederland van 9,1 miljoen euro per hectare waardoor een veranderingsfactor per stadscentrum ontstaat. Op deze manier wordt er een regionale woningwaarde index gemaakt, waarbij het gemiddelde maximale schadebedrag van 9,1 miljoen op één wordt gesteld en per stad de afwijking van dit gemiddelde wordt bepaald. Deze index wordt gebruikt om een betere benadering te maken van de schade die optreedt bij een overstroming, er wordt dus een geïndexeerd overstromingsrisico bepaald.

§3.3: Resultaten overstromingsrisico's

Om het overstromingsrisico per stadscentrum te bepalen is er allereerst gebruik gemaakt van de Damage Scanner. Met de Damage Scanner is een schadekaart samengesteld met de schade bij een overstroming voor heel Nederland (bijlage 3). Deze schadekaart is opgebouwd aan de hand van de landgebruikkaart en de waterdieptekaart (bijlage 1 en 2). Met behulp van ArcGis is vervolgens de schade bij een overstroming per stadscentrum berekend. Met ArcGis (Geografisch Informatie Systeem) kan allerlei ruimtelijke data geïntegreerd worden om analyses te doen over informatie waarbij de locatie belangrijk is. Het gaat hierbij dus om ruimtelijke informatie. (ESRI, 2010) De schade per stadscentrum is bepaald door de te analyseren stadscentra met behulp van ArcGis uit de totale schadekaart te filteren.

Tabel 3 Overstromingsschade per jaar

Overstromingsschade Stadscentra	Overstromingsschade stadscentra (mln)
Almere	2.326
Lelystad	210
Zwolle	170
's-Gravenhage	164
Rotterdam	146
Terneuzen	87
Amersfoort	49
Amsterdam	36
Arnhem	16
's-Hertogenbosch	14
Nijmegen	7
Utrecht	6
Middelburg	1
Assen	0
Drachten	0
Eindhoven	0
Emmen	0
Enschede	0
Groningen	0
Haarlem	0
Hoogezand-Sappemeer	0
Leeuwarden	0
Maastricht	0
Venlo	0

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven. Te zien is dat veel stadscentra geen schade oplopen bij hoog water. Dit komt doordat deze stadscentra dusdanig hoog in het land liggen waardoor op deze locaties geen water komt. Daarentegen zal in het stadscentrum van Almere juist veel schade optreden bij een overstroming, namelijk 2,3 miljard euro. Dit is zeer veel, vergeleken met de andere steden. In bijvoorbeeld Amsterdam is de overstromingsschade veel lager dan in Almere. Dit komt doordat het centrum van Amsterdam ook hoger in het land ligt. Daarnaast wordt Amsterdam goed beschermd door waterkeringen.

Om een betere benadering te kunnen maken van de schade die zal optreden bij een overstroming moeten deze schadebedragen nog gecorrigeerd worden met de veranderingsfactor, zodat rekening gehouden wordt met de verschillende woningwaarden en de bebouwingsdichtheid in Nederland. Om de veranderingsfactor te bepalen wordt eerst het maximale schadebedrag van 9,1 miljoen euro per hectare voor heel Nederland aangepast voor alle 24 stadscentra. Het maximale schadebedrag van 9,1 miljoen euro is verkregen door de gemiddelde woningwaarde van 172.000 euro te vermenigvuldigen met het gemiddeld aantal huizen per hectare van ongeveer 53. Dezelfde berekening wordt voor de 24 stadscentra uitgevoerd.

Tabel 4 Maximale schade bedragen en schadefactor

Maximale schadebedragen		
Stadscentra	Maximaal schadebedrag (mln/ha)	Schadefactor
Amsterdam	17,59	1,93
Utrecht	13,24	1,46
Groningen	11,39	1,25
Haarlem	10,84	1,19
Amersfoort	9,88	1,09
Nijmegen	9,56	1,05
's-Gravenhage	7,87	0,86
's-Hertogenbosch	7,86	0,86
Maastricht	7,76	0,85
Zwolle	7,35	0,81
Rotterdam	5,44	0,60
Middelburg	4,75	0,52
Enschede	4,68	0,51
Arnhem	4,62	0,51
Leeuwarden	4,05	0,45
Eindhoven	3,82	0,42
Venlo	2,88	0,32
Assen	2,70	0,30
Almere	1,87	0,21
Terneuzen	1,33	0,15
Emmen	1,31	0,14
Drachten	1,29	0,14
Lelystad	1,12	0,12
Hoogezand-Sappemeer	0,60	0,07

De woningwaarden die worden gebruikt zijn weergegeven in tabel 2 van hoofdstuk 2. Het gemiddelde aantal huishoudens per stadscentrum is weergegeven in bijlage 4. (Statline, 2007) Het aantal huishoudens moet echter per hectare berekend worden. Door het aantal huishoudens per stadscentrum te delen door de oppervlakte van het stadscentrum wordt het aantal huishoudens per hectare berekend (bijlage 4). Voor bijvoorbeeld Almere wordt het aantal huishoudens in het stadscentrum, 41.830, gedeeld door de oppervlakte van het stadscentrum, 4.236 hectare, waardoor een gemiddeld aantal huishoudens per hectare verkregen wordt, 9,87. Bij deze berekening wordt ervan uitgegaan dat het aantal huishoudens een benadering is voor het aantal woningen en dat de woningen gelijkmatig over de stad verdeeld zijn.

Om de maximale schadebedragen per stadscentrum te berekenen zijn vervolgens de woningwaarden en het aantal huishoudens per hectare per stadscentrum met elkaar vermenigvuldigd. Voor Almere wordt dit dan 189.000 euro vermenigvuldigd met 9,87 huishoudens per hectare is een maximaal schadebedrag van 1,87 miljoen. De schade-index wordt vervolgens bepaald door deze maximale schadebedragen te delen door het gemiddelde maximale schadebedrag voor Nederland van 9,1 miljoen euro per hectare. Hieruit volgt de veranderingsfactor per stadscentrum (tabel 4). 9,1 miljoen wordt hierbij dus op één gesteld en per stadscentrum wordt bekeken hoeveel er van dit gemiddelde wordt afgeweken. Voor Almere wordt dit uiteindelijk 1,87 miljoen gedeeld door 9,1 miljoen is een veranderingsfactor van 0,21.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 4. Te zien is dat het maximale schadebedrag van 9,1 miljoen euro voor heel Nederland nu varieert tussen 0,60 en 17,59 miljoen euro, wat leidt tot veranderingsfactoren van 0,07 tot 1,93. In Amsterdam is deze schadefactor verreweg het hoogst. Dit komt doordat hier de woningen veel waard zijn en ook het aantal huishoudens per hectare hoog is. Bij een overstroming zal hier dus veel schade optreden. Daarentegen is de veranderingsfactor in Hoogezand-Sappemeer erg laag. Hier zijn de huizen minder waard dan het gemiddelde van Nederland, maar de lage schadefactor komt hier vooral door de lage hoeveelheid huishoudens per hectare. In bijlage 4 is te zien dat het gemiddeld aantal huishoudens in Hoogezand-Sappemeer 4,49 per hectare is, terwijl dit gemiddelde in Nederland ongeveer 53 huishoudens per hectare is. Omdat dit in Hoogezand-Sappemeer zoveel lager is, is ook de schadefactor hier laag.

Deze schade-index is erg belangrijk, zeker omdat de maximale schadebedragen bij een overstroming binnen Nederland zeer uiteen lopen. Wanneer er gerekend wordt met de gemiddelde woningwaarde (172.000 euro) en het gemiddeld aantal huishoudens (53 huishoudens per hectare) gaat er heel veel informatie verloren. Uit de analyse is gebleken dat de woningwaarden binnen Nederland variëren tussen 101.000 en 262.000 euro (tabel 2) en dat het aantal huishoudens binnen Nederland varieert tussen 4,49 en 72,57 huishoudens per hectare (bijlage 4). Hierdoor lopen de maximale schadebedragen uiteen tussen 0,6 en 17,59 miljoen euro per hectare, in plaats van de 9,1 miljoen euro die als gemiddelde wordt genomen. Dit onderscheidt is erg belangrijk, want als de schade bij een overstroming in Amsterdam wordt berekend, blijkt uit de tabel dat deze schade, wanneer gecorrigeerd wordt met de indexcijfers, bijna twee keer zo groot is als dat de Damage Scanner berekent. Voor een benadering van de lokale schade bij een overstroming is het dus zeker nodig om de schadebedragen te corrigeren met de veranderingsfactor.

Tabel 5 Overstromingskansen

Overstromingskansen	
Stadscentra	Kans op een overstroming
Almere	1/4.000
Amersfoort	1/1.250
Amsterdam	1/10.000
Arnhem	1/1.250
Assen	0
Drachten	1/4.000
Eindhoven	0
Emmen	0
Enschede	0
Groningen	1/4.000
Haarlem	1/10.000
Hoogezand-Sappemeer	1/4.000
Leeuwarden	1/4.000
Lelystad	1/4.000
Maastricht	0
Middelburg	1/4.000
Nijmegen	1/1.250
Rotterdam	1/10.000
's-Gravenhage	1/10.000
's-Hertogenbosch	1/1.250
Terneuzen	1/4.000
Utrecht	1/1.250
Venlo	0
Zwolle	1/1.250

Om uiteindelijk het risico op een overstroming te kunnen bepalen, moet de schade die optreedt bij een overstroming worden vermenigvuldigd met de kans op een overstroming. Voor deze kans wordt gebruik gemaakt van de veiligheidsniveaus van de dijkringen in Nederland (tabel 5). Een aantal stadscentra ligt dusdanig hoog in het land dat die geen overstromingsrisico heeft. Dit zijn Assen, Eindhoven, Emmen, Enschede, Maastricht en Venlo. De meeste stadscentra in de Randstad, namelijk Amsterdam, Haarlem, Rotterdam en 's-Gravenhage, hebben eens per 10.000 jaar kans op een overstroming. Dit is een zeer kleine kans die wordt nagestreefd door hoge dijken en duinen en de Deltawerken. De grootste overstromingskans is 1/1.250 per jaar. Deze kans komt vooral voor langs de grote rivieren in Nederland. Stadscentra die in deze categorie vallen zijn Amersfoort, Arnhem, Nijmegen, 's-Hertogenbosch, Utrecht en Zwolle. De overige steden hebben eens per 4.000 jaar kans op een overstroming.

Het uiteindelijke overstromingsrisico per stadscentrum wordt, zoals eerder al is aangegeven, bepaald door de schade te vermenigvuldigen met de kans op een overstroming. Voor Almere wordt dit 2,3 miljard euro vermenigvuldigd met een kans van 1/4.000 is een risico van 581.500 euro per jaar. Dit risico is echter het risico wat bepaald is met het maximale schadebedrag van 9,1 miljoen euro (tabel 6). Door deze risico's vervolgens te vermenigvuldigd met de schade-index ontstaat het geïndexeerde overstromingsrisico per stadscentrum per jaar voor een betere benadering van de werkelijkheid (tabel 6). Het geïndexeerde overstromingsrisico voor Almere wordt dus 581.500 vermenigvuldigd met 0,21 is 119.262 euro per jaar.

Omdat de kans op een overstroming in sommige stadscentra nul is, is ook het risico in deze stadscentra nul. Verder loopt het geïndexeerde overstromingsrisico binnen Nederland uiteen van 130 euro per jaar in Middelburg tot bijna 120 duizend euro per jaar in Almere. Deze waarden verschillen wel degelijk van de niet-geïndexeerde overstromingsschaden. Deze waarden lopen namelijk uiteen van 250 euro per jaar in Middelburg tot ongeveer 580 duizend euro per jaar in Almere. De werkelijke geïndexeerde schades zijn over het algemeen lager dan de schades die uit de Damage Scanner volgen. Vooral in Almere wordt het risico door de Damage Scanner enorm overgewaardeerd. Het risico volgens de Damage Scanner is namelijk 581.500 euro terwijl het geïndexeerde risico 119.262 euro is. Dit is een verschil van ruim 450 duizend euro. Ook in Lelystad, Zwolle en Terneuzen wordt het risico door de Damage Scanner overgewaardeerd. Daarentegen worden de risico's in Amersfoort en Amsterdam behoorlijk ondergewaardeerd. De risico's die uit de Damage Scanner volgen zijn respectievelijk 3.366 en 3.358 euro lager dan de geïndexeerde risico's. Ook in Utrecht en Nijmegen worden de overstromingsrisico's door de Damage Scanner ondergewaardeerd (figuur 7). De overstromingsrisico's, zowel de geïndexeerde als de niet-geïndexeerde, zijn ook per woning berekend. De verschillen per woning zijn weergegeven in figuur 8 (de stadscentra zonder overstromingsrisico zijn hierin weggelaten).

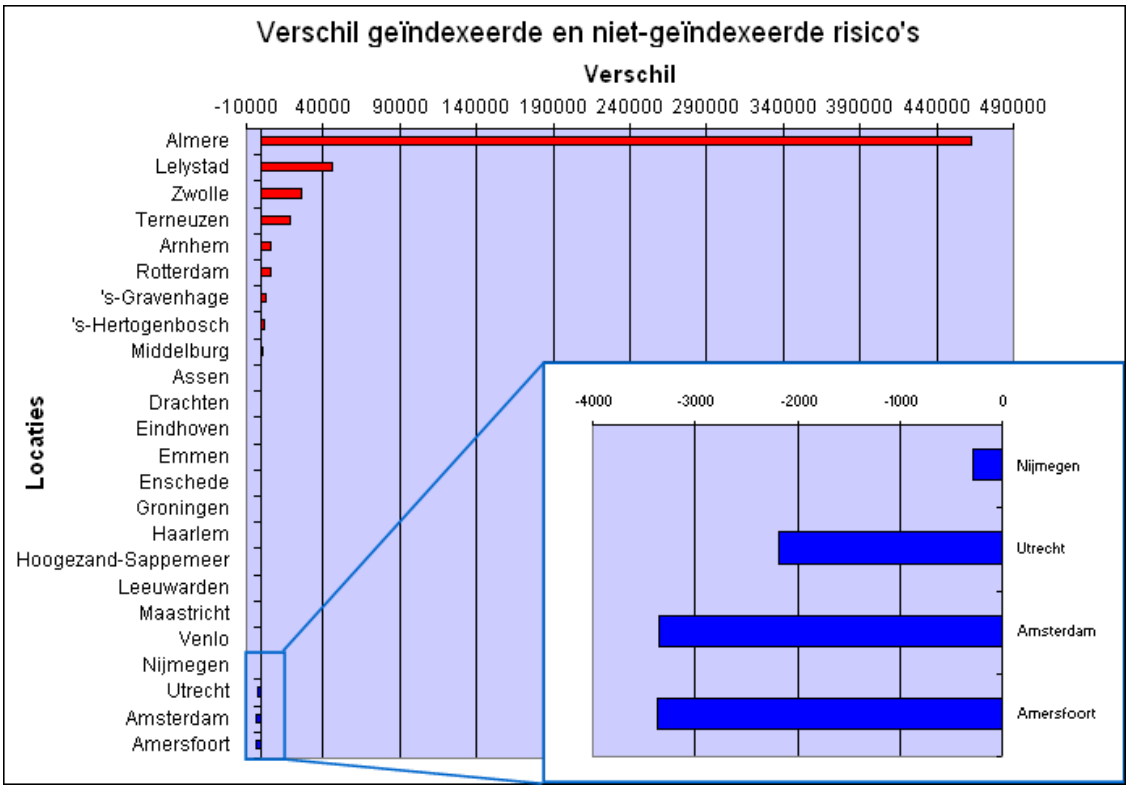
Tabel 6 Overstromingsrisico's

Overstromingsrisico's		
Stadscentra	Overstromingsrisico per jaar per centrum	geïndexeerd risico
Almere	581.500	119.262
Zwolle	136.000	109.824
Amersfoort	39.200	42.566
's-Gravenhage	16.400	14.175
's-Hertogenbosch	11.200	9.675
Rotterdam	14.600	8.731
Utrecht	4.800	6.985
Amsterdam	3.600	6.958
Arnhem	12.800	6.496
Lelystad	52.500	6.454
Nijmegen	5.600	5.882
Terneuzen	21.750	3.183
Middelburg	250	130
Assen	0	0
Drachten	0	0
Eindhoven	0	0
Emmen	0	0
Enschede	0	0
Groningen	0	0
Haarlem	0	0
Hoogezand-Sappemeer	0	0
Leeuwarden	0	0
Maastricht	0	0
Venlo	0	0

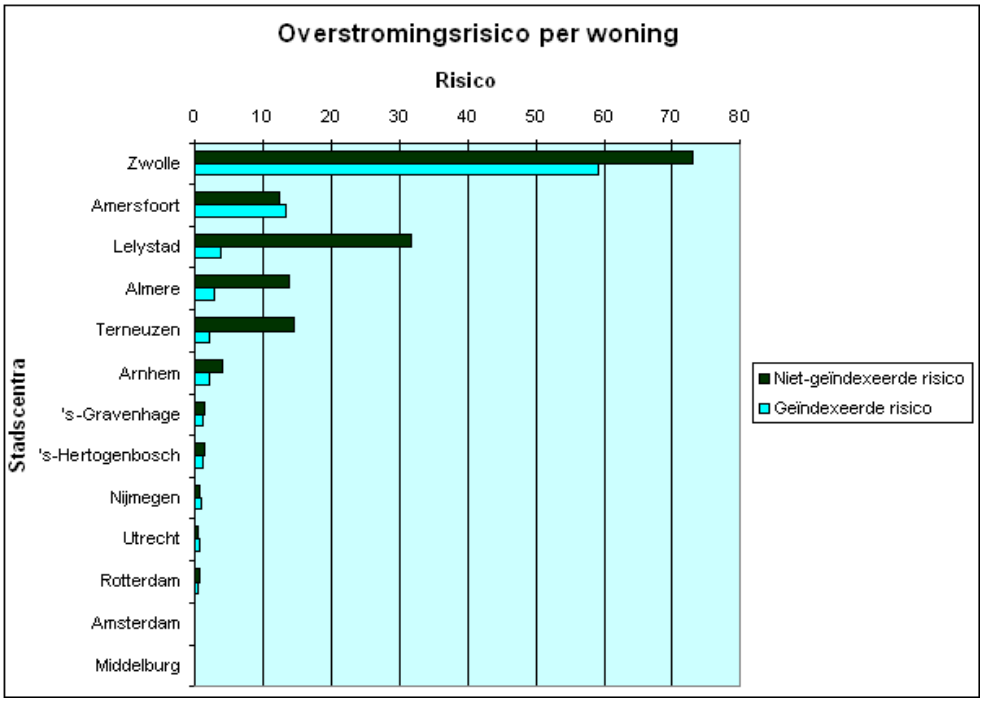
De verschillen tussen de risico's die uit de Damage Scanner volgen en de geïndexeerde risico's ontstaan voornamelijk door de grote spreiding van de bebouwingsdichtheid in Nederland. In de Damage Scanner wordt gerekend met een gemiddelde bebouwingsdichtheid van ongeveer 53 huizen per hectare, terwijl dit in Nederland uiteenloopt van 4,49 in Hoogezand-Sappemeer tot 72,57 in Groningen. Door deze grote spreiding ontstaat er ook een grote spreiding in de veranderingsfactor waar de overstromingsrisico's uit de Damage Scanner mee vermenigvuldigd zijn, waardoor dus ook een groot verschil ontstaat tussen de geïndexeerde en niet-geïndexeerde risico's. Dit verschil dat uit de cijfers blijkt is er belangrijk. Wanneer

er gerekend wordt met een gemiddelde maximaal schadebedrag voor Nederland, zoals gedaan wordt in de Damage Scanner, gaat er dus veel waardevolle informatie verloren wat een grote invloed heeft op de werkelijke overstromingsrisico's.

Uiteindelijk blijkt dat de werkelijke risico's van een overstroming erg klein zijn vergeleken met de maximale schadebedragen die eerder berekend zijn. Dit komt doordat de veiligheidsniveaus van de dijkringen in Nederland heel hoog zijn. Dijkring 14, de dijkring rond de Randstad, heeft bijvoorbeeld een veiligheidsniveau van 1/10.000. Deze overstromingskans is dusdanig klein dat er van de hoge maximale schadebedragen bij het risico nauwelijks iets over blijft.



Figuur 7 Verschil geïndexeerde en niet-geïndexeerde risico's



Figuur 8 Verschil geïndexeerde en niet-geïndexeerde risico's per woning

De overstromingsrisico's zijn dus bepaald door de overstromingsschades uit de Damage Scanner te vermenigvuldigen met de kans op een overstroming. Om een betere benadering van de werkelijkheid te krijgen zijn de risico's vermenigvuldigd met een schadefactor, het verschil in woningwaarden en bebouwingsdichtheid per stadscentrum wordt hierdoor meegenomen. Nu de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's zijn bepaald kan uiteindelijk de afweging tussen beide factoren gemaakt worden.

Hoofdstuk 4: Afweging

§4.1: Afweging agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's

Om uiteindelijk iets te kunnen zeggen over de optimale huisvestingslocatie in Nederland moeten de overstromingsrisico's afgewogen worden tegen de agglomeratievoordelen. Om dit te kunnen doen moeten deze variabelen in dezelfde eenheid worden uitgedrukt, namelijk in waarden per woning per jaar.

Tabel 7 Agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's

Agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's		
Stadscentra	Agglomeratie-voordeel per jaar	Overstromingsrisico per jaar per woning
Almere	2.933	2,85
Amersfoort	4.267	13,51
Amsterdam	5.333	0,13
Arnhem	2.200	2,04
Assen	2.467	0
Drachten	1.967	0
Eindhoven	4.367	0
Emmen	1.667	0
Enschede	1.500	0
Groningen	1.867	0
Haarlem	4.367	0
Hoogezand-Sappemeer	1.078	0
Leeuwarden	700	0
Lelystad	767	3,89
Maastricht	4.167	0
Middelburg	2.700	0,03
Nijmegen	3.267	0,86
Rotterdam	2.033	0,47
's-Gravenhage	1.467	1,27
's-Hertogenbosch	4.633	1,25
Terneuzen	0	2,14
Utrecht	5.367	0,62
Venlo	2.500	0
Zwolle	4.667	59,05

De overstromingsrisico's zijn berekend in risico per stadscentrum per jaar. Om dit om te rekenen naar een waarde per woning moeten de risico's gedeeld worden door het aantal huishoudens per stad (bijlage 4). Hieruit volgt het overstromings-risico per woning per jaar (tabel 7). Vervolgens moet het agglomeratie-voordeel worden omgerekend van de huidige totale agglomeratie-voordelen per woning naar waarde per jaar. Om dit te kunnen doen wordt van de maximale looptijd van een hypotheek van dertig jaar uitgegaan. Door de gemiddelde woningwaarden te delen door dertig, wordt de waarde per jaar berekend (tabel 7).

Te zien is dat de relatieve agglomeratievoordelen per woning per jaar aanzienlijk zijn. De waarden lopen uiteen van 0 euro per woning per jaar in Terneuzen tot 5.367 euro per woning per jaar in Utrecht. De overstromingsrisico's zijn daarentegen extreem klein. Deze waarden lopen uiteen van 0 euro per woning per jaar in onder andere Groningen en Eindhoven tot 59,05 euro per woning per jaar in Zwolle. Er is wel te zien dat binnen Nederland een aanzienlijk verschil tussen de overstromingsrisico's bestaat. Hier wordt verder alleen geen rekening mee gehouden. Verzekeringsmaatschappijen zouden bij het verstrekken van verzekeringen, bijvoorbeeld de opstalverzekering, rekening moeten houden met de verschillende risico's binnen Nederland. De opstalverzekering voor een huis in Zwolle zou bijvoorbeeld hoger moeten zijn dan de verzekering voor woningen in Groningen, omdat het risico van een overstroming in Zwolle groter is.

Door uiteindelijk de overstromingsrisico's af trekken van de agglomeratievoordelen ontstaan de gecorrigeerde agglomeratievoordelen. Dit zijn de agglomeratievoordelen per stadscentrum die zijn afgewogen tegen de overstromingsrisico's. In tabel 8 is deze afweging weergegeven in vergelijking met de niet-gecorrigeerde woningwaarden.

Te zien is dat de niet-gecorrigeerde agglomeratievoordelen uiteenlopen van 0 euro in Terneuzen tot 5.367 euro in Utrecht, terwijl de gecorrigeerde waarden uiteenlopen van -2 in Terneuzen tot 5.366 in Utrecht. De verschillen tussen beide waarden zijn erg klein. Dit komt doordat het overstromingsrisico in Nederland erg klein is.

Tabel 8 Vergelijking niet-gecorrigeerde en gecorrigeerde agglomeratievoordelen

Vergelijk niet-gecorrigeerde en gecorrigeerde agglomeratievoordelen			
Stadscentra	Niet-gecorrigeerde agglomeratievoordelen	Stadscentra	Gecorrigeerde agglomeratievoordelen
Utrecht	5.367	Utrecht	5.366
Amsterdam	5.333	Amsterdam	5.333
Zwolle	4.667	's-Hertogenbosch	4.632
's-Hertogenbosch	4.633	Zwolle	4.608
Eindhoven	4.367	Eindhoven	4.367
Haarlem	4.367	Haarlem	4.367
Amersfoort	4.267	Amersfoort	4.253
Maastricht	4.167	Maastricht	4.167
Nijmegen	3.267	Nijmegen	3.266
Almere	2.933	Almere	2.930
Middelburg	2.700	Middelburg	2.700
Venlo	2.500	Venlo	2.500
Assen	2.467	Assen	2.467
Arnhem	2.200	Arnhem	2.198
Rotterdam	2.033	Rotterdam	2.033
Drachten	1.967	Drachten	1.967
Groningen	1.867	Groningen	1.867
Emmen	1.667	Emmen	1.667
Enschede	1.500	Enschede	1.500
's-Gravenhage	1.467	's-Gravenhage	1.465
Hoogezand-Sappemeer	1.078	Hoogezand-Sappemeer	1.078
Lelystad	767	Lelystad	763
Leeuwarden	700	Leeuwarden	700
Terneuzen	0	Terneuzen	-2

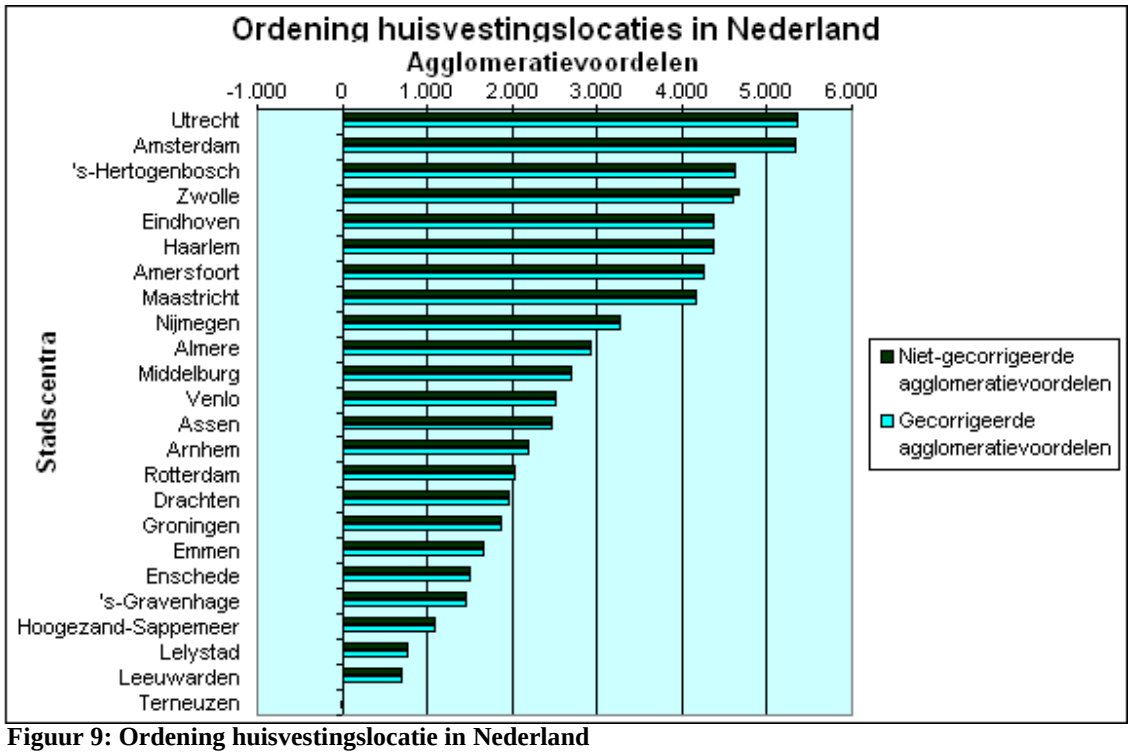
Van de 24 steden die in de analyse bekeken zijn blijkt Terneuzen bij deze afweging de minste huisvestingslocatie in Nederland te zijn. De agglomeratievoordelen zijn hier kleiner dan in de andere steden. Dit komt vooral doordat Terneuzen een vrij kleine stad is, daarnaast ligt het niet in de Randstad, maar in een uithoek van Nederland waardoor bijvoorbeeld Groningen slecht te bereiken is. Het overstromingsrisico verandert niets aan deze minste huisvestingslocatie in Nederland. Het overstromingsrisico is dusdanig klein dat dit in het niet valt ten opzichte van het agglomeratievoordeel. De enige stad waar het overstromingsrisico dusdanig groot is dat het wel invloed heeft op de ordening van optimale huisvestingslocaties is Zwolle. In Zwolle is het agglomeratievoordeel 4.667 euro per woning per jaar en het overstromingsrisico is 59,05 euro per woning per jaar.

Hierdoor zakt Zwolle in de lijst van optimale huisvestingslocaties in Nederland van plaats drie naar plaats vier, 's-Hertogenbosch stijgt hierdoor een plaats.

De optimale huisvestingslocatie in Nederland is uiteindelijk Utrecht. Hier zijn de agglomeratievoordelen het hoogst (figuur 9). De afweging van het agglomeratievoordeel ten opzichte van het overstromingsrisico verandert ook hier niets aan. Utrecht blijft de optimale huisvestingslocatie in Nederland. Utrecht is een grote stad in de Randstad. Er zijn hier veel huishoudens geclusterd en ook zijn er veel bedrijven in de omgeving. Mensen kunnen in Utrecht veel voordelen behalen door kennisuitwisseling met andere huishoudens of met bedrijven, ook is er veel werkgelegenheid, daarnaast is Utrecht goed bereikbaar door de goede infrastructuur die hierheen leidt. Een voordeel van Utrecht ten opzichte van bijvoorbeeld Amsterdam is dat Utrecht centraal in Nederland ligt. Hier vandaan zijn alle grote steden in de Randstad snel te bereiken en ook de rest van Nederland is vaak binnen twee uur rijden bereikbaar. Vanuit Amsterdam zijn bepaalde delen van Nederland, zoals Maastricht minder goed te bereiken waardoor in Utrecht de voordelen toch groter zijn.

Wanneer naar de geanalyseerde steden in de Randstad wordt gekeken blijkt dat het gemiddelde gecorrigeerde agglomeratievoordeel voor de Randstad (Utrecht, Haarlem, Amsterdam, 's-Gravenhage en Rotterdam) 3.713 euro per woning per jaar is ten opzichte van een gemiddelde gecorrigeerd agglomeratievoordeel van 2.507 euro per woning per jaar voor de rest van Nederland. Hieruit blijkt dat ook voor de Randstad het agglomeratievoordeel opweegt tegen het overstromingsrisico.

Utrecht is en blijft bij deze afweging dus de optimale huisvestingslocatie in Nederland, het overstromingsrisico verandert hier niets aan. Ook de Randstad blijkt dus wel degelijk een verstandige vestigingsplaats te zijn.



Figuur 9: Ordening huisvestingslocatie in Nederland

Hoofdstuk 5: Discussie en aanbevelingen

Voor de analyse van de optimale huisvestingslocatie in Nederland, wanneer de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's tegen elkaar worden afgewogen, zijn een aantal aannames gedaan waardoor de benadering een aantal beperkingen heeft.

De eerste aanname die is gedaan, is dat de woningwaarde een benadering voor het agglomeratievoordeel is. Er is geen manier om het agglomeratievoordeel direct te berekenen, daarom is deze benadering nodig. Dit zal ervoor zorgen dat de waardering van de agglomeratievoordelen iets lager is dan dat de werkelijke voordelen zijn. Als het verschil in prijzen van woningen namelijk groter zou zijn dan de agglomeratievoordelen zouden mensen zich niet in de Randstad willen vestigen omdat de agglomeratievoordelen dan volledig wegvallen. Daarnaast is het gebruik van de huizenprijzen een beperking doordat in deze prijzen ook de karakteristieken van de woningen zijn meegenomen. De grootte van de woningen, een tuin op het zuiden en een extra dakkapel hebben bijvoorbeeld invloed op de woningwaarde. In de analyse is voor deze verschillende karakteristieken niet gecorrigeerd. In een vervolgstudie zou voor het bepalen van de agglomeratievoordelen de grondprijs gebruikt kunnen worden omdat de grondprijs door minder verschillende karakteristieken wordt beïnvloed. Ook de reële lonen zouden voor de benadering gebruikt kunnen worden. Dit zijn de lonen die gecorrigeerd zijn voor de woningwaarden. In een meer gedetailleerde studie zou de waardering van het agglomeratievoordeel ook verder uitgebreid kunnen worden. Er zou bijvoorbeeld een waarde gegeven kunnen worden aan de kortere reistijd die mensen binnen een grotere stad hebben naar bijvoorbeeld werk en culturele faciliteiten ten opzichte van kleinere steden. Hierdoor zou de waarde van de agglomeratievoordelen een betere benadering van de werkelijkheid worden. Verder zijn voor de huidige waardering van dit voordeel de woningwaarden uit 2007 gebruikt omdat recentere waarden niet per stadscentrum bekend zijn. Bij een nieuwe analyse zouden misschien wel recentere gegevens gebruikt kunnen worden.

Een andere aanname die gedaan is bij de bepaling van zowel de agglomeratievoordelen als de overstromingsrisico's is dat het aantal huishoudens per hectare een benadering is voor het aantal woningen per hectare. Dit is een benadering omdat er meerdere huishoudens in één woning gevestigd zouden kunnen zijn. Omdat dit tegenwoordig niet veel meer voorkomt, is deze methode een redelijke benadering van de werkelijkheid. Een probleem wat hiermee samenhangt, is dat met het aantal huishoudens alle woningen worden meegerekend. Ook appartementen en flats zijn dus in de analyse meegenomen. Een probleem hiermee is dat mensen die op een hogere verdieping in een flat wonen wel agglomeratievoordelen hebben, maar nauwelijks overstromingsrisico. Voor de schadebepaling wordt er in de Damage Scanner namelijk vanuit gegaan dat de maximale waterdiepte vijf meter is. Bij een flat zou dan alleen de begane grond en de eerste verdieping schade oplopen waardoor in de rest van de flat het risico nul is. Behalve als de flat dusdanig beschadigd raakt dat deze instort is er wel een risico voor de hogere verdiepingen. Omdat het totale overstromingsrisico per stadscentrum is gedeeld door het aantal huishoudens om het risico per woning te bepalen, valt het risico voor de onderste woonlagen dus lager uit dan dat dit voor deze woningen is.

Daarnaast is ook het gebruik van de Damage Scanner een beperking. Dit model maakt namelijk een benadering van de overstromingsschade per gebied. Een model als HIS-SSM maakt een veel nauwkeurigere berekening van deze schade. Voor een verder analyse wordt aanbevolen om gebruik te maken van dit nauwkeurigere model in plaats van de Damage Scanner. Daarnaast is de meest recente landgebruik- en waterdieptekaart in de Damage Scanner gebaseerd op gegevens uit 2000. Ook dit is een beperking omdat er in de afgelopen tien jaar veel veranderd is in het landgebruik van Nederland.

Een andere aanname die is gedaan, is dat de kans op een overstroming gelijk is aan de veiligheidsniveaus van de dijken. Dit is echter niet het geval. Wanneer een dijk doorbreekt hoeft dit namelijk niet direct te leiden tot een overstroming. Door de veiligheidsniveaus als kans op een overstroming te nemen kan dus een overschatting van het risico gemaakt worden. Aan de andere kant is het veiligheidsniveau een niveau waar de dijken aan zouden moeten voldoen volgens de Wet op de Waterkering. Het niveau van de dijken wordt eens in de vijf jaar gecontroleerd. Het is echter mogelijk dat de dijken niet aan het veiligheidsniveau voldoen, hierdoor wordt de kans op een overstroming groter. Ook worden in de veiligheidsniveaus maar een aantal faalmechanismen (overloop en golfslag) van de dijken meeberekend, als alle mogelijke faalmechanismen worden meegerekend zal de kans op een overstroming ook groter worden. Wanneer deze zaken het geval zijn, wordt een onderschatting van het risico gemaakt. Omdat er zowel kans op overschatting als op onderschatting is, is ervoor gekozen toch deze veiligheidsniveaus van de dijk als overstromingsrisico te nemen. (Van Westen, 2005)

De laatste beperking van deze analyse is dat een overstroming uit zee niet hetzelfde is als een overstroming van de rivieren. (Van Westen, 2005) Een overstroming van de grote rivieren in Nederland is vaak een aantal dagen van te voren te voorspellen. Wanneer er veel neerslag in het achterland valt, kan er berekend worden hoelang het duurt voordat de hoge afvoer van de rivieren die hiermee samenhangt in Nederland aankomt. Er kunnen dus van tevoren maatregelen genomen worden om de overstroming te voorkomen of de schade zo klein mogelijk te houden. Bij een overstroming van de zee is dit niet het geval. Een overstroming uit zee hangt vaak samen met storm. Weer, en zeker extreem weer, is niet ver van tevoren te bepalen. Een overstroming uit zee kan zeer onverwachts komen waardoor de schade groter zal zijn. Daarnaast zal het zoute zeewater meer schade aanrichten aan grond en gebouwen dan het zoete water uit de rivieren. Door beide factoren is het risico van een overstroming uit zee groter dan voor een overstroming van de rivieren. Dit verschil is in de analyse niet meegenomen.

De analyse heeft dus een aantal beperkingen die bij een vervolgstudie aangepakt zouden kunnen worden. Verder zou in een vervolgstudie bekeken kunnen worden wat de invloed van de verwachte zeespiegelstijging op de overstromingsrisico's en daarmee op de afweging is.

Hoofdstuk 6: Conclusie

De Randstad is het economische centrum van Nederland waar veel mensen willen wonen door de voordelen die zij hier hebben. Dit deel van Nederland ligt echter ook grotendeels onder de zeespiegel waardoor het overstromingsrisico hier vrij groot is. Omdat veel mensen, ondanks dit risico toch de Randstad als vestigingsplaats verkiezen boven de rest van Nederland doet dit vermoeden dat de agglomeratievoordelen die in de Randstad behaald kunnen worden, opwegen tegen de risico's. In dit onderzoek is onderzocht of dit werkelijk zo is of dat een vestigingsplaats in andere delen van Nederland toch verstandiger zou zijn. De onderzoeksvraag die hiermee samenhangt is: *Wat is de optimale huisvestingslocatie in Nederland wanneer een afweging wordt gemaakt tussen agglomeratievoordelen en overstromingsrisico's?* Om deze vraag te beantwoorden is een analyse gemaakt van de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's voor woningen van 24 stadscentra.

Agglomeratievoordelen zijn de voordelen die mensen behalen door vestiging in de stad, bijvoorbeeld de hoge werkgelegenheid en de aanwezigheid van goede faciliteiten. Omdat er geen directe manier is om de waarde van deze voordelen voor stadscentra te bepalen, moest er een benadering gemaakt worden. De woningwaarden zijn gebruikt voor deze benadering. De voordelen zijn relatief ten opzichte van Terneuzen bepaald. In Terneuzen is het agglomeratievoordeel dus 0. Het hoogste agglomeratievoordeel is 161.000 euro in Utrecht. Deze cijfers komen overeen met de verwachting. Volgens de literatuur zijn de agglomeratievoordelen in grote clusters hoger dan daarbuiten. Uit de cijfers blijkt dat in de meeste steden in de Randstad het agglomeratievoordeel hoog is. Mensen hebben dus een hoge willingness to pay voor de productie en consumptie agglomeratievoordelen die in de Randstad te vinden zijn. Alleen het agglomeratievoordeel in Den Haag blijkt erg laag te zijn. In deze stad wegen waarschijnlijk de agglomeratienadelen als congestie en sociale problemen zwaarder dan de voordelen.

Het overstromingsrisico is vervolgens bepaald met behulp van de Damage Scanner en ArcGis. In de Damage Scanner wordt gerekend met een gemiddelde woningwaarde en een gemiddeld aantal huishoudens per hectare voor heel Nederland. Om een betere benadering van de werkelijkheid te maken, zijn in de analyse deze waarden aangepast. Er is een schade-index gemaakt waarbij het gemiddelde maximale schadebedrag voor heel Nederland van 9,1 miljoen op één is gesteld en per stadscentra is de afwijking hiervan bepaald. De schadefactoren die hierdoor ontstaan, worden vermenigvuldigd met de schadebedragen uit de Damage Scanner. Deze factoren zijn een belangrijke uitkomst van de analyse. De factoren lopen uiteen van 0,07 in Hoogezand-Sappemeer tot 1,93 in Amsterdam. Hieruit blijkt dat de schade bij een overstroming in Hoogezand-Sappemeer veel lager zal zijn dan de Damage Scanner berekend, terwijl dit in Amsterdam bijna twee keer zo groot is. Wanneer dus gerekend wordt met een gemiddeld maximaal schadebedrag voor heel Nederland gaat er veel informatie verloren. De benadering van het overstromingsrisico door de Damage Scanner is dus een hele grove schatting die niet goed op lokaal niveau gebruikt kan worden.

De uiteindelijke overstromingsrisico's zijn bepaald door de schade uit de Damage Scanner te vermenigvuldigen met de kans op een overstroming en vervolgens ook met de schadefactor. De overstromingsrisico's lopen uiteen van nul euro per jaar in onder andere Groningen en Eindhoven tot bijna 120 duizend euro per jaar in Almere. Wanneer dit wordt omgerekend naar risico per woning blijft er nauwelijks iets van het risico over. Het grote risico van overstromingen dat in verschillende literatuur wordt genoemd, blijkt dus nogal overschat. Grote delen van Nederland liggen wel onder de zeespiegel, maar door de huidige veiligheidsniveaus waar de dijken binnen Nederland aan moeten voldoen, is de kans op een overstroming, en daarmee ook het risico, heel laag. De overstromingsrisico's lopen wel erg uiteen tussen de verschillende steden. Hier zouden bijvoorbeeld verzekeringsmaatschappijen rekening mee moeten houden. Een opstalverzekering zou voor een stad als Zwolle, met een relatief hoog overstromingsrisico, duurder moeten zijn dan voor Enschede waar geen overstromingsrisico is. Binnen Nederland wordt hier echter geen onderscheid in gemaakt.

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag 'wat de optimale huisvestingslocatie in Nederland is', zijn de agglomeratievoordelen en de overstromingsrisico's tegen elkaar afgewogen. De kans op een overstroming is in Nederland heel laag, waardoor ook het risico erg laag is. De agglomeratievoordelen wegen dus ruim op tegen dit risico. Wanneer de huidige veiligheidsniveaus van de dijken en duinen worden gewaarborgd, zal het overstromingsrisico in Nederland erg laag blijven. Daardoor hoeft hier bij de keuze van de vestigingsplaats geen rekening mee gehouden te worden. Het blijkt dus helemaal niet zo gek te zijn dat veel mensen de Randstad als vestigingsplaats verkiezen boven de rest van Nederland. De uiteindelijke conclusie is dat Utrecht de optimale huisvestingslocatie in Nederland is. Dit is het geval wanneer uitsluitend gekeken wordt naar de agglomeratievoordelen en als de agglomeratievoordelen gecorrigeerd worden met de overstromingsrisico's. Utrecht is en blijft dus de optimale huisvestingslocatie. Wanneer naar de gehele Randstad wordt gekeken blijkt dat het gemiddelde gecorrigeerde agglomeratievoordeel voor de Randstad groter is dan het gemiddelde gecorrigeerde agglomeratievoordeel voor de rest van Nederland. Hieruit blijkt dat ook voor de Randstad het agglomeratievoordeel opweegt tegen het overstromingsrisico.

Uit de analyse blijkt dat het overstromingsrisico in Nederland dusdanig laag is dat mensen hier bij hun vestigingskeuze geen rekening mee hoeven houden. De Randstad is dus wel degelijk een goede vestigingslocatie voor mensen en de optimale stad om te wonen is bij deze afweging Utrecht, zowel met als zonder overstromingsrisico's.

Bronnenlijst

Aerts, J. (2009). *Climate research Netherlands. Adaptation cost in the Netherlands: climate change and flood risk management.* Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, p. 34-44.

Bruijn, K.M. (2008). *Bepalen van schade ten gevolge van overstromingen. Voor verschillende scenario's en bij verschillende beleidsopties.* Delft: Deltares, report Q4345.00. p. 2-10

Bubeck, P., & Koomen, E. (2008). *The use of quantitative evaluation measures in land-use change projection. An inventory of indicatiors available in the Land Use Scanner.* Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, p. 27-30.

Centraal bureau voor de Statistiek (2007). *Wijk- en buurtkaart 2007.* Den Haag, CBS.

Centraal bureau voor de Statistiek (2010). *Kerncijfers wijken en buurten 2003-2009.* Den Haag, CBS.

Daniel, V.E., Florax, R.J.G.M., & Rietveld, P. (2007). *Long term divergence between ex-ante and ex-post hedonic prices of the Meuse River flooding in The Netherlands.* Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, p. 2-8.

ESRI (2010) *The guide to Geographic information system*. <www.gis.com> gezien op 6 juni 2010.

Faure, M. G. (2004). *Financial compensation in case of catastrophes: a European law and economics perspective.* Maastricht, Metro Institute, p. 2-27.

Groot, de H.L.F., Poot, J., & Smit, M.J. (2008). *Agglomeration Externalities, Innovation and Regional Growth: Theoretical Perspectives and Meta-Analysis.* Hamilton: University of Waikato, p. 2-21.

Huizinga, H.J., Dijkman, M., Barendregt, A., & Waterman, R. (2004). *HIS- Schade en Slachtoffer module versie 2.1, gebruikershandleiding.* Utrecht: Rijkswaterstaat, p. 21-30.

Klijn, F., Baan, P., Bruijn, K. de, & Kwadijk, J. (2007). MNP *Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat. Verwachtingen, schattingen en berekeningen voor het project Nederland Later.* Delft: Delft Hydraulics, p. 3-1 tot 6-19.

Kok, M., Vrijling, J.K., Van Gelder, P.H.A.J.M., & Vogelsang, M.P. (2003). *Risk of flooding and insurance in the Netherlands.* The Second International Symposium on Flood Defense (ISFD 2002), Beijing, HVK Consultants Lijn in Water

McCann, P. (2001). *Urban and regional economics.* Oxford: Oxford university press, p. 54-83

Overheid (2010) Campagne Nederland leeft met water <www.nederlandleeftmetwater.nl> gezien op 14 juni 2010

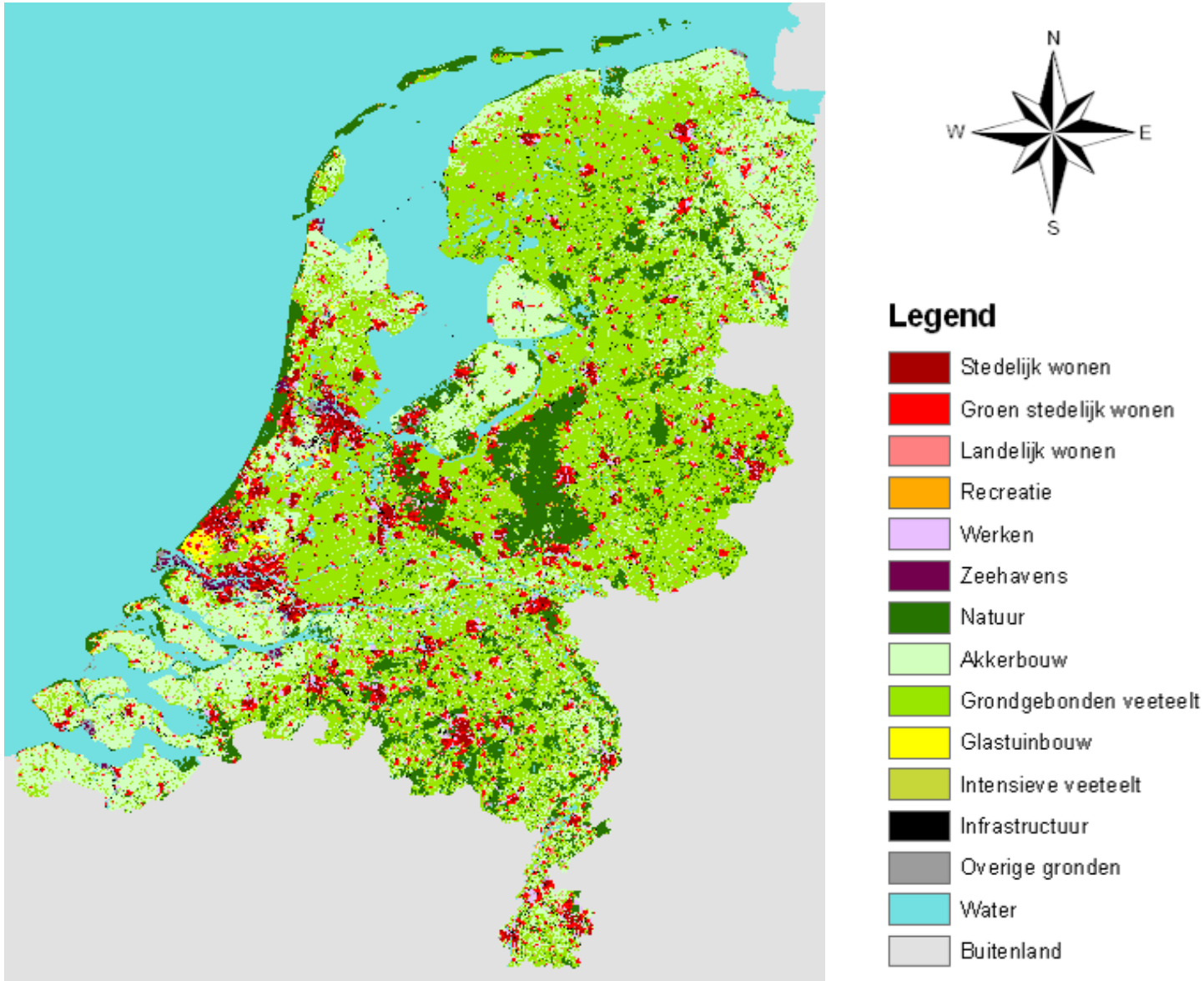
Sociaal Economische Raad (2008). *Advies zuinig op de Randstad. Perspectief op de Randstad.* Den Haag: Sociaal-Economische Raad, p. 27-33.

Stoker-it.nl (2008). Skyline Rotterdam 30 juni 2008. < http://www.stoker-it.nl/contact.html> gezien op 28 mei 2010.

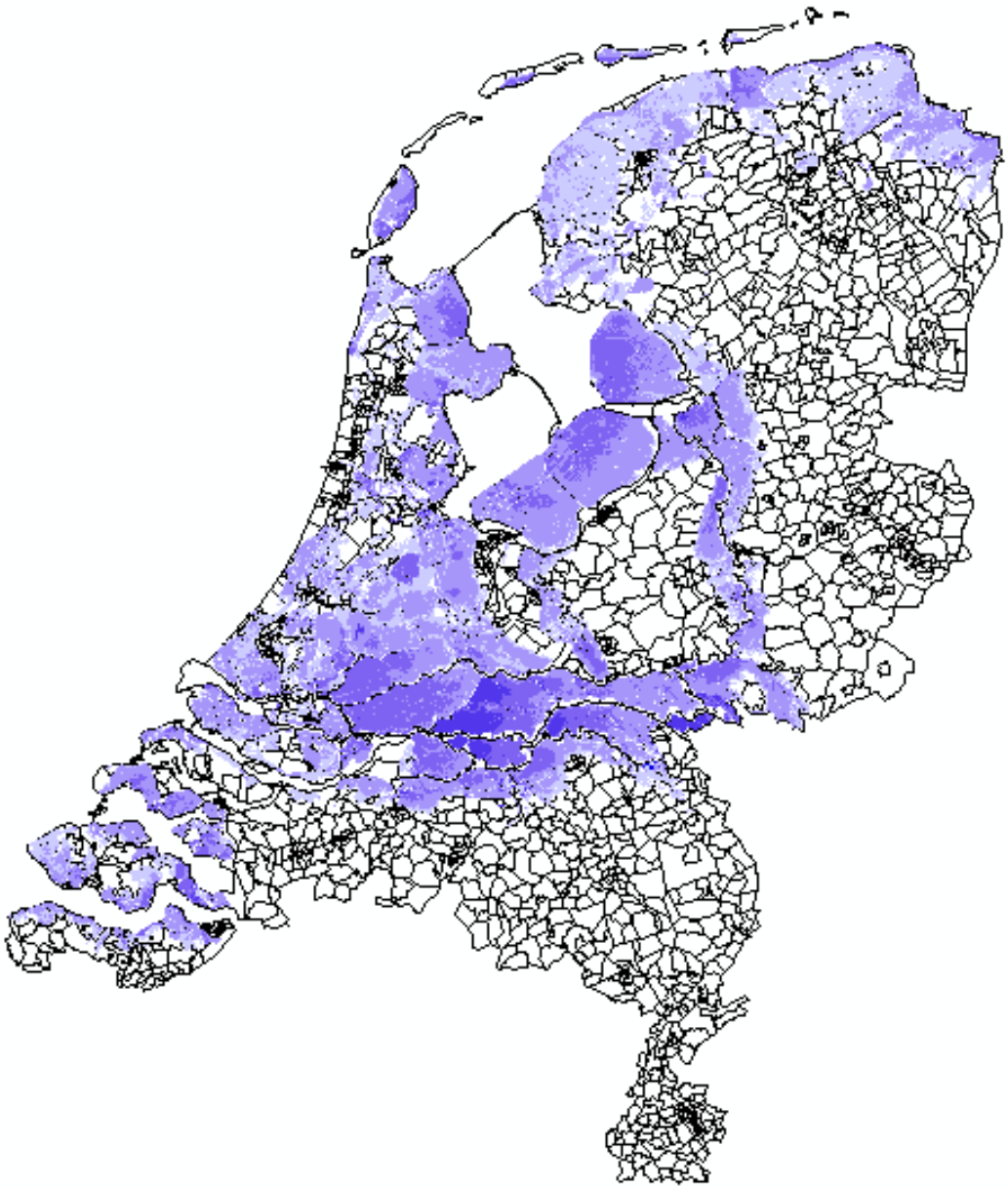
Varian, H.R. (2006). *Intermediate micro economics*. New York: W.W. Norton & Company, p. 331-332.

Westen, C.J. van. (2005) *Veiligheid Nederland in kaart. Hoofdrapport onderzoek overstromingsrisico's.* Utrecht: Rijkswaterstaat, p. 19 en 21-54.

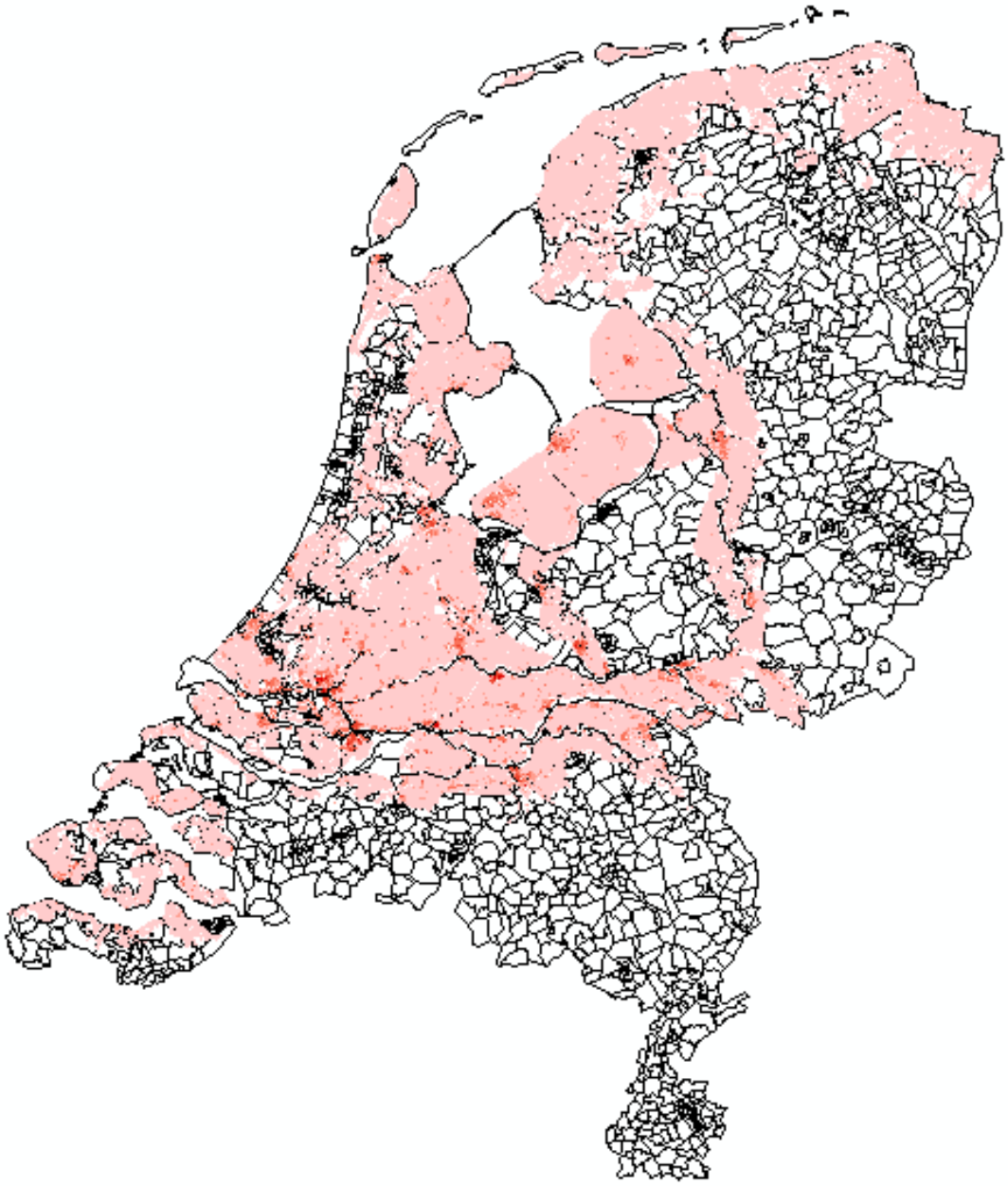
Bijlage 1: Landgebruikkaart Nederland



Bijlage 2: Waterdieptekaart Nederland



Bijlage 3: Schadekaart Nederland



Bijlage 4: Aantal huishoudens per hectare per stadscentrum

Aantal huishoudens Stadscentra	Aantal huishoudens	Wijk oppervlakte (ha)	Gemiddeld aantal huishoudens per ha
Almere	41.830	4.236	9,87
Amersfoort	3.150	73	43,15
Amsterdam	54.180	804	67,39
Arnhem	3.180	115	27,65
Assen	2.680	174	15,40
Drachten	19.490	2.420	8,05
Eindhoven	4.330	263	16,46
Emmen	21.950	2.524	8,70
Enschede	13.690	427	32,06
Groningen	12.410	171	72,57
Haarlem	7.520	161	46,71
Hoogezand-Sappemeer	13.140	2.929	4,49
Leeuwarden	3.190	96	33,23
Lelystad	1.660	184	9,02
Maastricht	10.340	301	34,35
Middelburg	3.810	146	26,10
Nijmegen	6.820	142	48,03
Rotterdam	18.710	557	33,59
's-Gravenhage	11.120	205	54,24
's-Hertogenbosch	7.730	236	32,75
Terneuzen	1.490	113	13,19
Utrecht	11.220	222	50,54
Venlo	16.970	1.037	16,36
Zwolle	1.860	61	30,49