

AARDBEVINGEN IN NEDERLAND

ONGEMAKKELIJK EN ONVERWACHT

KNAG Onderwijsdag
11 nov 2016
Dr Bernd Andeweg
Aardwetenschappen
VU Amsterdam

In nummer mei 2016 in



Aardbevingen
in Nederland

[groep suggestie voor kop en onderkop]

1. Presentatie staat (bijna) op
www.falw.vu/~andb/KNAGdag

2. Met school naar de VU, of de VU op school?

*NLT-module Bewegende Aarde of
Klimaatverandering*

Plaattektoniek, vulkanisme

Big History (drempel 4)

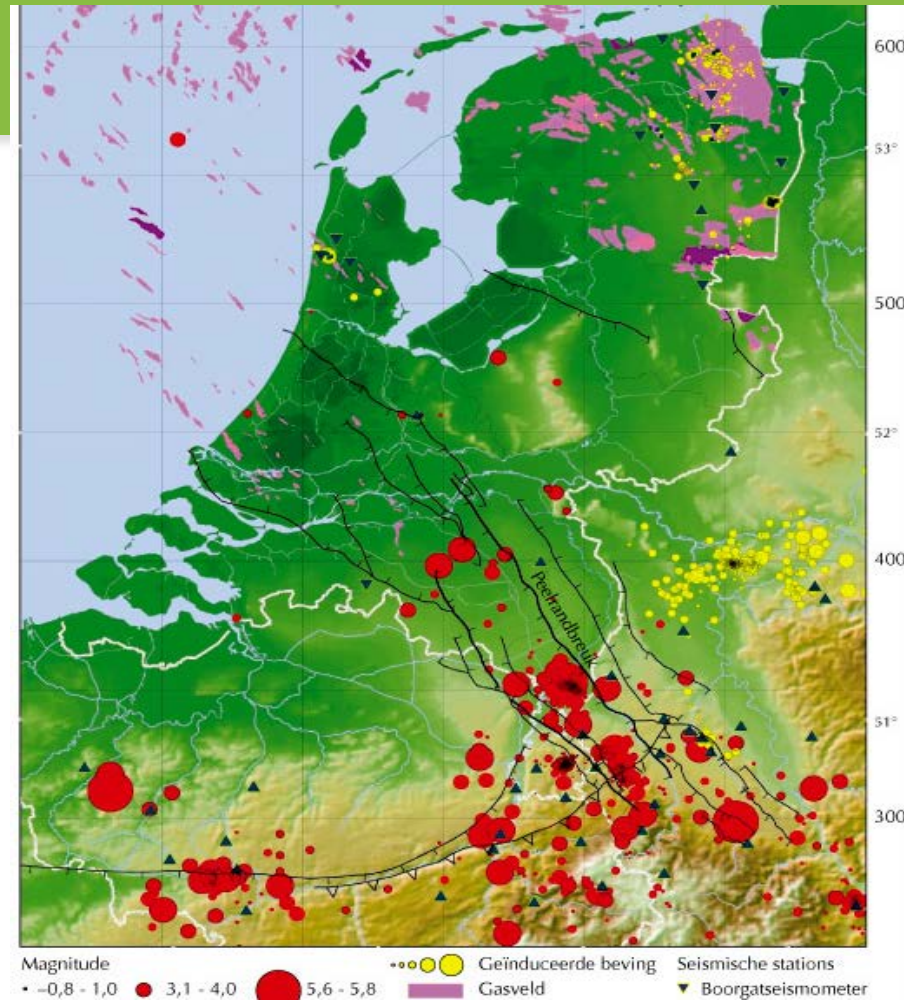
Gesteente-practicum

*Inhoudelijk verhaal bij schoolreis naar IJsland,
Eifel, whatever...*

Meer info bij de stand of via
bernd.andeweg@vu.nl

AARDBEVINGEN IN NL

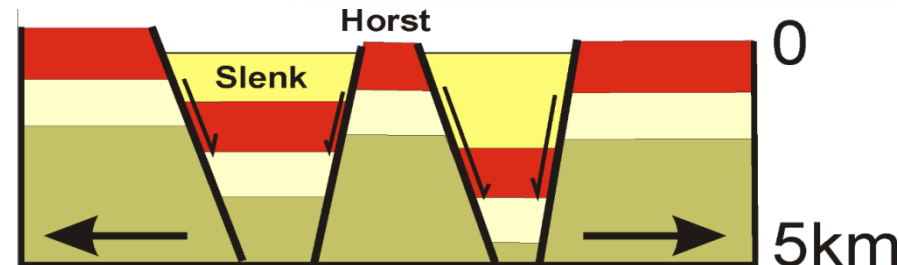
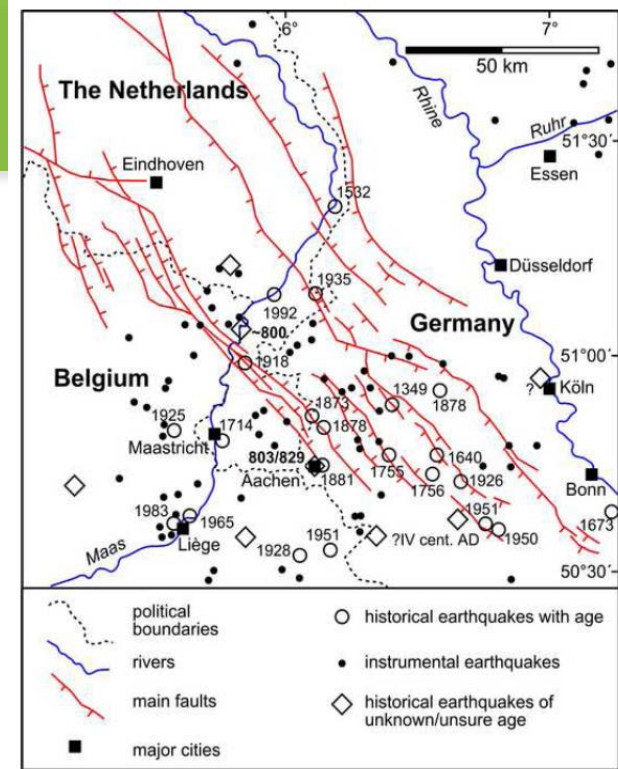
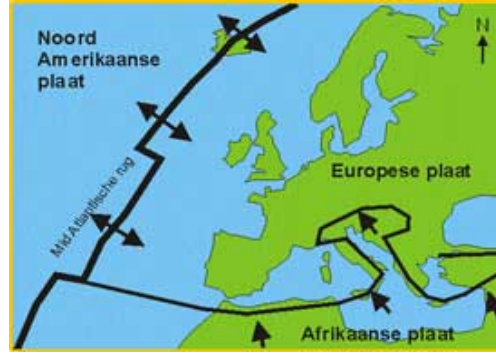
1. natuurlijke (rood)
door tektoniek
versus
2. geïnduceerd (geel)
door menselijk handelen



1. AARDBEVINGEN DOOR TEKTONIEK

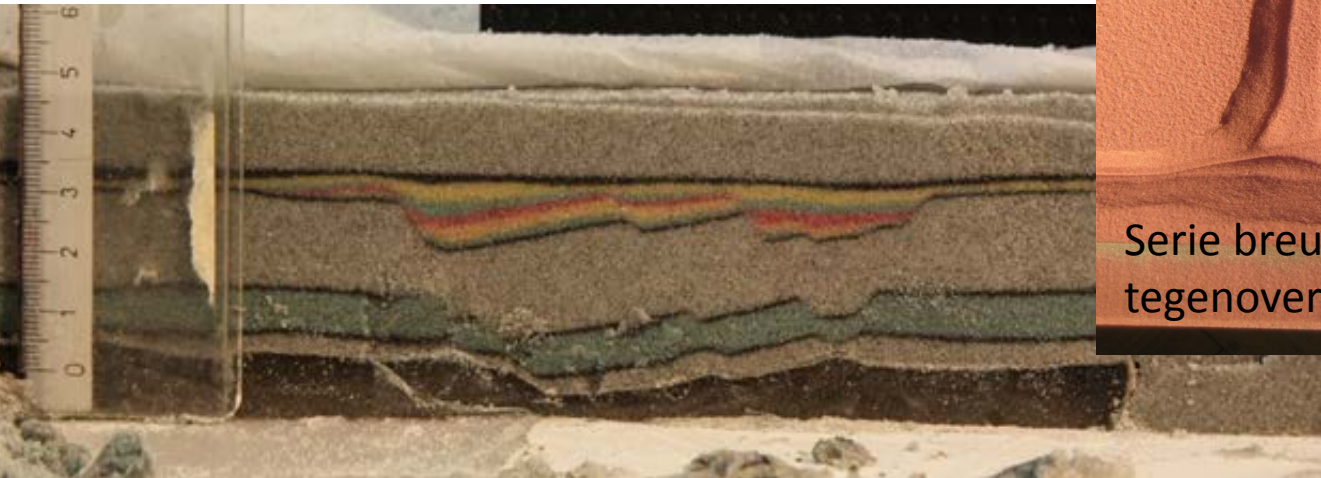
Combinatie van
opening Atlantische
Oceaan en botsing
Afrika-Eurazie:

Spanningstoestand
ondergrond:
voldoende rek voor rift
(horsten en slenken)



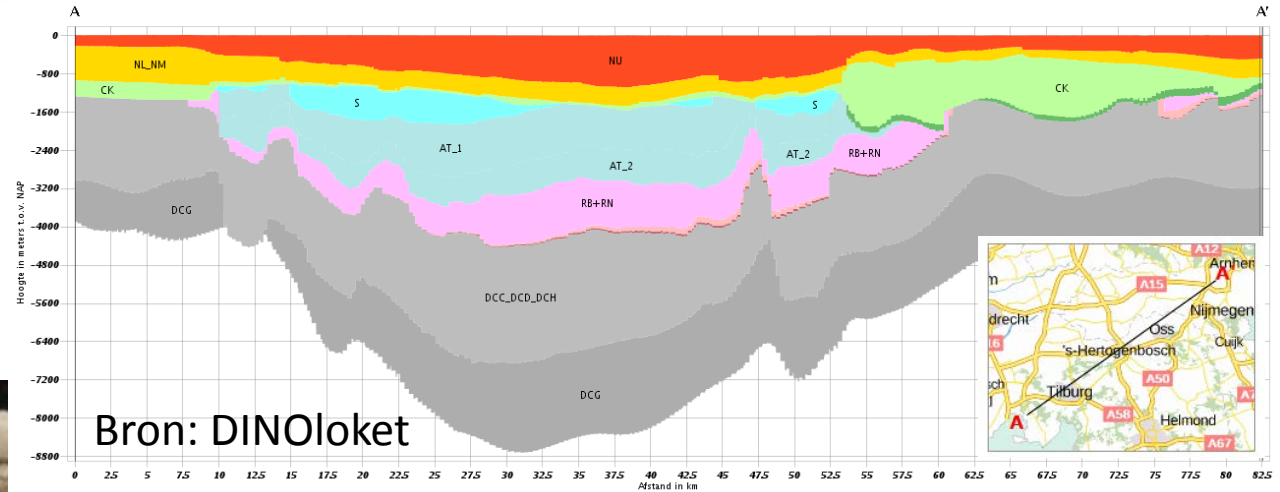
HORSTEN EN SLENKEN

In experiment met zand (bros, deformatie gelokaliseerd) en daaronder een laag silly putty (visceus, deformatie verspreid)



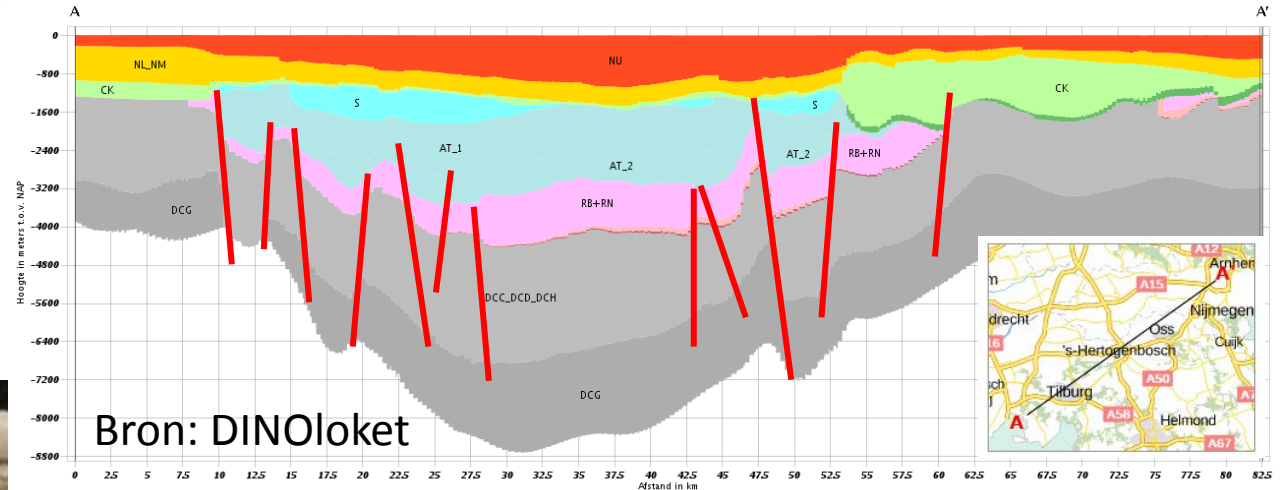
HORSTEN EN SLENKEN

Verticale Doorsnede DGMdiep v4.0

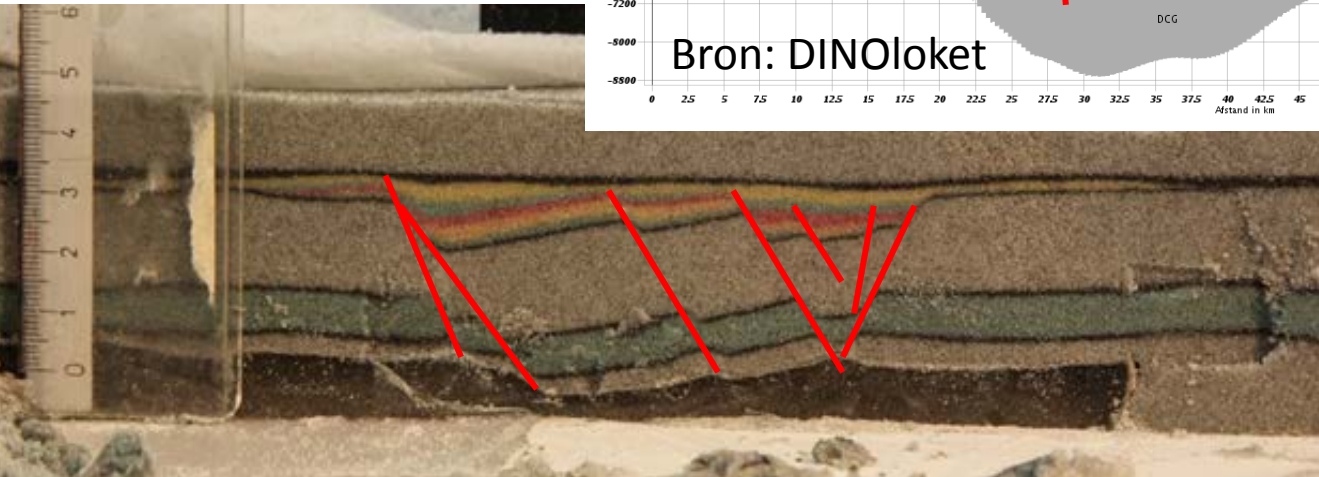


HORSTEN EN SLENKEN

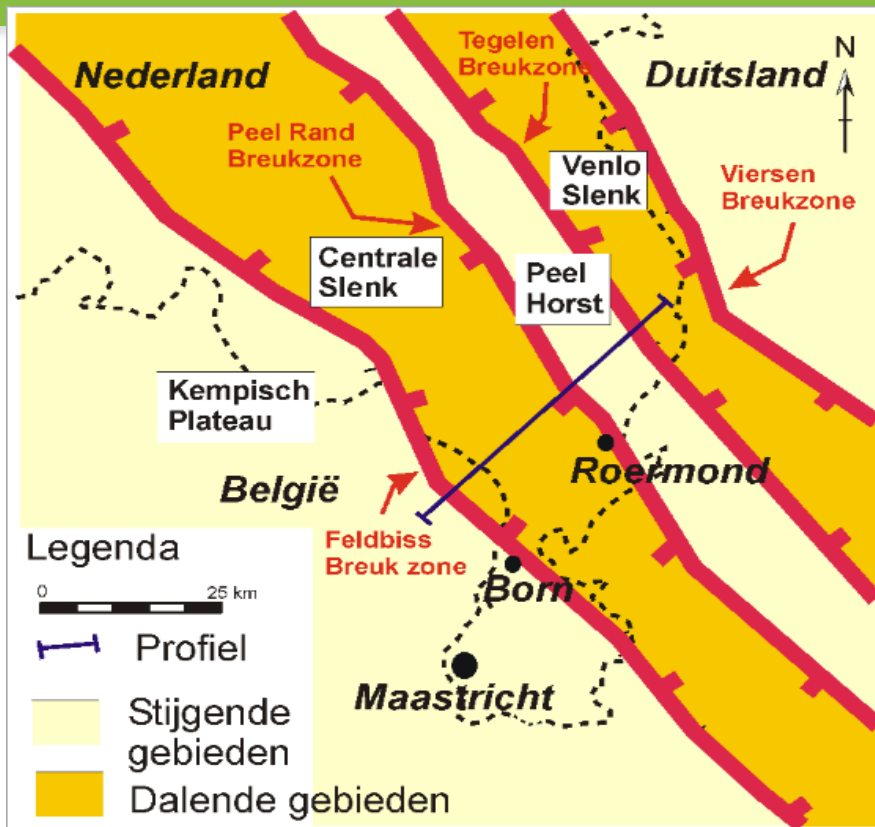
Verticale Doorsnede DGMdiep v4.0



Bron: DINOlaket



HORSTEN EN SLENKEN



Legenda

0 25 km

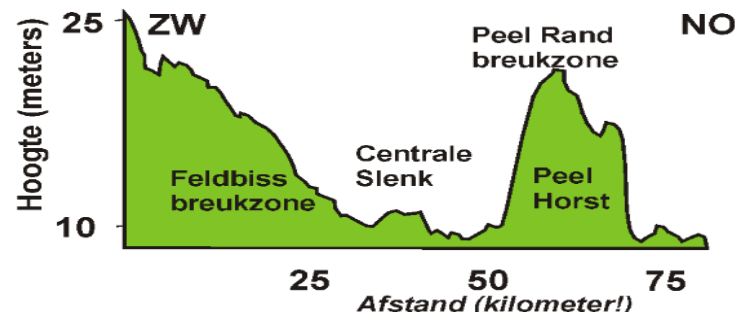
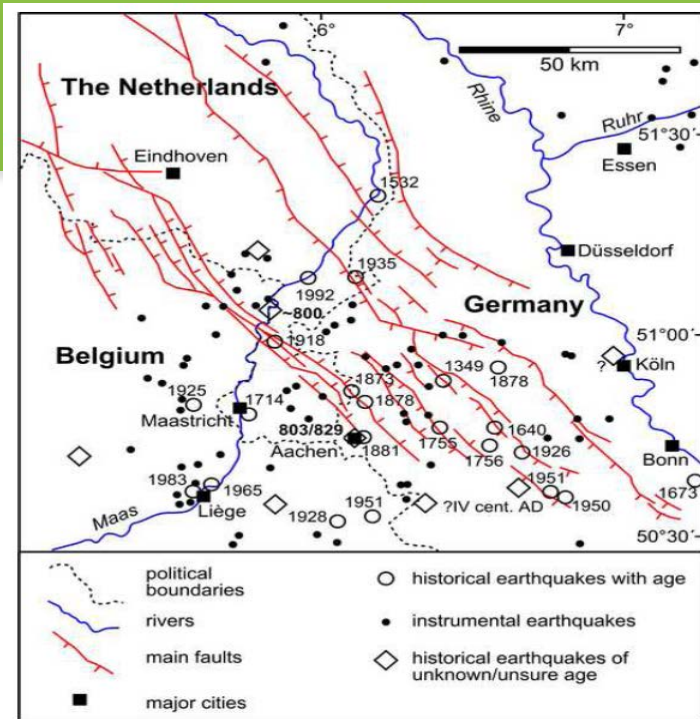
Profiel

Stijgende gebieden

Dalende gebieden

Breukzone

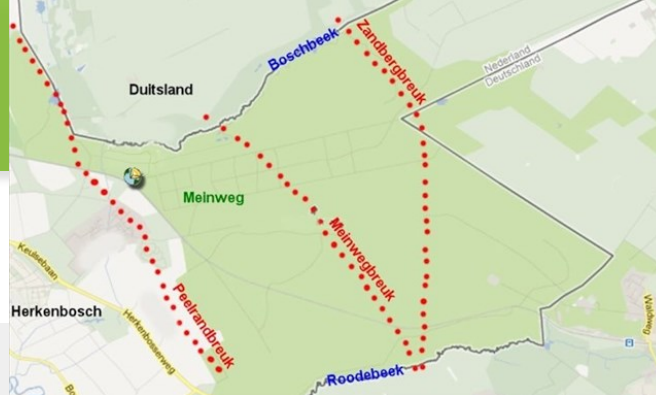
De richting van de dwarsstreepjes geeft aan welke zijde van de breuk omlaag gaat



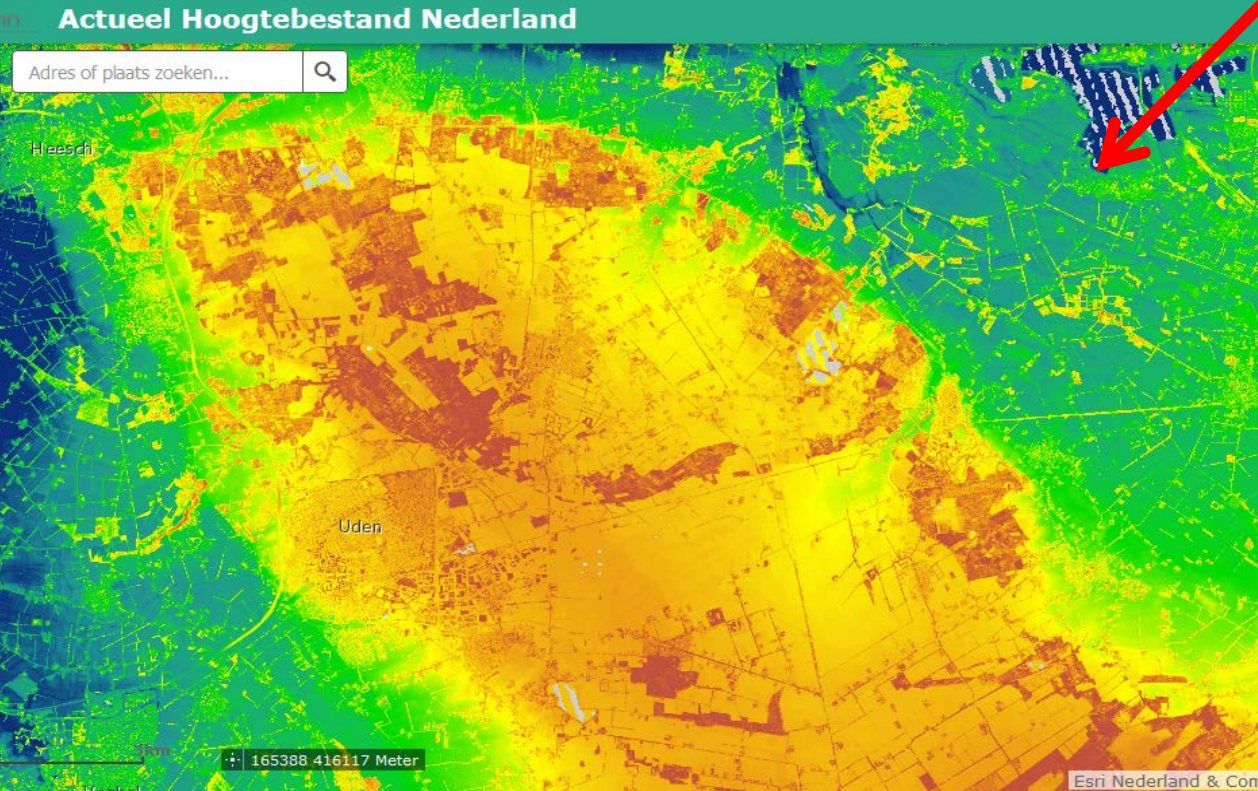
TOPOGRAFIE

Meinweg
(niet 1 breuk, zone
met meerdere!)

Bron: AHN

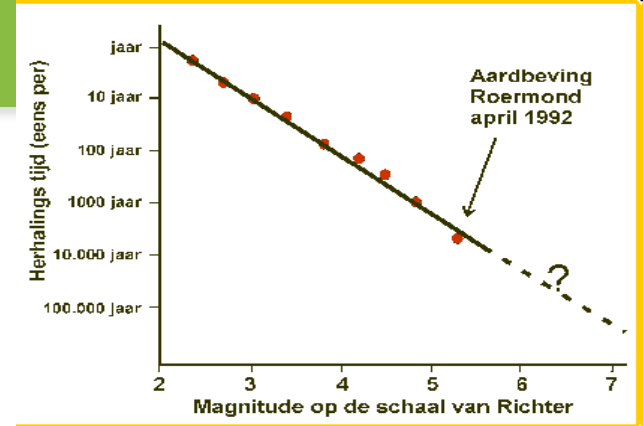


NATUURLIJKE: HORSTEN EN SLENKEN



ROERMOND 1992

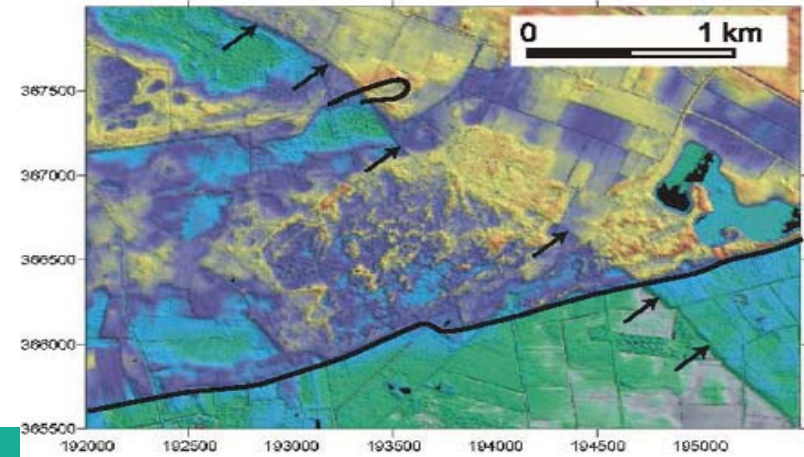
Aardbeving: 5.8
275 miljoen gulden schade. Hoe vaak?! En hoe zwaar maximaal?



Age (AD)	Source/evidence	construction/event
1656		great city fire in Aachen
1414		completion of Gothic choir
829 (pre-Easter)	Annales Regni Francorum ¹	earthquake? windstorm?
823	catalogues ⁵	earthquake
814		Charlemagne died
812	visit of Byzantine legates	finish chapel construction
805 (?)	Annales Tiliani ²	inauguration of chapel
803 ±10	wooden anchor at roof ³	repair work
803 (winter)	Annales Regni Francorum ¹	destructive earthquake
798 (July)	Alkuin Letter ⁴	marble columns erected
post-794	Carolingian Denar (Charles)	foundation accomplished
798±5	wooden plank at pillar ³	construction started

PEELRANDBREUK BAKEL

Breuken in sleuven, mogelijk
beving max



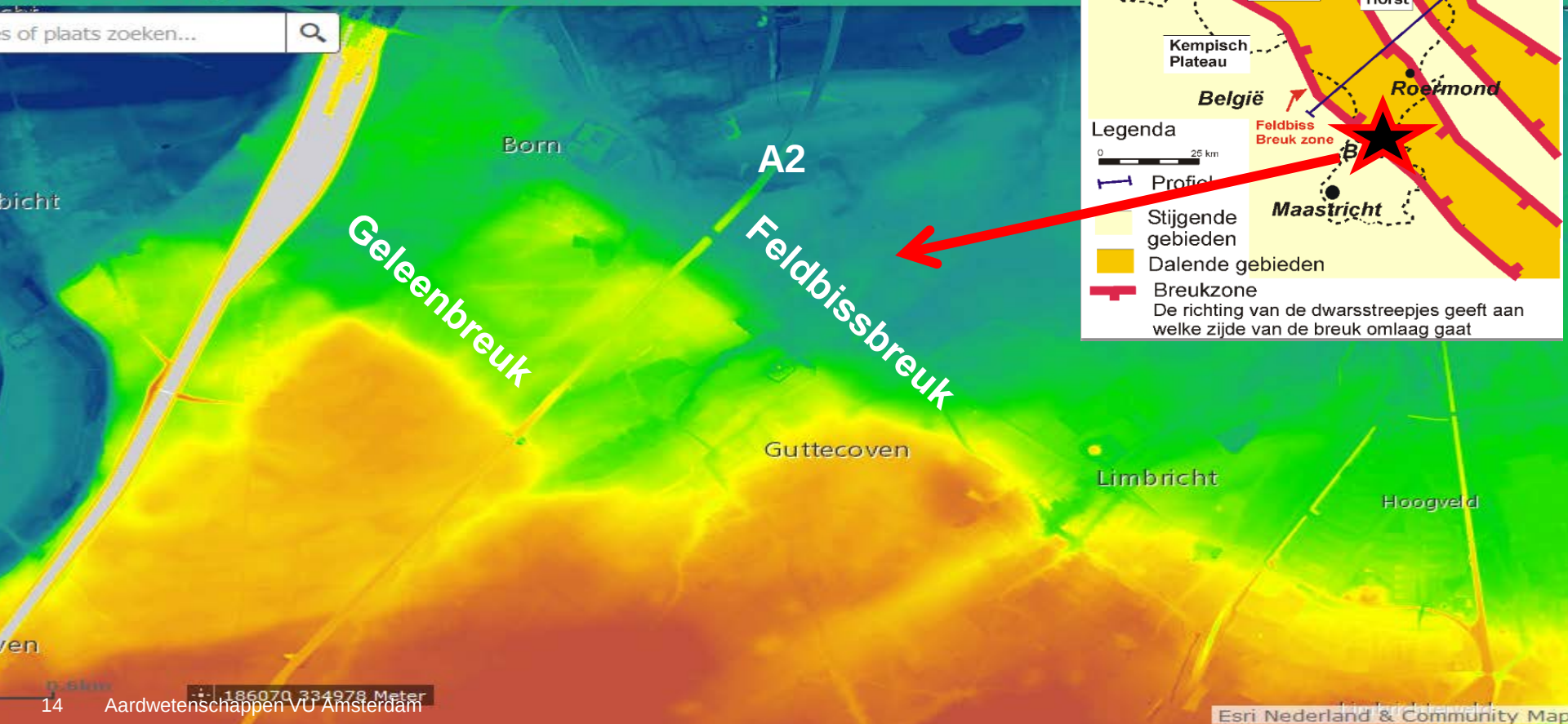
PEELRANDBREUK BAKEL



OVERGANG NAAR HEUVVELLAND

Actueel Hoogtebestand Nederland

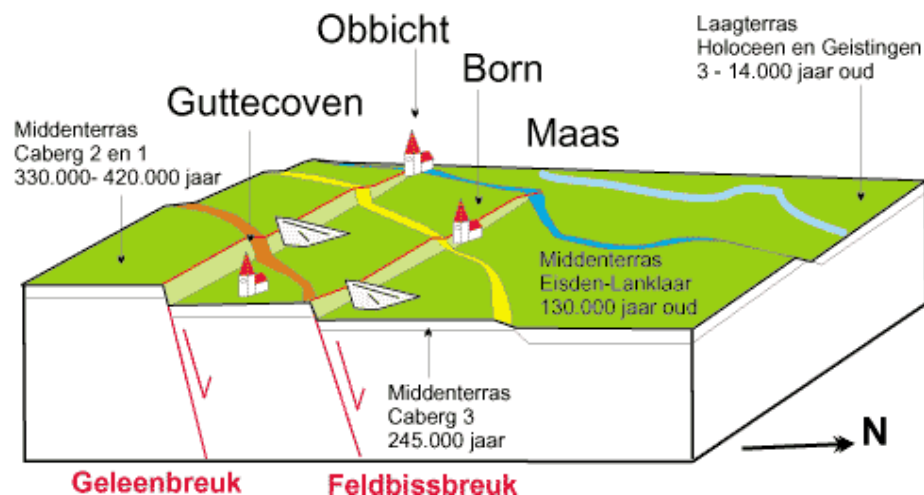
... of plaats zoeken...



FELDBISSBREUK

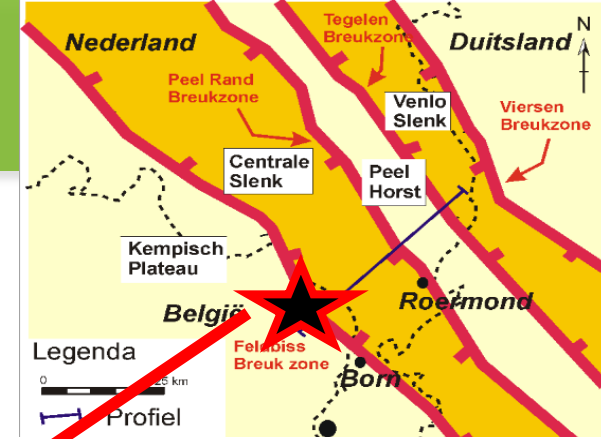
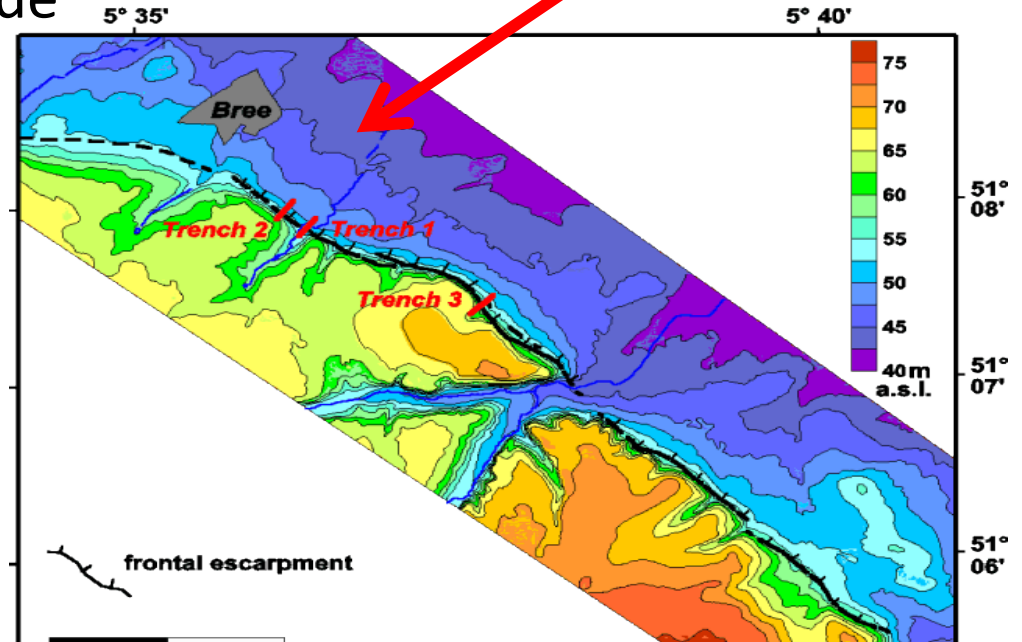


Schematische weergave omgeving Born, gezien vanuit het noordoosten. Kleuren van terrasranden zijn dezelfde als in het kaartje.



GELEENBREUK

- 46.000 tot 20.000 jaar geleden:
minimaal 6.3-6.7 net over de grens (Bree).



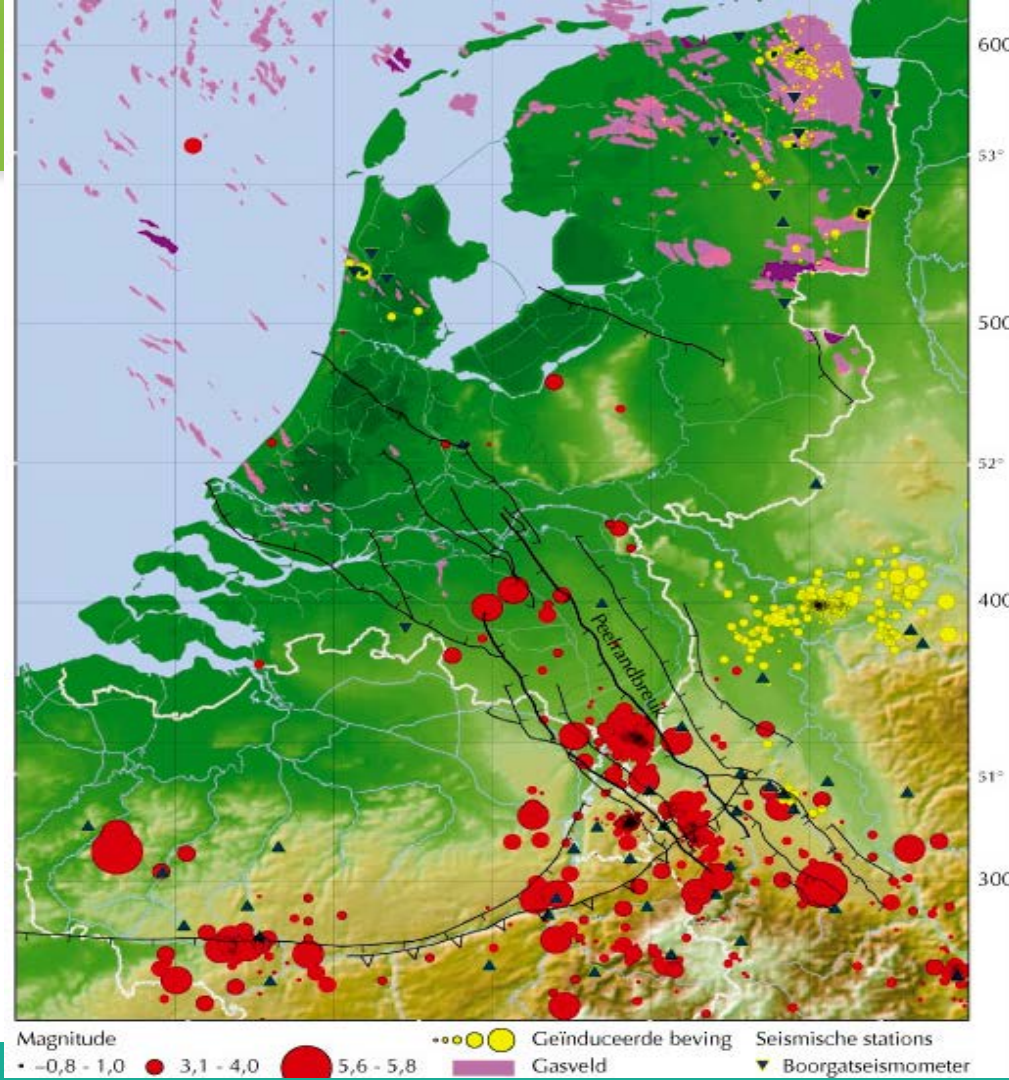
2. GEINDUCEEERD

Door

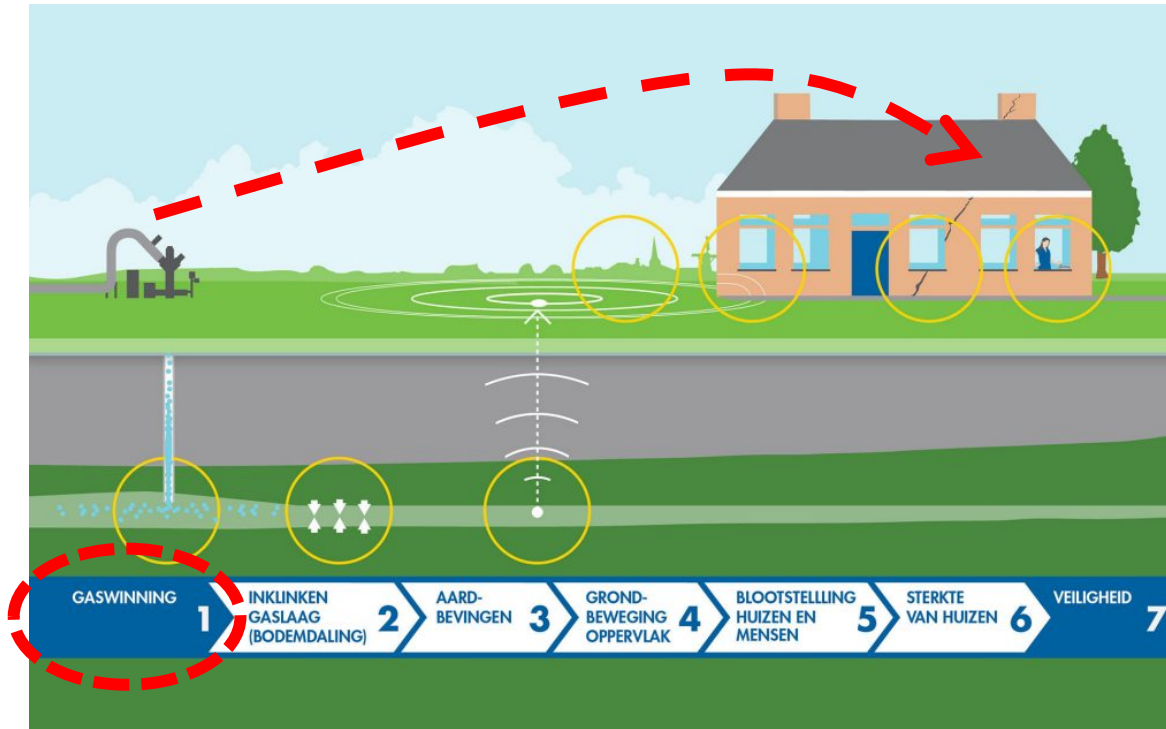
- injectie boorvloeistof (afvalwater)
- water voor fracking
- CO2 opslag
- winning gas
- water voor geothermie

Eerste 4 vooral met winning
energiebronnen te maken

Dus even kort: olie of gas?



GASWINNING EN SCHADE?!

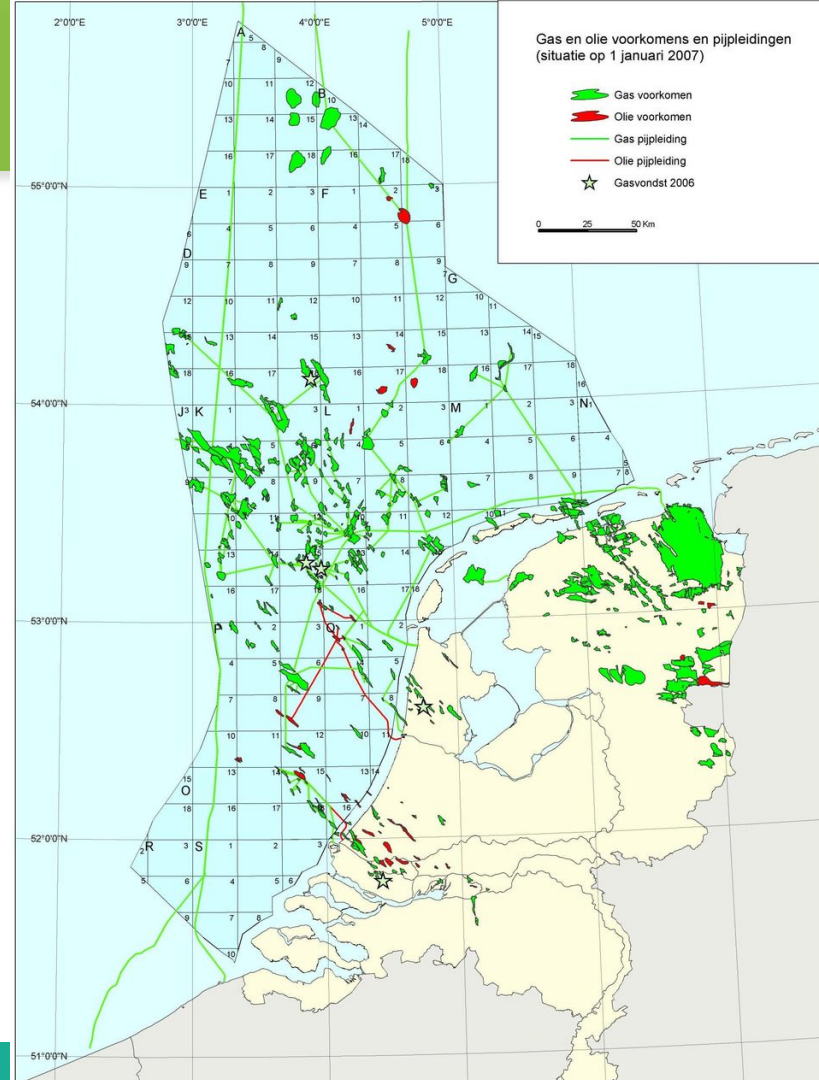


AARDOLIE OF -GAS?

Nodig:

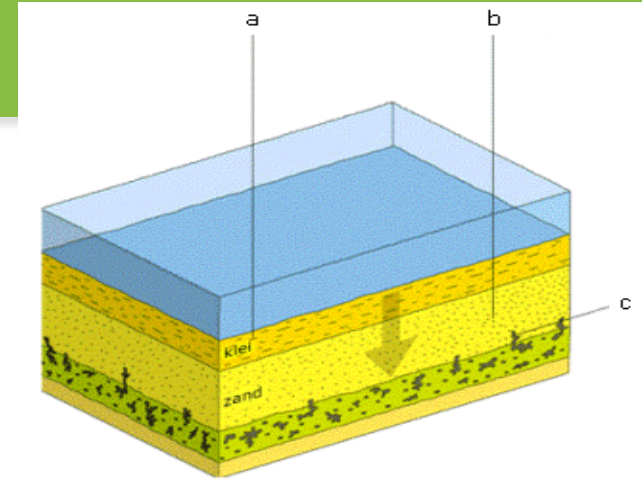
- A. Moedergesteente
- B. Genoeg druk en temp
- C. Reservoir gesteente
- D. 'Trap': opvang
- E. Afdekking

Nederland vooral gas.. →



A) MOEDERGESTEENTE

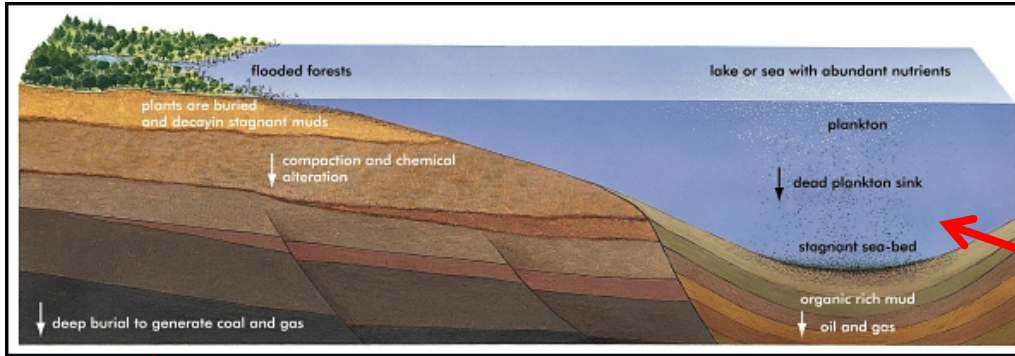
Koolstofrijke afzetting waaruit
koolwaterstoffen kunnen ontstaan



Type I – Algen en plankton
(marien, olie!)

Type II – Bacterien (marien,
vaak met zwavel)

Type III – Planten (op het land, steenkool en gas)



A) MOEDERGESTEENTE



Grote delen van Nederland
in het Carboon

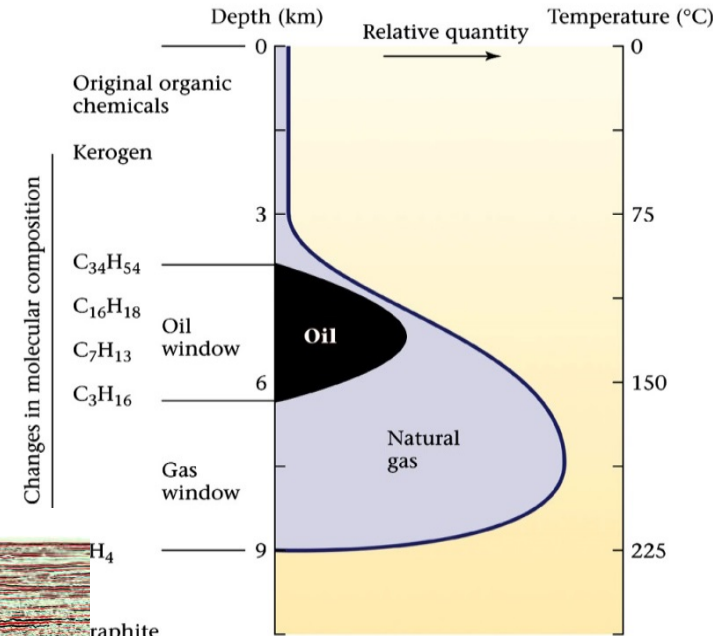
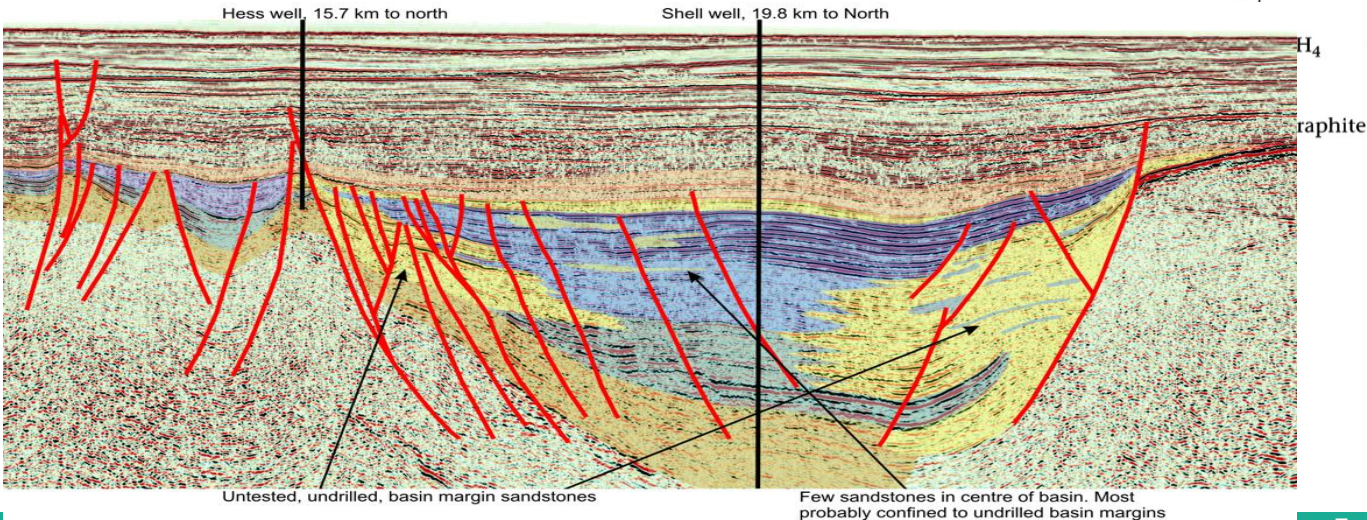


B) DRUK EN TEMPERATUUR

Plaattektoniek: dalend!

1. Actieve rift

2. Post-rift daling door gewicht sediment

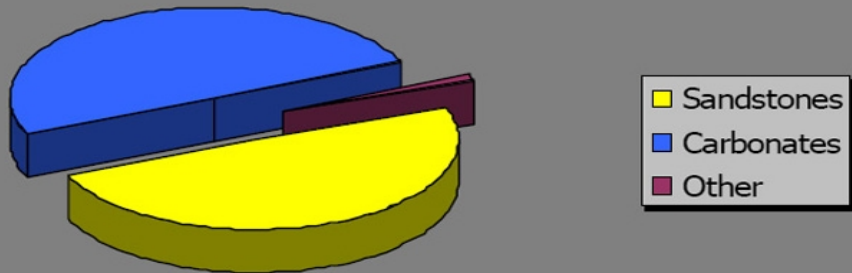


Earth: Portrait of a Planet
Copyright (c) W.W. Norton

C) RESERVOIR

Reservoirgesteente,
geen 'gasbel'...!

**Percentage of World Oil & Gas
Reserves by Reservoir Rock Type**



Fossiel rif



Zandsteen, fossiel ?

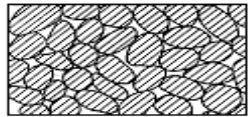
C) RESERVOIR GESTEENTE

Porositeit (hoeveelheid gas of olie)

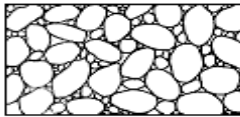
Permeabiliteit
(snelheid
migratie)



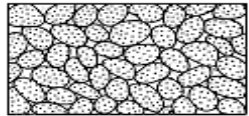
Models to demonstrate the differences between porosity and permeability, Wiltshire Museum, Devizes



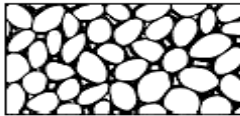
A



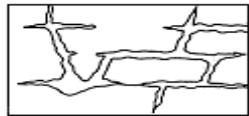
B



C



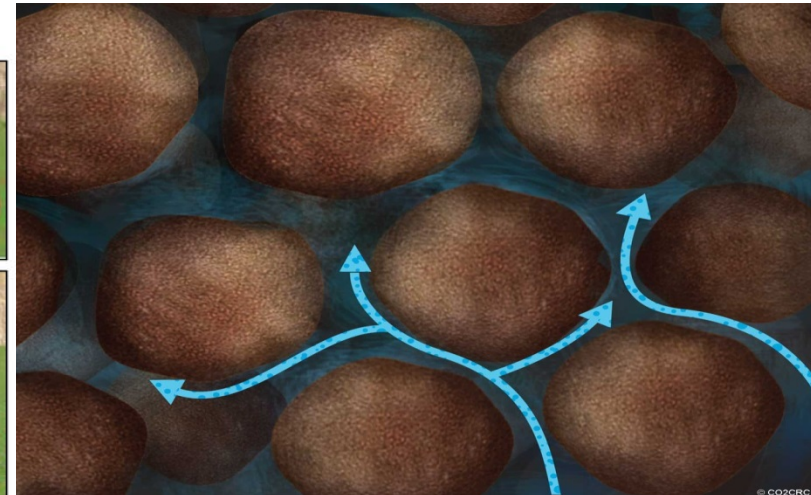
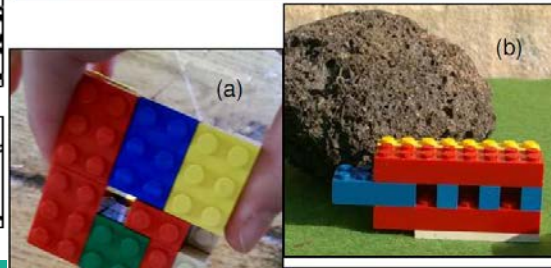
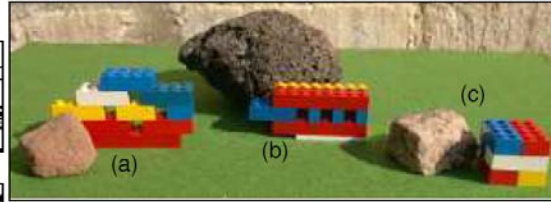
D



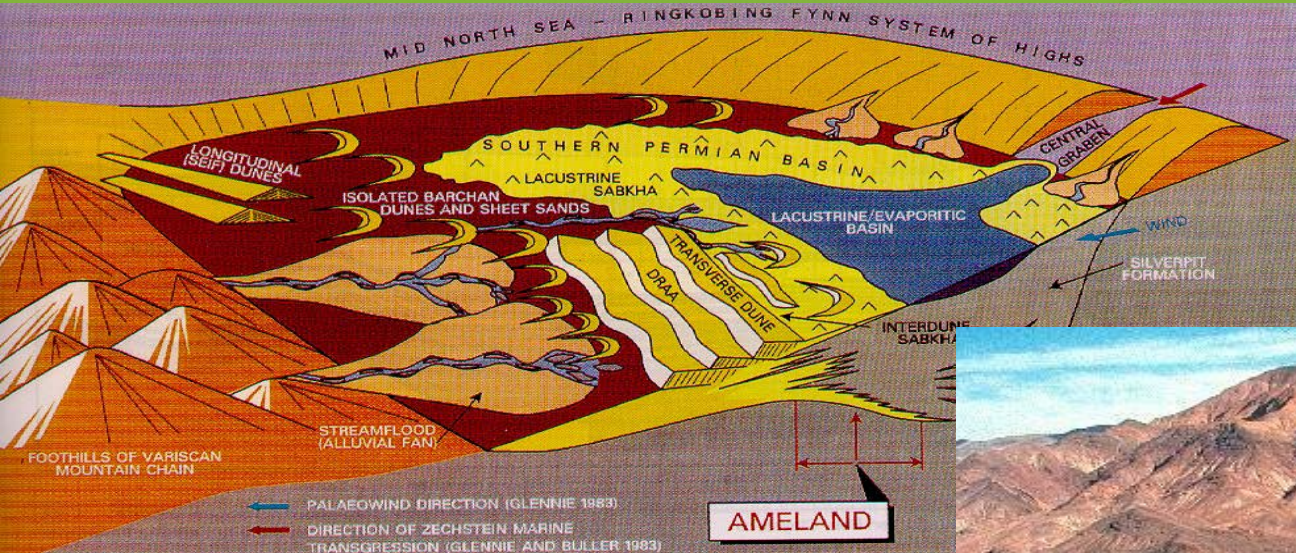
E



F



C) RESERVOIRGESTEENTE



C) RESERVOIRGESTEENTE



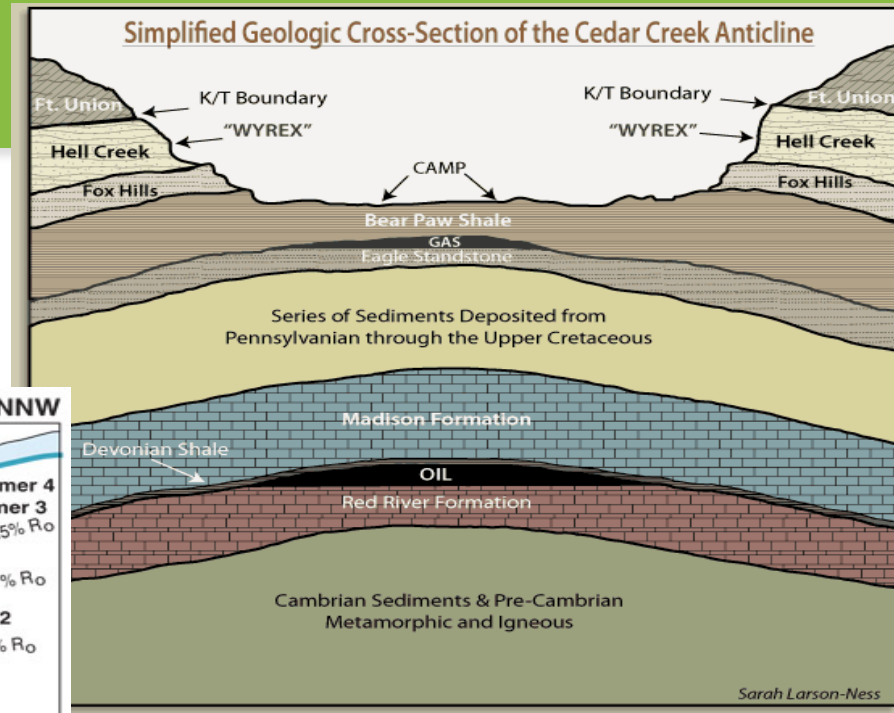
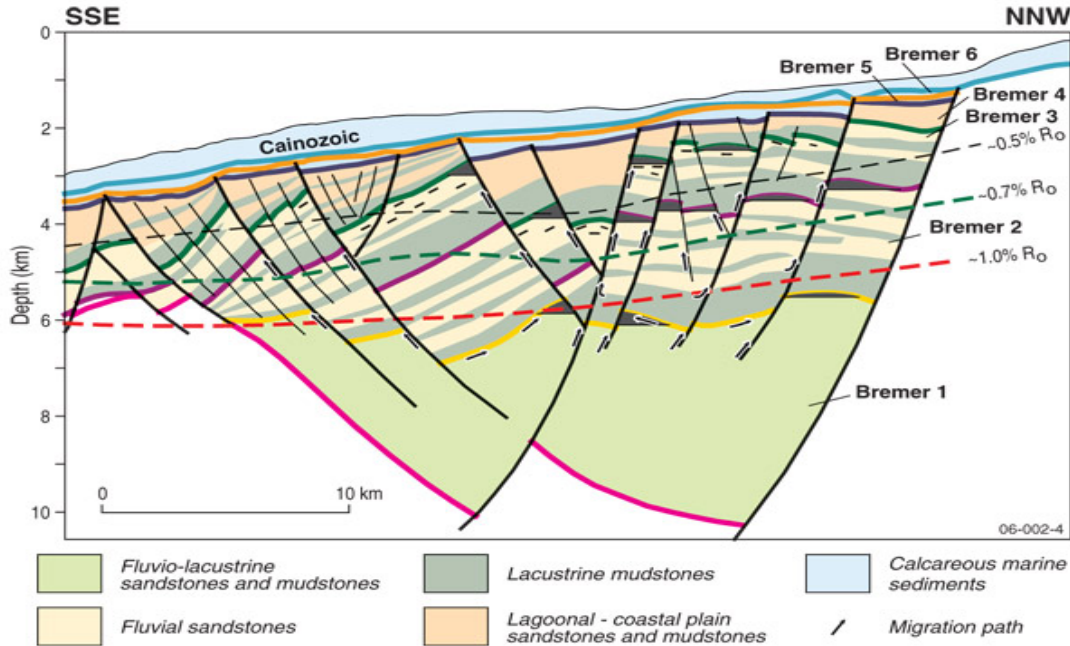
Varistisch gebergte (Ardennen!!)

Grote delen van Nederland in
het Vroeg Perm



D) OPVANG IN STRUCTUUR

Plooiing of breuken



E) AFSLUITING (SEAL)

Voor olie/gas
ondoordringbare laag:
klei/zout.

Liefst elastisch of plastisch:
geen breuken, geen verlies



OPEENVOLGING

3. Perm, Zechstein: zoutwoestijn:
afdekkende laag

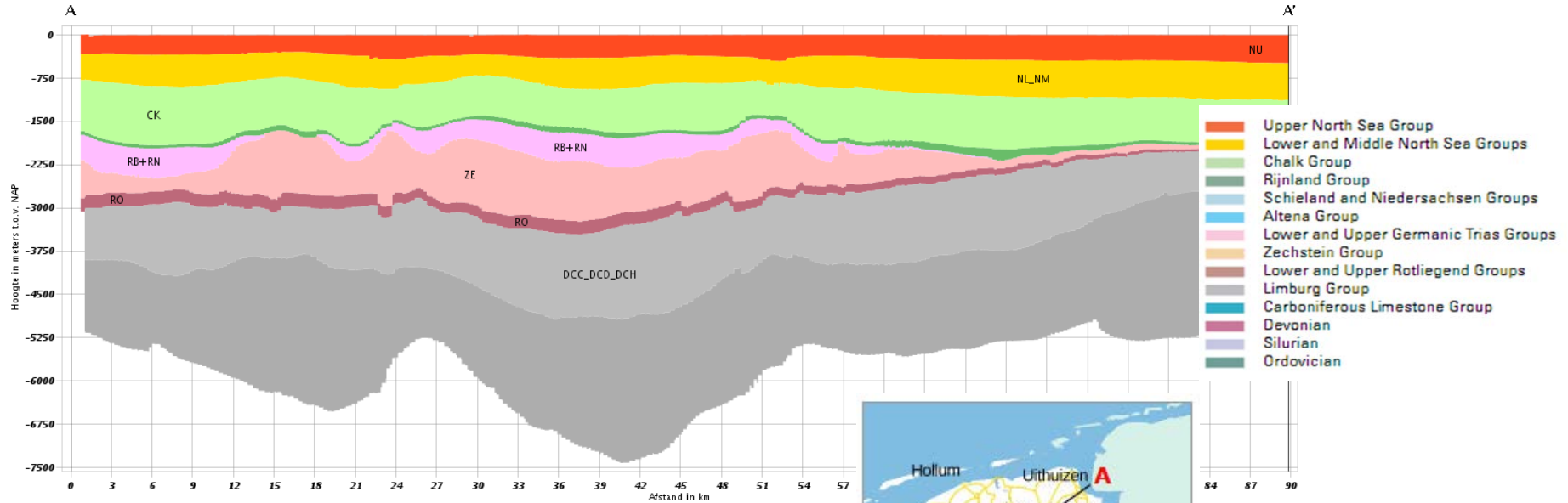
2. Perm, Rotliegendes:
Rode duinzanden in woestijn:
reservoirgesteente

1. Carboon:
steenkol, tropische delta:
brongesteente aardgas



OPEENVOLGING

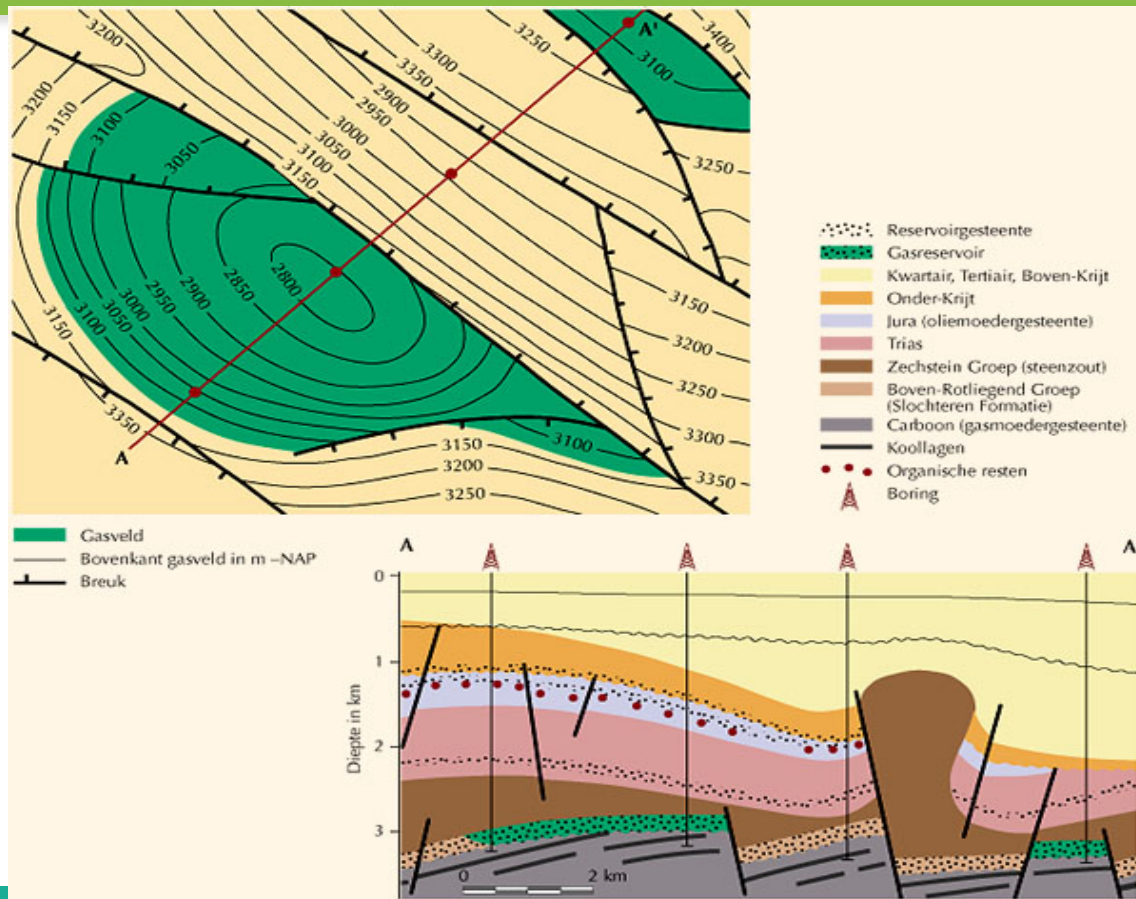
Verticale Doorsnede DGMdiep v4.0



Bron: DINOlaket

SITUATIE SLOCHTEREN

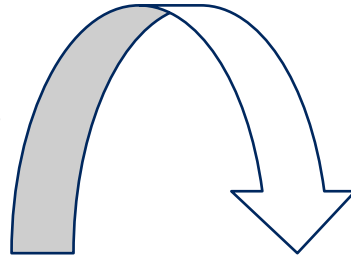
Hoe is dat daar gekomen?



ANALOGIE

Olie/gas ontstaat, migreert
via allerlei paden naar een
reservoir waar het niet
verder uit kan.

Tot er in geboord wordt..



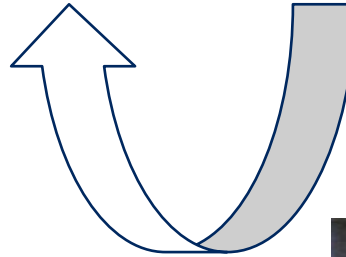
ANALOGIE

Productieboring

Reservoir



Secundaire migratie

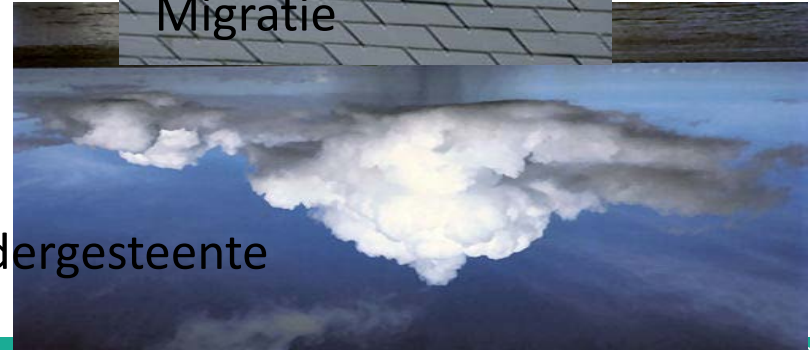


Migratie

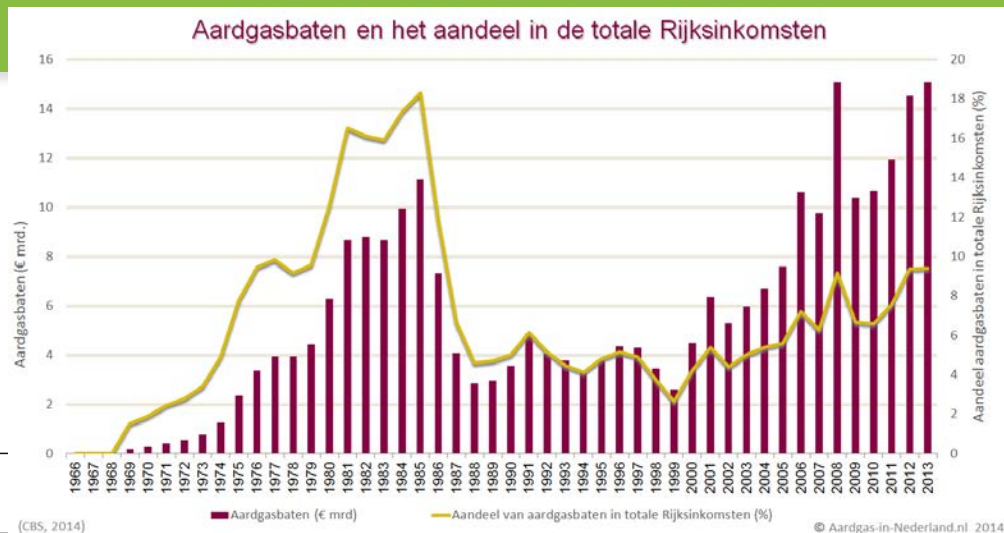
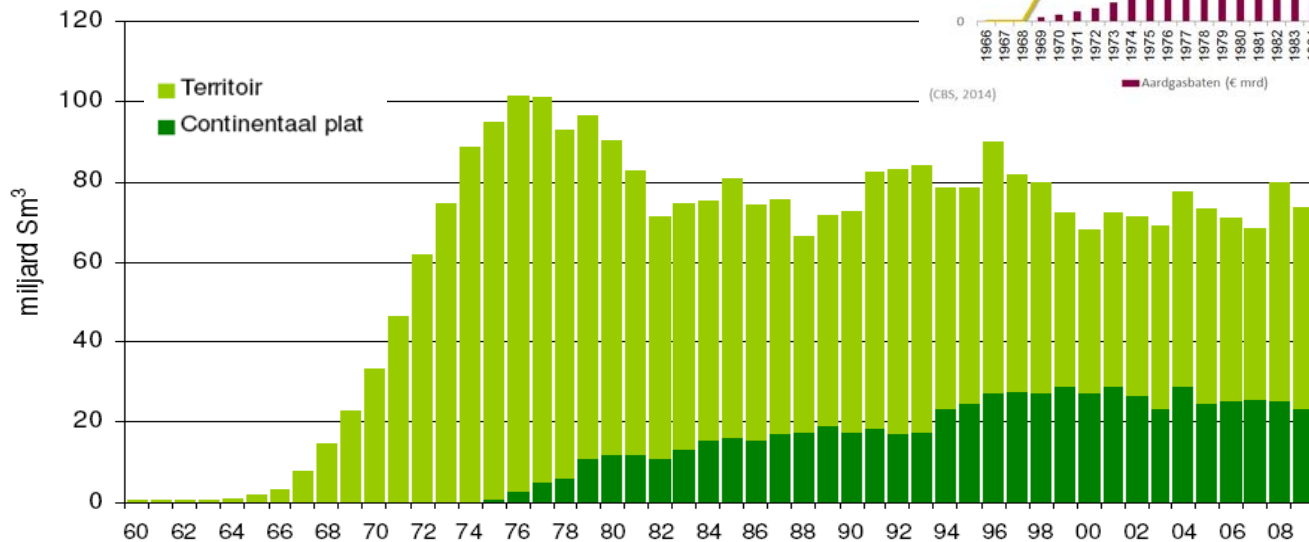


Olie en gas ontwikkeling

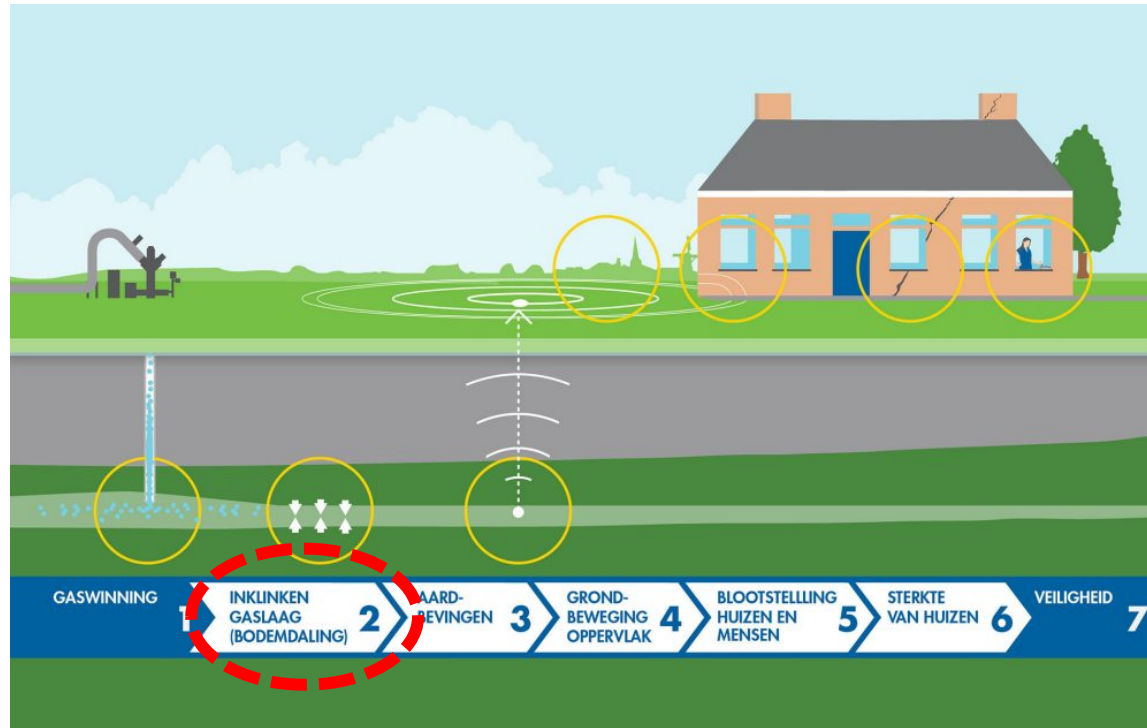
Moedergesteente



GAS ER UIT? GELD ER IN!

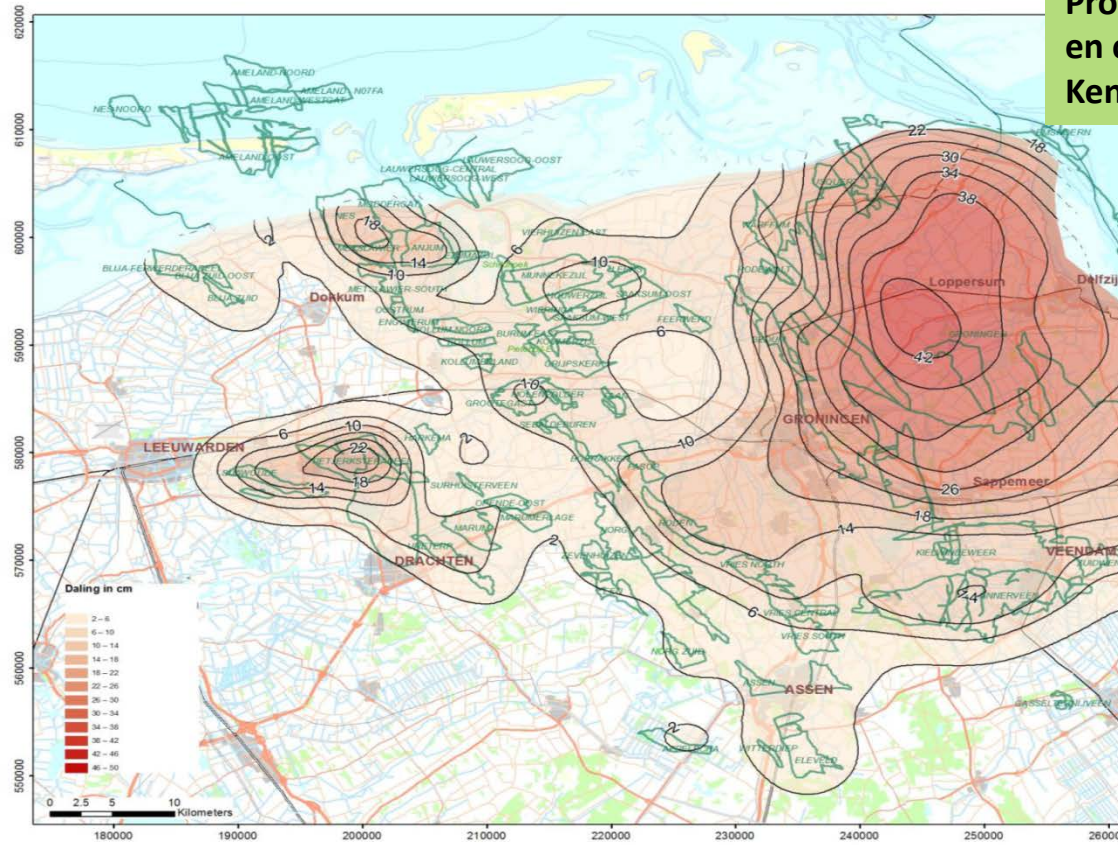


GASWINNING EN SCHADE?!



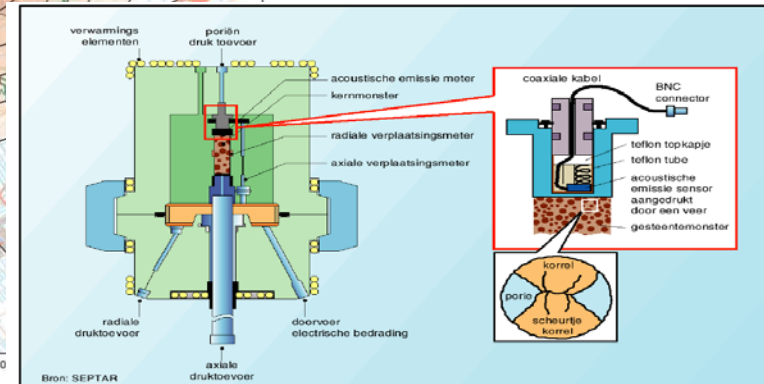
GAS ER UIT? DALING!

Appendix II Prognose 2050.

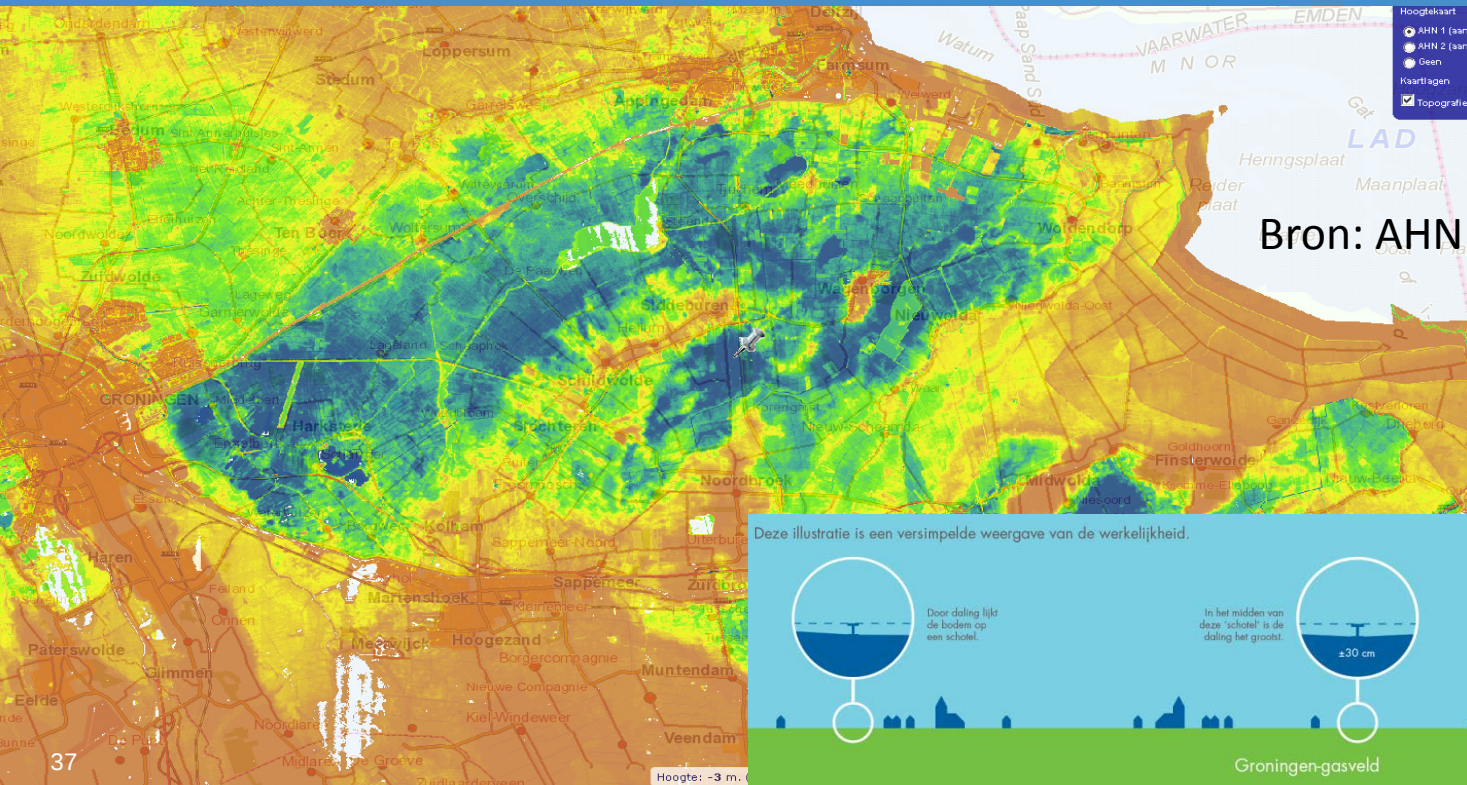


Prognose voor 2050, gebaseerd op gesteenteproeven en compactie-modellen.

Kennis van ondergrond dus van groot belang.



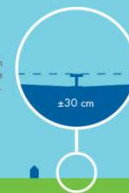
Commissie Bodemdaling door aardgaswinning



Deze illustratie is een versimpelde weergave van de werkelijkheid.



Door daling ligt de bodem op een schotel.



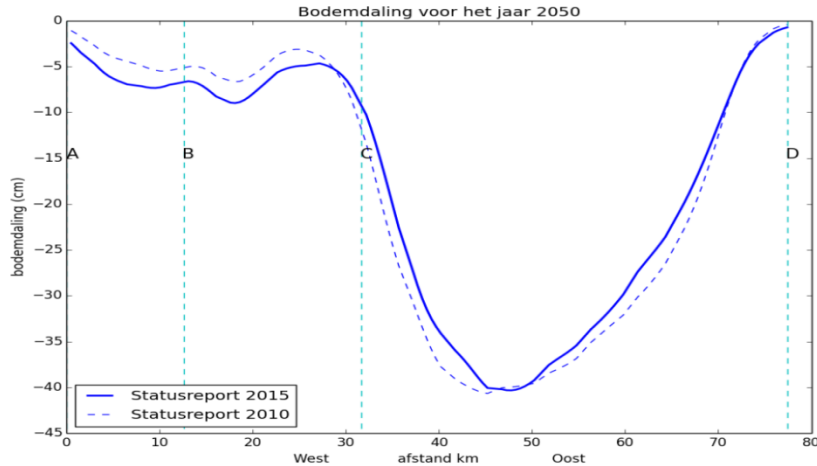
In het midden van deze 'schotel' is de daling het grootst: ±30 cm



De daling neemt af naar de randen.

Groningen-gasveld

WATER!



Figuur 3 Doorsnede van de bodemdalingskom in Friesland en Groningen. Vergelijking van de gemodelleerde bodemdaling in 2050 volgens het Statusrapport 2010 en 2015.

Daling aan oppervlak: geleidelijk: 'soepbord', geen breuken die tot oppervlak doorlopen!!

Grondwater verzamelt zich in kuil!
~IJssel debiet afvoeren!

DAGBLAD VAN HET NOORDEN

Proefabonner

Gaswinning schaadt gemaal Rozema

18 september 2013 • Archief

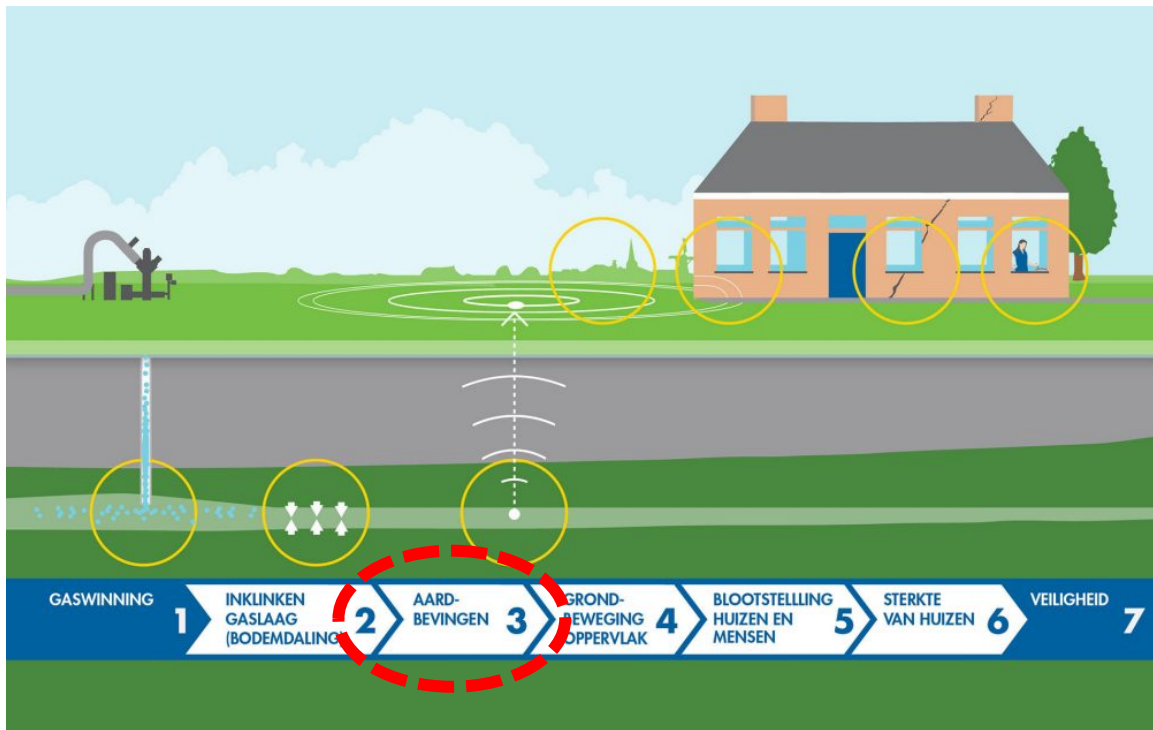


Veendam/Termunten Het gemaal Rozema in Termunten heeft schade ondervonden door de bodemdaling als gevolg van gaswinning. Sinds de ingebruikname van het gemaal in 2000 heeft het onderhoud 1,6 miljoen euro gekost. De Commissie Bodemdaling heeft van dat bedrag 60 procent betaald aan het waterschap Hunze en Aa's.

Ook dit jaar is schade ontstaan. Het waterschap voert nog dit jaar reparaties uit aan een van de muren van het gemaal. "De vorst heeft vat gekregen op een muur en daardoor is er schade ontstaan", zegt woordvoerder Marian Boelens. "De bodemdalingscommissie en waterschap hebben afgesproken de kosten te delen." Het vervangen van de voegen en herstel van de stenen kost ongeveer 37.000 euro.

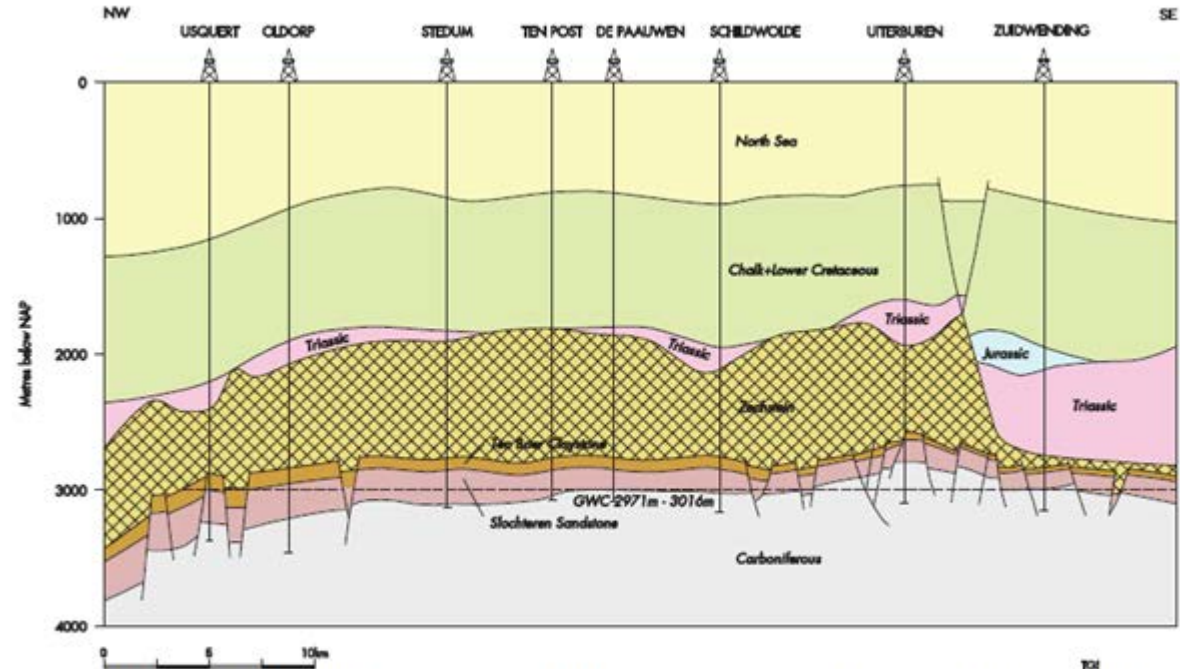
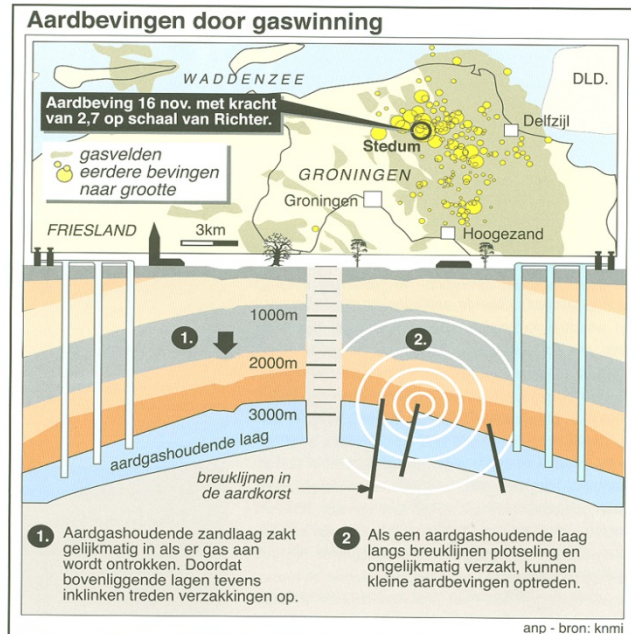
Renovatie van de roosters aan de landzijde van het gemaal staat ook op het programma. Deze roosters vangen troep op uit het water dat wordt aangevoerd vanuit het Oldambt. Afgelopen winter was er sprake van ijsgang en de ijsschotsen hebben een rooster vernield.

GASWINNING EN SCHADE?!



DALING NIET ALLEEN GROOTSCHALIG PATROON

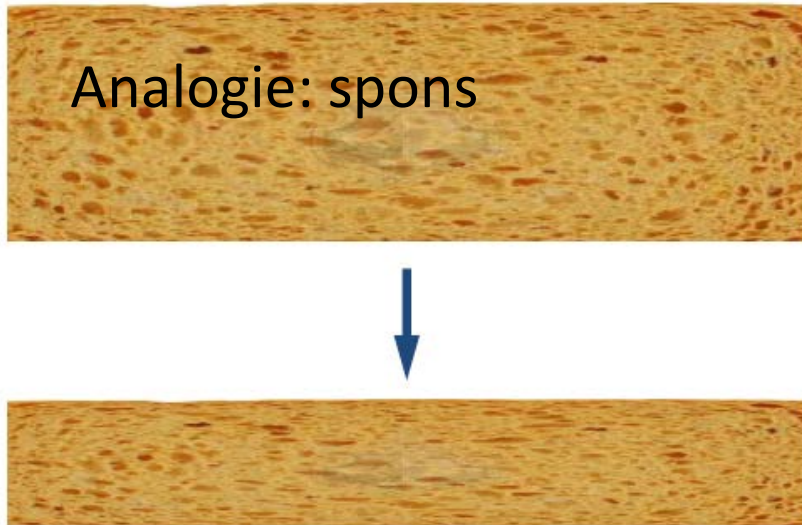
Reactivatie van de breuken!



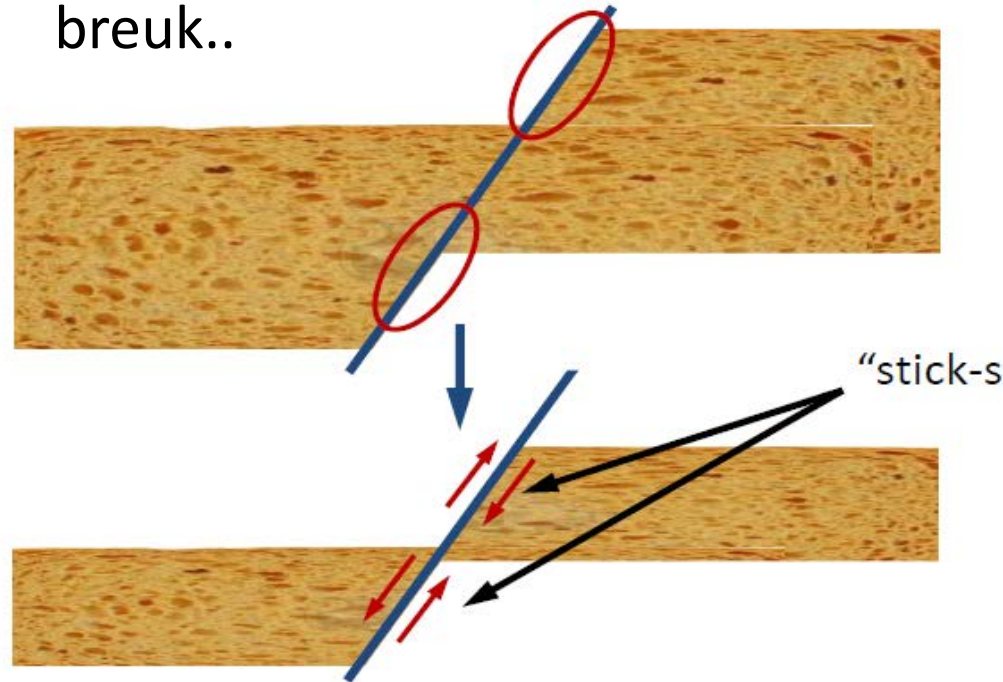
Figuur B1: Geologische doorsnede van het Groningen veld. Zie sectie A-A' in Figuur B2

COMPACTIE OVER BREUKEN...

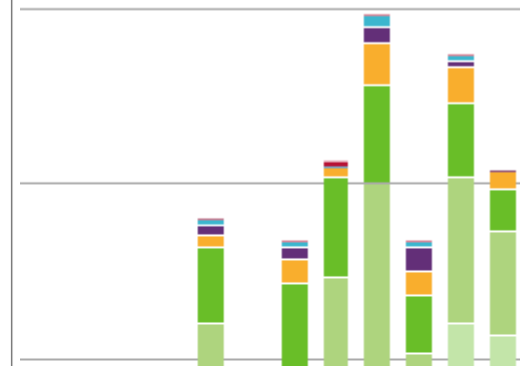
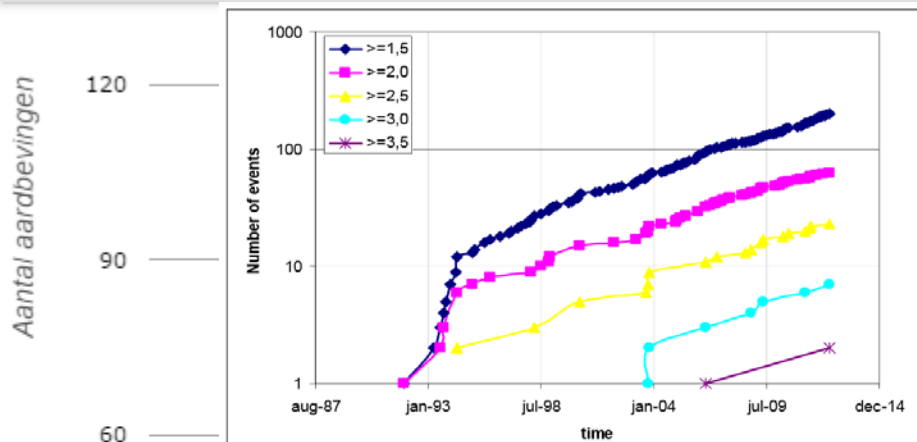
Uniforme daling



Daling aan weerszijden breuk..



AARDBEVINGEN NAAR ZWAARTE

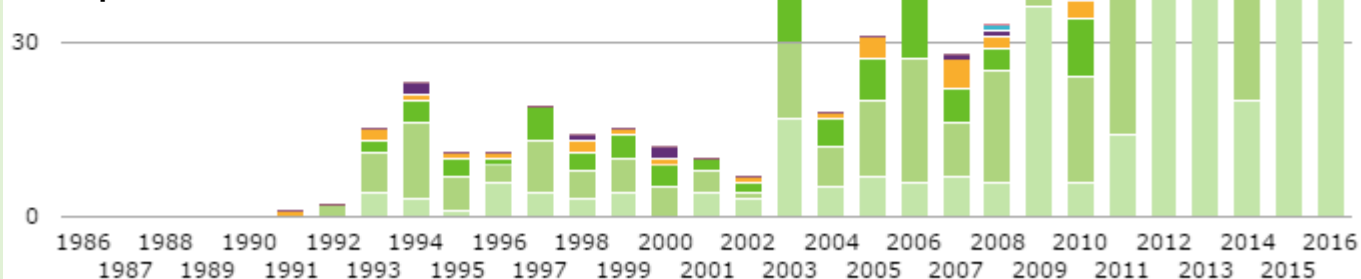


Periode <http://feitenencijfers.namplatform.nl>

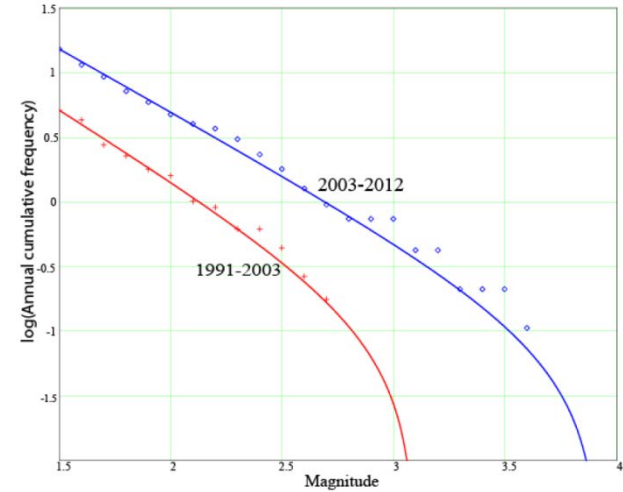
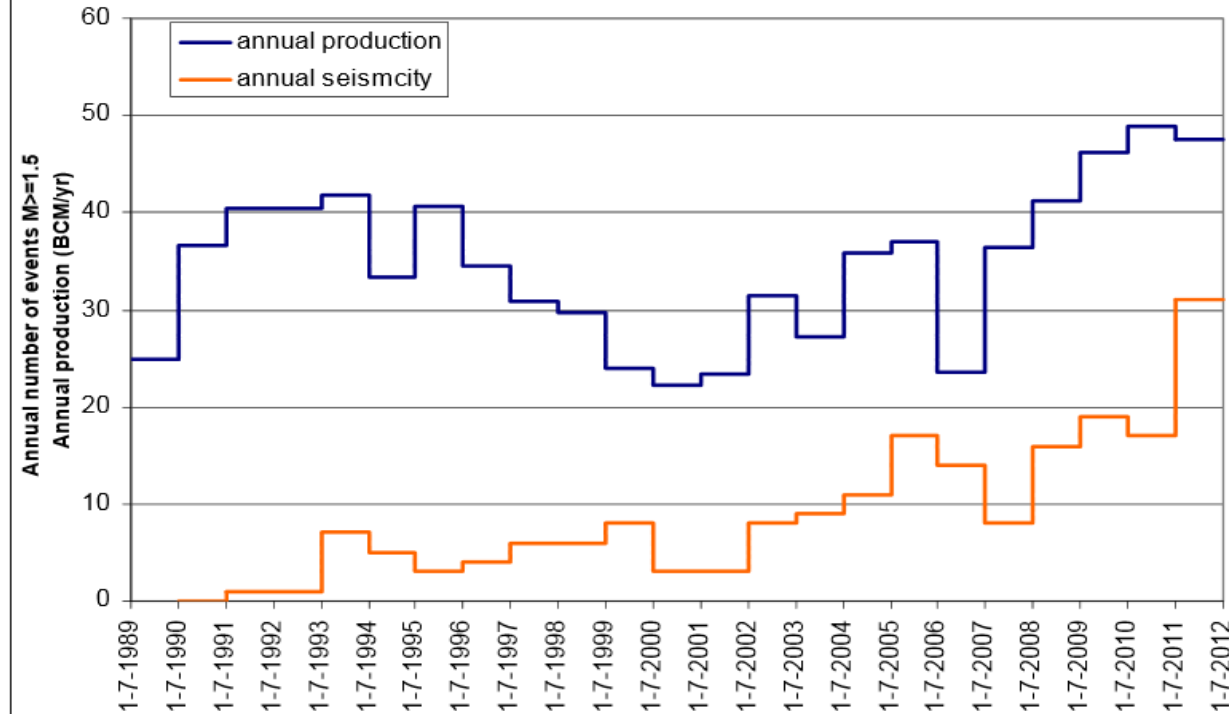
1986 t/m 2016

Magnitude

- ☒ $< 1,0$
- ☒ $< 1,5$
- ☒ $< 2,0$
- ☒ $< 2,5$
- ☒ $< 3,0$
- ☒ $< 3,5$
- ☒ $\geq 3,5$

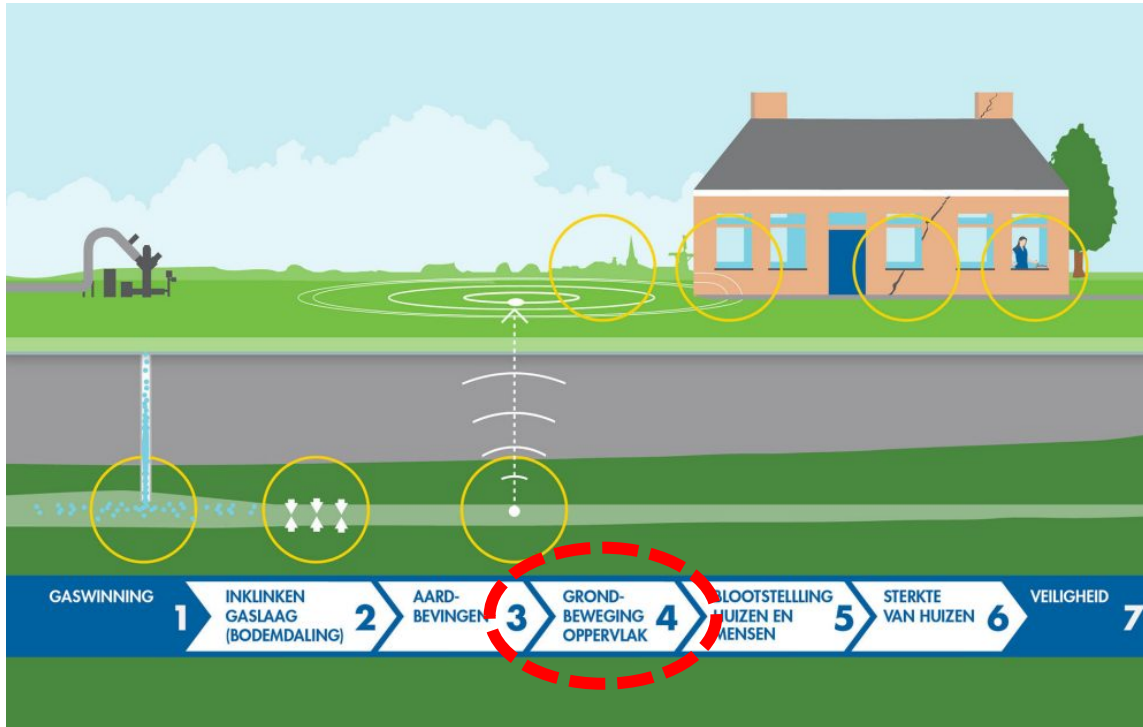


AARDBEVINGEN EN PRODUCTIE?



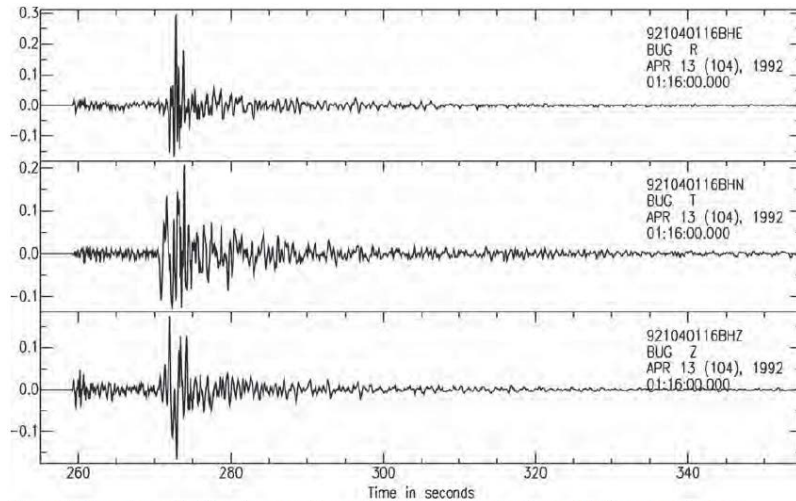
Flinke toename in aantal en zwaarte aardbevingen en daarmee kans op echt zware aardbeving

GASWINNING EN SCHADE?!



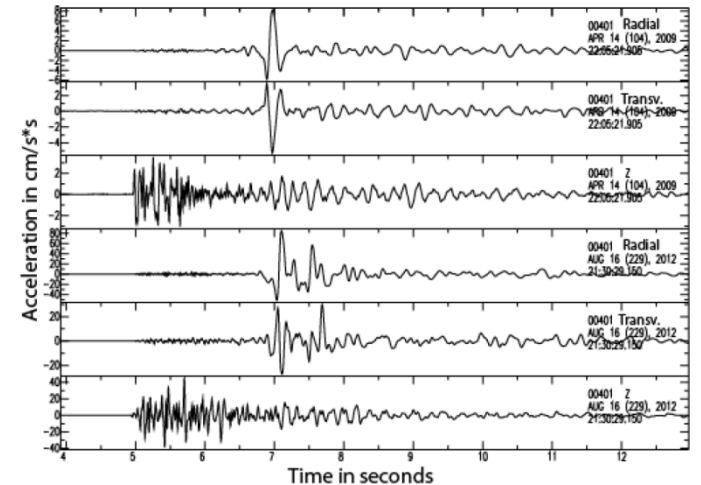
PGV EN PGA

Peak Ground Velocity (m/sec):



Figuur 2.5 Gemeten snelheid in m/sec voor de magnitude $ML = 5.8$ aardbeving op 100 kilometer epicentrale afstand (Roermond 1992) gemeten in station BUG in Duitsland. Bovenste component geeft radiale snelheid, middelste geeft transversale snelheid en onderste de verticale snelheid. (Dost en Kraaijenpoel,

Peak Ground Acceleration (m/sec^2)
(verandering van snelheid):



4. Comparison of acceleration recorded in station Middelstum-1 for the April 14, 2009, $ML = 2.7$ (top records) and the recent August 16, Huizinge event (bottom three records). From top to bottom: 090414- (al, 2=transverse, 3=vertical) and 120816- (4= radial, 5=transverse, 6= vertical).

PGA

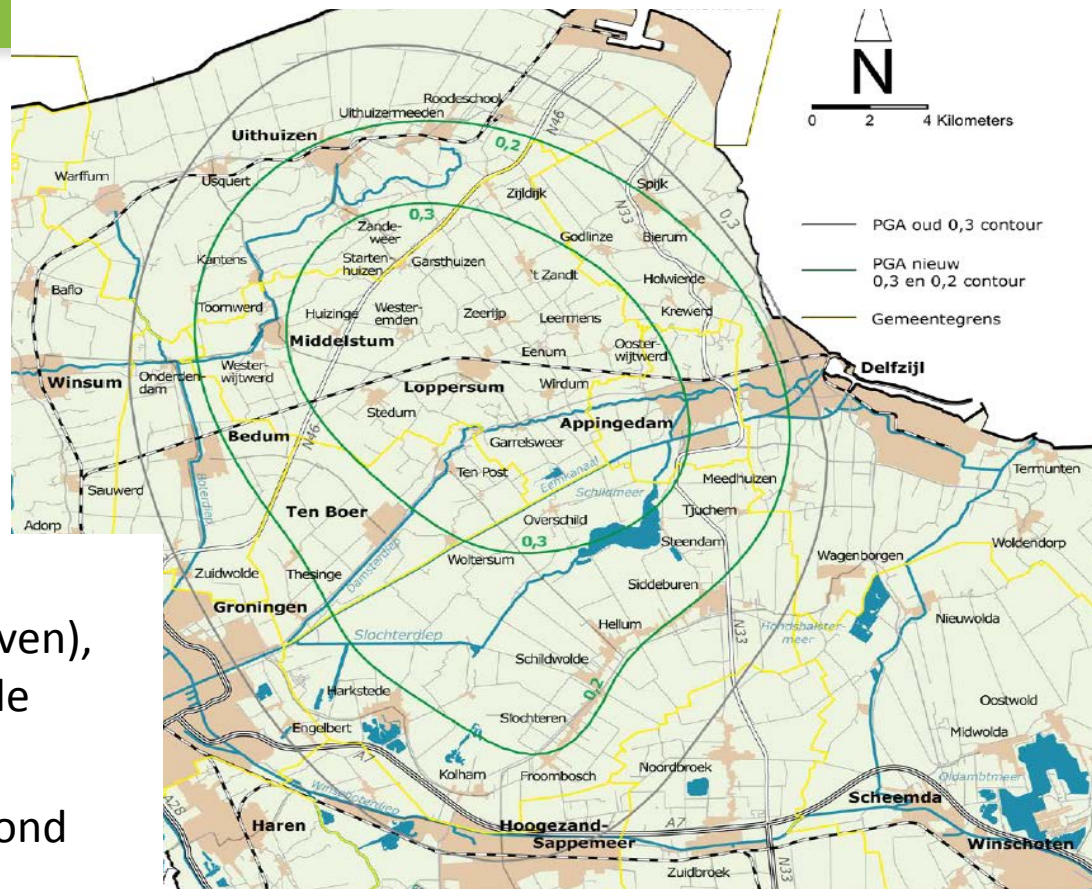


Peak Ground Acceleration:

Aardbevingen veroorzaken trillingen (golven),
wat is mogelijk grootste versnelling van de
bodem?

= energie beving + hoe reageert ondergrond
(diep en ondiep!)

Nieuwe modellen: naar beneden bijgesteld (KNMI).
Veel minder groot gebied..



Figuur 1: PGA-contourenkaart met PGA-contour van de oude KNMI-kaart uit mei 2013 (grijs, 0.3 contour) en nieuw KNMI-kaart uit oktober 2015 (groen, 0.3 en 0.2

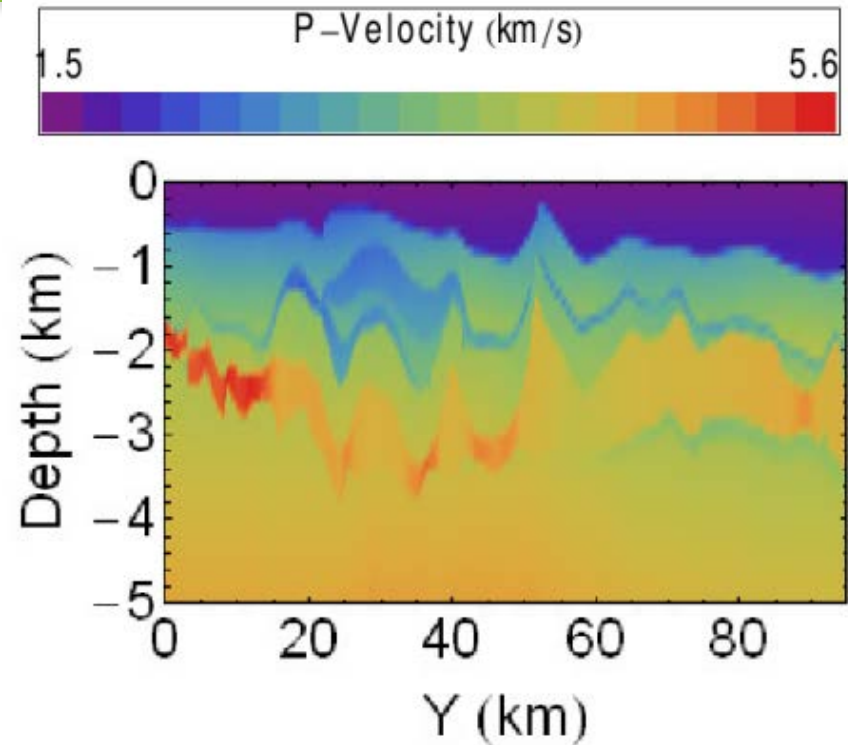
DIEPE ONDERGROND

Hoe verspreiden golven zich?

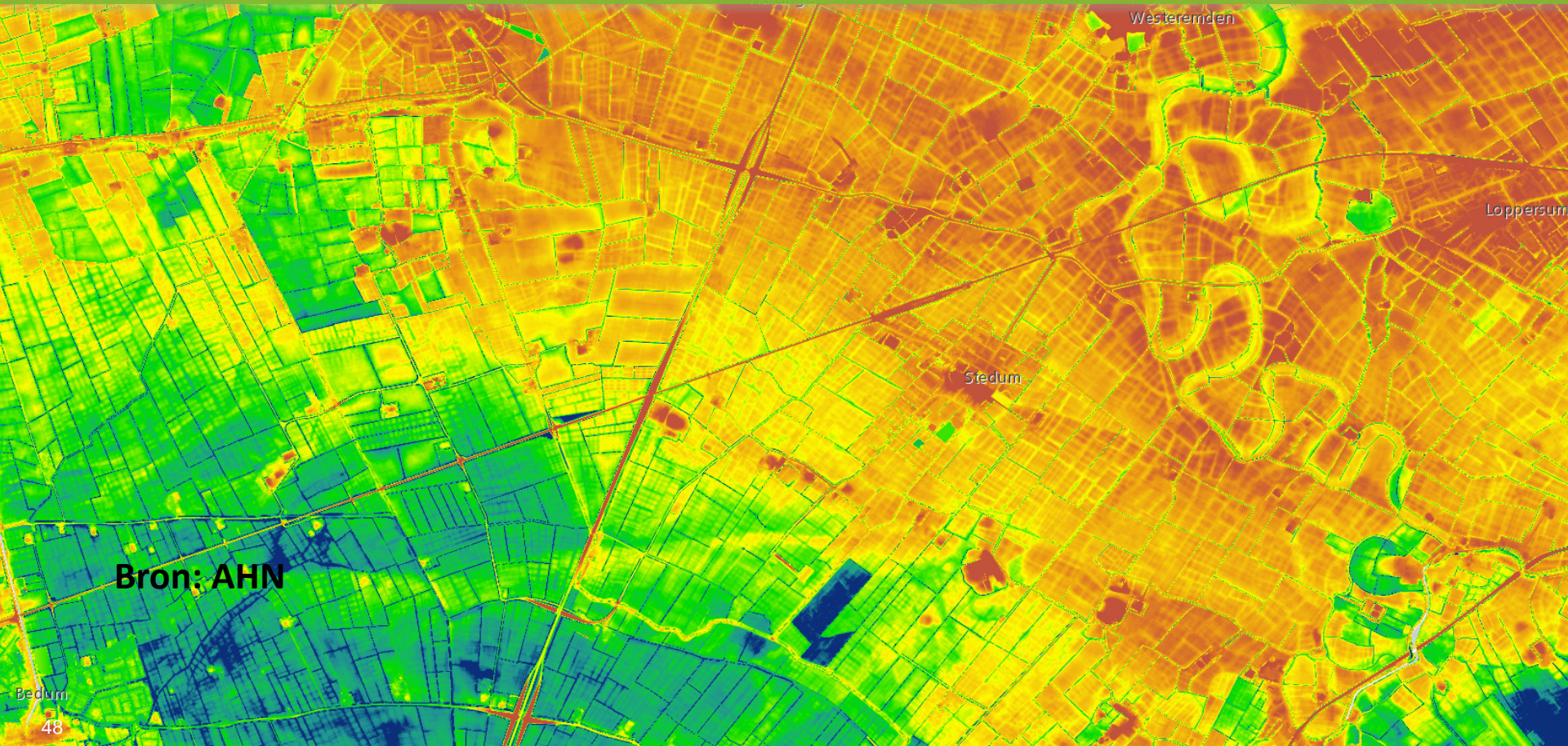
Rol zoutpakket?

Zout = schokdemper en
verstrooier

Zou in beweging kunnen
komen



STERK WISSELENDE ONDIEPE ONDERGROND



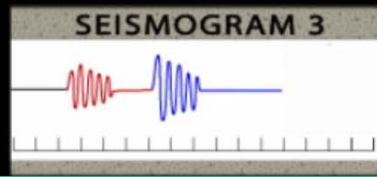
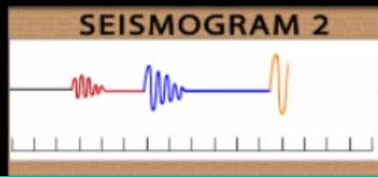
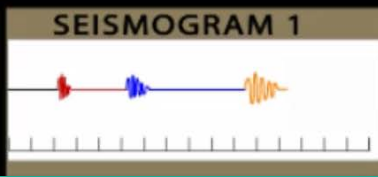
ONDIEPE ONDERGROND: VERSTERKT OF NIET?



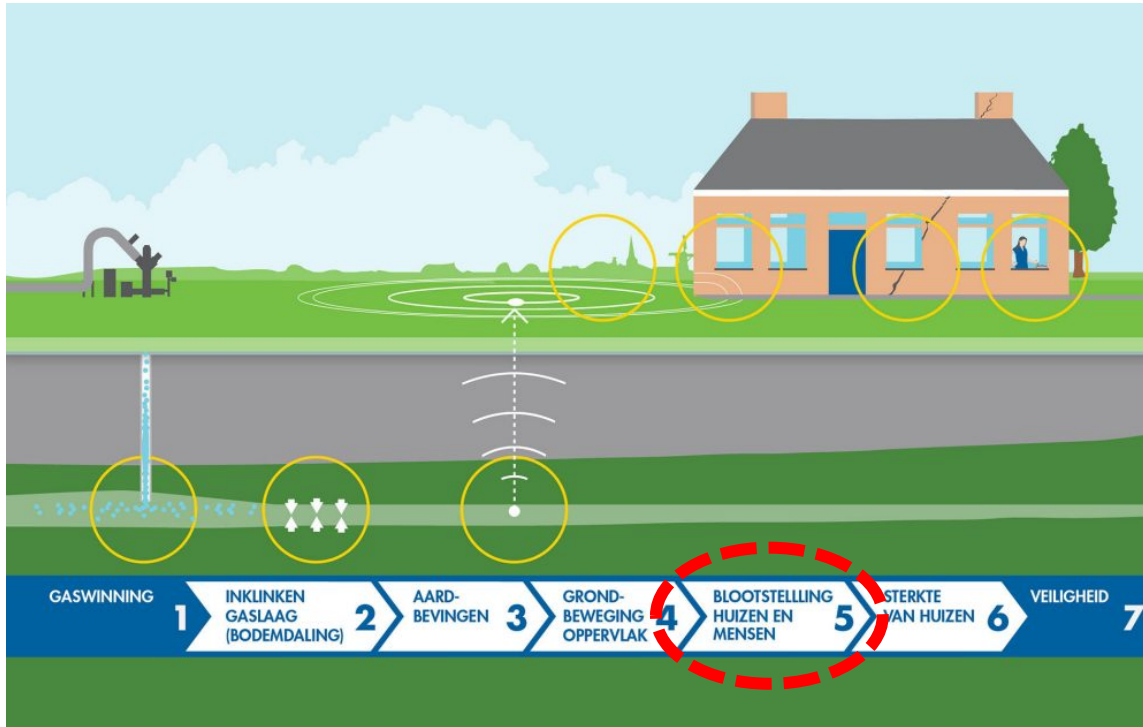
Dus: verder van beving toch meer schade?!

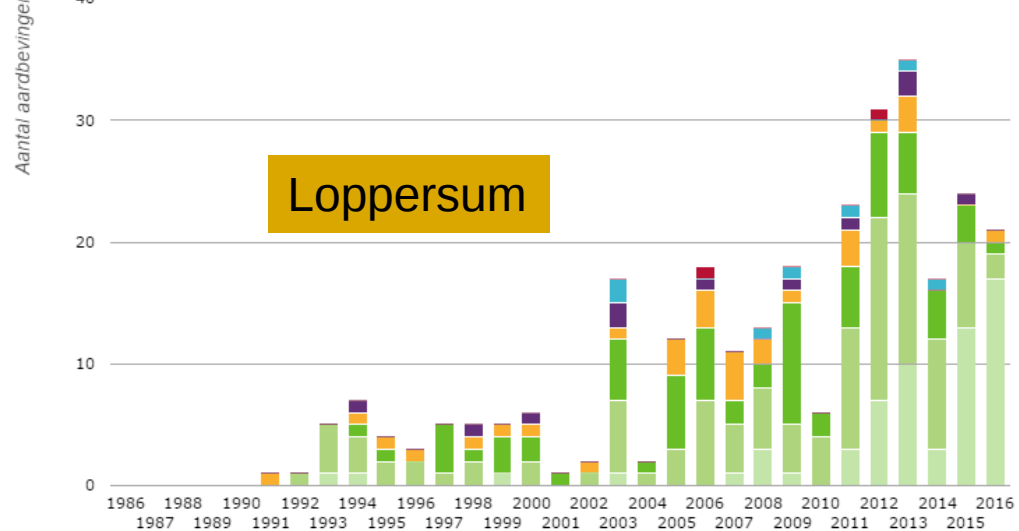
High frequency/low amplitude ←

→ Low frequency/high amplitude

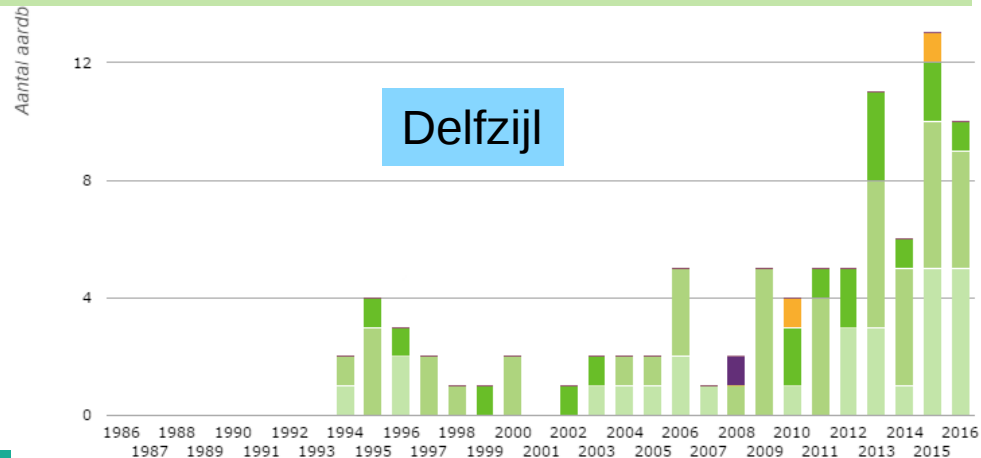


GASWINNING EN SCHADE?!





Totaal aantal aardbevingen weergegeven in de grafiek: 293

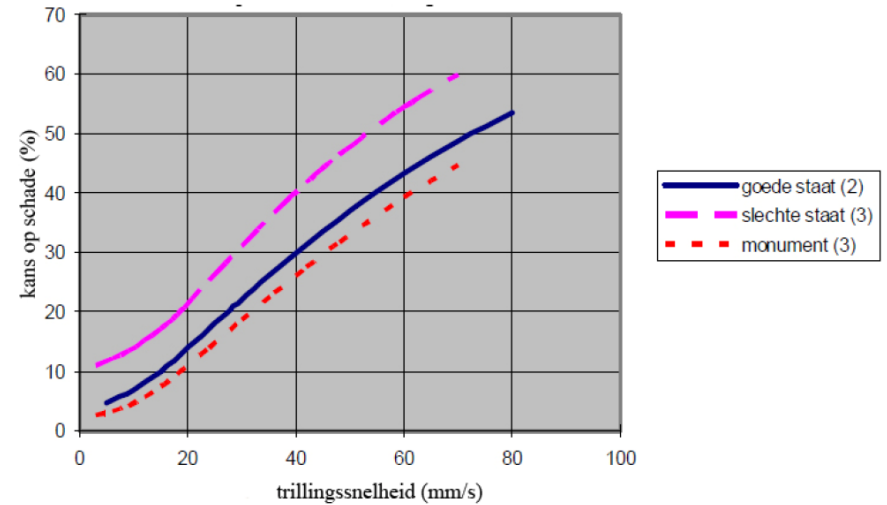
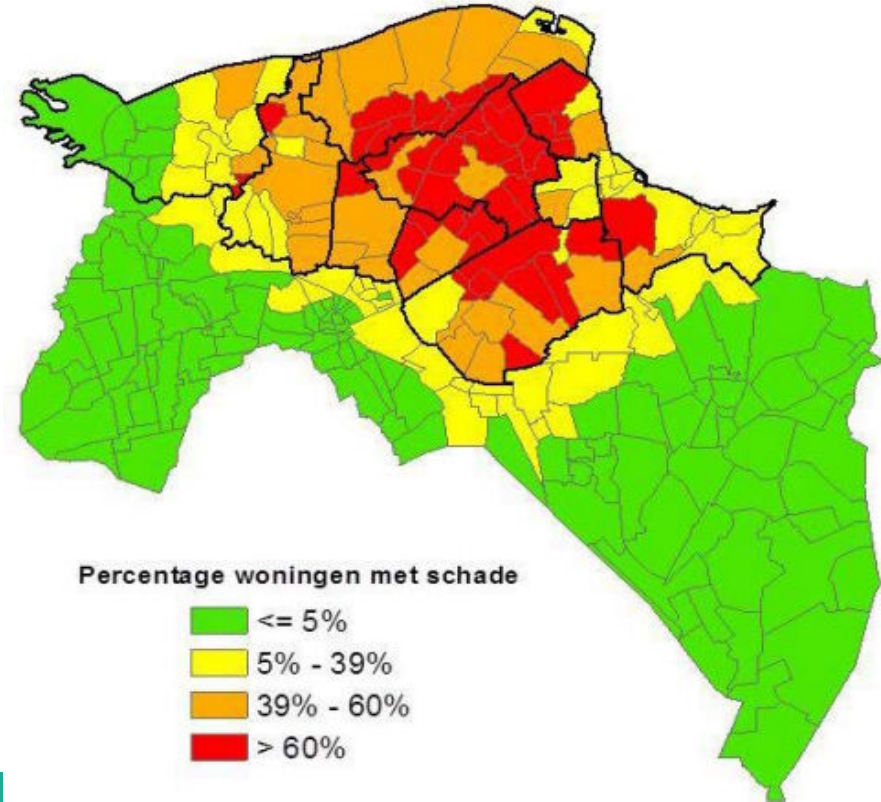


Naar aanleiding problemen:
centrale deel minder
winning, randen juist meer...

SCHADE BUITEN PGA CONTOURLIJNEN (UITERAARD)



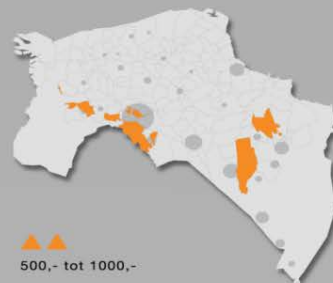
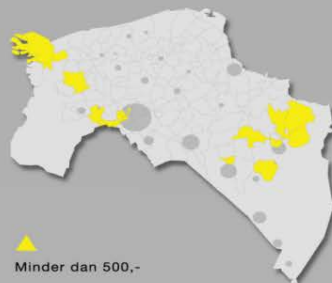
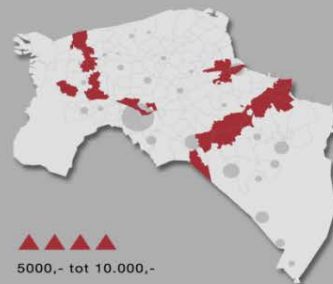
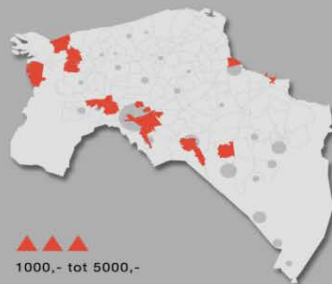
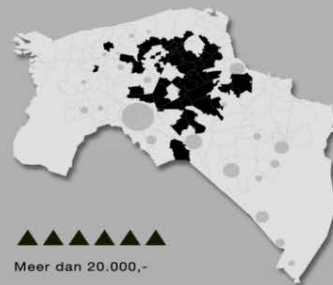
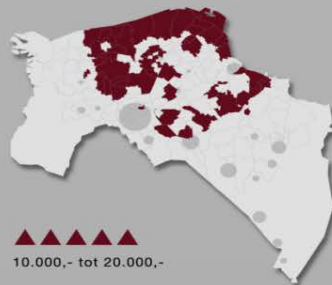
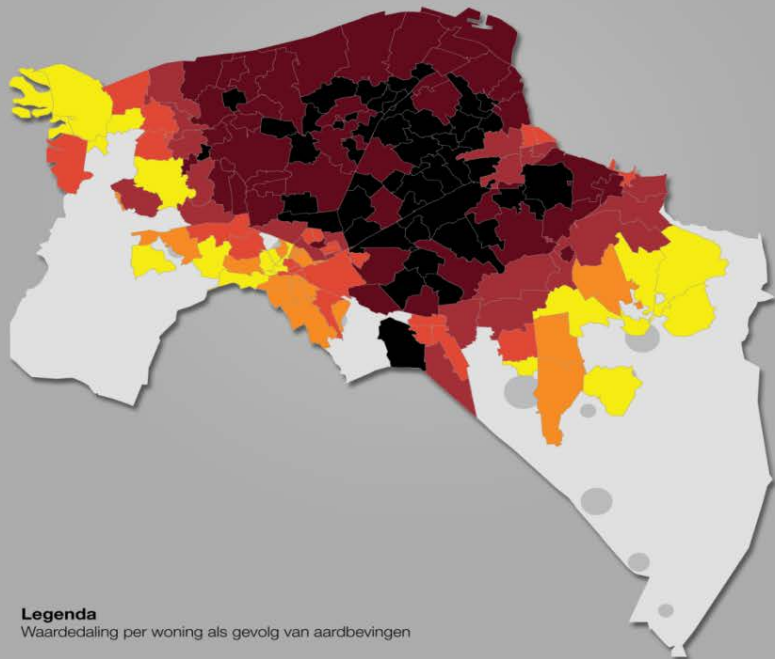
SCHADE?





GEODIENST

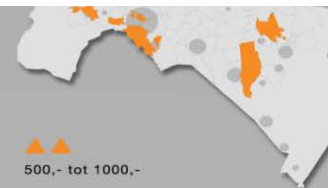
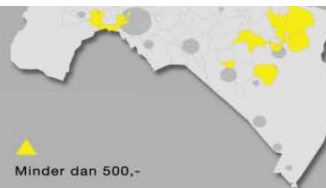
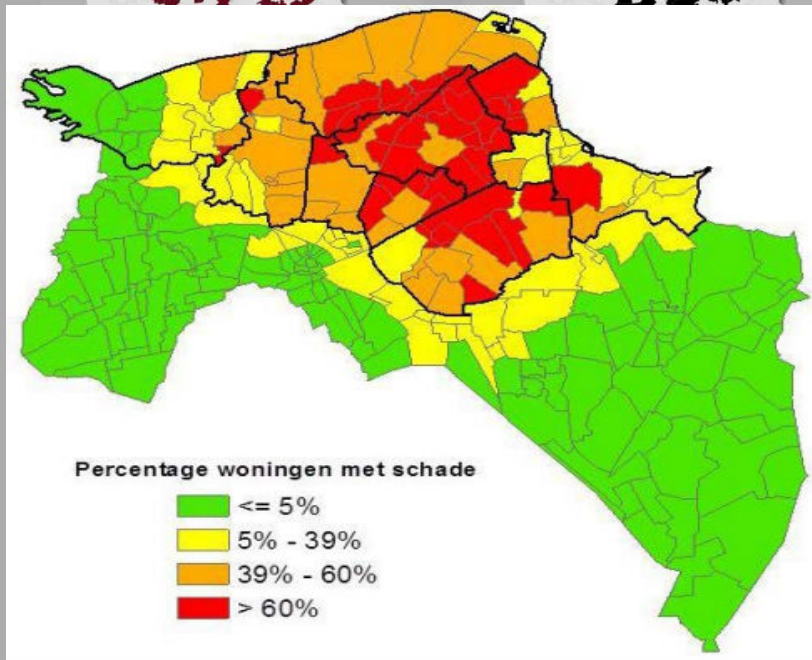
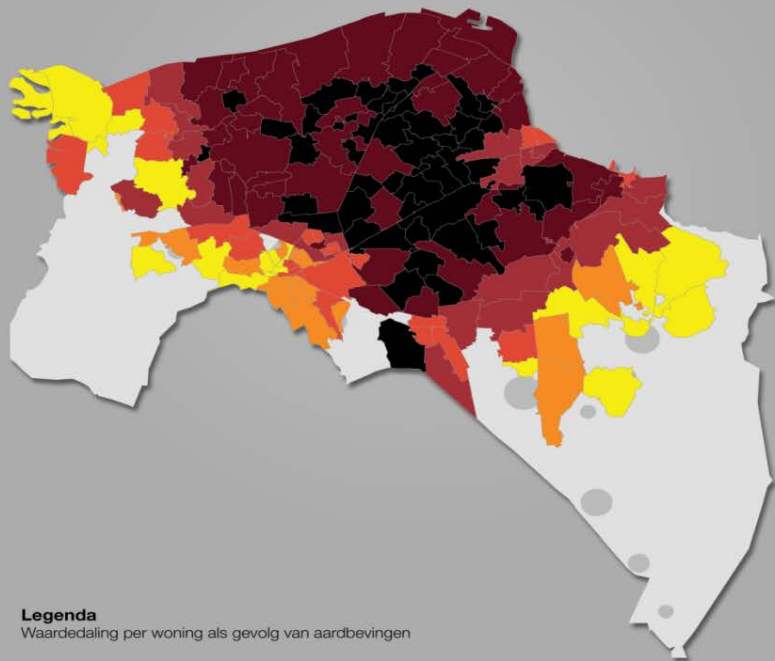
Waardedaling per woning als gevolg van aardbevingen Per postcodegebied



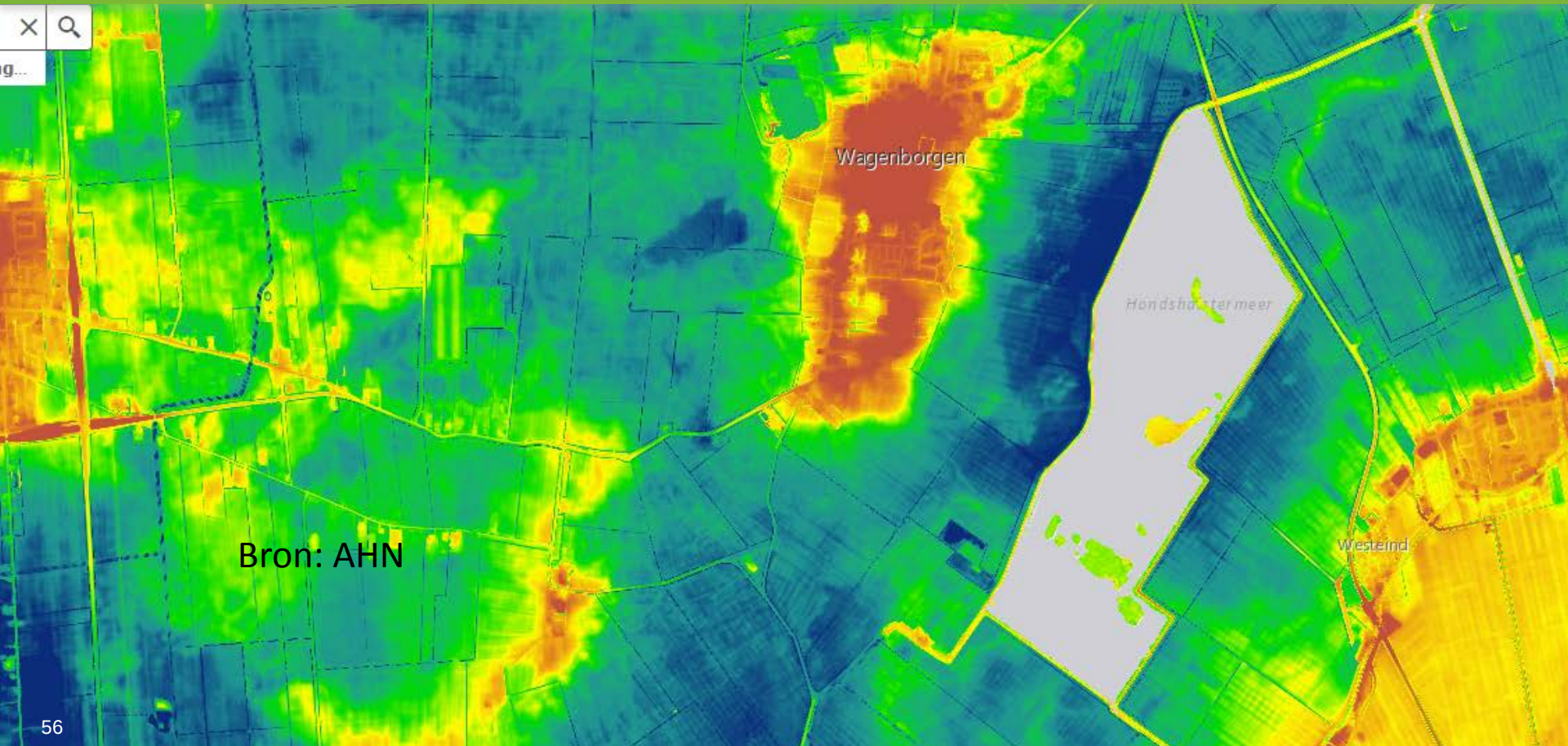


GEODIENST

Waardedaling per woning als gevolg van aardbevingen Per postcodegebied

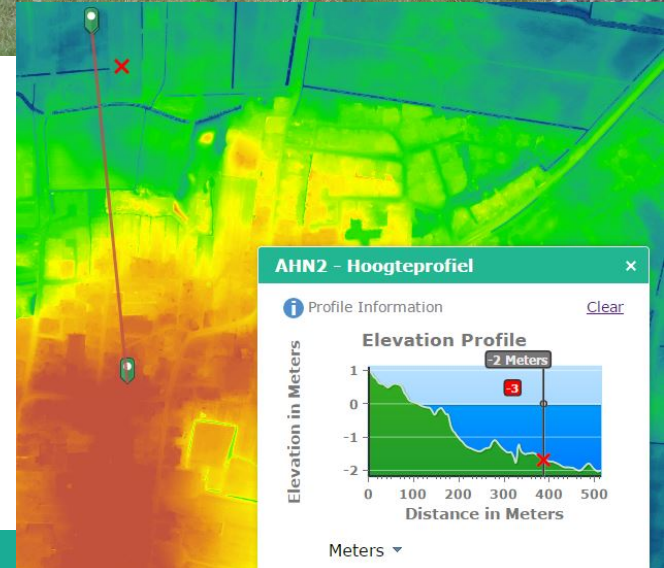


SCHADE? ONDIEPE ONDERGROND?



SCHADE

...maar door aardbeving?
Of niet? Arbitragezaak...
Stevig zand, of juist niet...

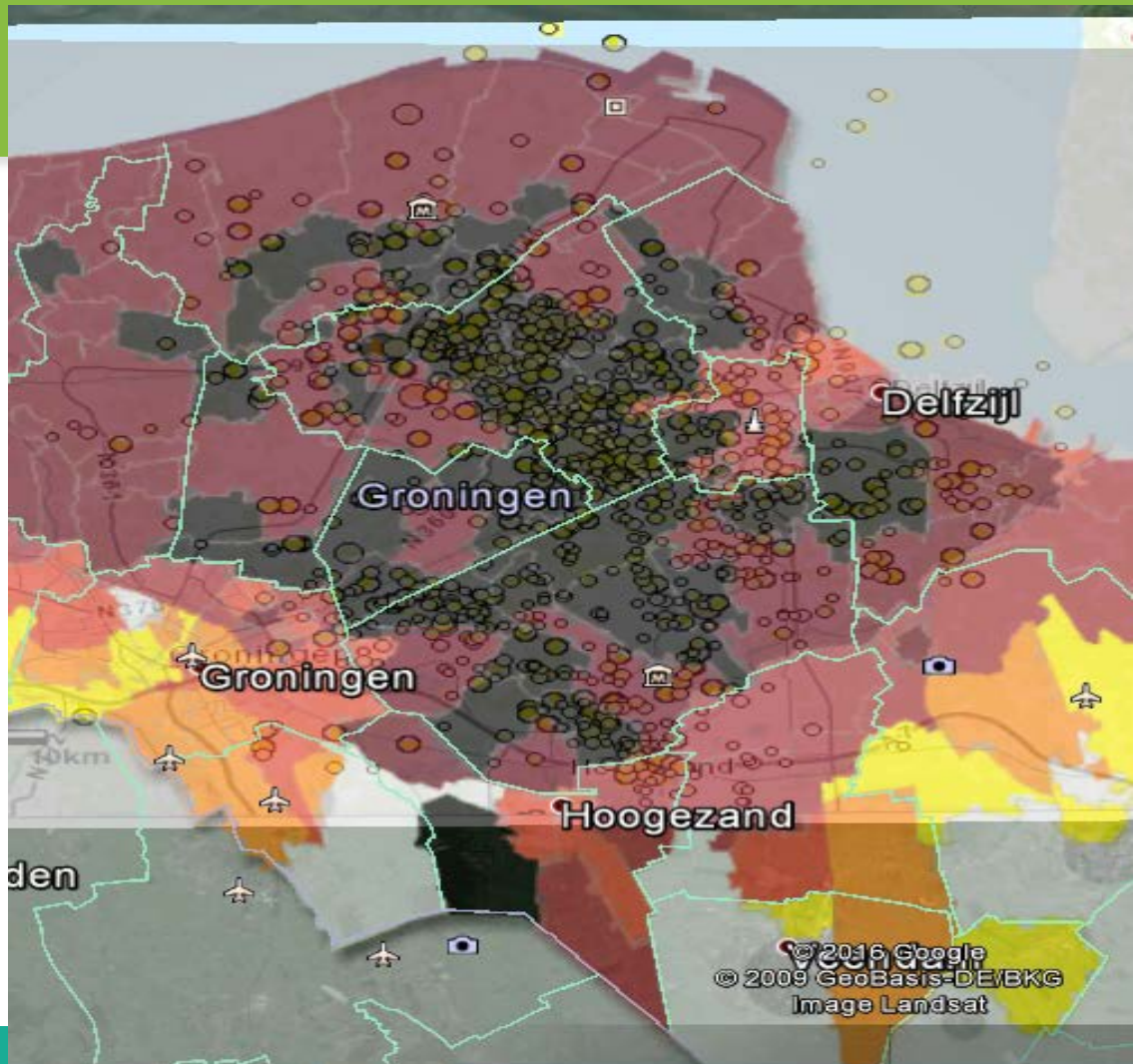


SCHADE?!

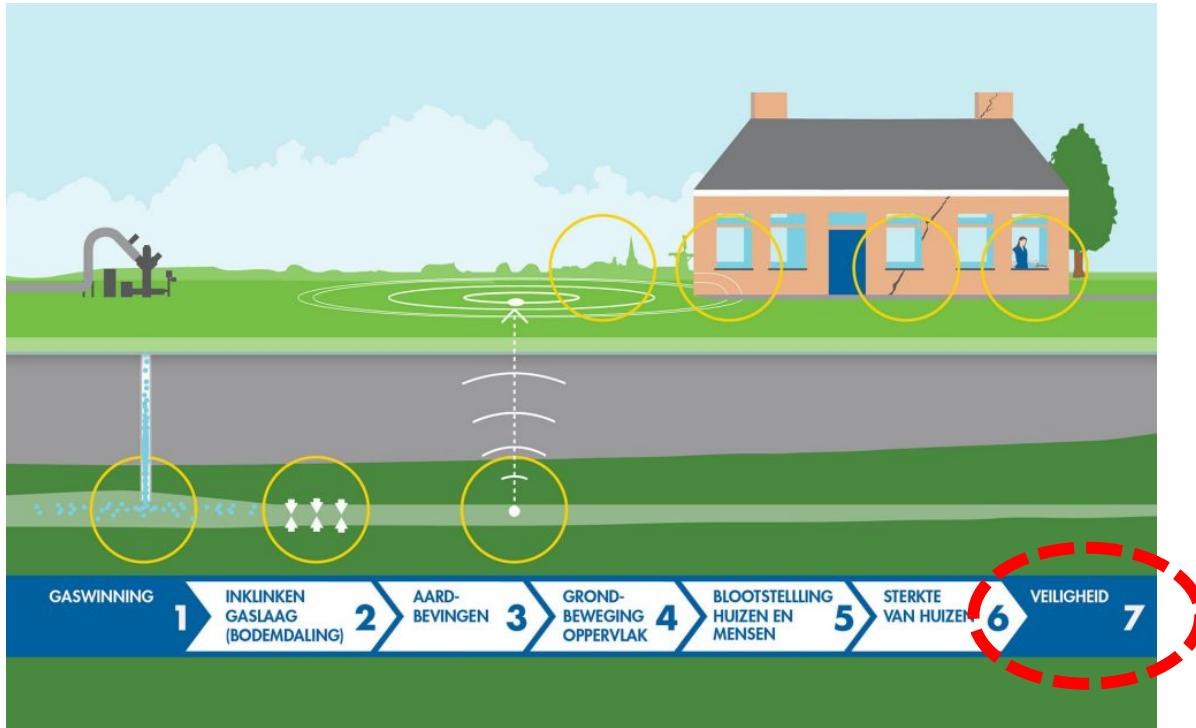
WOZ-waarde daling vs
aardbevingen

Is niet gelijk aan schade
of aardbevingsgebied!

‘reputatieschade’



GASWINNING EN SCHADE?!



VEILIGHEID?

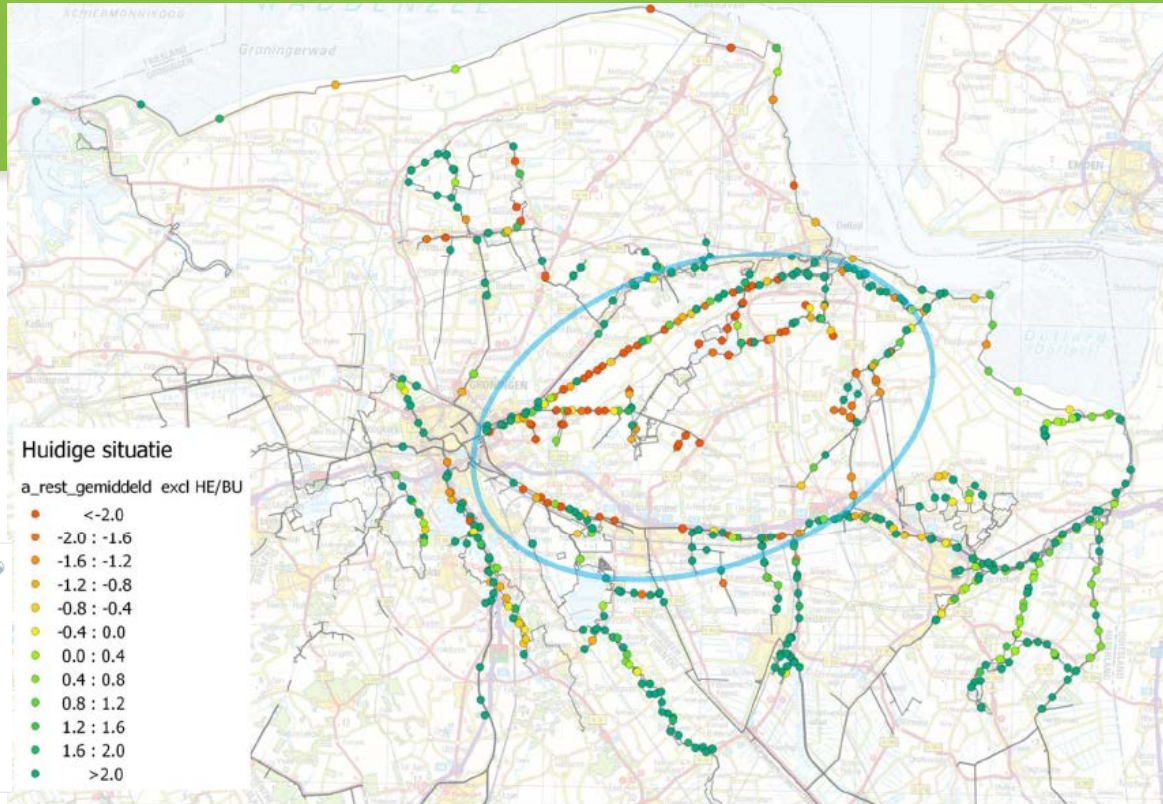
Waterkeringen



Bewogengroninger @bewogengroninger · Nov 5

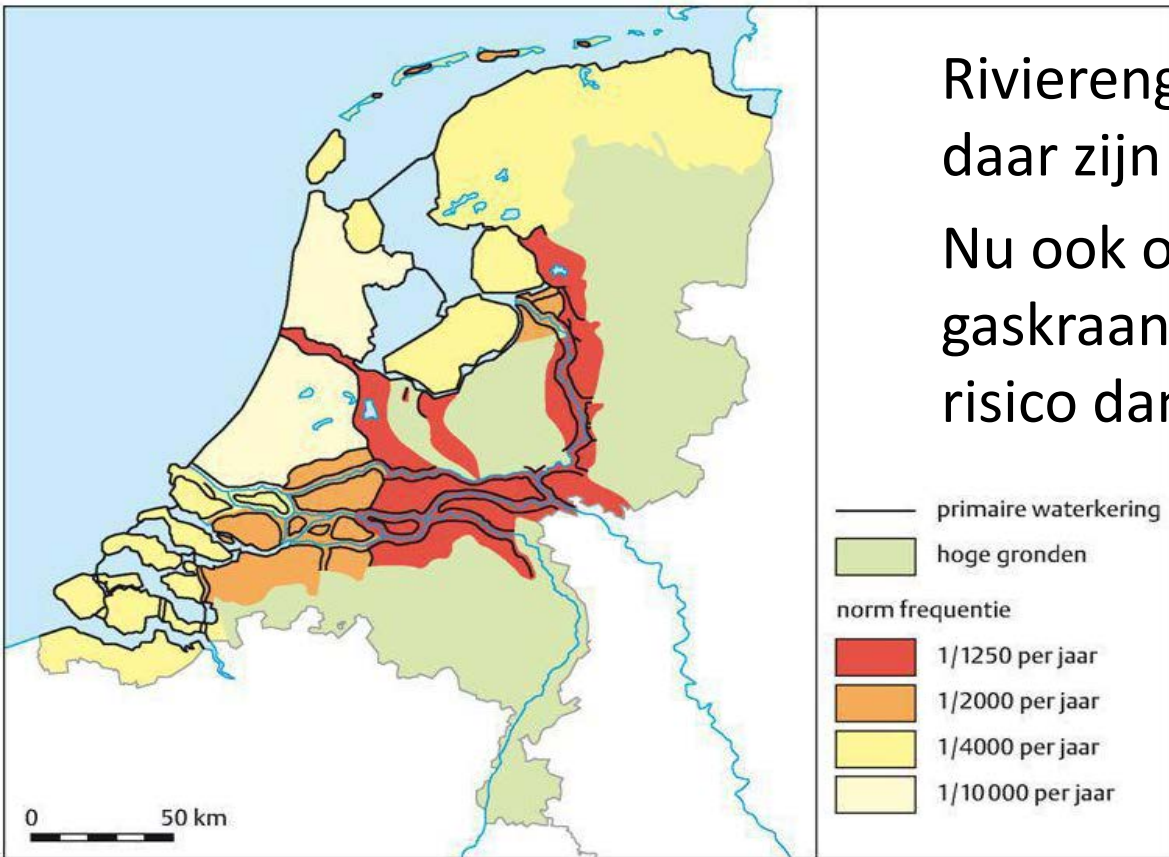
In Groningen leven we met de angst dat de dijken breken door de bevingen en bodemdaling. Daarom kan ik niet kijken naar [#alsdedijkenbreken](#).

6 3



Figuur 4.2: Verschil tussen de sterkte en de door KNMI voorspelde belasting (uitgedrukt als verschil in de piekversnelling in m/s^2 , voor een equivalente terugkeertijd van 1/475 per jaar, met een gewogen middeling over de ondergrondscenario's bij 100% van de norm), bij de huidige situatie (waarin nog niet alle keringen zonder aardbevingsbelasting al op normsterkte zijn). Locaties waar de huidige keringen niet voldoen bij aardbevingsbelasting zijn in geel – rood aangegeven. De aanbevolen prioriteit ligt op de locaties in het blauw omcirkelde gebied: (1) het Eemskanaal (Noord en Zuidzijde), (2) het Schildmeer, (3) het Hondhalstermeer en (4) het Winschoterdiep

VEILIGHEIDSNORM IN NL?



Rivierengebied! (overstromingen, daar zijn we bekend mee in NL)

Nu ook op Groningen toegepast: gaskraan moet dicht, anders meer risico dan in rivierengebied.

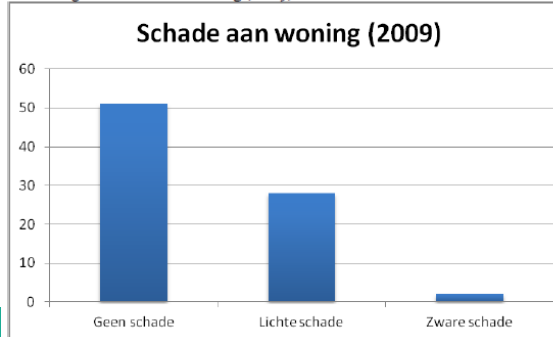
VEILIGHEID EN SCHADE



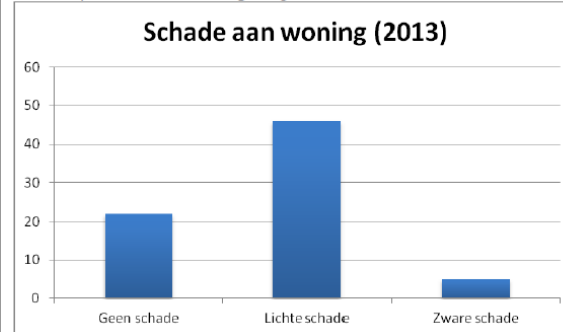
VEILIGHEID IN GEDRANG....



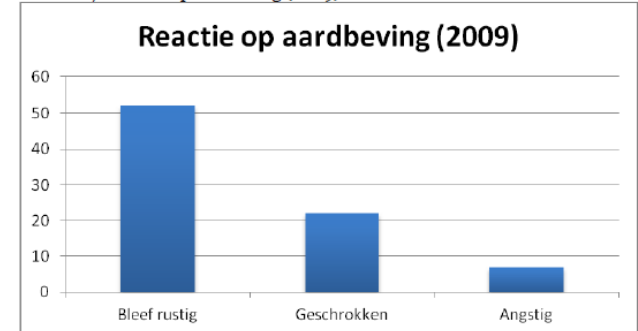
Grafiek 23: Schade aan de woning (2009)



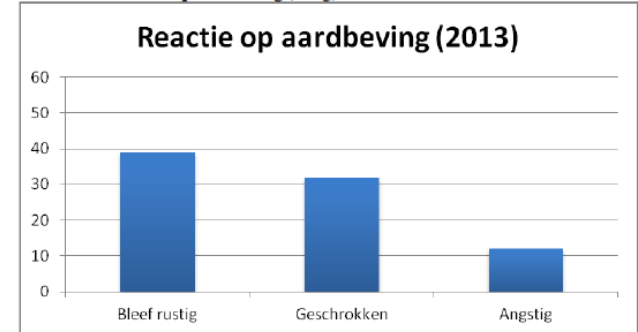
Grafiek 24: Schade aan de woning (2013)



Grafiek 27: Reactie op aardbeving (2009)



Grafiek 28: Reactie op aardbeving (2013)



VEILIGHEID? GELD?

Bewogengroninger Retweeted

 **Eelco Eikenaar** @eelcoeikenaar · Oct 27

Dit bericht is exemplarisch. Lees dit en je weet meteen waarom een oplossing voor de ellende er maar niet komt



Tien procent vergoeding gaat naar herstel bevestigingsschade

Tien procent van de schadevergoeding voor bevestigingsschade wordt gestoken in bouwwerkzaamheden. Dat meldt de Volkskrant. Veruit het gr...

rtvnoord.nl

totale baten (per eind 2017):	€ 333.000.000.000
Overheid incasseert 92%:	€ 306.000.000.000
aantal inwoners NL:	17.000.000
waarvan in Groningen:	600.000
perc. Groningers in NL:	3,5%

al betaald (van €306 miljard):	0,3%
nog te betalen (3,5 - 0,3):	3,2%
(rente: komt later wel)	
(verdere schadevergoeding: komt later wel)	
3,2% van € 306 miljard:	

TE BETALEN:
€ 9.800.000.000
=
10 MILJARD EURO

INTERDISCIPLINAIR

Zoals zoveel Ak-onderwerpen!

- Aardbevingen
- Bodemgesteldheid
- Schade
- Menselijk gedrag
- Economie vs veiligheid
- Andere bronnen van energie
- Leegloop regio en inversteren (nul-energie huizen)

DONDERDAG 3 NOVEMBER 2016, 20:18

Heeft Duitse gaswinning invloed op Groningse bevingen?



(Foto: Jos Schuurman / FPS)

Heeft de Duitse gaswinning in de Eems invloed op het Groningse gasveld en dus ook op aardbevingen en bodemdaling? Op die vraag eist de Tweede Kamerfractie van GroenLinks antwoord van minister van Economische Zaken Henk Kamp.

MEER INFO

<http://feitenencijfers.namplatform.nl>

<http://aardgas-in-nederland.nl/>

<http://www.dinoloket.nl>

<http://www.ahn.nl>

<http://www.earthlearningidea.com/>

https://www.iris.edu/hq/inclass/animation/buildings_bedrock_effects_of_amplification_liquefaction

<http://destillebeving.com/>