

Herstel, maar nog niet hersteld

Het effect van aardbevingen op de
huizenprijzen in Groningen per 1-1-2021

Joost Poort
Nancy Blaker
Joran Veldkamp

April 2022



Eindredactie

Atlas Research
Capital C, 4^e etage
Weesperplein 4c
1018 XA Amsterdam
020 2371400
info@atlasresearch.nl
www.atlasresearch.nl

© Atlas Research, Amsterdam, 2022

Auteurs:

Joost Poort
Nancy Blaker
Joran Veldkamp

Overige betrokken onderzoekers en experts:

Francine Burema (Atlas Research)
Harry Garretsen (Rijksuniversiteit Groningen)
Marten Middeldorp (Atlas Research)
Clemens van Woerkens (Atlas Research)

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding en achtergrond	7
2 Actualisatie in huidige waardedalingsgebied	10
2.1 Actualisatie gegevens	10
2.2 Actualisatie modelschattingen in huidige waardedalingsgebied	13
2.3 Lagere drempelwaarde bevingen	17
3 Herijking afbakening risicogebied	19
3.1 Nieuwe schade-intensiteit per postcodegebied	19
3.2 Uitkomsten nieuwe 20%-gebied	22
3.3 Alternatieve afbakening op basis van schadedata	23
3.4 Afbakening op basis van schadedata en grondsnelheid	29
4 Conclusies en discussie nieuwe gebiedsafbakening	31
Literatuur	38
Bijlage 1: Selectie referentiewoningen	39
Bijlage 2: Relevante postcodegebieden	43
Bijlage 3: Modelschatting basismodel	50

Samenvatting

Dit rapport onderzoekt het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de huizenprijzen in het Groningse aardbevingsgebied. Het onderzoek richt zich op de periode van augustus 2012 (de beving bij Huizinge) tot 1 januari 2021. Het bouwt voort op vijf eerdere onderzoeken die Atlas Research (voorheen Atlas voor gemeenten) sinds 2015 heeft uitgevoerd naar de gevolgen van bevingen op de huizenprijzen. Voor dit onderzoek zijn alle onderliggende gegevens zoveel als mogelijk geactualiseerd tot 1 januari 2021. Het gaat daarbij om de woningmarkttransacties, schadetoekenningen, bevingsgegevens en omgevingskenmerken. Voor de bevingsgegevens zijn niet alleen de nieuwe metingen van het KNMI meegenomen, maar is ook gebruikgemaakt van een geactualiseerde en verder verfijnde formule voor de voortplanting van bevingen.

Momenteel vergoedt het Instituut Mijnbouwschade Groningen (IMG) waardedaling op basis van de resultaten van het laatste onderzoek *Zeven bewogen jaren* van Atlas Research uit 2019. Het is echter niet uitgesloten dat de waardedaling in het aardbevingsgebied in de tijd is veranderd in omvang of geografische begrenzing. Enerzijds kunnen nieuwe bevingen op sommige locaties bijvoorbeeld tot extra waardedaling hebben geleid. Anderzijds zouden bijvoorbeeld beleidsontwikkelingen rondom de gaswinning en compensatie van bewoners kunnen hebben gezorgd voor herstel van de woningmarkt. Tegen deze achtergrond heeft het IMG Atlas Research gevraagd het onderzoek te actualiseren en daarbij ook opnieuw te kijken naar de afbakening van het waardedalingsgebied.

Een eerste constatering van het voorliggende onderzoek is dat de waardedaling in het risicogebied dat momenteel door het IMG wordt gehanteerd, gemiddeld met meer dan een procentpunt is afgenomen. Dit suggereert dat ook het gebied waarin nog altijd sprake is van waardedaling mogelijk kleiner geworden is.

Het gebruik van schadedata als criterium voor de afbakening van het waardedalingsgebied – zoals dat in *Zeven bewogen jaren* en enkele eerdere studies van Atlas Research gebeurde – blijkt echter minder goed mogelijk dan voorheen. Dit komt doordat het aantal toegekende schades de afgelopen twee jaar meer dan verdubbeld is, waarbij nog maar weinig schadeclaims worden afgewezen en een aanzienlijk aantal schades zonder onderzoek ter plaatse is toegekend onder de zogeheten Stuwmeerregeling. Voorts blijkt dat de nieuw toegekende schades een sterk afwijkend ruimtelijk patroon hebben ten opzichte van het vorige onderzoek. Met dat alles is de ruimtelijke correlatie tussen toegekende schades

en bevingen in de tijd lager geworden. Het is daardoor aannemelijk dat andere of aanvullende criteria die nauwer verband houden met bevingen, tot een betere afbakening leiden.

Afbakening op basis van een combinatie van schadedata (schade-intensiteit boven 40% van het aantal woningen) en bevingen (ten minste één beving met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer) vormt het meest plausibele en robuuste alternatief voor het 20%-gebied uit *Zeven bewogen jaren*. Het resulterende risicogebied bestaat uit 138 postcode-4-gebieden en is daarmee per saldo iets groter dan het huidige risicogebied van 132 postcode-4-gebieden. Zes gebieden vallen in de nieuwe afbakening weg, twaalf komen erbij.

In deze nieuwe afbakening neemt het gemiddelde effect ongeveer 1,5%-punt af. De maximale waardedaling neemt af van 18,4% naar 12,2% (in de modelvariant die verder het nauwste aansluit bij de huidige regeling en opgehoogd met éénmaal de standaardfout zoals dat in de regeling van het IMG gebeurt). Als in de nieuwe afbakening gebieden worden meegenomen die er volledig door omsloten zijn, maar er volgens de genoemde criteria niet bij horen (zogenoeten enclaves), dan neemt het gemiddelde effect inclusief standaardfout ongeveer 2%-punt af, en daalt de maximale waardedaling inclusief standaardfout nog iets meer, naar 11,2%.

1 Inleiding en achtergrond

Op 16 augustus 2012 werd Groningen opgeschrikt door een aardbeving met een kracht van 3,6 op de schaal van Richter bij het dorp Huizinge in de gemeente Loppersum. Daarna maar ook daarvoor zijn er vele tientallen bevingen met kleinere magnitudes geweest in Noord-Nederland. Al geruime tijd is duidelijk dat deze bevingen het gevolg zijn van gaswinning door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (hierna: NAM).

Naast de schade die de bevingen aan woningen en andere gebouwen toebrengen en de persoonlijke en maatschappelijke gevolgen die de bevingen hebben, heeft de aardbevingsproblematiek ook een effect op de waarde van woningen, dat samenhangt met hun ligging in het aardbevingsgebied en dat los kan staan van fysieke schade aan de woningen.

Begin 2014 is daarom door de NAM een compensatieregeling in het leven geroepen voor de waardedaling van woningen. De Waarderegeling gold voor woningeigenaren die hun woning aan een particuliere koper hadden verkocht, en die bij de verkoop van hun woning mogelijk een lagere verkoopprijs voor hun woning konden realiseren als gevolg van aardbevingen en/of aardbevingsrisico.¹ Daarnaast geldt sinds 2014 een zogeheten Waardevermeerderingsregeling voor woningeigenaren met een toegekende schade van € 1.000 of meer.²

Het gerechtshof Arnhem-Leeuwarden heeft op 23 januari 2018 in twee gevoegde procedures tegen de NAM geoordeeld dat alle woningeigenaren recht hebben op compensatie voor deze waardedaling, los van eventuele verkoop van de woning.³ Het Hof geeft daarbij aan dat abstracte schadebegroting in dit geval toelaatbaar is.⁴ Het kabinet had hiernaast

¹ Deze Waarderegeling richtte zich dus op de compensatie voor waardedaling en stond naast een al langer (sinds 1993) bestaande regeling voor het herstel van fysieke aardbevingschade (kortweg: Schaderegeling).

² Via de Tijdelijke Regeling Waardevermeerdering (WVM) bood de NAM met ingang van 17 januari 2014 een subsidie van maximaal € 4000 aan eigenaren van woningen in het aardbevingsgebied met een bevingsschade van minimaal € 1.000. Met deze tegemoetkoming konden zij energiebesparende of -opwekkende maatregelen financieren die de waarde van hun woning verhoogden, bijvoorbeeld zonnepanelen.

³ Voor de uitspraak, zie: ECLI:NL:GHARL:2018:618.

⁴ Ro. 8.III: "Gelet op wat hiervoor is overwogen, is voor de toelaatbaarheid van abstracte schadebegroting in dit geval voldoende dat de schade een voldoende structureel karakter heeft, dat begroting van de schade mogelijk is en niet op onoverkomelijke bezwaren vanuit het oogpunt van doelmatigheid stuit en dat de gelaedeerden belang hebben bij abstracte schadebegroting. Wanneer aan deze voorwaarden is voldaan, is in dit geval abstracte schadebegroting redelijk en doelmatig."

de wens om alle schadeafhandeling – ook die voor waardedaling – onafhankelijk van de NAM te organiseren.

De minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft daarom de onafhankelijke Adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen ingesteld. Deze commissie heeft advies uitgebracht over een publiekrechtelijke regeling voor de compensatie van waardedaling van woningen. De commissie heeft de op dat moment bestaande modellen om de waardedaling abstract te bepalen systematisch beoordeeld en in haar advies⁵ het model ontwikkeld door Atlas voor gemeenten⁶ aangewezen als het meest geschikte om waardedaling te berekenen als uitvoering van de uitspraak van het Hof.

Het ministerie van EZK heeft naar aanleiding van dit advies Atlas Research⁷ gevraagd om het model te actualiseren, zodat de waardedaling per 1 januari 2019 kon worden bepaald conform het advies van de commissie. Dit resulteerde in het onderzoek *Zeven bewogen jaren. Het effect van aardbevingen op de huizenprijzen in Groningen per 1-1-2019* (Poort et al., 2019), hierna aan te duiden als *'Zeven bewogen jaren'*. Dit onderzoeksrapport geeft ook een beknopte bespreking van eerdere studies van Atlas Research en van andere onderzoekers naar het effect van aardbevingen en aardbevingsrisico op de waarde van woningen in het risicogebied.

Vervolgens heeft de Adviescommissie op basis van dit onderzoek een tweede advies uitgebracht over het gebruik van de modeluitkomsten voor de waardedalingsregeling, waarin tevens een aantal vormen van ruimhartigheid in de uit te keren vergoedingen tot uitdrukking komt.⁸ Het gaat daarbij om toevoeging van de zogeheten 'enclaves' in het waardedalingsgebied aan de regeling,⁹ gebruik van de modelvariant die gemiddeld de hoogste uitkeringen geeft en toekenning van éénmaal de standaardfout bovenop de modeluitkomsten. Sinds 1 september 2020 is de waardedalingsregeling voor woningen bij het (per 1 juli van dat jaar opgerichte) Instituut Mijnbouwschade Groningen (hierna: IMG) van start gegaan. Om de schade als gevolg van waardedaling vast te stellen gebruikt het IMG

⁵ Adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen '[Advies waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen](#)' (april 2019).

⁶ In de toenmalige versie beschreven in Bosker et al. 2018.

⁷ In 2021 heeft *Atlas voor gemeenten* zijn naam veranderd in *Atlas Research*.

⁸ Adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen '[Advies van adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen \(bijlage bij 33529, nr.696\)](#)' (november 2019).

⁹ Dit zijn postcodegebieden met een schade-intensiteit onder de drempel van 20 procent toegekende schades ten opzichte van het aantal woningen, die geheel omsloten zijn door postcodes die wel boven de drempel uitkomen.

de uitkomsten uit *Zeven bewogen jaren*.¹⁰ Daarmee worden de aanbevelingen van de Adviescommissie waardedaling uit april en november 2019 gevolgd.

Inmiddels loopt de waardedalingenregeling anderhalf jaar en heeft het IMG Atlas Research gevraagd het onderzoek te actualiseren met de woningtransacties, locatienmerken en bevestigingsgegevens tot 1 januari 2021. Het voorliggende onderzoeksrapport doet verslag van deze actualisatie, waarbij naast genoemde gegevens ook de gegevens over toegekende schadebedragen zijn geactualiseerd met schades gemeld tot 1 januari 2021. Tijdens dit onderzoek heeft Atlas Research overleg gevoerd met de Adviescommissie om tussenresultaten te presenteren.

Hoofdstuk 2 van dit rapport bespreekt in meer detail de actualisatie van gegevens die in het kader van deze studie heeft plaatsgevonden en geeft de resultaten weer van de actualisatie van de modellen uit *Zeven bewogen jaren*, binnen het waardedalingengebied zoals dat per 2019 op basis van de toen beschikbare informatie empirisch is afgebakend. Vervolgens houdt hoofdstuk 3 de afbakening van het waardedalingengebied tegen het licht met de geactualiseerde gegevens en wordt onderzocht of met gebruik van de schadetoekenningen per 1 januari 2021 gekomen kan worden tot een nieuwe afbakening van het waardedalingengebied. Hoofdstuk 4 bevat een gedetailleerde bespreking van de uiteindelijke afbakening en de conclusies.

¹⁰ Zie artikel 3.2 in IMG, [Procedure en werkwijze van het Instituut Mijnbouwschade Groningen](#).

2 Actualisatie in huidige waardedalingsgebied

2.1 Actualisatie gegevens

Voor dit onderzoek zijn alle onderliggende gegevens zoveel als mogelijk tot 1 januari 2021 geactualiseerd. Het gaat daarbij om de woningmarkttransacties, schadetoekenningen, bevinggegevens en omgevingskenmerken. Deze paragraaf geeft per categorie gegevens een toelichting.

Woningmarkttransacties

Met tussenkomst van het IMG is op 22 juli 2021 een bestand ontvangen met alle door de Nederlandse Vereniging van Makelaars (hierna: NVM) geregistreerde woningmarkttransacties in 2019 en 2020 in Nederland, met de bijbehorende woningkenmerken die als controlevariabelen zijn opgenomen in de modelschattingen. Dit bestand is afkomstig van Brainbay, een onderneming die de NVM voorziet van dataproducten. Hoewel verreweg het grootste deel van de makelaars in Nederland (en in de provincie Groningen) bij de NVM is aangesloten, heeft dit tot gevolg dat niet alle transacties in Nederland in dit onderzoek zijn meegenomen. De andere mogelijke bron hiervoor is het Kadaster, maar hoewel het Kadaster wel alle transacties registreert, heeft het in vergelijking met de NVM een veel beperkter aantal woningkenmerken en registreert het Kadaster bovendien het moment van overdracht in plaats van het moment waarop de koopakte wordt getekend. Omdat het voor het bepalen van het effect van (het risico op) bevingen op de woningprijs van belang is zo goed mogelijk rekening te houden met woningkenmerken en het moment van prijsvorming, is het gebruik van de NVM-database voor dit type onderzoek te prefereren boven de gegevens van het Kadaster. Daar komt bij dat door de NVM geregistreerde transacties in de regel in de markt tot stand komen, terwijl het Kadaster ook onderhandse transacties registreert die mogelijk een minder goede afspiegeling zijn van reële marktprijzen.

Na koppeling aan de datasets voor het onderzoek in *Zeven bewogen jaren* – dat is gebaseerd op transacties vanaf de beving bij Huizinge tot 1 januari 2019 – kon daarmee de onderzoeksperiode met twee jaar worden uitgebreid. Deze loopt nu van 16 augustus 2012 tot 1 januari 2021, ruim acht jaar. Net als in *Zeven bewogen jaren* zijn uit de dataset *outliers* verwijderd waarvan de logaritme van de prijs per m² (de afhankelijke variabele in de modellen) meer dan drie standaarddeviaties van de mediaan lag.

Schadetoekenningen

Ook de gebruikte schadegegevens zijn geactualiseerd. Op 26 juli 2021 ontving Atlas Research van het IMG een bestand met alle door het IMG afgehandelde dossiers tot en met die datum. Dit bestand is gebruikt om net als in *Zeven bewogen jaren* en de daaraan voorafgaande studies schadedossiers te koppelen aan woningtransacties, en aan postcodes voor het berekenen van de schade-intensiteit per postcode-4-gebied. Daarbij zijn alle schades gemeld voor 1 januari 2021 meegenomen.

Waar dossiers betrekking hebben op meerdere adressen (ongeveer 750 gevallen), zijn handmatig met behulp van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) de onderliggende adressen geïdentificeerd en zijn de schades toegewezen aan die onderliggende adressen. Daarbij zijn toegekende schadebedragen gelijk verdeeld over de individuele onderliggende adressen.

De gebruikte schadegegevens van het IMG bevatten, net als de data van Centrum Veilig Wonen (hierna: CVW) over schades gemeld tot 31 maart 2017, 2 tot 3% schadetoekenningen aan niet-woonobjecten. Ook deze schades zijn meegeteld om te komen tot de schade-intensiteit per 4-positie-postcode, die derhalve is gedefinieerd als het *totaal aantal toegekende schades (waar nodig gesplitst over de onderliggende adressen), als percentage van het aantal woonobjecten op basis van de BAG per 1 januari 2021*. Deze variabele geeft dus een kleine overschatting van gemiddeld 2 à 3% van de schade-intensiteit aan woningen.

Tabel 2.1 vat de kerngegevens samen van de gebruikte schadedata. Waar in het vorige onderzoek *Zeven bewogen jaren* nog slechts 6.374 door het IMG toegekende schades waren meegenomen en de CVW-dossiers de hoofdmoot vormden, zijn de door het IMG toegekende schades nu meer dan de helft (56%) van het totaal. Het aantal schades in de dataset is ten opzichte van het vorige onderzoek ruim verdubbeld, wat uiteraard grote gevolgen heeft voor de schade-intensiteit per postcode-4-gebied. Gemiddeld is dat percentage ook meer dan verdubbeld. Hierover meer in paragraaf 3.1.

Wat verder opvalt, is dat het percentage *afgewezen* schades bij het IMG lager ligt. Bij het CVW was dat percentage 30% (Poort et al., 2019, p. 118), bij het IMG 7%. Over de hele dataset komt het op 81%. Verder blijkt dat bijna 11 duizend – oftewel 15% van de door het IMG toegekende schades – binnen de zogeheten Stuwmeerregeling zijn toegekend. In deze regeling zijn schades toegekend zonder schadeopname ter plaatste. Binnen de Stuwmeerregeling

zijn vaste vergoedingen van ofwel 5.000, ofwel 11.000 euro uitgekeerd. In deze studie zijn alle toegekende schades meegeteld, dus ook toekenningen onder de Stuwmeerregeling.

Tabel 2.1 Samenvatting schadecosiers

	IMG ZBJ	IMG totaal	Totaal incl. CVW
Beslissingen	7.279	78.931	161.995
w.v. afwijzing	905	5.439	30.560
w.v. toewijzing	6.374	73.492	131.435
w.v. Stuwmeer	1	10.982	10.982
% afwijzing	12%	7%	19%
% toekenning (incl. Stuwmeer)	88%	93%	81%
Totaalbedrag toegewezen (mln.)	€ 36,8	€ 533,8	€ 913,3
Gemiddeld bedrag als toegewezen	€ 5.777	€ 7.263	€ 6.949

Bron: Atlas Research op basis van gegevens van Centrum Veilig Wonen (CVW) en IMG.

Bevingsgegevens

Ook de gebruikte bevingsgegevens zijn aangevuld, met alle door het KNMI gemeten bevingen in 2019 en 2020. Aan de hand daarvan kan net als in *Zeven bewogen jaren* voor elke woningtransactie in het gebied worden berekend hoeveel bevingen met een grondsnelheid van meer dan 2,9 mm/s dan wel 5,0 mm/s er tot het moment van verkoop op de locatie van de woning zijn geweest.¹¹

In *Zeven bewogen jaren* is voor het berekenen van grondsnelheden gebruikgemaakt van de formules van Bommer et al. (2019) bij een overschrijdingskans van 50%.¹² In oktober 2021 kwam een nieuwe studie van deze onderzoekers beschikbaar: Bommer et al. (2021). De formules en coëfficiënten van de nieuwe studie zijn geijkt met meer bevingen (76, tegenover 55 in Bommer et al., 2019). Een belangrijke verfijning van de nieuwe studie is daarnaast dat de formules een extra term bevatten (v_{s30}), die rekening houdt met verschillen in bodemgesteldheid en die voor het hele gebied per postcode-4-gebied beschikbaar is.

¹¹ Net als in *Zeven bewogen jaren* en eerdere studies van Atlas is daarbij uitgegaan van de berekende grondsnelheid op de locatie van het midden (de centroïde) van het 6-positie-postcodegebied. Dat zijn relatief kleine geografische gebieden, met gemiddeld ongeveer twintig woningen. In totaal zijn er in Nederland meer dan 400 duizend van die gebieden. Het 4-positie-postcode-niveau (4-ppc) dat ook vaak voor dit type onderzoek wordt gebruikt is gemiddeld ongeveer een factor honderd groter, en bevat gemiddeld ongeveer 2 duizend woningen.

¹² Zie voor een gedetailleerde bespreking Hoofdstuk 3 en Bijlage 4 in Poort et al. (2019).

Met name deze innovatie is een belangrijke reden om in deze studie gebruik te maken van de nieuwe formules van Bommer et al., opnieuw uitgaand van een overschrijdskans van 50%.¹³ Die studie laat in Figuur 4.1 op p. 26 voor een representatieve waarde van de V_{s30} de verschillen zien tussen het nieuwe model en de eerdere versies uit 2019 en 2017. Die verschillen zijn zeer beperkt, maar dicht bij het epicentrum blijken de grondsnelheden met de nieuwe formules wat kleiner bij bevingen met een relatief lage magnitude van 2,0. In de volgende paragraaf zal blijken dat het effect van de nieuwe voortplantingsformules en de postcode-specifieke termen op de schattingsresultaten beperkt is.

Omgevingskenmerken

Tot slot zijn alle voor het bepalen van referentielocaties gebruikte omgevingskenmerken zoveel mogelijk geactualiseerd. Bijlage 1 geeft een toelichting hoe deze omgevingskenmerken worden gebruikt bij het bepalen van referentielocaties en geeft in een tabel een lijst van deze kenmerken en de gewichten die de kenmerken daarbij hebben. De lijst van kenmerken en hun gewichten zijn ongewijzigd ten opzichte van *Zeven bewogen jaren*, maar de kenmerken zelf zijn wel zoveel mogelijk geactualiseerd.

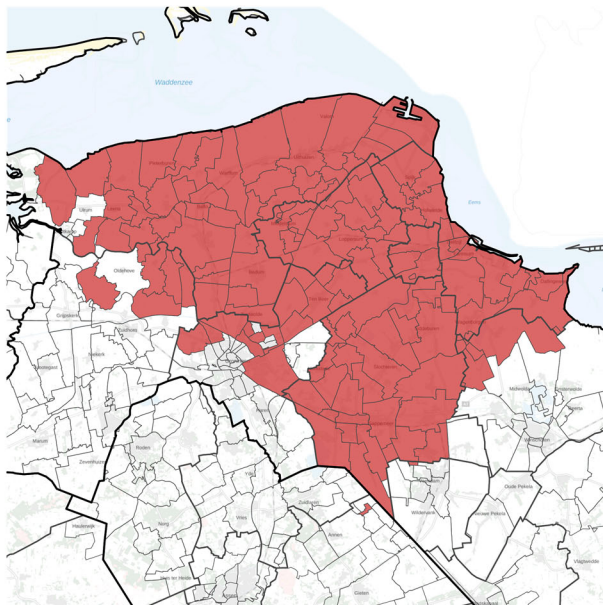
2.2 Actualisatie modelschattingen in huidige waardedalingsgebied

In *Zeven bewogen jaren* is het risicogebied empirisch afgebakend met gebruik van de schadetoekenningen op dat moment. Vanaf een schade-intensiteit van 20% bleek een negatief effect van bevingen en bevingrisico's op de waarde van woningen niet te kunnen worden uitgesloten. Bij een lagere schade-intensiteit onder 20% werd juist een positief effect gevonden. Dat duidde mogelijk op een zogeheten 'waterbedeffect': de vraag naar woningen net buiten het risicogebied kan worden opgestuwd door bewoners en potentiële kopers die de kern van het risicogebied vermijden, waardoor de prijzen daar juist stijgen. Zie verder paragraaf 2.2 en Bijlage 1 in Poort et al. (2019).

Het resulterende gebied bestond uit 132 postcode-4-gebieden met in totaal 87 duizend woningen (volgens de toenmalige BAG-afslag), zie Figuur 2.1. Dit gebied omsloot een zestal 'enclaves' waar het percentage geaccepteerde schadeclaims onder de 20% lag, terwijl de omliggende gebieden meer dan 20% geaccepteerde schadeclaims kennen. Omgekeerd waren er twee 'eilanden' met een schade-intensiteit van meer dan 20%, die omringd werden door postcodegebieden met een lagere schade-intensiteit.

¹³ Concreet gaat het om de formules 3.1-3.4 op p. 15 en de coëfficiënten voor de PGV_{MaxRot} in Tabel 3.1 op p. 17 van Bommer et al. (2019), het zogeheten ESV-model.

Figuur 2.1 Afbakening 20%-risicogebied in *Zeven bewogen jaren*



Bron: Atlas Research

De Adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen heeft het IMG geadviseerd de modeluitkomsten voor dit 20%-risicogebied te gebruiken, maar deze toe te passen op alle woningen in dat gebied, plus de woningen in de zes enclaves. Om het effect van de actualisatie op de uitkomsten te zien, ligt het daarom in de rede te vertrekken vanuit het 20%-risicogebied uit *Zeven bewogen jaren*, dus exclusief de enclaves.¹⁴ Tabel 2.2 resumeert de modeluitkomsten. De uitkomsten in de derde kolom, uitgaande van het aantal bevingen met een grondsnelheid van 2,9 mm/s of meer, liggen ten grondslag aan de huidige waardedalingregeling van het IMG.

Tabel 2.3 geeft de resultaten na actualisatie van de woningmarkttransacties, de omgevingsvariabelen ten behoeve van de referentielocaties, de schadedata en de bevingen, maar nog met gebruik van de oude formule van Bommer et al. (2019):

- Het aantal waarnemingen (inclusief gewogen referentietransacties) neemt in deze stap toe naar meer dan 28 duizend, een toename met 50%. Het aantal transacties in het risicogebied bedraagt 14.419. Dat is 52% meer dan de 9.510 transacties in het 20%-risicogebied in *Zeven bewogen jaren*.

¹⁴ Het meenemen van de enclaves bleek immers in *Zeven bewogen jaren* tot ongeveer 1%-punt kleinere waardedaling te leiden (vergelijk Tabel 4.5 en 4.6 in Poort et al., 2019).

- Het effect van ligging in het risicogebied is in alle vier modelvarianten ongeveer gehalveerd en ligt nu rond -1%.
- Het effect van de bevingsvariabele blijft vrijwel ongewijzigd ten opzichte van *Zeven bewogen jaren* (in de variant die ten grondslag ligt aan de huidige regeling is er bij de in de tabel weergegeven nauwkeurigheid zelfs helemaal geen verschil) en wordt iets nauwkeuriger geschat, wat blijkt uit de wat hogere t-waarden.
- De variabele voor toegekend schadebudget van € 1.000 of meer blijft in het basismodel (aantal bevingen met drempel 2,9 mm/s) niet-significant: schadehistorie doet voor deze variant dus nog altijd niet ter zake. In één van de andere varianten bevindt de variabele zich op een kantelpunt qua significantie (negatief bij een betrouwbaarheid van 95%).
- De R^2 neemt toe van 46% naar 53%. Het model verklaart de verschillen in de woningprijzen dus wat beter.

Tabel 2.4 geeft de resultaten waarbij ook de nieuwe formules van Bommer et al. (2021) voor de voorplanting van aardbevingen zijn gebruikt. De verschillen ten opzichte van Tabel 2.3 zijn klein; de bevingsvariabele neemt in drie van de vier modellen wel een iets kleinere waarde aan. Het aantal waarnemingen en de R^2 blijven gelijk aan Tabel 2.3.

Ten opzichte van de basismodellen uit *Zeven bewogen jaren* wordt dus in het huidige risicogebied een effect van ligging in het gebied gevonden dat ongeveer 1,3%-punt kleiner is – het is ongeveer gehalveerd – terwijl de bevingsvariabele een 0,1 tot 0,5%-punt kleinere waarde aanneemt (0,1%-punt in basismodel) en iets preciezer geschat wordt. Per saldo is de waardedaling in het gebied over het hele tijdvak gemeten dus afgenomen.

Ondanks deze gemiddelde afname van de waardedaling is er net als in *Zeven bewogen jaren* onvoldoende grond om een trend of tijdvakken in de waardedaling te onderscheiden en wordt ook in het volgende hoofdstuk uitgegaan van de gehele periode vanaf de beving bij Huizinge tot 1 januari 2021.¹⁵

¹⁵ Door de actualisatie van de omgevingskenmerken is immers ook een deel van de transacties uit eerdere jaren aan een andere referentielocatie gekoppeld.

Tabel 2.2 Modeluitkomsten Zeven bewogen jaren (Tabel 4.5)

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	grondsnelheid >= 2,9 mm/s	grondsnelheid >= 5,0 mm/s	bevingen >= 2,9 mm/s	bevingen >= 5,0 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0,025 (-5,8)***	-0,027 (-6,5)***	-0,023 (-5,3)***	-0,026 (-6,2)***
Bevingen of PGV	-0,013 (-7,9)***	-0,015 (-7,2)***	-0,008 (-8,2)***	-0,015 (-7,8)***
Toegekend budget >= € 1000	0,004 (0,7)	0,001 (0,3)	0,005 (0,9)	0,003 (0,5)
N	18.962	18.962	18.962	18.962
R	0,46	0,46	0,46	0,46

Bron: Atlas Research. Coëfficiënten staan weergegeven, de t-waarde tussen haakjes. Met *, ** en *** is aangegeven als een verband met 90%, 95%, resp. 99% zekerheid statistisch significant is. Alle modellen zijn geschat met robuuste standaardfouten, met kwartaaldummy's en woningkenmerken en met gewogen referenties. Gemiddeld effect is gemiddelde in dataset o.b.v. bevingen en gebiedseffect, excl. impact schadebudget. PGV staat voor *peak ground velocity*, de cumulatieve grondsnelheid van de alle bevingen boven de drempelwaarde.

Tabel 2.3 Modeluitkomsten in 20%-gebied uit Zeven bewogen jaren na actualisatie woningmarkttransacties en omgevingsvariabelen

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0,011 (-3,2)***	-0,014 (-3,9)***	-0,009 (-2,6)**	-0,013 (-3,7)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2019)	-0,012 (-10,2)***	-0,014 (-8,7)***	-0,008 (-10,8)***	-0,013 (-9,0)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,006 (-1,4)	-0,009 (-2,1)**	-0,005 (-1,1)	-0,008 (-1,9)*
N	28.525	28.525	28.525	28.525
R	0,53	0,53	0,53	0,53

Bron: Atlas Research.

Tabel 2.4 Modeluitkomsten Tabel 2.3 na actualisatie formules voor voortplanting aardbevingen

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0,012 (-3,4)***	-0,014 (-4,1)***	-0,009 (-2,6)***	-0,013 (-3,6)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,009 (-8,7)***	-0,010 (-7,9)***	-0,007 (-9,6)***	-0,014 (-9,8)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,008 (-1,8)*	-0,010 (-2,46)**	-0,006 (-1,3)	-0,008 (-1,8)*
N	28.525	28.525	28.525	28.525
R	0,53	0,53	0,53	0,53

Bron: Atlas Research.

2.3 Lagere drempelwaarde bevingen

In reactie op *Zeven bewogen jaren* is de kritiek gekomen dat de drempelwaarde voor bevingen van 2,9 mm/s dan wel 5,0 mm/s te hoog zou zijn. Kort gezegd zou een lagere drempelwaarde van 1,0 mm/s beter correleren met schade aan woningen en om die reden te prefereren zijn boven de andere drempelwaardes (De Kam en Hol, 2021).

In Bosker et al. (2018) was echter al eens gekeken naar het gebruik van deze lagere drempelwaarde, wat leidde tot minder robuuste en plausibele resultaten. Het gebruik van de lage drempel resulteerde in het wegvallen van het gebiedseffect, en een onaannemelijk groot *positief* effect van schade aan de verkochte woning. Daarnaast was er een technische reden om deze drempel niet te prefereren, namelijk dat dit de toepassing van de formules van Bommer zou impliceren buiten hun geadviseerde bereik van magnitudes tussen 1,8 en 3,6 op de schaal van Richter. De drempelwaarde van 1,0 mm/s zou in het epicentrum namelijk al overschreden worden vanaf een magnitude van 1,22. Een belangrijke reden om de voorkeur te geven aan drempelwaardes van 2,9 mm/s dan wel 5,0 mm/s is bovendien dat deze objectief zijn te relateren aan de Trillingsrichtlijn en de kans dat trillingen schade teweegbrengen aan gebouwen (zie Poort et al., 2019, paragraaf 3.2).

Niettemin is opnieuw gekeken naar het gebruik van een drempel van 1,0 mm/s, waarbij dus ook bevingen met magnitudes onder 1,8 met de formules van Bommer et al. (2021) zijn doorgerekend.¹⁶ Dat is op twee manieren gebeurd: ten eerste is onderzocht wat in het huidige risicogebied de uitkomsten zijn bij gebruik van een drempel van 1,0 mm/s in plaats van 2,9 of 5,0 mm/s. Ten tweede is gekeken hoe de uitkomsten in het model voor het aantal bevingen boven een drempel van 2,9 mm/s veranderen wanneer alleen wordt gekeken naar de postcode-4-gebieden waarin op ten minste één locatie een beving met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer is geweest (bij een overschrijdingskans van 50%); gebieden dus, waar ooit ten minste één trilling boven die lage drempel is geweest.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 2.5. Net als in eerdere studies leidt het gebruik van een drempel van 1,0 mm/s voor de bevingenvariabele tot minder robuuste en plausibele resultaten. Het gebiedseffect is negatief maar niet-significant als wordt gecumuleerd over de grondsnelheden boven de lage drempel en positief significant als wordt gekeken naar het aantal bevingen. Ligging in het risicogebied zou *an sich* dus tot *hogere* woningwaarden leiden volgens dit model. Merk verder op dat het effect van schadebudget boven € 1.000

¹⁶ Hoewel Bommer et al. (2021) net als Bommer et al. (2019) is gebaseerd op bevingen vanaf een magnitude van 1,8 wordt gebruik onder die kracht in de nieuwe studie niet expliciet ontraden. De resultaten in Tabel 2.5 blijven echter tot op alle weergegeven decimalen ongewijzigd, wanneer voor de bevingenbelasting van woningen alleen bevingen met en kracht van 1,8 of meer op de schaal van Richter worden meegeteld.

tussen de twee varianten verspringt van negatief maar niet-significant naar positief significant bij 95% betrouwbaarheid. Opnieuw blijkt dus dat een drempel van 1,0 mm/s minder betrouwbare modellen oplevert (uitgaande van het 20%-gebied uit *Zeven bewogen jaren* en met geactualiseerde gegevens).

Het model in de derde kolom, waarin ten minste één beving met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer ergens¹⁷ in een postcode-4-gebied als aanvullend criterium is gehanteerd, is interessanter. Het gegeven dat de waardedaling in het huidige risicogebied is afgenomen (vergelijk Tabel 2.2 en Tabel 2.4), suggereert namelijk dat het gebied waar waardedaling optreedt mogelijk ook kleiner is geworden. Met de aanvullende restrictie in de laatste kolom van Tabel 2.4 vallen vijf postcode-4-gebieden weg waarin geen grondsnelheden boven 1,0 mm/s zijn opgetreden. Ten opzichte van de uitkomsten voor dat model in Tabel 2.4 wordt het gebiedseffect dan weer iets (0,3%-punt) groter en de bevingvariabele een fractie kleiner. De R² neemt één %-punt toe.

Tabel 2.5 Modellen met toepassing drempel 1,0 mm/s voor bevingvariabele of als restrictie gebied

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 1,0 mm/s	Bevingen >= 1,0 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s Exclusief 5 pc4 zonder bevingen >= 1,0 mm/s
<i>Effect van:</i>			
Ligging risicogebied	-0,004 (-1,24)	0,014 (3,64)***	-0,012 (-3,3)***
Bevingen of PGV (Bommer 2021)	-0,01 (-12,15)***	-0,005 (-18,47)***	-0,006 (-8,5)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,002 (-0,53)	0,009 (2,01)**	0,003 (0,8)
N	28.525	28.525	27.098
R	0,53	0,53	0,54

Bron: Atlas Research.

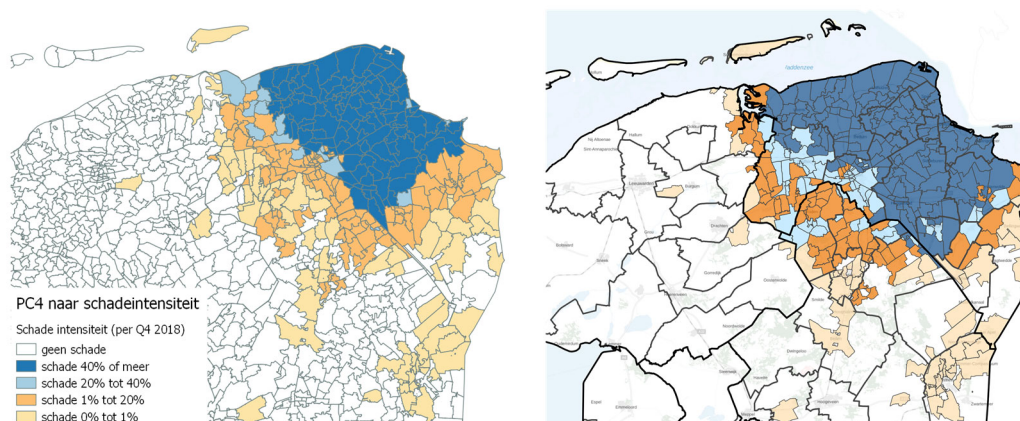
¹⁷ Preciezer: in de centroïde van een postcode-6-gebied binnen een postcode-4-gebied.

3 Herijking afbakening risico-gebied

3.1 Nieuwe schade-intensiteit per postcodegebied

In paragraaf 2.1 werd al aangegeven dat in deze actualisatie het aantal toegekende schades meer dan verdubbeld is ten opzichte van *Zeven bewogen jaren* (zie Tabel 2.1). Ook bleek het percentage schadeclaims dat het IMG afwijst ruim viermaal lager dan in de CVW-tijd (7% versus 30%) en is ongeveer 15% van de door het IMG toegekende schades toegekend onder de zogeheten Stuwmeerregeling, waarbij er geen schadeopname ter plaatste is geweest.

Figuur 3.1 Schade-intensiteit per eind 2018 (links) en per eind 2020 (rechts)



Bron: Atlas Research.

De kaart links in Figuur 3.1 is afkomstig uit *Zeven bewogen jaren* (Kaart 2.1) en geeft de schade-intensiteit per postcodegebied in kleuren aan. Licht- en donkerblauw samen vormen het 20%-risicogebied, gebieden met een schade-intensiteit van 0% (wit) en tussen 0 en 1% (lichtgeel) dienden als mogelijke referentielocaties. Het donkergele gebied met schade-intensiteit tussen 1 en 20% werd uitgesloten als locatie voor referentiewoningen.¹⁸

¹⁸ Op advies van de Adviescommissie waardedaling woningen aardbevingsgebied Groningen keert het IMG ook uit in de (oranje) enclaves in het blauwe gebied.

De kaart rechts geeft de stand van zaken weer op basis van schades gemeld voor 1 januari 2021 (en afgehandeld per 26 juni 2021). Het donkerblauwe gebied is aanzienlijk groter dan links, met name aan de zuidoostzijde. Ook zijn nieuwe 'eilanden' aan de zuidwestzijde te zien, met een schade-intensiteit tussen 20 en 40%, die omringd worden door postcodegebieden met een lagere schade-intensiteit. Buiten de provincie Groningen zijn er eveneens postcodegebieden met schade-intensiteiten boven de 20% en zelfs boven de 40%.

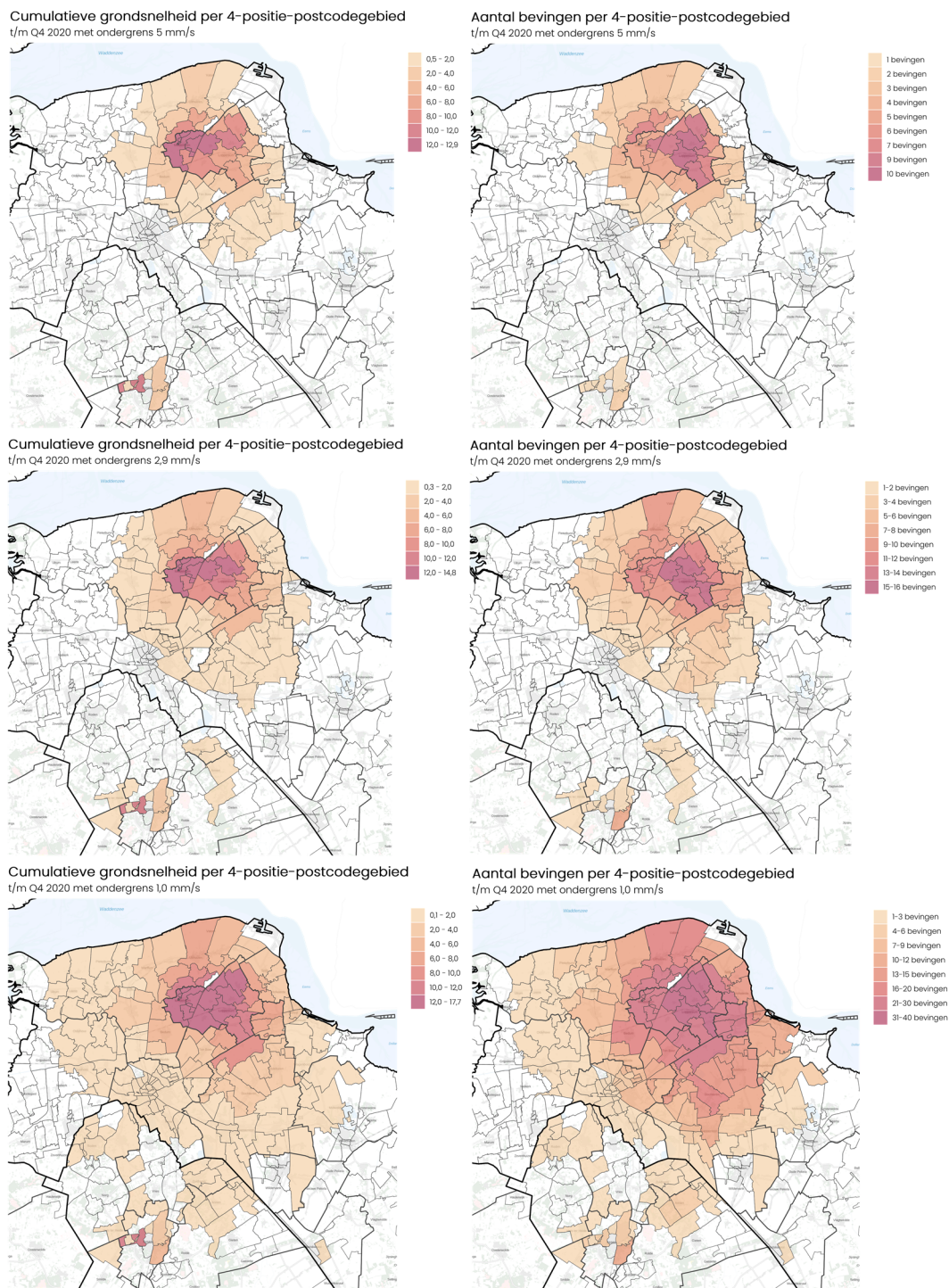
De kaarten in Figuur 3.2 geven per postcode-4-gebied de cumulatieve grondsnelheid en het aantal bevingen boven een drempel van respectievelijk 5 mm/s, 2,9 mm/s en (in lijn met Paragraaf 2.3) 1,0 mm/s weer.¹⁹ Vergelijking met de kaarten in Figuur 3.1 laat zien dat de uitbreiding van het blauwe gebied aan de zuidoostzijde in hoge mate postcodegebieden betreft waar ook bij een lage drempel van 1,0 mm/s geen bevingsactiviteit is geweest. Met andere woorden: in de laatste twee jaar zijn door het IMG steeds meer schades toegekend in gebieden waar nooit bevingen zijn geweest met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer (bij een overschrijdingskans van 50%). Ook de correlatie tussen schadetoekenningen en bevingsactiviteit per postcode-6-gebied is in de loop der jaren zwakker geworden. Over heel 2020 lag die correlatie bij de diverse onderzochte drempelwaarden (5,0 mm/s, 2,9 mm/s en 1,0 mm/s) voor het aantal bevingen of de cumulatieve grondsnelheid tussen 0,02 en 0,03. In 2019 lag het tussen 0,10 en 0,18.

Ook Figuur 3.3 laat zien hoeveel er veranderd is in het ruimtelijk patroon van de schadetoekenningen. Elke punt in de figuur stelt een postcode-4-gebied voor, met op de horizontale as de schade-intensiteit uit *Zeven bewogen jaren* (per eind 2018) en op de verticale as de schade-intensiteit per eind 2020. De puntenwolk waaiert ver uit naar boven zonder een duidelijk patroon: tientallen postcodegebieden die twee jaar geleden een schade-intensiteit tussen 0 en 5% hadden, zitten nu boven de 20%, in een enkel geval zelfs boven de 50%.

In totaal zijn er 88 postcodegebieden die in *Zeven bewogen jaren* onder de grens van 20% vielen en dus buiten het risicogebied lagen en nu wel een schade-intensiteit hebben van meer dan 20%; 28 daarvan hebben nu zelfs een schade-intensiteit van 40% of meer. Net als de vele schadetoekenningen in gebieden zonder bevingen boven een drempelwaarde van 1,0 mm/s en de toekenningen in het kader van de Stuwmeerregeling leidt dit tot vraagtekens bij de geschiktheid van toegekende schades als criterium om het risicogebied af te bakenen.

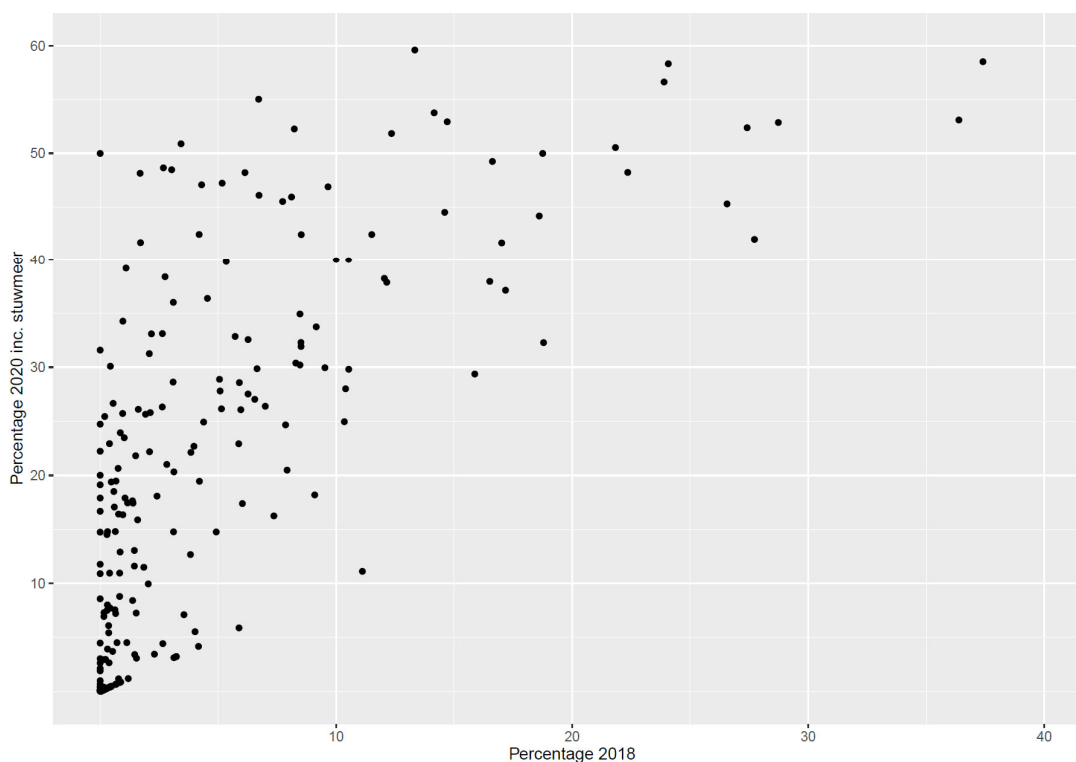
¹⁹ Merk op dat de bevingsactiviteit weergegeven in het Noorden van Drenthe niet uit het Groningerveld afkomstig is.

Figuur 3.2 Aantal bevingen en cumulatieve grondsnelheid per eind 2020



Bron: Atlas Research.

Figuur 3.3 Aantal bevingen en cumulatieve grondsnelheid per eind 2020



Bron: Atlas Research.

3.2 Uitkomsten nieuwe 20%-gebied

Tabel 3.1 geeft de resultaten weer voor de vier basismodellen wanneer het risicogebied zou worden afgebakend op alle postcodegebieden met een schade-intensiteit vanaf 20% per 1 januari 2021. Het risicogebied is bij deze afbakening aanzienlijk groter, wat resulteert in een toename van het aantal waarnemingen (inclusief gewogen referentietransacties) met meer dan 170%. De R^2 neemt ten opzichte van Tabel 2.4 af met 12%-punt, wat duidt op een slechtere modelfit.

Meest in het oog springt echter het positief significante gebiedseffect van ongeveer 5%, dat bovendien een erg hoge t-waarde heeft. De bevingenvariabele neemt in ieder model juist een veel sterker negatieve waarde aan (in vergelijking met Tabel 2.4), evenals de variabele voor een toegekende schade van € 1.000 of meer. De resultaten bij een drempelwaarde voor bevingen van 1,0 mm/s (hier niet afgebeeld) zijn vergelijkbaar. Het sterk positieve gebiedseffect in de modellen in Tabel 3.1 laat zien dat de grens van 20% met de nieuwe schadedata duidelijk tot een te ruime afbakening leidt.

Tabel 3.1 Uitkomsten voor 20%-gebied op basis van schadetoekenningen 1-1-2021

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ² Effect van:	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
Ligging risicogebied	0,052 (22,29)***	0,049 (21,18)***	0,056 (23,89)***	0,05 (21,64)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,026 (-21,24)***	-0,024 (-16,30)***	-0,024 (-29,49)***	-0,034 (-20,79)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,078 (-19,92)***	-0,09 (-23,41)***	-0,064 (-16,03)***	-0,084 (-21,56)***
N	77.379	77.379	77.379	77.379
R	0,41	0,41	0,42	0,41

Bron: Atlas Research.

3.3 Alternatieve afbakening op basis van schadedata

In paragraaf 2.2 bleek dat de waardedaling in het huidige risicogebied kleiner is dan in *Zeven bewogen jaren*, waarbij het gebiedseffect ongeveer is gehalveerd. In paragraaf 2.3 werd gesteld dat dit mogelijk impliceert dat het waardedalingsgebied ook kleiner geworden is en werd als aanvullend afbakeningscriterium gehanteerd dat binnen een postcode-4-gebied ten minste één beving met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer is opgetreden. Gelet op de verdubbeling van het aantal toegekende schades sinds *Zeven bewogen jaren* (met een afwijkend ruimtelijk patroon ten opzichte van dat vorige onderzoek en een substantieel aantal schades toegekend onder de Stuwmeerregeling) is het plausibel dat andere of aanvullende criteria die nauwer verband houden met bevingen tot een betere afbakening leiden.

Deze paragraaf kijkt echter eerst welke afbakening puur uit de schadedata zou kunnen worden afgeleid. Daarvoor is dezelfde aanpak gehanteerd als in de voorgaande studies van Atlas Research (zie o.a. Poort et al., 2019, Bijlage 1):

- Het potentiële risicogebied is gedefinieerd als alle postcode-4-gebieden met een schade-intensiteit van 1% of meer.
- Dit gebied is opgedeeld in 10%-klassen van schade-intensiteit: 1-10%, 10-20%, etc.
- Bij alle transacties uit het potentiële risicogebied zijn referentietransacties gezocht na de beving bij Huizinge op locaties met een bevingsintensiteit van minder dan 1%.
- In modelschattingen is gekeken vanaf welke 10%-klasse schade-intensiteit een negatief effect niet uitgesloten kon worden.

Tabel 3.2 toont de resultaten voor het gehele potentiële risicogebied. Deze suggereren dat vanaf een schade-intensiteit van 40% een significant negatief effect wordt gevonden en

daaronder juist een significant positief effect, dat mogelijk kan wijzen op het eerdergenoemde waterbedeffect in deze gebieden. In Tabel 3.3 en Tabel 3.4 is deze zelfde analyse herhaald, waarbij echter onderscheid is gemaakt tussen de gemeente Groningen en de rest van het potentiële risicogebied, het ommeland. Dat geeft een wat ander beeld. In de gemeente Groningen wordt pas een negatief effect gevonden bij een schade-intensiteit van 90% of meer, met de kanttekening dat er geen postcodes zijn met een schade-intensiteit tussen 70 en 90%. In het ommeland ligt de grens mogelijk al bij een schade-intensiteit van 30%.

Een grens van 30% lijkt dus de meest ruime afbakening die niet in strijd is met de data, met de belangrijke kanttekening dat de schadedata als valide afbakeningscriterium onder druk staat.

Tabel 3.2 Modellen met indeling potentiële risicogebied naar schade-intensiteit: hele gebied

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Basis	Met omgevingskenmerken
Schade-intensiteit		
<10%	0,022 (6,2)***	0,034 (11,0)***
10% - 20%	0,122 (38,1)***	0,088 (29,0)***
20% - 30%	0,203 (73,1)***	0,086 (32,8)***
30% - 40%	0,108 (26,6)***	0,062 (19,7)***
40% - 50%	-0,127 (-30,1)***	-0,065 (-17,2)***
50% - 60%	-0,137 (-23,3)***	-0,096 (-18,1)***
60% - 70%	-0,052 (-8,8)***	-0,038 (-8,6)***
70% - 80%	-0,241 (-32,4)***	-0,188 (-26,7)***
80% - 90%	-0,200 (-31,7)***	-0,131 (-21,6)***
> 90%	-0,144 (39,9)***	-0,094 (-28,2)***
Schadebudget >= € 1000	0,028 (7,9)***	0,024 (8,1)***
N	101.318	101.318
R	0,48	0,61

Bron: Atlas Research.

Tabel 3.3 Modellen met indeling potentiële risicogebied naar schade-intensiteit: gemeente Groningen

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Basis	Met omgevingskenmerken
Schade-intensiteit		
<10%	Geen data	Geen data
10% - 20%	0,183 (53,19)***	0,175 (46,9)***
20% - 30%	0,256 (87,3)***	0,156 (49,1)***
30% - 40%	0,265 (64,1)***	0,168 (43,0)***
40% - 50%	0,034 (7,7)***	0,028 (5,6)***
50% - 60%	0,004 (0,7)	0,025 (4,5)***
60% - 70%	0,163 (32,7)***	0,086 (16,4)***
70% - 80%	Geen data	Geen data
80% - 90%	Geen data	Geen data
> 90%	-0,055 (-7,4)***	-0,092 (-12,44)***
Schadebudget >= € 1000	0,004 (0,9)	0,005 (1,3)
N	45.257	45.257
R	0,59	0,64

Bron: Atlas Research.

Tabel 3.4 Modellen met indeling potentiële risicogebied naar schade-intensiteit: ommeland

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Basis	Met omgevingskenmerken
Schade-intensiteit		
<10%	0,054 (16,0)***	0,033 (10,9)***
10% - 20%	0,101 (20,7)***	0,063 (13,6)***
20% - 30%	0,060 (11,7)***	0,059 (12,7)***
30% - 40%	-0,105 (-25,0)***	-0,029 (-7,0)***
40% - 50%	-0,188 (-43,4)***	-0,106 (-24,5)***
50% - 60%	-0,205 (-30,3)***	-0,151 (-22,5)***
60% - 70%	-0,153 (-27,8)***	-0,084 (-14,5)***
70% - 80%	-0,169 (-21,9)***	-0,179 (-23,6)***
80% - 90%	-0,155 (-25,3)***	-0,101 (-16,9)***
> 90%	-0,111 (-28,8)***	-0,070 (-18,4)***
Schadebudget >= € 1000	0,029 (7,3)***	0,038 (10,0)***
N	56.061	56.061
R	0,54	0,62

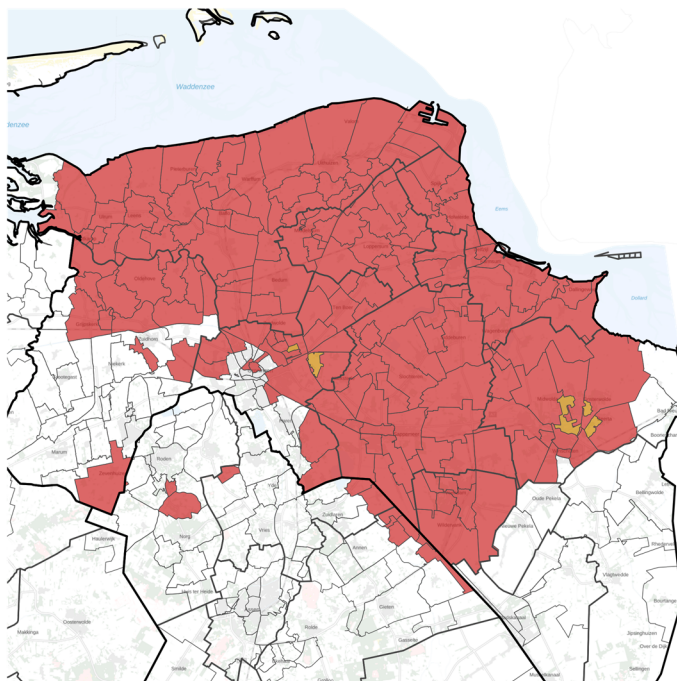
Bron: Atlas Research.

Resultaten 30%-risicogebied

Figuur 3.4 geeft het gebied weer zoals dat wordt afgebakend als een schade-intensiteit van 30% wordt gehanteerd. De postcodegebieden met een schade-intensiteit boven die

drempelwaarde zijn rood gemarkeerd, enkele 'enclaves' zijn oranje. Het gebied heeft ook weer een aantal 'eilanden' aan de zuidwestzijde, die in enkele gevallen vrij ver van de rest van het gebied af liggen.

Figuur 3.4 30%-risicogebied



Bron: Atlas Research.

In Tabel 3.5 zijn de resultaten bij deze afbakening te zien voor de vier basismodellen. In alle vier varianten wordt de variabele voor ligging in het gebied niet-significant, met een waarde dicht bij nul, terwijl de bevingvariabelen ten opzichte van Tabel 2.4 wat hogere waarden aannemen en de variabele voor een schadetoekenning van € 1.000 of meer negatief wordt.

Dat leidt tot het in zekere zin contraire resultaat, dat bij deze afbakening de feitelijke waardedaling in een aanzienlijk kleiner gebied optreedt dan het rood gemarkeerde gebied in Figuur 3.4, namelijk het gebied waar feitelijk bevingen boven de drempelwaarde van 2,9 respectievelijk 5,0 mm/s zijn geweest. Dat gebied is bovendien een stuk kleiner dan het *huidige risicogebied*, waar *wel* een negatief gebiedseffect werd gevonden. Dat negatieve gebiedseffect is daar weliswaar kleiner dan in *Zeven bewogen jaren*, maar niet nihil. Een verdere aanwijzing dat deze afbakening niet optimaal is, is de R^2 die in vergelijking met Tabel 2.4 9%-punt lager is.

Tabel 3.5 Uitkomsten voor 30%-gebied

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ² Effect van:	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
Ligging risicogebied	-0,002 (-0,6)	-0,004 (-1,3)	0,001 (0,4)	-0,003 (-1,0)
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,014 (-12,9)***	-0,014 (-10,4)***	-0,012 (-16,1)***	-0,019 (-12,9)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,028 (-7,0)***	-0,034 (-8,5)***	-0,022 (-5,3)***	-0,03 (-7,5)***
N	48.922	48.922	48.922	48.922
R	0,45	0,44	0,45	0,45

Bron: Atlas Research.

Niettemin volgen hieronder enkele robuustheidsanalyses bij deze afbakening. Allereerst toont Tabel 3.6. de uitkomsten bij het gebruik van een lagere drempelwaarde van 1,0 mm/s. Het gebiedseffect wordt in één van de twee modellen weer significant positief, wat wijst op een misspecificatie van de bevingingsvariabele of een te ruime gebiedsafbakening.

Tabel 3.7 laat vervolgens de uitkomsten zien als de enclaves aan de afbakening worden toegevoegd. Dit verandert weinig aan het model. Het effect van ligging in het gebied komt nog dichterbij nul uit en blijft statistisch insignificant en ook de andere variabelen houden vrijwel dezelfde waarde.²⁰ De uitkomsten zijn dus robuust voor toevoeging van de enclaves aan het gebied.

Tabel 3.6 Uitkomsten voor 30%-gebied bij drempel 1,0 mm/s

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ² Effect van:	Grondsnelheid >= 1,0 mm/s	Bevingen >= 1,0 mm/s
Ligging risicogebied	0,002 (0,8)	0,010 (3,2)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,011 (-13,9)***	-0,005 (-16,3)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,023 (-5,6)***	-0,014 (-3,3)***
N	48.922	4,922
R	0,45	0,45

Bron: Atlas Research. Uitkomsten zijn identiek zonder het meenemen van bevingen met een magnitude < 1,8.

²⁰ Ook is getoetst of afgewezen schadeclaims in deze modellen een significant effect hebben. Dat blijkt niet het geval.

Tabel 3.7 Uitkomsten voor 30%-gebied inclusief enclaves

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ² Effect van:	Grondsnelheid ≥ 2,9 mm/s	Grondsnelheid ≥ 5 mm/s	Bevingen ≥ 2,9 mm/s	Bevingen ≥ 5 mm/s
Ligging risicogebied	0,00009 (0,03)	-0,002 (-0,7)	-0,003 (-1,1)	-0,001 (-0,4)
Bevingen of PGV (Bommer 2021)	-0,014 (-12,9)***	-0,014 (-10,6)***	-0,012 (-15,9)***	-0,020 (-13,2)***
Toegekend budget >= € 1000	-0,030 (-7,3)***	-0,035 (-8,8)***	-0,023 (-5,7)***	-0,031 (-7,8)***
N	49.710	49.710	49.710	49.710
R	0,45	0,45	0,45	0,45

Bron: Atlas Research.

Resultaten 40%-risicogebied

Een mogelijk alternatief zou nog kunnen zijn het gebied af te bakenen op alle postcode-4-gebieden met een schade-intensiteit vanaf 40%. Zoals al te zien was in Figuur 3.1 (rechts), leidt dit tot een vergroting van het gebied (vooral aan de zuidoostzijde) met postcode-4-gebieden waar in 18 van de 30 gevallen nooit bevingen boven een drempel van 1,0 mm/s hebben plaatsgevonden. Met uitzondering van één postcode-4-gebied in de gemeente Groningen zijn in de toegevoegde postcode-4-gebieden nooit bevingen boven een drempel van 2,9 mm/s geweest.

Dit levert modellen op met een relatief groot negatief gebiedseffect, maar waarin de bevingenvariabelen naar nul gaan. De differentiatie van het geschatte effect in het gebied wordt dus een stuk kleiner. Verder wordt in deze modellen het effect van schade juist positief en significant.

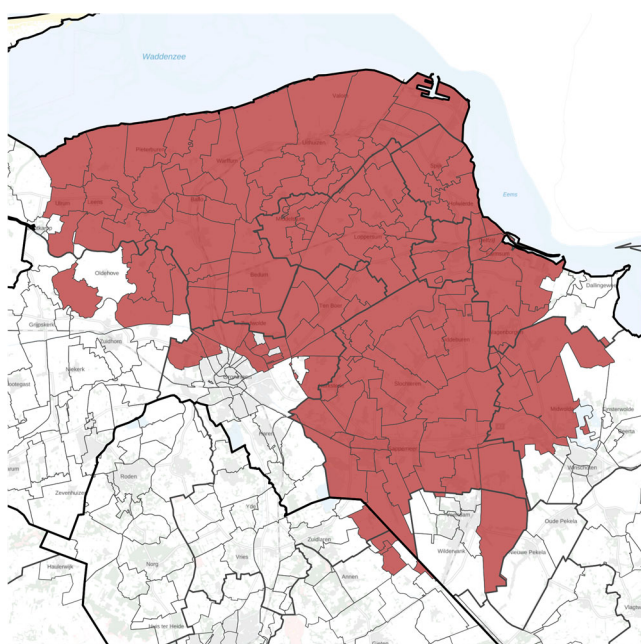
Dit alles wijst erop dat afbakening van het risicogebied op basis van een schade-intensiteit van 40% of meer geen plausibele resultaten oplevert. Dat blijkt ook uit een placebotest, waarin is gekeken naar 12 postcode-4-gebieden met lagere schade-intensiteit tussen 1 en 40% verder naar het zuidoosten richting de Duitse grens. Ook voor die gebieden, die nog verder van het aardbevingsgebied verwijderd zijn, wordt een relatief groot negatief gebiedseffect gevonden. Dat effect wordt zelfs iets groter geschat in gebieden zonder bevingen boven 1,0 mm/s dan in gebieden met.

Gelet op de bevinding in paragraaf 2.2 dat het gebiedseffect in de kern van het gebied ongeveer gehalveerd is ten opzichte van *Zeven bewogen jaren*, en de bevinding in paragraaf 3.1 dat schadetoekenningen een minder solide basis zijn geworden om het risicogebied af te bakenen, is de conclusie dat afbakening op uitsluitend een schade-intensiteit van 40% geen robuuste en plausibele uitkomsten geeft.

3.4 Afbakening op basis van schadedata en grondsnelheid

Nu louter op basis van de geactualiseerde schadedata geen robuuste gebiedsafbakening meer mogelijk blijkt, wordt in deze paragraaf gekeken naar een combinatie van criteria. Dat gebeurde ook al in Tabel 2.5 waar het huidige 20%-risicogebied iets verder werd ingeperkt tot postcode-4-gebieden waar tevens ten minste één beving met een grondsnelheid boven 1,0 mm/s is geweest, wat ongeveer correspondeert met de grens waarbij een beving onder gunstige omstandigheden voelbaar kan zijn. Dit leidde daar tot een iets groter gebiedseffect (vergelijk Tabel 2.5 derde kolom en Tabel 2.4 derde kolom).

Figuur 3.5 40%-risicogebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s per postcode-4-gebied



Bron: Atlas Research.

Een dergelijke restrictie kan ook worden toegevoegd aan het criterium van een schade-intensiteit van ten minste 30% of 40%. Wanneer deze aanvullende eis wordt toegevoegd bij een afbakening op basis van een schade-intensiteit van 30%, leidt dit tot niet-plausibele uitkomsten met een sterk *positief* significant gebiedseffect van 4 tot 5%, in combinatie met een (ten opzichte van Tabel 3.5) sterker negatief effect van de bevingsvariabele en van toegekend schadebudget van € 1.000 of meer.

Het resultaat van deze aanvullende restrictie bij afbakening op basis van een schade-intensiteit van 40% is weergegeven in Figuur 3.5 en de resultaten voor de vier basismodellen staan in Tabel 3.8. Bijlage 3 geeft de volledige modellen. Bij deze afbakening wordt een

statistisch significant negatief gebiedseffect gevonden van 1,7 tot 2,0%. Daarmee ligt het gebiedseffect tussen dat uit *Zeven bewogen jaren* (Tabel 2.2) en de geactualiseerde waarde bij diezelfde afbakening (Tabel 2.4). De bevestigingsvariabele wordt wat kleiner geschat en het effect van schadebudget is positief maar niet significant.²¹ De R^2 is ook sterk vergelijkbaar met die in Tabel 2.4 (0,54 versus 0,53).

Deze afbakening heeft twee enclaves in de gemeente Groningen. Als deze aan het gebied worden toegevoegd, resulteren de vier basismodellen in Tabel 3.9. Het gebiedseffect is in deze modellen ongeveer 0,4%-punt kleiner en het effect van schadebudget is niet significant.²² De uitkomsten liggen per saldo dicht bij die in Tabel 2.4.²³

Tabel 3.8 Uitkomsten voor 40%-gebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s per postcode-4-gebied

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0.019 (-5,8)***	-0.020 (-6,3)***	-0.017 (-5,3)**	-0.019 (-5,9)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0.007 (-7,2)***	-0.009 (-7,2)***	-0.005 (-6,8)***	-0.012 (-8,8)***
Toegekend budget >= € 1000	0.007 (1,8)*	0.006 (1,5)	0.008 (1,8)*	0.008 (2,0)**
N	29,564	29,564	29,564	29,564
R	0,54	0,54	0,54	0,54

Bron: Atlas Research. Volledige modellen in Bijlage 3.

Tabel 3.9 Uitkomsten voor 40%-gebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s: inclusief enclaves

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0,015 (-4,6)***	-0,016 (-5,1)***	-0,013 (-4,2)***	-0,015 (-4,7)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,007 (-7,2)***	-0,009 (-7,5)***	-0,005 (-6,3)***	-0,013 (-9,2)***
Toegekend budget >= € 1000	0,004 (0,9)	0,003 (0,7)	0,003 (0,9)	0,005 (1,3)
N	30.669	30.669	30.669	30.669
R	0,54	0,54	0,54	0,54

Bron: Atlas Research.

²¹ Alleen bij een drempelwaarde voor het aantal bevingen van 5,0 mm/s is de variabele statistisch significant bij een betrouwbaarheid van 95%, in twee andere modellen bij 90%. In alle gevallen is de coëfficiënt positief maar klein.

²² In deze variant wordt de geschatte coëfficiënt voor schadebudget vanaf € 1.000 ongeveer de helft van die in Tabel 3.8 en wijkt deze in geen van de modellen significant af van nul, ook niet bij een 90% betrouwbaarheid.

²³ Het aantal transacties in het risicogebied sinds de beving bij Huizinge bedraagt 14.850 in deze afbakening volgens Tabel 3.8 en 15.404 in die volgens Tabel 3.9.

4 Conclusies en discussie nieuwe gebiedsafbakening

Dubbel afbakeningscriterium geeft meest plausibele en robuuste uitkomsten

In de paragrafen 2.1 en 3.1 bleek dat in deze actualisatie het aantal toegekende schades meer dan verdubbeld is ten opzichte van *Zeven bewogen jaren*. Ook bleek het percentage schadeclaims dat het IMG afwijst ruim viermaal lager dan in de CVW-tijd (7 versus 30%) en is ongeveer 15% van de door het IMG toegekende schades toegekend onder de zogeheten Stuwmeerregeling, waarbij er geen schadeopname ter plaatste is geweest. Voorts werd duidelijk dat de nieuw toegekende schades een sterk afwijkend ruimtelijk patroon hebben ten opzichte van het vorige onderzoek. Dit alles zet het gebruik van schadedata als enige criterium voor de afbakening van het waardedalingsgebied onder druk. In het vorige hoofdstuk is gebleken dat een aanvullend criterium dat nauwer verband houdt met bevingen, tot een betere afbakening leidt.

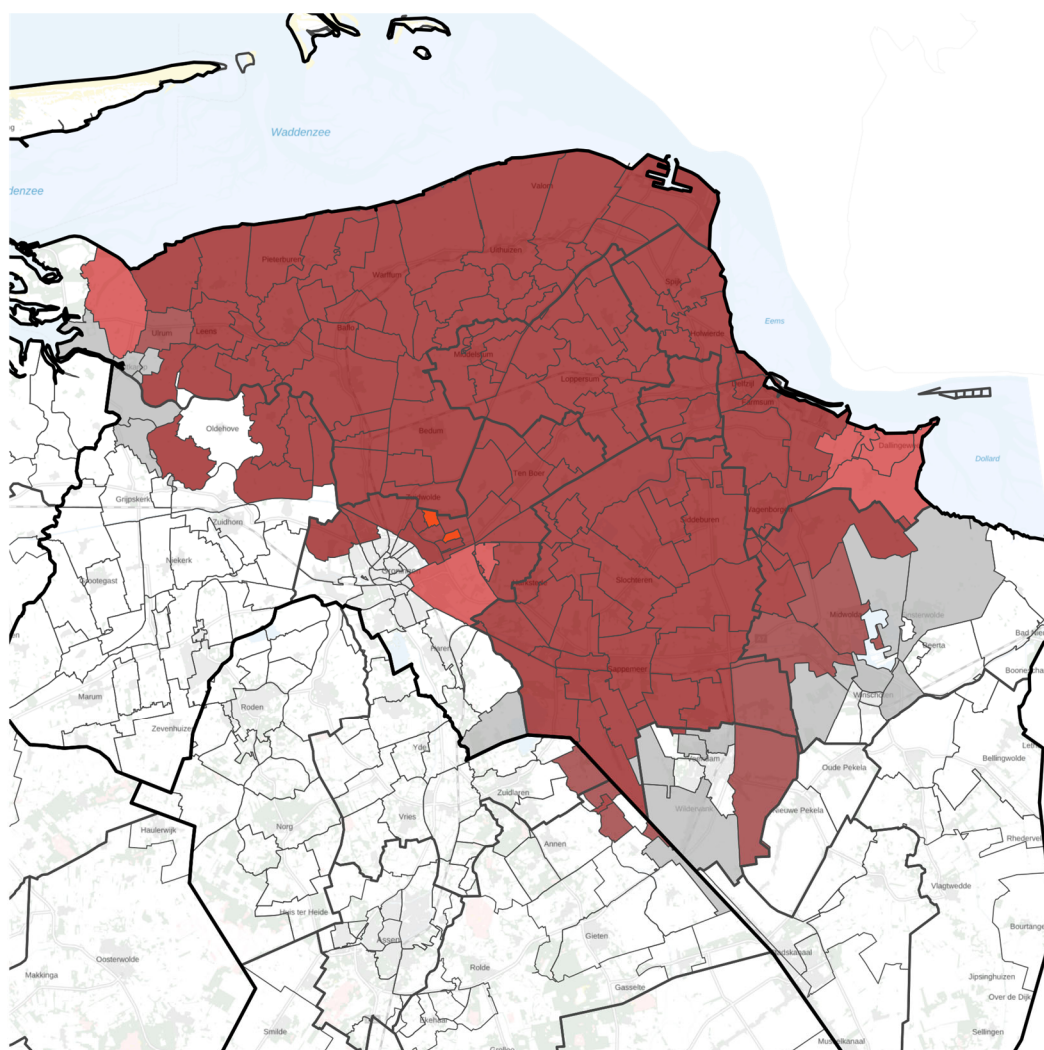
De afbakening uit Paragraaf 3.4, op basis van een combinatie van schadedata (schade-intensiteit boven 40%) en bevingen (ten minste één beving met een grondsnelheid van 1,0 mm/s of meer in de centroïde van een postcode-6-gebied binnen een postcode-4-gebied) vormt het meest plausibele en robuuste alternatief voor het 20%-gebied uit *Zeven bewogen jaren*. Het resulterende risicogebied bestaat uit 138 postcode-4-gebieden en is daarmee per saldo iets groter dan het huidige risicogebied van 132 postcode-4-gebieden. Zes gebieden vallen in de nieuwe afbakening weg, twaalf komen erbij.

Dit gebied is nogmaals weergegeven in Figuur 4.1. Daarbij duiden de donkerste rode tinten alle gebieden aan die onder de huidige regeling vallen en ook tot het nieuwe risicogebied behoren. Een tint lichter zijn de gebieden die er bij komen bij deze afbakening. Nog een tint lichter zijn de gebieden die onder de huidige regeling vallen, maar niet in het nieuwe risicogebied liggen. Felrood zijn twee enclaves in het nieuwe risicogebied. In *Zeven bewogen jaren* waren dat ook al enclaves. Grijs zijn tot slot de gebieden die een schade-intensiteit hebben boven 40%, maar waar nooit een beving van 1,0 mm/s of meer is opgetreden. De relevante postcodes en hun status staan tevens weergegeven in Bijlage 2.

Het gebied is per saldo iets groter dan het huidige risicogebied. Dat lijkt in strijd met de constatering dat in het huidige gebied het effect kleiner geworden is (Tabel 2.4), maar ook in dit gebied is het effect kleiner dan in *Zeven bewogen jaren*. Voorts is dit gebied niet zo

groot dat een positief gebiedseffect resulteert zoals bij een nieuwe afbakening op 20% (Tabel 3.1) of bij 30% met ten minste één beving; of dat het gebiedseffect nihil wordt waardoor het effectgebied feitelijk gereduceerd wordt tot het gebied met bevingen boven 2,9 dan wel 5,0 mm/s (Tabel 3.5).²⁴ Afbakening uitsluitend op een schade-intensiteit van 40% of meer bleek evenmin plausible en robuuste uitkomsten te geven.

Figuur 4.1 40%-risicogebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s per postcode-4-gebied



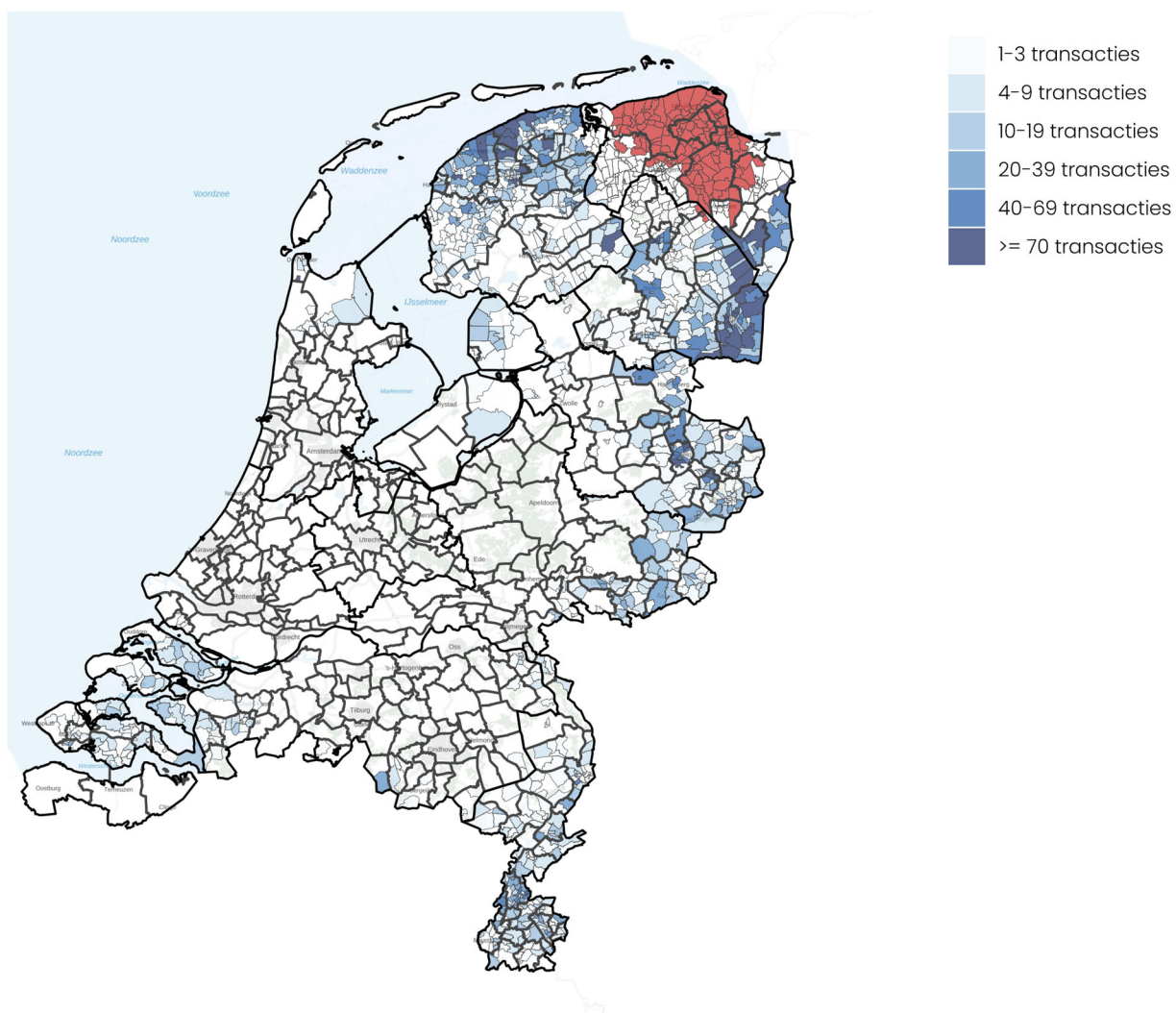
Bron: Atlas Research. Donkerst: in ZBJ-gebied en 40%+1b; Tint lichter: toevoeging o.b.v. 40%+1b; Nog tint lichter: in ZBJ, niet in 40%+1b; Fel-rood: enclaves, ook al in ZBJ; Grijs: 40% maar nergens beving > 1mm/s.

²⁴ Waarbij een lagere drempel van 1,0 mm/s weer tot een positief gebiedseffect leidt (Tabel 3.6.).

Referentielocaties en matchingscores

Figuur 4.2 en Tabel 4.1 laten de verdeling van de referentielocaties bij deze afbakening zien. De COROP-gebieden Zuidoost-Drenthe en Noord-Friesland zijn de belangrijkste leveranciers van referentielocaties. Tabel 4.2 toont dat voor elke gemeente in dit risicogebied de gemiddelde matchingscore zeer hoog is (99,997% of meer). Dit betekent dat voor de transacties in het risicogebied transacties worden gevonden op locaties elders in het land met zeer goed vergelijkbare (gewogen) omgevingskenmerken.

Figuur 4.2 Referentielocaties bij 40%-risicogebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s



Bron: Atlas Research.

Tabel 4.1 Verdeling referentielocaties 40%-gebied met ten minste één beving > 1,0 mm/s

	Frequentie gewogen	% gewogen
Zuidoost-Drenthe	4081	27.48
Noord-Friesland	3491	23.51
Twente	1516	10.21
Zuid-Limburg	1269	8.55
Noord-Drenthe	696	4.69
Oost-Groningen	616	4.15
Achterhoek	609	4.10
Zuidwest-Friesland	447	3.01
Zuidoost-Friesland	416	2.80
Noord-Overijssel	306	2.06
Overig Zeeland	290	1.95
Noord-Limburg	235	1.58
Midden-Limburg	209	1.41
Zuidwest-Drenthe	137	0.92
Kop van Noord-Holland	137	0.92
Flevoland	93	0.63
Groot-Rijnmond	92	0.62
West-Noord-Brabant	74	0.50
Zuidoost-Noord-Brabant	37	0.25
Overig Groningen	34	0.23
Arnhem/Nijmegen	30	0.20
Noordoost-Noord-Brabant	21	0.14
Zuidwest-Overijssel	11	0.07
Midden-Noord-Brabant	3	0.02
Totaal	14,850	100.00

Bron: Atlas Research.

Tabel 4.2 Matchingpercentage per gemeente in risicogebied

	Aantal	Gemiddeld matchingspercentage
Midden-Groningen	3848	99.9998
Groningen	3745	100.0000
Delfzijl	1653	99.9971
Winsum	1062	99.9998
Eemsmond	1018	99.9998
Bedum	810	100.0000
Appingedam	783	99.9999
Het Hogeland	656	99.9999
Loppersum	637	99.9999
Oldambt	399	99.9999
Veendam	114	99.9986
Aa en Hunze	64	100.0000
Het Westerkwartier	40	100.0000
Tynaarlo	21	100.0000
Totaal	14,850	99.9996

Bron: Atlas Research.

Gevoeligheidsanalyses

Als variant op de basismodellen in Tabel 3.8 (dan wel Tabel 3.9 inclusief de enclaves) zijn enkele gevoeligheidsanalyses onderzocht. Tabel 4.3 geeft de resultaten weer bij een lagere

drempelwaarde van 1,0 mm/s. Anders dan in Tabel 2.5 en Tabel 3.6 wordt het gebiedseffect in de variant met het aantal bevingen boven die drempel ditmaal niet positief significant maar gaat het naar nul. Voorts wordt de variabele voor toegekend schadebudget positief en significant. Ondanks de wat hogere t-waarde van de bevingensvariabele in Tabel 4.3 is dit, in combinatie met de minder robuuste uitkomsten met een positief gebiedseffect bij andere afbakeningen eerder in dit rapport, reden om deze drempelwaarde niet te prefereren boven 2,9 of 5,0 mm/s.

Tabel 4.3 Uitkomsten bij drempel 1,0 mm/s

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Bevingen >= 1,0 mm/s	Grondsnelheid >= 1,0 mm/s
<i>Effect van:</i>		
Ligging risicogebied	-0,0006 (-0,2)	-0,014 (-4,0)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0,004 (-14,2)***	-0,007 (-9,6)***
Toegekend budget >= € 1000	0,02 (4,8)***	0,011 (2,8)***
N	29.564	29.564
R	0,54	0,54

Bron: Atlas Research. Uitkomsten zijn identiek zonder het meenemen van bevingen met een magnitude < 1,8.

Tabel 4.4 toont de resultaten wanneer het aantal toegekende schades in de omgeving van de woning als variabele wordt toegevoegd. Het aantal schades is daarbij in twee varianten van de bevingensvariabele *positief* significant bij een betrouwbaarheid van 95%. Ten opzichte van de uitkomsten in Tabel 3.8 wordt tegelijk het gebiedseffect iets groter en het effect van schade aan de eigen woning dat in Tabel 3.8 zwak positief geschat werd, gaat naar nul.

Het is weinig aannemelijk dat schade in de omgeving van een woning een positief effect heeft op de waarde ervan. Het is echter mogelijk dat dit komt doordat deze variabele tegelijk een maat is voor bebouwingsdichtheid, oftewel stedelijkheid. In Tabel 4.5 is de variabele daarom gedefinieerd als het aantal toegekende schades gedeeld door het aantal woningen in de omgeving. Deze definitie van de variabele geeft een meer plausibel negatief effect dat statistisch ook significant is. Het leidt echter ook tot een afname van het algemene gebiedseffect met 0,6 tot 0,7%-punt ten opzichte van Tabel 3.8, en een positief effect van schade aan de woning zelf met een betrouwbaarheid van 99%. Vermoedelijk speelt hier een sterke correlatie tussen schade aan de woning en schade in de omgeving een rol. Daardoor geven de modelvarianten in Tabel 4.4 en Tabel 4.5 geen aanleiding deze als voorkeursvariant te bestempelen.

Tabel 4.4 Effect absoluut aantal schadedossiers in de omgeving

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0.022 (-5,9)***	-0.023 (-6,2)***	-0.021 (-5,7)***	-0.022 (6,1)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0.007 (-7,3)***	-0.009 (-7,3)***	-0.005 (-7,1)***	-0.013 (-8,9)***
Toegekend budget >= € 1000	0.005 (1,1)	0.004 (0,9)	0.005 (1,1)	0.006 (1,3)
Schade in de omgeving totaal (aantal dossiers, straal 200m)	0,00006 (1,9)*	0,00004 (1,6)	0,00007 (2,4)**	0,00006 (2,0)**
N	29,564	29,564	29,564	29,564
R	0.54	0.54	0.54	0.54

Bron: Atlas Research.

Tabel 4.5 Effect relatief aantal schadedossiers in de omgeving

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m ²	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0.012 (-3,3)***	-0.013 (-2,9)***	-0.011 (3,5)***	-0.013 (6,1)***
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0.006 (-5,8)***	-0.008 (-4,8)***	-0.004 (-7,1)**	-0.011 (-8,9)***
Toegekend budget >= € 1000	0.014 (3,1)***	0.014 (3,0)***	0.014 (3,1)***	0.014 (3,1)***
Schade in de omgeving relatief (aantal dossiers, straal 200m)	-0,021 (-3,5)***	-0,022 (-3,7)***	-0,021 (-3,5)***	-0,017 (-2,9)***
N	29,564	29,564	29,564	29,564
R	0.54	0.54	0.54	0.54

Bron: Atlas Research.

Gemiddelde effecten

Tabel 4.6 toont de gemiddelde en maximale waarde en het percentage nullen op de bevingenvariabelen in het gebied afgebakend door een schade-intensiteit van 40% of meer en ten minste één beving boven 1,0 mm/s. Merk op dat deze waarden zijn berekend op basis van de transacties in de dataset, niet de gehele woningvoorraad in het gebied. Net als in *Zeven bewogen jaren* heeft ongeveer de helft van de woningen in dit risicogebied één of meer bevingen met een grondsnelheid boven 2,9 mm/s ondervonden, en minder dan een kwart een of meer bevingen met een grondsnelheid boven 5,0 mm/s. Dat impliceert dat volgens de modellen met een drempel van 2,9 mm/s ongeveer de helft van de woningen alleen het effect van ligging heeft ondervonden. Bij een drempel van 5,0 geldt dat voor driekwart van de woningen.

Met deze gegevens kan ook het gemiddelde, mediane en maximale percentage waardedaling worden berekend (wederom op basis van de transacties in de dataset) per

modelvariant. Voor de afbakening exclusief en inclusief de enclaves staat dit weergegeven in Tabel 4.7. Voor de modelvariant met het aantal bevingen vanaf 2,9 mm/s, de variant op basis waarvan het IMG momenteel de regeling uitvoert, zijn ook de waarden na ophoging met éénmaal de standaardfout weergegeven (tussen haakjes). In de laatste kolom staan de waarden zoals die gelden voor de huidige regeling.

Uitgaande van de nieuwe afbakening *exclusief* de enclaves neemt het gemiddelde effect ongeveer 1,5%-punt af. De maximale waardedaling (inclusief éénmaal de standaardfout) neemt af van 18,4% naar 12,2%. Bij de nieuwe afbakening *inclusief* de enclaves neemt het gemiddelde effect inclusief standaardfout ongeveer 2%-punt af, en daalt de maximale waardedaling inclusief standaardfout nog iets meer, naar 11,2%.

Tabel 4.6 Gemiddelde en maximale waarde bevingensvariabele bij voorkeursvarianten afbakening

	Gemiddelde	% woningen met 0	Max
Exclusief enclaves			
Aantal bevingen 5 mm/s	0.51	78%	11
Cumulatieve PGV 5 mm/s	0.49	78%	13.55
Aantal bevingen 2,9 mm/s	1.61	51%	18
Cumulatieve PGV 2,9 mm/s	0.89	51%	15.37
Inclusief enclaves			
Aantal bevingen 5 mm/s	0.49	78%	11
Cumulatieve PGV 5 mm/s	0.47	78%	13.55
Aantal bevingen 2,9 mm/s	1.60	48%	18
Cumulatieve PGV 2,9 mm/s	0.87	48%	15.37

Bron: Atlas Research.

Tabel 4.7 Gemiddelde en maximale waardedaling bij voorkeursvarianten afbakening

	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s	IMG/ZBJ >= 2,9 mm/s
Exclusief enclaves					
Gemiddelde	-2.5%	-2.5%	-2.5 (-3.0%)	-2.5%	
Mediaan	-1.9%	-2.0%	-1.7 (-2.1%)	-1.9%	
Minimum	-1.9%	-2.0%	-1.7 (-2.1%)	-1.9%	
Maximum	-12.8%	-14.2%	-10.6% (-12.2%)	-15.6%	
Inclusief enclaves					
Gemiddelde	-2.1%	-2.0%	-2.1 (-2.5%)	-2.1%	-3.9 (-4.5%)
Mediaan	-1.7%	-1.6%	-1.8 (-2.2%)	-1.5%	-3.1 (-3.6%)
Minimum	-1.5%	-1.6%	-1.3 (-1.7%)	-1.5%	-2.3 (-2.7%)
Maximum	-12.4%	-14.4%	-9.6% (-11.2%)	-15.9%	-16.3% (-18.4%)

Bron: Atlas Research.

Literatuur

- Bommer, J.J., Stafford, P.J., Ntinalexis, N. (2019). *Updated Empirical GMPes for PGV from Groningen Earthquakes*.
- Bommer, J.J., Stafford, P.J., Ntinalexis, N. (2021). *Empirical Equations for the Prediction of Peak Ground Velocity due to Induced Earthquakes in the Groningen Gas Field – October 2021*.
- Bosker, M., Garretsen, H., Marlet, G., Ponds, R., Poort, J., Van Dooren, R., Van Woerkens, C. (2018). *Nog altijd in beweging. Het effect van aardbevingen op de huizenprijzen in Groningen per 1-1-2018*, Utrecht: Atlas voor Gemeenten.
- Kam, G. de, Hol, E. (2021). *De selectie van een indicator voor het bepalen van de waardedaling door aardbevingen in Groningen. Een secundaire analyse van het verband tussen fysieke indicatoren en schademeldingen, en een pragmatische methode om de waardedaling te bepalen*. Groningen: URSI Research Report 368.
- Poort, J., Ponds, R., Kerste, M., Van Woerkens, C., Middeldorp, M., Bosker, M., Garretsen, H., Marlet, G. (2019). *Zeven bewogen jaren. Het effect van aardbevingen op de huizenprijzen in Groningen per 1-1-2019*, Utrecht: Atlas voor gemeenten.

Bijlage 1:

Selectie referentiewoningen

Voor de selectie van de referentiewoningen zijn de voor het transactiejaar van de woning geldende locatiekenmerken gebruikt op het postcode-6- niveau, waardoor rekening kon worden gehouden met de kwaliteit van de directe omgeving van de woningen. De voor de selectie gebruikte indicatoren hebben betrekking op de bereikbaarheid en nabijheid van werkgelegenheid, voorzieningen, de leefbaarheid in de directe woonomgeving, de nabijheid van groen en water, het uitzicht op parken, vuilstortplaatsen, et cetera.

De gebruikte indicatoren komen uit de database van Atlas Research en de uiteindelijke selectie is gebaseerd op onderzoek naar de waarde van woonlocaties in Nederland. In dat onderzoek zijn hedonische prijsmodellen gebruikt waarmee de waarde van woonlocaties wordt verklaard uit indicatoren voor de nabijheid van werk, *amenities* (voorzieningen die de waarde van woonlocaties verhogen, zoals winkels en culturele voorzieningen) en *disamenities* (factoren die de waarde van woonlocaties verlagen, zoals overlast en onveiligheid).

Tabel B1.1 laat de resultaten zien waarbij de indicatoren zijn geordend in vijf categorieën. Belangrijk is dat daarbij geen sociaal-economische kenmerken zoals inkomensniveaus of het aandeel uitkeringsontvangers in een buurt gebruikt zijn als verklarende variabele. Zulke factoren zijn immers eerder een resultaat dan een oorzaak van lage of hoge huizenprijzen. Mensen met een lager inkomen gaan wonen op plekken waar de prijzen lager zijn. Het opnemen van bijvoorbeeld inkomens als verklarende variabele leidt weliswaar tot een ogenschijnlijk hogere verklaringskracht van de modellen, maar ook tot omgekeerde causaliteit en verstoring van de andere geschatte variabelen (endogeniteitsproblematiek).

Met behulp van de coëfficiënten uit die hedonische prijsanalyse is per jaar een locatiescore van de locaties van alle verkochte woningen in het risicogebied bepaald.²⁵ Deze locatiescore is een per postcode-6-gebied gewogen gemiddelde van de locatiekenmerken, waarbij de weging is bepaald door de coëfficiënten uit Tabel B1.1. Die coëfficiënten kunnen zowel positief – een hogere score draagt bij aan een hogere woningwaarde (bijvoorbeeld banen binnen acceptabele reistijd of voorzieningen) – als negatief (bijvoorbeeld mate van overlast) zijn. Ze worden vermenigvuldigd met de waarde voor elk locatiekenmerk per

²⁵ De hedonische prijsanalyse waarmee is bepaald welke locatiekenmerken in welke mate bijdragen aan de waarde van (de grond onder) de woningen is bewust uitgevoerd met gegevens over 2011, voor 'Huizinge' dus. Daarmee wordt voorkomen dat aardbevingen en het aardbevingsrisico een rol spelen bij de selectie van referentielocaties, en zo het onderzoeksresultaat zouden kunnen beïnvloeden.

postcode-6-gebied en vervolgens opgeteld. Voor elke verkochte woning in het risicogebied wordt op deze wijze een locatiescore berekend die te interpreteren is als de op basis van locatiekenmerken modelmatig bepaalde waarde van een locatie.

Vervolgens wordt in de rest van Nederland (d.w.z. alle postcodegebieden waar nooit een compensatie voor aardbevingsschade is toegekend of de schade-intensiteit niet groter is dan 1%) een verkochte woning (die in de NVM-database zit en na 'Huizinge' is verkocht) gezocht die de best vergelijkbare locatiescore heeft. Per verkochte woning in het risicogebied wordt feitelijk een woning gezocht die qua locatiekenmerken – met uitzondering van bevingen en bevingrisico – bij verkoop het best vergelijkbaar is, zodat de kans wordt geminimaliseerd dat het gevonden prijseffect niet door die bevingen komt.

Omdat de locatiescore een optelling is van negatieve en positieve factoren kan het met deze methode gebeuren dat een locatie in landelijk gebied in Oost-Groningen wordt vergeleken met bijvoorbeeld een woning in het centrum van Venlo. De locatie in Groningen heeft bijvoorbeeld weinig criminaliteit en veel natuur maar ook weinig werk en voorzieningen, terwijl de locatie in Venlo veel criminaliteit en weinig groen maar ook veel banen en voorzieningen heeft. Uit reviews van eerdere versies van de modellen van Atlas bleek dat dat weliswaar statistisch juist maar (visueel) lastig herkenbaar en dus moeilijk uitlegbaar gevonden wordt. Vandaar dat een restrictie op de maximale afwijking op de categorieën veiligheid en voorzieningen is opgelegd zodat de uitkomst beter herkenbaar/uitlegbaar is. Onder die restrictie wordt de locatie geselecteerd met de kleinste absolute afwijking in de locatie. Er is uitvoering getest op de statistische consequenties hiervan, en e.e.a. bleek nauwelijks gevolgen te hebben voor de (hoge) matchingpercentages van de locatiescores. Ook zijn in eerdere studies verschillende robuustheidsanalyses uitgevoerd met steeds net andere manieren van matching, en die bleken steeds vergelijkbare uitkomsten (prijseffecten) op te leveren.

Tabel B1.1 Geschatte coëfficiënten, standaardfouten en T-waarden voor de locatietekenen

Indicator	Coëfficiënt	Standaardfout	T-waarde
UITZICHT (DIRECTE OMGEVING)			
Oppervlakte bebouwd (6-ppc)	-15,11	0,98	-15,4***
Dichtheid (6-ppc)	-121,98	11,11	-11***
% gebouwen niet-woningen (6-ppc)	-46,28	6,34	-7,3***
% huisjesstad (in ring 200m rond 6-ppc)	30,23	25,2	1,2
% ingenieursstad (in ring 200m rond 6-ppc)	344,86	33,15	10,4***
% stratenbouw (in ring 200m rond 6-ppc)	179,34	18,08	9,9***
% revolutiebouw 1 (in ring 200m rond 6-ppc)	308,49	13,28	23,2***
% revolutiebouw 2 (in ring 200m rond 6-ppc)	59,26	7,83	7,6***
% tuindorpen (in ring 200m rond 6-ppc)	147,23	8,48	17,4***
% blokkenbouw (in ring 200m rond 6-ppc)	66,82	6,92	9,7***
% Zeilenbau (in ring 200m rond 6-ppc)	-179,88	9,17	-19,6***
% tuinstad (in ring 200m rond 6-ppc)	34,81	6,25	5,6***
% woonerven (in ring 200m rond 6-ppc)	-63,56	4,75	-13,4***
% stadsvernieuwing (in ring 200m rond 6-ppc)	-61,78	4,57	-13,5***
% VINEX (in ring 200m rond 6-ppc)	-89,25	5,2	-17,2***
% postmodern (in ring 200m rond 6-ppc)	-6,91	3,21	-2,2**
Ligging aan spoor	-155,91	14,14	-11***
Ligging aan wegen	-15,33	2,16	-7,1***
Ligging aan vliegveld	138	303,53	0,5
Ligging aan woongerrein	-66,82	4,13	-16,2***
Ligging aan terrein voor detailhandel en horeca	76,25	4,66	16,4***
Ligging aan terrein openbare voorzieningen	129,7	14,82	8,8***
Ligging aan terrein voor sociaal-culturele voorzieningen	144,92	5,9	24,6***
Ligging aan bedrijventerrein	-67,55	5,7	-11,8***
Ligging aan stortplaats	26,86	163,96	0,2
Ligging aan wrakkenopslagplaats	-135,27	83,31	-1,6*
Ligging aan begraafplaats	-75,67	12,01	-6,3***
Ligging aan delfstofwinplaats	142,1	179,59	0,8
Ligging aan bouwterrein	-87,93	9,97	-8,8***
Ligging aan semi-verhard overig terrein	223,15	35,52	6,3***
Ligging aan park en plantsoen	61,95	4,13	15***
Ligging aan sportterrein	28,41	7,84	3,6***
Ligging aan volkstuin	-38,44	21,14	-1,8*
Ligging aan dagrecreatief terrein	349,65	25,27	13,8***
Ligging aan verblijfsrecreatief terrein	66,71	15,42	4,3***
Ligging aan terrein voor glastuinbouw	-240,37	17,04	-14,1***
Ligging aan agrarisch terrein	-143,2	4,15	-34,5***
Ligging aan bos	306,94	9,46	32,4***
Ligging aan open droog natuurlijk terrein	596,22	31,96	18,7***
Ligging aan open nat natuurlijk terrein	171,84	39,42	4,4***
Ligging aan IJsselmeer/Markermeer	502	83,91	6***
Ligging aan afgesloten zeearm	1310,31	254,08	5,2***
Ligging aan Rijn of Maas	134,02	53,21	2,5**
Ligging aan randmeer	944,82	267,71	3,5***
Ligging aan recreatief binnenwater	210,23	19,59	10,7***
Ligging aan binnenwater voor delfstoffenwinning	-301,19	242,21	-1,2
Ligging aan overig binnenwater	154,15	4,45	34,6***
Ligging aan overig binnenwater	364,38	465,11	0,8***
Ligging aan de Waddenzee, Eems of Dollard	-289,92	328,15	-0,9
Ligging aan de Noordzeekust	2746,11	567,88	4,8***
Ligging aan de landsgrens	143,83	106,42	1,4
Aantal iconen van de moderne architectuur (in 6-ppc)	24,12	2,23	10,8***
Aantal iconen van de moderne architectuur (niet woningen, in ring 200m rond 6-ppc)	131,55	4,83	27,3***
NATUUR			
Aandeel bos in wijk	182,72	9,74	18,8***
Aandeel droog natuurlijk terrein in wijk	472,25	14,81	31,9***

NATUUR			
Aandeel agrarisch terrein in wijk	-101,15	4,16	-24,3***
Vogeldiversiteit (kwaliteit natuur in wijk)	3,4	0,1	35,2***
Aandeel park en plantsoen in wijk	186,56	6,18	30,2***
Kwaliteit groen in de wijk (stadsvogels)	112,83	1,57	71,8***
Ligging wijk aan Noordzeekust	74,43	7,95	9,4***
Ligging wijk aan Waddenzeekust	-60,29	12,76	-4,7***
Aandeel recreatief binnenwater in wijk	100,14	11,92	8,4***
Aandeel overig binnenwater in wijk	5,16	20,41	0,3
Kwaliteit water in de wijk (watervogels)	-39,09	2,92	-13,4***
Nabijheid bos	0,02	0	29,2***
Nabijheid Noordzeekust	-0,16	0	-49,6***
Nabijheid agrarisch terrein	0,01	0	11,7***
Nabijheid tuinbouw (bollen en fruit)	-0,02	0	-6,9***
Nabijheid akkerbouw	-0,01	0	-19,4***
Nabijheid grasland	-0,02	0	-28,4***
Nabijheid kwaliteitsgroen (weidevogels)	0,003	0	8,2***
Nabijheid Noordzeekust	390,83	7,02	55,7***
Nabijheid Waddenzeekust	-124,36	12,76	-9,7***
Nabijheid tot grote rivier	0,46	0,05	8,5***
Nabijheid groot binnenwater	158,19	3,96	40***
Nabijheid recreatief binnenwater	0,0045	0,0031	1,5
Nabijheid overig binnenwater	-0,09	0	-31,9***
Overstromingsrisico	-29,62	1,87	-15,8***
Ligging ten opzichte van nap	1,36	0,06	23,4***
WERK			
Bereikbaarheid werk auto (4-ppc)	2,05	0,05	42,1***
Bereikbaarheid werk (met files) - gemeenteniveau	0,29	0,01	28,9***
Bereikbaarheid werk (met OV) - gemeenteniveau	-0,49	0,01	-62,1***
Bereikbaarheid werk (met auto zonder files) - gemeenteniveau	0,95	0,01	96,6***
Nabijheid tot treinstation	414,36	10,45	39,6***
Afstand tot de grens	-208,34	4,63	-45***
Bereikbaarheid bevolking (4-ppc)	-0,001	0,00	-47,7***
VOORZIENINGEN			
Aantal vestigingen kinderopvang in buurt	6,01	1,15	5,2***
Cafés in de buurt (4-ppc per inwoner)	-10,13	1,08	-9,4***
Winkels in de buurt (4-ppc per inwoner)	3998,05	305,72	13,1***
Nabijheid winkels voor mode en luxe	1,57	0,03	45,7***
Culinaire kwaliteit (gemeente)	12,24	0,27	46,1***
Nabijheid podiumkunsten	0,28	0	57,7***
Nabijheid bibliotheken	-38,76	0,48	-79,9***
Nabijheid musea	3,95	0,65	6,1***
Nabijheid bioscopen	14,8	2,13	6,9***
Aanwezigheid universiteit	151,66	2,52	60,3***
Nabijheid historische binnenstad	0,29	0,01	27,4***
Aantal vestigingen kinderopvang in buurt	6,01	1,15	5,2***
VEILIGHEID			
Overlast en onveiligheid (index)	-1038,29	12,41	-83,7***
Geweldsmisdrijven	-2,64	0,41	-6,5***
Verstoringen openbare orde	5,48	0,17	33***
Zedendelicten	-16,95	0,58	-29,2***
Geweld in de buurt	-1,09	0,06	-17,9***
Vernielingen in de buurt	-0,17	0,05	-3,9***
Diefstal uit auto	-0,05	0,03	-1,8*
Beroving op straat	-0,09	0,06	-1,5
Diefstal uit woning	-0,97	0,04	-22,7***
Winkeldiefstal	-0,08	0,01	-6***

Alleen coëfficiënten voor locatietekens staan weergegeven, de t-waarde tussen haakjes. Met *, ** en *** is aangegeven als een verband met 90%, 95%, resp. 99% zekerheid statistisch significant is. Alle modellen zijn geschat met robuuste standaardfouten

Bijlage 2: Relevante postcodegebieden

Postcode	Gemeente	Woningen	Schadepcentage
9979	Het Hogeland	3	733,3
9747	Groningen	6	350,0
9993	Loppersum	52	244,2
9793	Groningen	48	243,8
9924	Loppersum	10	240,0
9623	Midden-Groningen	58	231,0
9994	Loppersum	30	230,0
9629	Midden-Groningen	77	228,6
9794	Groningen	33	224,2
9992	Loppersum	65	220,0
9923	Loppersum	99	209,1
9996	Het Hogeland	33	206,1
9913	Loppersum	56	205,4
9912	Loppersum	118	198,3
9985	Het Hogeland	49	198,0
9632	Midden-Groningen	24	195,8
9998	Het Hogeland	73	194,5
9917	Loppersum	247	190,3
9918	Loppersum	256	188,3
9922	Loppersum	185	187,0
9939	Midden-Groningen	126	186,5
9624	Midden-Groningen	21	185,7
9904	Delfzijl	56	180,4
9627	Midden-Groningen	238	178,2
9795	Groningen	159	178,0
9986	Het Hogeland	56	176,8
9914	Loppersum	221	176,0
9907	Delfzijl	83	172,3
9925	Het Hogeland	7	171,4
9619	Midden-Groningen	367	170,6
9999	Het Hogeland	42	169,0
9908	Delfzijl	155	169,0
9937	Delfzijl	261	167,4
9625	Midden-Groningen	260	164,6
9959	Het Hogeland	277	164,3
9797	Groningen	229	162,0
9921	Loppersum	451	160,8
9987	Loppersum	109	160,6
9798	Groningen	223	159,6
9796	Groningen	76	159,2
9995	Het Hogeland	295	158,6
9919	Loppersum	1288	158,4
9911	Loppersum	92	157,6
9626	Midden-Groningen	706	157,1
9792	Groningen	396	157,1
9997	Het Hogeland	265	155,1
9915	Loppersum	376	150,5
9628	Midden-Groningen	1439	148,4
9616	Midden-Groningen	180	145,6
9784	Het Hogeland	106	145,3
9905	Delfzijl	471	143,9

9942	Oldambt	57	143,9
9903	Appingedam	833	143,3
9621	Midden-Groningen	1021	139,0
9773	Het Hogeland	47	138,3
9791	Groningen	1965	137,2
9617	Midden-Groningen	1251	136,3
9954	Het Hogeland	42	135,7
9615	Midden-Groningen	602	135,4
9909	Delfzijl	621	133,7
9945	Delfzijl	873	128,9
9618	Midden-Groningen	51	127,5
9962	Het Hogeland	50	126,0
9988	Het Hogeland	681	125,7
9957	Het Hogeland	24	125,0
9991	Loppersum	1166	124,6
9785	Het Hogeland	441	122,7
9949	Delfzijl	73	121,9
9955	Het Hogeland	99	120,2
9738	Groningen	166	118,7
9512	Aa en Hunze	102	116,7
9781	Het Hogeland	3960	115,1
9982	Het Hogeland	1477	114,2
9983	Het Hogeland	514	113,6
9633	Midden-Groningen	47	110,6
9608	Midden-Groningen	371	110,0
9989	Het Hogeland	1129	109,9
9984	Het Hogeland	115	108,7
9936	Delfzijl	841	107,3
9956	Het Hogeland	235	106,8
9774	Het Hogeland	287	102,8
9951	Het Hogeland	3272	102,5
9901	Appingedam	2401	101,5
9611	Midden-Groningen	3677	99,5
9981	Het Hogeland	2780	98,0
9735	Groningen	87	95,4
9943	Oldambt	163	95,1
9603	Midden-Groningen	1461	94,5
9934	Delfzijl	2876	94,1
9906	Delfzijl	348	93,7
9734	Groningen	1169	92,6
9947	Delfzijl	187	92,5
9893	Westerkwartier	204	92,2
9771	Het Hogeland	496	91,9
9961	Het Hogeland	92	90,2
9968	Het Hogeland	222	88,3
9606	Midden-Groningen	684	88,0
9953	Het Hogeland	896	87,9
9635	Midden-Groningen	820	87,6
9605	Midden-Groningen	359	86,9
9946	Delfzijl	444	85,4
9932	Delfzijl	1838	84,9
9636	Midden-Groningen	1622	83,8
9944	Oldambt	632	83,4
9892	Westerkwartier	138	82,6
9902	Appingedam	2864	82,5
9969	Het Hogeland	134	80,6
9609	Midden-Groningen	10	80,0
9967	Het Hogeland	706	77,3
9886	Westerkwartier	52	76,9
9963	Het Hogeland	138	73,9

9601	Midden-Groningen	3843	73,7
9607	Midden-Groningen	444	70,7
9731	Groningen	3325	69,1
9975	Het Hogeland	96	63,5
9833	Westerkwartier	101	63,4
9977	Het Hogeland	632	62,0
9646	Veendam	1026	62,0
9602	Midden-Groningen	5531	61,8
9933	Delfzijl	2208	61,7
9964	Het Hogeland	375	61,6
9631	Veendam	182	61,5
9651	Midden-Groningen	765	59,6
9891	Westerkwartier	393	58,5
9884	Westerkwartier	108	58,3
9973	Het Hogeland	113	56,6
9682	Oldambt	685	55,0
9948	Delfzijl	151	55,0
9659	Aa en Hunze	106	53,8
9931	Delfzijl	885	53,0
9972	Het Hogeland	34	52,9
9978	Het Hogeland	87	52,9
9737	Groningen	2995	52,5
9681	Oldambt	924	51,9
9885	Westerkwartier	81	51,9
9678	Oldambt	613	50,9
9649	Midden-Groningen	2194	50,5
9655	Aa en Hunze	48	50,0
9841	Westerkwartier	8	50,0
9746	Groningen	3153	49,1
9672	Oldambt	224	48,7
9882	Westerkwartier	99	48,5
9966	Het Hogeland	85	48,2
9677	Oldambt	650	48,2
9645	Veendam	1935	48,1
9644	Veendam	701	48,1
9881	Westerkwartier	145	46,9
9684	Oldambt	1047	46,9
9679	Oldambt	2377	46,1
9614	Groningen	74	45,9
9656	Aa en Hunze	64	45,3
9974	Het Hogeland	582	45,2
9657	Aa en Hunze	43	44,2
9474	Tynaarlo	137	43,8
9479	Groningen	252	42,5
9971	Het Hogeland	669	42,5
9648	Veendam	2456	42,4
9965	Het Hogeland	826	42,0
9675	Oldambt	3393	41,6
9732	Groningen	2404	41,6
9622	Groningen	30	40,0
9842	Westerkwartier	206	39,8
9755	Groningen	285	39,3
9674	Oldambt	1460	39,2
9642	Veendam	3599	38,3
9473	Tynaarlo	191	38,2
9883	Westerkwartier	630	37,9
9832	Westerkwartier	140	37,9
9723	Groningen	2748	37,5
9805	Westerkwartier	154	36,4
9641	Veendam	3064	36,2

9654	Aa en Hunze	189	34,9
9671	Oldambt	2496	34,5
9745	Groningen	1420	33,7
9843	Westerkwartier	1197	33,1
9686	Oldambt	1024	32,9
9804	Westerkwartier	612	32,8
9714	Groningen	3207	32,5
9736	Groningen	3167	32,3
9722	Groningen	4197	32,3
9306	Noordenveld	47	31,9
9495	Tynaarlo	38	31,6
9333	Noordenveld	96	31,3
9717	Groningen	3703	30,5
9712	Groningen	5705	30,4
9354	Westerkwartier	1160	30,1
9727	Groningen	2688	29,9
9733	Groningen	1842	29,8
9831	Westerkwartier	978	29,8
9307	Noordenveld	126	29,4
9751	Groningen	3283	28,8
9613	Groningen	763	28,6
9744	Groningen	2589	28,5
9305	Noordenveld	125	28,0
9471	Tynaarlo	2853	27,8
9718	Groningen	5171	27,7
9711	Groningen	6061	27,6
9673	Oldambt	1636	26,7
9725	Groningen	3559	26,4
9811	Westerkwartier	114	26,3
9724	Groningen	2970	26,1
9342	Noordenveld	433	26,1
9752	Groningen	2685	26,1
9766	Tynaarlo	942	25,8
9304	Noordenveld	105	25,7
9355	Westerkwartier	156	25,6
9821	Westerkwartier	519	25,4
9715	Groningen	4881	25,0
9753	Groningen	2235	24,9
9494	Tynaarlo	368	24,7
9472	Tynaarlo	1553	24,7
9361	Westerkwartier	117	23,9
9493	Tynaarlo	98	23,5
9721	Groningen	6114	23,0
9862	Westerkwartier	253	22,9
9801	Westerkwartier	3448	22,7
9359	Westerkwartier	9	22,2
9853	Noardeast-Fryslân	239	22,2
9844	Westerkwartier	104	22,1
9362	Westerkwartier	133	21,8
9726	Groningen	2657	21,2
9665	Pekela	3678	20,6
9713	Groningen	8181	20,5
9827	Westerkwartier	64	20,3
9343	Noordenveld	85	20,0
9315	Noordenveld	149	19,5
9742	Groningen	6038	19,5
9765	Tynaarlo	1703	19,3
9334	Noordenveld	68	19,1
9822	Westerkwartier	692	18,5
9749	Noordenveld	11	18,2

9475	Tynaarlo	166	18,1
9314	Noordenveld	95	17,9
9497	Tynaarlo	190	17,9
9756	Groningen	584	17,6
9496	Tynaarlo	86	17,4
9828	Westerkwartier	287	17,4
9728	Groningen	6173	17,4
9331	Noordenveld	2333	17,1
9812	Westerkwartier	18	16,7
9365	Westerkwartier	256	16,4
9366	Westerkwartier	104	16,3
9468	Aa en Hunze	1644	16,2
9313	Noordenveld	63	15,9
9761	Tynaarlo	3199	14,9
9311	Noordenveld	622	14,8
9685	Oldambt	386	14,8
9658	Aa en Hunze	183	14,8
9852	Noardeast-Fryslân	95	14,7
9321	Noordenveld	2419	14,5
9663	Pekela	2132	13,5
9337	Noordenveld	69	13,0
9741	Groningen	4130	12,7
9336	Noordenveld	51	11,8
9335	Noordenveld	69	11,6
9716	Groningen	2594	11,5
9456	Aa en Hunze	9	11,1
9312	Noordenveld	484	11,0
9482	Tynaarlo	749	10,9
9364	Westerkwartier	312	10,9
9743	Groningen	5739	10,0
9866	Westerkwartier	364	8,8
9825	Westerkwartier	70	8,6
9697	Westerwolde	1236	8,4
9351	Westerkwartier	5208	8,0
9356	Westerkwartier	2115	7,7
9845	Westerkwartier	159	7,5
9302	Noordenveld	1375	7,5
9481	Tynaarlo	1851	7,3
9469	Aa en Hunze	262	7,3
9491	Tynaarlo	305	7,2
9467	Aa en Hunze	169	7,1
9301	Noordenveld	5666	6,9
9864	Westerkwartier	279	6,1
9691	Oldambt	17	5,9
9688	Oldambt	199	5,5
9698	Westerwolde	553	5,4
9466	Aa en Hunze	177	4,5
9976	Het Hogeland	421	4,5
9492	Assen	67	4,5
9687	Oldambt	113	4,4
9454	Aa en Hunze	120	4,2
9861	Westerkwartier	1606	3,9
9824	Westerkwartier	189	3,7
9696	Westerwolde	87	3,4
9483	Tynaarlo	205	3,4
9448	Aa en Hunze	31	3,2
9452	Aa en Hunze	31	3,2
9457	Aa en Hunze	32	3,1
9872	Achtkarspelen	65	3,1
9484	Tynaarlo	33	3,0

9863	Westerkwartier	439	3,0
9661	Stadskanaal	542	3,0
9851	Noardeast-Fryslân	264	2,7
9488	Assen	38	2,6
9485	Tynaarlo	47	2,1
9293	Noardeast-Fryslân	210	1,9
9463	Aa en Hunze	588	1,2
9132	Noardeast-Fryslân	256	1,2
9363	Westerkwartier	2606	1,1
9409	Assen	115	0,9
7895	Emmen	362	0,8
7754	Coevorden	146	0,7
9693	Oldambt	738	0,7
9142	Noardeast-Fryslân	150	0,7
9341	Noordenveld	455	0,7
7811	Emmen	3065	0,7
7812	Emmen	4783	0,5
9695	Westerwolde	1516	0,5
7827	Emmen	3976	0,5
7846	Coevorden	230	0,4
7813	Emmen	472	0,4
7814	Emmen	481	0,4
9367	Westerkwartier	724	0,4
9133	Noardeast-Fryslân	494	0,4
9265	Tytsjerksteradiel	247	0,4
7822	Emmen	1505	0,4
9591	Stadskanaal	1270	0,4
7871	Borger-Odoorn	325	0,3
9545	Westerwolde	348	0,3
7824	Emmen	3782	0,3
9514	Aa en Hunze	811	0,2
9511	Aa en Hunze	424	0,2
7815	Emmen	3277	0,2
9699	Westerwolde	483	0,2
9414	Midden-Drenthe	564	0,2
9461	Aa en Hunze	2343	0,2
9166	Schiermonnikoog	598	0,2
7826	Emmen	1227	0,2
9405	Assen	2530	0,2
8433	Ooststellingwerf	1406	0,1
7823	Emmen	4232	0,1
7831	Emmen	1453	0,1
9403	Assen	5959	0,1
9406	Assen	4848	0,1
9408	Assen	3423	0,1
7881	Emmen	3454	0,1
7596	Dinkelland	918	0,1
7958	De Wolden	993	0,1
9865	Westerkwartier	999	0,1
9571	Borger-Odoorn	1004	0,1
9561	Westerwolde	4315	0,1
9421	Midden-Drenthe	1448	0,1
7876	Borger-Odoorn	1456	0,1
9407	Assen	2950	0,1
9404	Assen	4021	0,0
7833	Emmen	2058	0,0
7887	Emmen	2060	0,0
9247	Opsterland	2086	0,0
9502	Stadskanaal	2502	0,0
9291	Noardeast-Fryslân	2686	0,0

9411	Midden-Drenthe	3898	0,0
9401	Assen	4322	0,0
9501	Stadskanaal	4992	0,0

Gebieden die tot het risicogebied behoren zijn lichtgrijs gearceerd. Gesorteerd op schadepercentage, daarna op gemeente en op postcode. De enclaves zijn postcodegebieden 9733 en 9736. De postcodegebieden die nieuw zijn ten opzichte van ZBJ: 9474, 9614, 9622, 9644, 9651, 9655, 9657, 9659, 9679, 9681, 9732 en 9971. De postcodegebieden die wegvallen ten opzichte van ZBJ: 9723, 9946, 9947, 9948, 9949 en 9975.

Bijlage 3:

Modelschatting basismodel

Afhankelijke variabele: (log) huizenprijzen/m2	Grondsnelheid >= 2,9 mm/s	Grondsnelheid >= 5 mm/s	Bevingen >= 2,9 mm/s	Bevingen >= 5 mm/s
<i>Effect van:</i>				
Ligging risicogebied	-0.019 (-5.76)	-0.020 (-6.27)	-0.017 (-5.25)	-0.019 (-5.88)
Bevingen of PGV (Bommer, 2021)	-0.007 (-7.18)	-0.009 (-7.21)	-0.005 (-6.76)	-0.012 (-8.75)
Toegekend budget (>= € 1000)	0.007 (1.75)	0.006 (1.48)	0.008 (1.84)	0.008 (1.98)
<i>Omvang</i>				
Woonoppervlakte m2 (log)	-0.585 (-58.10)	-0.584 (-58.12)	-0.585 (-58.06)	-0.585 (-58.08)
Inhoud m2 (log)	0.157 (16.56)	0.156 (16.54)	0.157 (16.54)	0.157 (16.56)
<i>Type woning (dummy - tussenwoning is referentie)</i>				
Geschakeld	0.104 (12.55)	0.104 (12.54)	0.104 (12.55)	0.104 (12.56)
Hoek	0.012 (2.63)	0.012 (2.59)	0.012 (2.66)	0.012 (2.62)
2-onder-1 kap	0.054 (12.90)	0.054 (12.86)	0.054 (12.93)	0.054 (12.93)
Vrijstaand	0.127 (21.82)	0.127 (21.78)	0.127 (21.81)	0.128 (21.89)
Appartement	1.152 (34.05)	1.154 (34.10)	1.151 (34.01)	1.154 (34.12)
<i>Bouwperiode (dummy - na 2000 is referentie)</i>				
1500-1905	-0.402 (-50.08)	-0.402 (-50.12)	-0.402 (-50.17)	-0.402 (-50.22)
1906-1930	-0.390 (-59.92)	-0.390 (-59.97)	-0.390 (-59.91)	-0.390 (-60.00)
1931-1944	-0.345 (-48.03)	-0.345 (-48.08)	-0.345 (-48.00)	-0.345 (-48.12)
1945-1959	-0.338 (-49.81)	-0.338 (-49.85)	-0.338 (-49.81)	-0.339 (-49.98)
1960-1970	-0.338 (-57.06)	-0.339 (-57.09)	-0.339 (-57.09)	-0.339 (-57.22)
1971-1980	-0.280 (-55.24)	-0.280 (-55.27)	-0.280 (-55.22)	-0.280 (-55.35)
1981-1990	-0.176 (-32.10)	-0.177 (-32.12)	-0.177 (-32.12)	-0.177 (-32.20)
1991-2000	-0.050 (-9.88)	-0.051 (-9.94)	-0.050 (-9.83)	-0.051 (-9.97)
<i>Staat van onderhoud binnen (dummy - slechte staat van onderhoud is referentie)</i>				
slecht/matig	0.008 (0.13)	0.008 (0.12)	0.008 (0.13)	0.007 (0.11)
matig	0.074 (1.74)	0.075 (1.75)	0.072 (1.70)	0.073 (1.72)
matig tot redelijk	0.049 (1.06)	0.049 (1.07)	0.047 (1.02)	0.049 (1.05)
redelijk	0.105	0.106	0.103	0.104

	(2.52)	(2.53)	(2.48)	(2.50)
redelijk tot goed	0.133	0.133	0.131	0.132
	(3.15)	(3.15)	(3.11)	(3.12)
goed	0.205	0.206	0.204	0.204
	(4.92)	(4.93)	(4.89)	(4.91)
goed tot uitmuntend	0.260	0.260	0.258	0.258
	(6.00)	(6.01)	(5.97)	(5.98)
uitmuntend	0.301	0.302	0.299	0.300
	(6.98)	(6.98)	(6.94)	(6.97)
<i>Staat van onderhoud buiten (dummy - slechte staat van onderhoud is referentie)</i>				
slecht/matig	-0.065	-0.065	-0.065	-0.064
	(-1.01)	(-1.00)	(-1.00)	(-0.99)
matig	-0.015	-0.015	-0.014	-0.014
	(-0.33)	(-0.33)	(-0.30)	(-0.30)
matig tot redelijk	0.002	0.002	0.004	0.003
	(0.05)	(0.04)	(0.09)	(0.06)
redelijk	0.047	0.047	0.048	0.048
	(1.08)	(1.07)	(1.11)	(1.10)
redelijk tot goed	0.082	0.082	0.083	0.083
	(1.86)	(1.85)	(1.90)	(1.88)
goed	0.149	0.149	0.151	0.150
	(3.42)	(3.41)	(3.46)	(3.45)
goed tot uitmuntend	0.155	0.154	0.156	0.156
	(3.40)	(3.39)	(3.45)	(3.43)
uitmuntend	0.141	0.141	0.142	0.142
	(3.12)	(3.11)	(3.16)	(3.15)
<i>Tuin (dummy - geen tuin is referentie)</i>				
verwaarloosde tuin	-0.080	-0.080	-0.079	-0.080
	(-5.78)	(-5.82)	(-5.73)	(-5.81)
normaal onderhouden	0.016	0.016	0.016	0.016
	(1.50)	(1.49)	(1.51)	(1.47)
verzorgde tuin	0.077	0.077	0.077	0.077
	(6.97)	(6.95)	(6.98)	(6.94)
fraaie tuin	0.115	0.115	0.116	0.115
	(10.20)	(10.20)	(10.21)	(10.18)
<i>Overig</i>				
Perceeloppervlakte (IHS transformatie)	0.204	0.204	0.203	0.204
	(34.26)	(34.31)	(34.20)	(34.34)
'Luxe woning'	0.076	0.076	0.076	0.075
	(13.43)	(13.41)	(13.48)	(13.37)
Constante	8.020	8.018	8.022	8.017
	(149.36)	(149.33)	(149.41)	(149.19)
Kwartaaldummy's	Ja	Ja	Ja	Ja
N	29564	29564	29564	29564
R2	.54	.54	.54	.54

Coëfficiënten staan weergegeven, de t-waarde tussen haakjes. Met *, **, en *** is aangegeven als een verband met 90%, 95%, resp. 99% zekerheid statistisch. Modellen zijn geschat met robuuste standaardfouten.

* Dummyvariabele met waarde 1 als grachtenpand, herenhuis, landhuis, villa of woonboerderij.