

Gaswinning, aardbevingen en huizenprijzen*

HANS R.A. KOSTER^a

Deze versie: 02 februari 2016

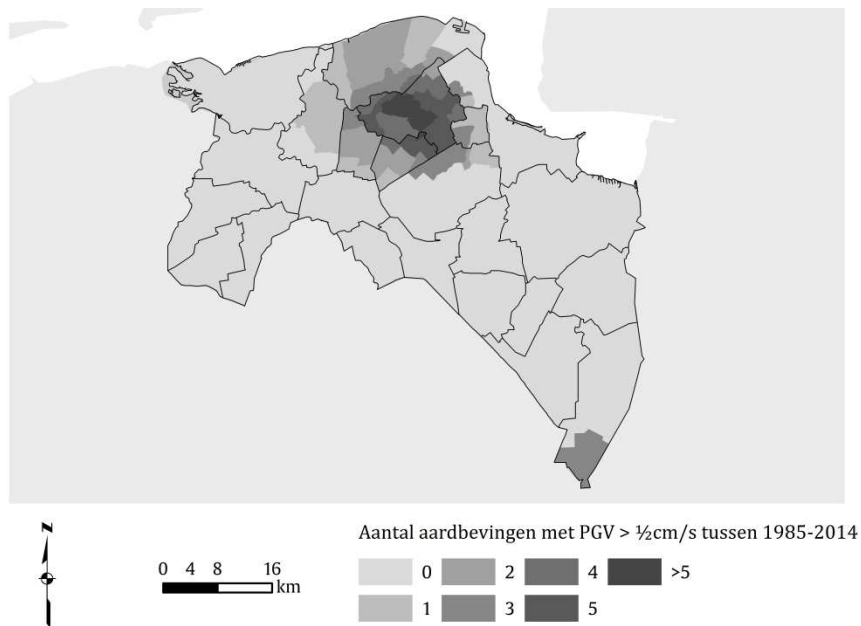
SAMENVATTING – Deze paper meet de waardedalingen van woningen in het aardbevingsgebied. Ik toon een effect aan van immateriële schade door gasbevingen in de provincie Groningen. Dit stuk bouwt voort op de analyses in *A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices* [European Economic Review 80: 120-139]. De oorspronkelijke analyse wordt uitgebreid met de jaren 2013 en 2014. Voorts includeer ik een variabele “aandeel woningen met schade” op postcode niveau. Omdat deze variabele slechts op één moment in de tijd is gemeten gebruik ik hiervoor een andere methode dan in het originele paper. De resultaten laten zien dat de eerder verkregen resultaten robuust zijn. Het effect van het aandeel woningen met schade heeft ook een negatief effect op de huizenprijs. Een stijging van één %-punt in het aandeel woningen met schade leidt tot een daling in de huizenprijzen van ongeveer 0.2%.

I. Introductie

De productie van gas neemt wereldwijd snel toe. Bekend is dat gaswinning leidt tot grondverzakking, en het is recentelijk duidelijk geworden dat dit jaren later ook kan leiden tot aardbevingen, zoals in Groningen. We kunnen onderscheid maken tussen twee type effecten van aardbevingen op de woningmarkt: materiële en immateriële schade. Materiële schade omvat bijvoorbeeld scheuren in de muren en verzakkingen: kortom fysieke schade aan de woning. Naast materiële schade is ook immateriële schade: bewoners ervaren aantasting van het woongenot, psychische problemen en angst en onzekerheid over de toekomst. Het is belangrijk om te beseffen dat materiële schade door gasbevingen door de NAM vergoed, zodat dit *geen* effecten op huizenprijzen zou moeten hebben. Inderdaad, Francke en Lee (2014) laten zien dat deze materiële schade geen effecten heeft op woningprijzen.

* Deze paper is een uitbreiding van de paper *A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices* [European Economic Review 80: 120-139] in is geschreven in opdracht van het OTB, Universiteit Delft. Voor details over de econometrische methoden, beschrijvende statistieken en andere achtergrondinformatie verwijs ik u door naar deze paper. De NVM en KNMI worden bedankt voor het aanleveren van de datasets.

^a Afdeling Ruimtelijke Economie, Vrije Universiteit Amsterdam, De Boelelaan 1105 1081 HV Amsterdam, e-mail: h.koster@vu.nl. The auteur is ook verbonden als Research Fellow met het Tinbergen Instituut, Gustav Mahlerplein 117, 1082 MS Amsterdam.



FIGUUR 1 — AANTAL AARDBEVINGEN MET PGV > ½ CM/S IN 2013 SINDS 1991

Maar geldt dit ook voor immateriële schade? In het onderzoek met Jos van Ommerem (2015) (hierna: KvO) richten wij ons op het gemiddelde effect van aardbevingen op huizenprijzen in Groningen over de afgelopen 22 jaar. We gebruiken een nieuwe manier om de sterkte van verschillende aardbevingen voor huiseigenaren te meten. In tegenstelling tot voorgaande studies gebruiken we geen, nogal ruw, onderscheid tussen ‘getroffen’ gemeentes en ‘referentie’ gebieden, aangezien het blijkt dat binnen gemeentes er ook een sterk verschil is welke gebieden meer of minder getroffen zijn. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 1, waarin blijkt dat vooral Loppersum, Bedum en Ten Boer getroffen zijn, maar dat er binnen die gemeentes grote verschillen zijn in de hoeveelheid aardbevingen die hebben plaatsgehad.

Het onderzoek toont aan dat sterkere aardbevingen, dat wil zeggen met een sterkte van boven de 2.5 op de schaal van Richter, huizenprijzen in de buurt van de aardbeving verlagen (met een maximale straal van 10 km voor de sterkste aardbevingen). De gemiddelde daling in huizenprijzen per aardbeving voor deze woningen is 1.9%. Gemiddeld daalt de huizenprijs per aardbeving met bijna € 3500.

Deze paper gaat door op de studie van KvO door huizentransacties tot en met 2014 toe te voegen. Verder nemen we een variabele perceelgrootte als additionele variabele op voor grondgebonden woningen. Tenslotte nemen we een variabele op die aangeeft wat het percentage woningen is dat tenminste eenmaal schade heeft gehad door aardbevingen. Het

blijkt dat de resultaten vergelijkbaar zijn met de eerdere onderzoeksresultaten. Verder blijkt dat het aandeel van woningen met schade ook negatief is gerelateerd aan prijzen. Eén %-punt stijging in het aandeel woningen met schade leidt tot een daling in woningprijzen van 0.2%.

De structuur van de paper ziet er als volgt uit. In Sectie II bespreken we kort opnieuw de methodologie en geven we kort de nieuwe data weer. In Sectie III bespreken we de nieuwe resultaten. Sectie IV vat deze paper samen en bevat een reflectie op de waarderegeling en manier van waardebepaling door de NAM.

II. Methodologie en data

A. Methodologie

Hier herhalen we kort de belangrijkste elementen van de onderzoeksmethodologie in KvO. Voor meer details verwijst ik naar de paper. We gebruiken het aantal aardbevingen met piekgrondversnellingen (PGV) boven de $\frac{1}{2}$ cm/s en gebruiken de volgende formule om de PGV te meten:

$$(1) \quad \log_{10} PGV_{it} = -1.53 + 0.74R_{jt} - 1.33 \log_{10} r_{ijt} - 0.00139r_{ijt},$$

waar i is de locatie van de woning, t is bepaald tijdstip, R_{jt} is de schaal van Richter en r_{ijt} is de hypocentrale afstand tot het epicentrum in kilometers, waar we de KNMI volgen in het aannemen van een diepte van aardbevingen van 3 kilometer.¹

Vervolgens gebruiken we huizenprijzidata van NVM om de effecten van *immateriële schade* te meten. Het probleem van een simpele regressie van prijzen op aardbevingen is dat aardbevingen niet willekeurig over de ruimte plaatsvinden. Figuur 1 laat zien dat juist in een krimpgebied (midden Groningen) deze aardbevingen plaatsvinden. Het is daarom belangrijk om voor deze zaken te corrigeren. Dit is niet eenvoudig omdat veel variabelen die ‘krimpg gebied’ zouden moeten meten niet geobserveerd zijn. Wanneer er niet goed wordt gecorrigeerd voor het feit dat iets een krimpgebied is, meten we niet het effect van aardbevingen en vinden we waarschijnlijk een overschatting van het negatieve effect van aardbevingen.

We gebruiken daarom de *panel* dimensie van de data en includeren zogenoemde vaste-effecten (*fixed effects*) op postcode 6-niveau (PC6). Zo corrigeren we voor elk kenmerk van de omgeving dat niet gelijk blijft over de tijd. Voorts corrigeren we voor huizenkenmerken zoals grootte van het huis, bouwjaar, aantal kamers en huis type. Daarnaast includeren we buurtkenmerken zoals bevolkingsdichtheid, percentage allochtonen en landgebruik. Het probleem kan echter nog zijn dat we kenmerken die voor huiseigenaren belangrijk zijn in de

¹ We laten zien dat de resultaten vergelijkbaar zijn als we aannemen dat aardbevingen minder diep hebben plaats hebben gevonden.

(ver)koopbeslissing niet observeren, of niet op de juiste manier observeren. We voegen daarom ook een variabele toe die het aantal niet-voelbare aardbevingen in een straal van één km meet. In KvO laten we zien dat, conditioneel op die niet-voelbare aardbevingen, voelbare aardbevingen willekeurig over de ruimte verspreid zijn. Bijvoorbeeld, de sterke aardbeving in Huizinge in 2012 had net zo goed ergens anders in het aardbevingsgebied kunnen plaatsvinden. Desalniettemin zijn door de beving in Huizinge bewoners bijvoorbeeld banger geworden voor toekomstige aardbevingen en is dus de immateriële schade groter.

De regressievergelijking die we dus gebruiken in de econometrische analyse is als volgt:

$$(2) \quad \log(\text{prijs per } m^2_{it}) = \alpha \cdot (\#aardb_{it}) + \beta \cdot (\text{huis}_{it}) + \gamma \cdot (\text{buurt}_{it}) + \eta_i + \theta_t + \Omega(n_{it}) + \epsilon_{it},$$

waar $\Omega(\cdot) = \sum_{r=1}^5 \delta_r n_{it}^r$, dus $\Omega(\cdot)$ is een flexibele vijfde-orde polynoom van het aantal niet-voelbare aardbevingen binnen 1 km van de woning, η_i zijn PC6 vaste-effecten, θ_t zijn vaste-effecten die corrigeren voor de algemene trend in huizenprijzen in de provincie Groningen en ϵ_{it} is het residu. huis_{it} zijn huiskenmerken en buurt_{it} zijn buurtkenmerken. α , β , γ , η_i , θ_t en δ_r zijn de parameters die worden berekend in het model. De parameter α geeft de procentuele veranderingen in huizenprijzen weer wanneer er een aardbeving plaatsvindt die een PGV veroorzaakt boven de $\frac{1}{2}$ cm/s.² Op deze manier is het aannemelijk dat we voor alle kenmerken corrigeren die gerelateerd zijn aan het aantal aardbevingen, en dus het effect van immateriële schade identificeren. Met andere woorden, het is aannemelijk dat we een causaal effect van immateriële schade van aardbevingen op huizenprijzen meten.

Omdat het aandeel woningen met schade niet verandert over de tijd kunnen we vergelijking (2) niet gebruiken om het effect van deze variabele op woningprijzen te meten: deze variabele zou collineair zijn met de vaste-effecten η_i en uit de regressievergelijking vallen. We gebruiken daarom twee alternatieven. Het eerste alternatief is door geen PC6 vaste-effecten op te nemen en zo de effecten te meten door ruimtelijke variatie te gebruiken (zie Appendix A.5 van KvO). Deze benadering is niet zo overtuigend omdat de kans groter is dat ongeobserveerde kenmerken die gecorreleerd zijn met het aandeel schade aan woningen mee worden genomen in het effect. Het tweede alternatief is door een zogenaamde *long-difference* vergelijking te schatten en woningprijzen voordat aardbevingen begonnen (december 1991) en na de beving in Huizinge (2012) te vergelijken. Voor 1991 was het aandeel woningen met schade uiteraard gelijk aan nul.

² Merk op dat het niet uitmaakt voor de coëfficiënten of we de huizenprijs in vierkante meters nemen of de totale huizenprijs, omdat we de log nemen en corrigeren voor de logaritme van de grootte van het huis. Stel, $\log(\text{prijs per } m^2_{it}) = \alpha(\#aardb_{it}) + \beta \log(m^2_{it}) + \epsilon_{it} \Rightarrow \log(\text{prijs}_{it}) - \log(m^2_{it}) = \alpha(\#aardb_{it}) + \beta \log(m^2_{it}) \Rightarrow \log(\text{prijs}_{it}) = \alpha(\#aardb_{it}) + (\beta + 1) \log(m^2_{it})$, dus α is precies hetzelfde wanneer we de totale huizenprijs nemen.

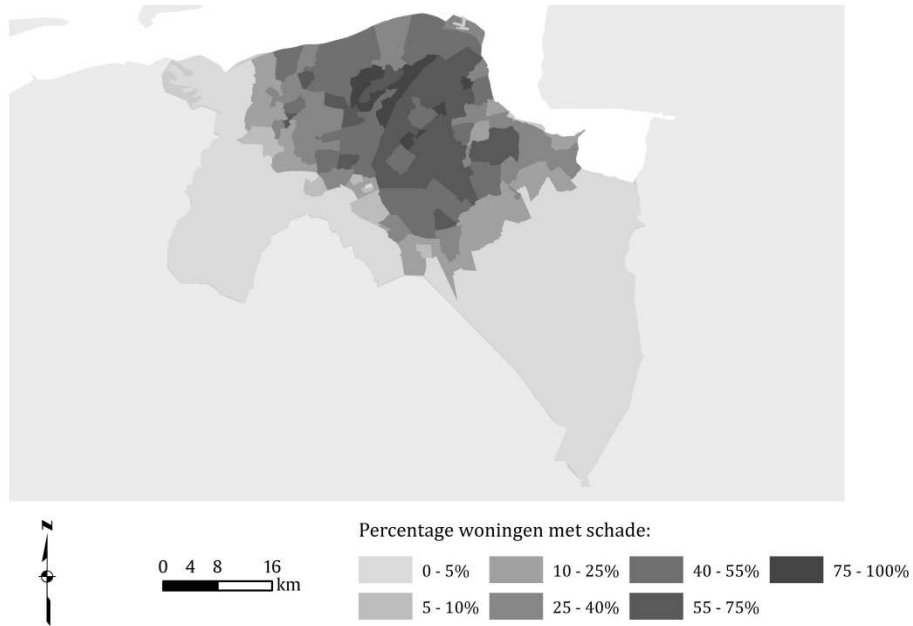
TABEL 1 — BESCHRIJVENDE STATISTIEKEN

	(1) Gemiddelde	(2) Std. Dev.	(3) Min	(4) Max
Huizenprijs (<i>in € per m²</i>)	1,372	515.4	500	5,000
Aantal voelbare aardbevingen ($PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$)	0.0863	0.476	0	9
Niet-voelbare aardbevingen ($1 < M_L \leq 1.5$) ($< 1 \text{ km}$)	0.106	0.447	0	13
Aandeel woningen met schade	0.0922	0.163	0	1
Grondverzakking (<i>in cm</i>)	8.033	6.318	0	26
Woonoppervlak (<i>in m²</i>)	112.5	36.40	30	250
Perceel grootte (<i>in m²</i>)	155,423	3.901e+06	0	1.000e+08
Aantal kamers	4.277	1.261	0	24
Huis type – appartement	0.284	0.451	0	1
Huis type – rijtjeshuis	0.233	0.423	0	1
Huis type – semi-vrijstaand	0.258	0.437	0	1
Huis type – vrijstaand	0.225	0.418	0	1
Garage	0.395	0.489	0	1
Tuin	0.978	0.148	0	1
Centrale verwarming	0.872	0.334	0	1
Monument	0.00704	0.0836	0	1
Bouwjaar <1945	0.328	0.469	0	1
Bouwjaar 1945-1959	0.0708	0.257	0	1
Bouwjaar 1960-1970	0.172	0.377	0	1
Bouwjaar 1971-1980	0.178	0.383	0	1
Bouwjaar 1981-1990	0.106	0.307	0	1
Bouwjaar 1991-2000	0.110	0.312	0	1
Bouwjaar >2000	0.0357	0.186	0	1
Bevolkingsdichtheid (per ha)	3,732	3,486	0	15,302
Aandeel jonge mensen ($< 15 \text{ years}$)	0.153	0.0612	0	0.370
Aandeel oudere mensen ($\geq 65 \text{ years}$)	0.147	0.0871	0	0.840
Aandeel allochtonen	0.0522	0.0523	0	0.730
Gemiddelde huishoudensgrootte	1.997	0.796	0	5.900
Landgebruik – wonen	0.472	0.232	0	1
Landgebruik – commercieel	0.119	0.129	0	0.834
Landgebruik – infrastructuur	0.0581	0.0363	0	0.290
Landgebruik – open ruimte	0.314	0.264	0	0.992
Landgebruik – water	0.0373	0.0540	0	0.690

Opmerkingen: Het aantal observaties is 86,763. Voor 62,526 observaties is de perceelgrootte groter dan 0.

B. Data

Ik gebruik opnieuw aardbevingsdata van het KNMI en transactiedata van de NVM, nu tot en met 2014. Net als in KvO verwijder ik transacties met huizenprijzen groter dan € 1 miljoen of kleiner dan € 25 duizend, een gemiddelde vierkantemeterprijs groter dan € 5000 of lager dan € 500. Verder verwijderen we observaties met huizen groter dan 250m² of kleiner dan 25m². Deze selecties betreffen minder dan 2.5% van de data en beïnvloeden de resultaten niet.



FIGUUR 2 — AANTAL AARDBEVINGEN MET $PGV > \frac{1}{2}$ CM/S IN 2013 SINDS 1991

Tabel 1 geeft de beschrijvende statistieken weer voor de uitgebreide dataset. De enige twee nieuwe variabelen zijn het aandeel woningen met schade en de perceel grootte. De laatste variabele is gelijk aan nul voor niet-grondgebonden woningen (27.9% van de gevallen). Wanneer we de analyse herhalen voor grondgebonden woningen is het aantal geobserveerde transacties dus lager.

De eerste variabele geeft het aandeel woningen weer in 2014 dat tenminste eenmaal aardbevingsschade heeft gemeld, beschikbaar op postcode 4-niveau. Ik heb dit geplot voor de provincie Groningen in Figuur 2. Zoals is te zien lijkt het aardbevingsgebied nu een stuk groter dan in Figuur 1, waar het min of meer was voorbehouden aan Loppersum, Ten Boer en Bedum. Het aandeel van woningen met schade geeft echter niet per se goed weer of gebieden of woningen meerdere keren getroffen zijn. De correlatie met de variabele aantal aardbevingen met $PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$ in 2014 is echter redelijk hoog ($\rho = 0.624$). De correlatie van grondverzakking met het aandeel woningen met schade is 0.676.

III. Resultaten

A. Includeren data tot en met 2014 en perceel grootte

Tabel 2 presenteert de resultaten wanneer we data tot en met 2014 gebruiken. Deze is vergelijkbaar met Tabel 2 in KvO. We concentreren ons op de coëfficiënt van het aantal voelbare aardbevingen. Zoals meteen is te zien zijn deze zeer vergelijkbaar met de

TABEL 2 — RESULTATEN MET DATA TOT EN MET 2014
(afhankelijke variabele: logaritme van huizenprijs per m²)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
Aantal voelbare aardbevingen ($PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$)	-0.0433*** (0.00913)	-0.0272*** (0.00649)	-0.0269*** (0.00574)	-0.0227*** (0.00587)	-0.0154*** (0.00499)	-0.0159*** (0.00494)
Woonoppervlak (<i>log</i>)			-0.458*** (0.0151)	-0.458*** (0.0151)	-0.458*** (0.0152)	-0.458*** (0.0152)
Aantal kamers			0.0230*** (0.00121)	0.0230*** (0.00121)	0.0235*** (0.00119)	0.0235*** (0.00119)
Huis type – rijstjeshuis			0.102*** (0.0121)	0.103*** (0.0121)	0.100*** (0.0121)	0.101*** (0.0121)
Huis type – semi-vrijstaand			0.160*** (0.0128)	0.161*** (0.0127)	0.158*** (0.0129)	0.158*** (0.0129)
Huis type – vrijstaand			0.366*** (0.0159)	0.366*** (0.0159)	0.362*** (0.0161)	0.362*** (0.0161)
Garage			0.105*** (0.00341)	0.105*** (0.00341)	0.104*** (0.00331)	0.105*** (0.00331)
Garden			0.0881*** (0.00680)	0.0881*** (0.00681)	0.0876*** (0.00678)	0.0876*** (0.00679)
Centrale verwarming			0.125*** (0.00381)	0.125*** (0.00380)	0.120*** (0.00396)	0.120*** (0.00396)
Monument			0.0921*** (0.0182)	0.0917*** (0.0182)	0.0904*** (0.0178)	0.0905*** (0.0178)
Bevolkingsdichtheid (<i>log</i>)					0.00617* (0.00319)	0.00605* (0.00318)
Aandeel jonge mensen (<15 years)					-0.193* (0.112)	-0.192* (0.113)
Aandeel oudere mensen (≥65 years)					-0.603*** (0.0935)	-0.600*** (0.0934)
Aandeel allochtonen					0.304** (0.118)	0.303** (0.118)
Gemiddelde huishoudensgrootte					-0.0637*** (0.00908)	-0.0636*** (0.00905)
Landgebruik – commercieel					0.159*** (0.0493)	0.159*** (0.0494)
Landgebruik – infrastructuur					0.120 (0.239)	0.114 (0.239)
Landgebruik – open ruimte					0.169*** (0.0343)	0.168*** (0.0342)
Landgebruik – water					0.253*** (0.0629)	0.251*** (0.0627)
Niet-voelbare aardbevingen ($1 < M_L \leq 1.5$), ($< 1 \text{ km}$)				-0.0157*** (0.00488)	-0.00760** (0.00379)	
Niet-voelbare aardbevingen, $\Omega(n_{it})$						×
Bouwjaar dummies (6)			×	×	×	×
Jaar vaste-effecten (19)	×	×	×	×	×	×
PC6 vaste-effecten		×	×	×	×	×
Observaties	86,763	86,763	86,763	86,763	86,763	86,763
R ²	0.435	0.720	0.804	0.804	0.810	0.810

Opmerkingen: Standaardfouten zijn geclusterd op buurtniveau en weergegeven in haakjes; *, **, ***, 10%, 5%, 1% significantie respectievelijk.

coëfficiënten die in de paper gerapporteerd worden. In de, in mijn ogen, beste specificatie (kolom (6)) is het effect van een voelbare aardbeving op woningprijzen ongeveer 1.6%. Dit effect is maar 0.3% punt lager dan in de originele resultaten en niet statistisch significant verschillend. Doordat we meer data hebben (de dataset is 6% groter) is de standaardfout wat kleiner en weten we dus zekerder dat er daadwerkelijk een negatief effect is van deze omvang van voelbare aardbevingen. Een duidelijke conclusie die men hieruit kan afleiden is dat het toevoegen van extra jaren geen noemenswaardige invloed heeft op de onderzoeksresultaten zoals gepresenteerd in KvO.

In Tabel 3 nemen we een variabele perceelgrootte op. Omdat deze nul is voor niet-grondgebonden woningen en men niet de logaritme van nul kan nemen concentreren we ons op grondgebonden woningen waardoor we 28% minder transacties hebben. Desalniettemin laten de resultaten in Tabel 3 zien dat dit nauwelijks uitmaakt voor de resultaten. Het effect van de geprefereerde specificatie (kolom (6)) is nu 1.4% en niet statistisch significant verschillend van voorgaande resultaten. Dat het effect iets lager is, ligt echter niet aan het includeren van perceelgrootte: als we een regressie doen voor dezelfde sample maar perceelgrootte weglaten is het effect ook 1.4%.

TABEL 3 — RESULTATEN MET PERCEELGROOTTE
(afhankelijke variabele: logaritme van huizenprijs per m^2)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
Aantal voelbare aardbevingen ($PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$)	-0.0375*** (0.00931)	-0.0156*** (0.00552)	-0.0165*** (0.00486)	-0.0153*** (0.00492)	-0.0133*** (0.00476)	-0.0136*** (0.00473)
Perceelgrootte (\log)	0.0377*** (0.00948)	0.0430*** (0.00608)	0.0407*** (0.00622)	0.0407*** (0.00622)	0.0404*** (0.00611)	0.0404*** (0.00611)
Woonoppervlak (\log)			-0.483*** (0.0150)	-0.483*** (0.0150)	-0.483*** (0.0151)	-0.483*** (0.0151)
Niet-voelbare aardbevingen ($1 < M_L \leq 1.5$), ($< 1 \text{ km}$)				-0.00493 (0.00381)	-0.00217 (0.00379)	
Niet-voelbare aardbevingen, $\Omega(n_{it})$						x
Huis- en buurtkenmerken (23)			x	x	x	x
Jaar vaste-effecten (19)	x	x	x	x	x	x
PC6 vaste-effecten		x	x	x	x	x
Observaties	62,526	62,526	62,526	62,526	62,526	62,526
R^2	0.391	0.725	0.811	0.811	0.812	0.813

Opmerkingen: Standaardfouten zijn geclusterd op buurtniveau en weergegeven in haakjes; *, **, ***, 10%, 5%, 1% significantie respectievelijk.

B. *Includeren variabele aandeel woningen met schade*

In dit onderdeel voeg ik de variabele ‘aandeel woningen met schade’ toe aan het model. Ik begin met de cross-sectionele identificatiestrategie waar we kijken naar prijsverschillen over de ruimte. We concentreren ons dan op transacties van woningen na de beving in Huizinge (augustus 2012), toen aardbevingen steeds meer aandacht kregen van het brede publiek. Tabel 4 presenteert de resultaten.

In kolom (1) voegen we alleen de variabele aandeel woningen met schade toe. Het blijkt dat één %-punt stijging in het aandeel woningen met schade leidt tot een prijsdaling van 0.2%. Dit effect is niet verwaarloosbaar. De standaarddeviatie van het aandeel woningen met schade is 0.163: dus voor een standaarddeviatie toename in het aandeel woningen met schade daalt de woningprijs met 3.3%, wat een vergelijkbare ordegrootte is als de eerder gevonden effecten. In kolom (2) beschouwen we twee alternatieve maatstaven van aardbevingen: de maatstaf zoals gebruikt in KvO en grondverzakking in cm. De KvO maatstaf heeft een vergelijkbaar prijseffect, als de meer overtuigende specificaties in de Tabellen 2 en 3. Grondverzakking heeft geen effect. Dit kan echter ook komen door meetfouten: de data over grondverzakking is alleen van 2008. In kolom (3) voegen we alle variabelen toe, zodat we kunnen kijken welke variabele het meest overtuigende negatieve effect heeft op woningprijzen. Dit onderscheid is echter lastig te maken. Door collineariteit zijn alle variabelen nu statistisch insignificant.

TABEL 4 — RESULTATEN MET AANDEEL WONINGEN MET SCHADE, CROSS-SECTIONEEL NA HUIZINGE
(afhankelijke variabele: *logaritme van huizenprijs per m²*)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
Aandeel woningen met schade	-0.207** (0.0819)		-0.152 (0.0975)	-0.296*** (0.0972)		-0.168* (0.101)
Aantal voelbare aardbevingen ($PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$)		-0.0214* (0.0117)	-0.0146 (0.0115)		-0.00290 (0.00955)	-0.000917 (0.00930)
Grondverzakking (in cm)		-0.00284 (0.00191)	-0.000321 (0.00224)		-0.00959*** (0.00293)	-0.00846*** (0.00304)
Niet-voelbare aardbevingen, $\Omega(n_{it})$	x	x	x	x	x	x
Huis- en buurtkenmerken (23)	x	x	x	x	x	x
Jaar vaste-effecten (19)	x	x	x	x	x	x
Gemeente vaste-effecten				x	x	x
Observaties	9,208	9,208	9,208	9,208	9,208	9,208
R^2	0.315	0.314	0.316	0.533	0.536	0.536

Opmerkingen: Standaardfouten zijn geclusterd op buurtniveau en weergegeven in haakjes; *, **, ***, 10%, 5%, 1% significantie respectievelijk.

In de tweede set specificaties in Tabel 4 voegen we ook gemeente vaste-effecten toe, dus we identificeren de effecten van aardbevingen *binnen* gemeentes en corrigeren voor alle factoren die kunnen verschillen *tussen* gemeentes. Het blijkt dat aandeel woningen met schade opnieuw een vergelijkbaar negatief effect heeft op woningprijzen (kolom (5)). Kolom (6) kijkt naar de invloed van de twee andere variabelen. Het blijkt dat grondverzakking nu een negatief effect heeft op woningprijzen in dezelfde orde grootte als in Koster en Van Ommeren (2015). De laatste specificatie voegt alle aardbeving-gerelateerde variabelen toe. Het blijkt dat aandeel woningen met schade opnieuw negatief is gerelateerd aan woningprijzen: een stijging van één %-punt in het aandeel woningen met schade leidt tot een daling van woningprijzen van 0.17%. Grondverzakking heeft nu ook een negatief effect op woningprijzen: een daling van de grond met 5 cm leidt tot een daling van woningprijzen van 4.2%.

Een probleem van deze resultaten kan zijn dat ongeobserveerde ruimtelijke kenmerken die gecorreleerd zijn met aardbevingen een rol spelen in de gemeten coëfficiënt. We schatten daarom ook een *long-differences* model door data te gebruiken voordat de aardbevingen begonnen (december 1991) en na de beving in Huizinge (augustus 2012). Voordat aardbevingen begonnen was het aandeel woningen met schade gelijk aan nul. Tabel 5 rapporteert de resultaten. In kolom (4) voeg ik alleen de variabele ‘aandeel woningen met schade’ toe. Eén %-punt toename in het aandeel woningen met schade leidt tot een daling in de woningprijzen van 0.27%, wat vergelijkbaar is met de voorgaande identificatiestrategie in

TABEL 5 — RESULTATEN AANDEEL WONINGEN MET SCHADE, LONG-DIFFERENCES 1985-1991/2013-2014
(afhankelijke variabele: logaritme van huizenprijs per m²)

	(1)	(2)	(3)
	OLS	OLS	OLS
Aandeel woningen met schade	-0.267*** (0.0786)		-0.220** (0.0890)
Aantal voelbare aardbevingen ($PGV > \frac{1}{2} \text{ cm/s}$)		-0.0442*** (0.0138)	-0.0225 (0.0169)
Niet-voelbare aardbevingen, $\Omega(n_{it})$	×	×	×
Huiskenmerken (15)	×	×	×
Jaar vaste-effecten (19)	×	×	×
PC6 vaste-effecten	×	×	×
Observaties	8,057	8,057	8,057
R^2	0.914	0.914	0.914

Opmerkingen: Standaardfouten zijn geclusterd op buurtniveau en weergegeven in haakjes; *, **, ***, 10%, 5%, 1% significantie respectievelijk.

Tabel 4. In kolom (5) gebruik ik weer de variabele ‘aantal voelbare aardbevingen’. In lijn met de resultaten in KvO is de coëfficiënt nu wat sterker (zie kolom (3), Tabel 4 in de paper): 4.4% per aardbeving. Als we beide variabelen toevoegen in kolom (6) is blijft het effect van ‘aandeel woningen met schade’ nagenoeg onveranderd. De coëfficiënt van voelbare aardbevingen is nu statistisch insignificant, hoewel de ordegrootte nog steeds vergelijkbaar is met eerdere resultaten. Dit kan er op duiden dat ‘aandeel woningen met schade’ een betere maatstaf is van de immateriële schade van aardbevingen.

IV. Conclusie, reflectie en aanbevelingen

A. Conclusies

Deze paper gaat door op de studie van Koster en Van Ommeren (2015), dat de kosten van immateriële schade van Groningse gasbevingen voor huiseigenaren in kaart brengt. Ik includeer allereerst data tot en met 2014. Dit leidt tot zeer vergelijkbare resultaten: een voelbare aardbeving die PGV boven de $\frac{1}{2}$ cm/s genereren leiden tot een prijsdaling van 1.6%. Dit effect is iets lager (1.4%) als we ons alleen concentreren op grondgebonden woningen. Het toevoegen van perceelgrootte maakt echter niet uit voor de resultaten.

Ik test ook de impact van het toevoegen van een variabele die het aandeel woningen met schade weergeeft. Twee verschillende identificatiestrategieën leiden tot vergelijkbare resultaten: wanneer het aandeel woningen met schade met één %-punt stijgt, dalen woningprijzen met ongeveer 0.2%. Voor een standaarddeviatie toename in het aandeel woningen met schade is de prijsdaling ongeveer 3.3%, dus een niet verwaarloosbaar prijsverschil. Als we zowel de variabele ‘voelbare aardbevingen’ als ‘aandeel woningen met schade’ toevoegen is alleen de laatste significant. Dit kan er op duiden dat het aandeel woningen met schade een betere maatstaf is van immateriële schade. Het is echter met de huidige data nog te vroeg om dit zo te concluderen. Met betere data, bijvoorbeeld jaarlijkse gegevens met het aantal schademeldingen op PC4 niveau, zou dit een interessante mogelijkheid voor verder onderzoek zijn. Het nadeel om het aandeel woningen met schade te gebruiken als maatstaf van immateriële schade is dat het lastiger om dit terug te koppelen aan het compenseren voor immateriële schade als er een aardbeving met een bepaalde sterkte heeft plaatsgevonden. Anderzijds, dit kan wel als per aardbeving er bekend is hoeveel schademeldingen er zijn geweest.

B. Reflectie op OTB rapport en NAM

De NAM heeft, naast een regeling voor materiële schade, ook een regeling ingesteld voor waardevermindering door aardbevingen. Deze regeling is ingegaan vanaf 17 maart 2014 en zou tegemoet moeten komen aan de immateriële schade die huiseigenaren ervaren. Er is echter veel ontevredenheid over deze regeling. De regeling zou niet eerlijk zijn, te complex, te langdurig en huiseigenaren kunnen pas na verkoop de waarde regeling in gang zetten. Een

indicatie van deze ontevredenheid met de huidige regeling is dat 700 particuliere woningbezitters en twaalf woningcorporaties in Groningen zich aansloten bij de Stichting WAG (Waardevermindering door Aardbevingen Groningen). Deze partijen bezitten meer dan 100.000 huizen in de provincie Groningen. Deze stichting stelt NAM aansprakelijk voor de waardedaling van hun panden.

Er zijn inderdaad wel wat kritische noten te plaatsen bij de waarderegeling zoals voorgesteld door de NAM. Allereerst wordt er pas uitgekeerd na verkoop van het huis. Als huizenprijzeveranderingen een redelijke indicatie zijn van immateriële schade (en daar gaan we van uit), waarom vindt de vergoeding dan niet plaats op het moment dat deze wordt geïncasseerd, dus op het moment van de beving? Doordat mensen niet zeker weten of ze uiteindelijk een bedrag zullen krijgen, zullen ze ook minder geneigd zijn de verkoopprijs te verlagen en af te lossen op de hypotheek.

Ten tweede worden getroffen woningen op basis van kenmerken vergeleken met woningen in zogenaamde 'referentie'-gebieden. Dit kunnen dus bijvoorbeeld andere woningen in krimpgebieden zijn zoals Zuid-Limburg, de Achterhoek of Zeeland. Dit is een riskante strategie omdat juist heel veel kenmerken van de woning niet geobserveerd worden (juist als het om zaken gaat als perceptie en woongenot). Het zou beter zijn om huizenprijzeveranderingen te vergelijken binnen het aardbevingsgebied, of in ieder geval in de provincie Groningen, waarbij min of meer dezelfde woningen worden vergeleken die meer of minder getroffen zijn.

Ten derde is het risico van de vergelijking van individuele woningen met referentiewoningen dat bij wijze van je buurman wel vergoeding krijgt, terwijl jezelf geen recht op vergoeding blijkt te hebben, omdat zijn huis net iets andere kenmerken heeft. Uiteraard zou de immateriële schade hetzelfde moeten zijn. In het rapport van het OTB wordt de micro-benadering van de NAM als een pluspunt gezien. Ik denk juist dat dit een zwakte is omdat dit kan leiden tot (een gevoel van) oneerlijkheid en onduidelijkheid. Ook is de statistische betrouwbaarheid van een dergelijke micro-benadering erg onduidelijk. Tenslotte: waarom zouden we elke keer weer de immateriële schade willen bepalen, als we dat gewoon één keer (of één keer per jaar) goed kunnen doen?

Ten vierde lijkt de regeling erg langdurig te zijn en is daarom kostbaar: de NAM doorloopt maar liefst tien stappen om tot een oordeel te komen met behulp van statistiek en taxateurs.

De methode zoals voorgesteld in deze paper en KvO probeert eenmalig deze immateriële schade te bepalen die niet heel verschillend zou moeten zijn voor verschillende huiseigenaren. Dit effect zou kunnen worden gebruikt om alle huiseigenaren te compenseren *op het moment* dat een beving heeft plaatsgevonden en binnen het invloedsggebied wonen. Dit zou een hoop duidelijkheid scheppen voor bewoners en bespaart de NAM langdurige kostbare procedures.

Referenties

- Francke, M. K., & Lee, K. M. (2014). *De Invloed van Fysieke Schade op Verkopen van Woningen rond het Groningenveld*. Rotterdam: Ortec Finance Research Center.
- Koster, H. R. A., & Van Ommeren, J. N. (2015). A Shaky Business: Natural Gas Extraction, Earthquakes and House Prices. *European Economic Review*, *80*, 120–139.