

Spatial Planning, Safety and Risk Governance

Speciaal themanummer:

Groningse aardbevingen

Abstracts

Je voor 't karretje laten spannen maar dan 't liefst anoniem

B.J.M. Ale

Het voortijdig einde van de Groningse gaswinning

Hoe het kind met het badwater werd weggegooid J.

Hagoort

Energie uiteengezet *Rekenen op energie, rekenen aan energie*

H. Damveld

Gaswinning en energietransitie in aardbevingsland

C.A.J. Vlek



Speciaal themanummer Groningse aardbevingen

Abstracts	p. 3
Je voor het karretje laten spannen <i>maar dan 't liefst anoniem</i> B.J.M. Ale	p. 4
Het voortijdig einde van de Groningse gaswinning <i>Hoe het kind met het badwater werd weggegooid</i> J. Hagoort	p. 7
Energie uiteengezet <i>Rekenen op energie, rekenen aan energie</i> H. Damveld	p. 21
Gaswinning en energietransitie in aardbevingsland C.A.J. Vlek	p. 44
Colofon	p. 48

Editorial abstracts

Editorial abstracts

All articles in this special issue of RV&R (RV&R being the abbreviation of the name of this journal) are about the Groningen earthquakes caused by the gas extraction.

The editorial staff normally write extensive abstracts on this page of the articles as a service for non-Dutch readers. By doing so the reader can review whether the article is of their interest and approach the author for further correspondence and questions. However due to shortage of men power at this moment the editorial staff couldn't presents its abstracts of the articles in this issue of RV&R. Publishing on time schedule was given priority to postponing the publishing date.

The abstracs will shortly be published in a comprehensive issue.



Je voor het karretje laten spannen, maar dan 't liefst 'anoniem

Discussie / column

B.(Ben) J.M. Ale ¹

Een nieuw panel van hoogleraren heeft advies uitgebracht over risicobeleid en veiligheidsmaatregelen bij geïnduceerd aardbevingsrisico. Daarin staan weer interessante beschouwingen in over het individuele en het groepsrisico. Maar er zijn meer zaken die opmerkelijk zijn aan het advies van het panel.

Om met het individuele risico te beginnen. Het panel vindt het hanteren van veiligheidsfactoren methodologisch onjuist. Toch is het hanteren van veiligheidsfactoren soms zo gek nog niet. Veiligheidsfactoren zijn uitermate nuttig gebleken bij omstandigheden, waarin de eigenschappen van materialen en de belastingen van constructies niet helemaal goed bekend zijn. Ze helpen om te voorkomen dat huizen en bruggen instorten en stoomketels ontploffen. Wie te scherp langs de grens construeert of bouwt krijgt instortende parkeerdekken als resultaat. Toen destijds de norm voor het individueel risico werd vastgesteld was bekend dat de berekeningen van het risico niet erg nauwkeurig waren en dat de berekende waarde voor de kans op overlijden wel een factor 10 van de werkelijke waarde kon afliggen. Dat wil zeggen dat wanneer 10^{-6} werd berekend de kans ook 10^{-7} of 10^{-5} kon zijn. De industrie vond destijds altijd het eerste en de natuurbeweging het laatste. Hoe het ook zij, het werd toen onwenselijk gevonden dat het overlijdensrisico door de industrie te dicht bij dat van het verkeer (10^{-4}) zou komen. En iemand kon ook nog aan meer dan één bron blootgesteld zijn. Te hoog was dus 10^{-5} , want dat kon ook 10^{-4} zijn. Te weinig was 10^{-7} , want dan zou de verwaarloosbaarheidsgrens op 10^{-9} moeten komen en dat is (was destijds) geschat als de kans op een super nova van de zon. Bleef over 10^{-6} . Wanneer de onzekerheid in de berekening verdisconteerd is in de norm, kun je bij toetsing van een berekend risico aan de norm verder het gemiddelde aanhouden. Veiligheidsfactoren zijn dan niet meer nodig.

Onzekerheid, norm en gebruik van een veiligheidsfactor

De commissie Meijdam heeft bij de norm voor geïnduceerde bevingen geen rekening gehouden met de onzekerheid in de berekeningen. Het aardbevingsrisico mocht gelijk zijn aan het maximale individuele risico veroorzaakt door overstromingen zoals vastgesteld in het "Delta-beleid", zijnde 10^{-5} . Dat is overigens een stuk hoger dan het gemiddelde over de laatste 100 jaar. Dat is $1.5 \cdot 10^{-6}$, een factor 6 lager, maar dit terzijde. Als je dus zeker wilt stellen dat niemand blootgesteld wordt aan een hoger risico en er zijn onzekerheden in de berekening van het risico, dan ontkom je er niet aan om die onzekerheden te betrekken in de toetsing van het berekende risico aan de norm. Dat noemt het hoogleraren panel een systematische overschatting van het risico. In bouw en andere ingenieursvakken noemt men dat veiligheidsfactoren. In de beleidsmatige discussie over het aardbevingsrisico hanteert men 10^{-4} (P90). Dat betekent dat er 90% kans moet zijn dat het risico in een woning beneden de 10^{-4} ligt. Met dat construct is dus niets mis. Het is een ingewikkelde manier om een veiligheidsfactor te definiëren. Het moet toegegeven worden dat het systematisch uitwerken van alle kansverdelingen van alle betrokken grootheden en die kansverdelingen convolueren een wetenschappelijk betere benadering is. Probleem is dan wel dat er meestal nog wel schattingen zijn van de spreiding maar dat het bepalen van de vorm van de verdeling helemaal problematisch is, en die heb je wel nodig als je die convolutie operatie wil uitvoeren.²

¹ Ben Ale Risk Management Advice, Emeritus hoogleraar Veiligheid en Rampenbestrijding TU Delft, ben.ale@xs4all.nl

² En ik ga in dit stukje maar niet in op continuïteit en integreerbaarheid van functies en Laplace transformatie. Dan haakt op dit punt iedereen af en we moeten het nog over het groepsrisico hebben.

In de praktijk ontkom je meestal niet aan het hanteren van veiligheidsfactoren.

Zoals in “Risk, an Introduction” [1] en in allerlei andere geschriften, lezingen en colleges door mij gegeven heb uitgelegd is er geen enkele reden waarom de getalswaarde van het individuele risico gelijk zou moeten zijn aan de getalswaarde van de kans op een ongeluk met meer dan 1 dode.³ In de oorspronkelijke afleiding van de grenswaarden voor het individueel en het groepsrisico waren die getallen respectievelijk 10^{-6} en 10^{-3} gebaseerd op de situatie rond een LPG-tankstation, waarvoor nog eerder een beleidsmatige beslissing was genomen. Hoewel dat aan kamerleden met een bèta achtergrond nog wel viel uit te leggen, bleek dat voor het overgrote deel van de kamerleden toen al zo moeilijk dat het stuk van de groepsrisiconorm tussen 1 en 10 doden maar werd gestippeld, hetgeen allerlei mensen er later weer toe bracht te stellen dat het groepsrisico pas bij 10 doden begon. En zo is dat dan ook in de AMvB's van de externe veiligheid terecht gekomen.

Het groepsrisico is een maat voor de kans op en de omvang van een ramp. De omvang is hierbij uitgedrukt als het aantal geschatte doden, bepaald via het rekenvoorschrift. Het groepsrisico is dus afhankelijk van de geografische omvang van de activiteit en van de bevolkingsdichtheid, de verdeling rondom die activiteit en de tijd dat personen aanwezig zijn. Voor een transportroute bijvoorbeeld is het groepsrisico afhankelijk van de lengte van de transportweg. Vandaar dat de grenswaarde voor transport altijd werd uitgedrukt per kilometer route. De discussie over het gewenste antwoord op de politieke vraag of je 10 doden bij één ongeluk erger zou moeten vinden dan 10 doden één voor één duurt al decennia voort en wordt aangezwengeld voornamelijk door mensen die vinden dat mensen dat eerste niet moeten vinden. Het recente ongeluk met de Stint laat maar weer eens zien dat het aantal doden tegelijk invloed heeft op wat er daarna gebeurt, maar dat terzijde.

Het panel wil – gegeven de voorzitter voorspelbaar – van het groepsrisico af. Dat wilde de minister van EZ kennelijk nog even expliciet in het advies, want hij heeft er speciaal naar gevraagd. Misschien dat in de nabije toekomst I&W dit advies ook gebruikt om het nadenken over het groepsrisico maar helemaal uit te bannen. Groepsrisico en een grens aan het groepsrisico zijn niet hetzelfde. Grenzen stellen heeft in Groningen niet veel zin meer. Daar is de zaak nu zoals hij is. Niettemin is het wellicht niet onverstandig na te denken over het oprichten van gebouwen met heel veel mensen erin, zoals ziekenhuizen en flats, in het aardgasbevingengebied. Misschien moet je daar zelfs even mee wachten totdat je mag aannemen dat het beven is opgehouden. Dat is dan toch weer nadenken over het groepsrisico. Je kunt ook je kop in het zand steken. Helaas, het probleem verdwijnt niet als je ophoudt er over te praten. En beleid is echt meer dan alleen maar normeren.

Nog een klein punt is dat een overschatting van het risico met een factor 10 niet hetzelfde is als een overschatting van het aantal huizen dat boven een norm is met een factor 10. Daar gaat het hooglerarenpanel enigszins de mist in.

Geen illusies

Ik maak me over het aardgasbeleid in Groningen geen illusies. Het is gericht op beperking van de kosten. Die kosten bestaan uit herstel van schade en uit schadebeperkende maatregelen. Als schade-beperkende maatregelen nu meer dreigen te kosten dan de geschatte schade in de toekomst hanteert men het neo-conservatieve kosten-baten standpunt: dan liever de schade in de toekomst. Dat mensen daar last van hebben wordt niet gezien als kostenpost. Het panel van hoogleraren leent zich als instrument om de kosten te minimaliseren. Dat het panel onder leiding staat van een verklaard tegenstander van geld uitgeven aan veiligheid als het veiligheidsrisico een kleine kans heeft en zeker aan het voorkomen van rampen –want die hebben bijna per definitie een kleine kans– is geen toeval. Gelukkig heeft het panel steun en goedkeuring gekregen van deskundigen. Die willen wel allemaal anoniem blijven. Dat verbaast het panel. Dat laatste verbaast mij dan weer gegeven de reactie van de voorzitter van het panel toen ik een kopie van een email van hem aan mij aan de Raad van State had gezonden. Die

³ Bij de berekening van het individueel risico worden niet volledig dezelfde uitgangspunten gebruikt om de kans op overlijden te berekenen als bij het groepsrisico. Bijvoorbeeld de tijd dat een individu is blootgesteld aan de risicoactiviteit, om één van de factoren te noemen. Daarom is er aangaande de berekeningswijze al geen reden voor gelijkheid van de kans op 1 of meer doden (als groepsrisico) met de kans op 1 dode (als individueel risico).

anonimiteit heeft een groot voordeel. Niemand kan nagaan hoeveel deskundigen het waren, of die echt deskundig waren en of er nog belangen in het geding waren. Het is niet waarschijnlijk dat er Groningers bij waren en al zeker geen burgers uit het aardbevingsgebied, ook al zijn burgers volgens de voorzitter van het panel⁴, over het algemeen verstandiger dan de overheid.

Ik hoef niet anoniem te blijven. Ik vind beleid om de kans op rampen te verkleinen een goed idee. Ik vind ook dat je mensen niet als commodity moet behandelen. Ik vind ook dat je niet te veel moet beknibbelen op het herstel als hun leefomgeving naar de knoppen is of wordt geholpen. En ik ben niet anoniem. Reden dat het panel mij niet om commentaar heeft gevraagd?. Dat zij dan maar zo, sans rancune.

Rubigny, 5 november 2018

Verwijzingen

- [1] B.J.M. Ale, 2009. Risk an Introduction *The Concepts of Risk, Danger and Chance*, Taylor and Francis



⁴ Volkskrant, 26 oktober 2018.

Het voortijdig einde van de Groningse gaswinning

Hoe het kind met het badwater werd weggegooid

analyse / discussie

J.(Jaques) Hagoort ¹

Samenvatting

De déconfiture van de gaswinning in Groningen is terug te voeren op het besluit van de toenmalige minister van EZ in 2014 om de gaswinning op de oude voet voort te zetten. Het heeft een serie gebeurtenissen in gang gezet die onherroepelijk moesten leiden tot een voortijdig einde van de gaswinning.

Gaswinning met behulp van stikstofinjectie zou een technisch en economisch haalbaar alternatief zijn geweest om een einde te maken aan de door de conventionele gaswinning veroorzaakte aardbevingen en de winning tot het eind toe voort te zetten. De toenmalige minister van EZ en zijn adviseurs hebben in 2014 stikstofinjectie op oneigenlijke gronden afgewezen.

Inleiding

Op 28 maart 2018 kondigde minister Wiebes van EZK aan dat de Groningse gaswinning voortijdig zal worden gestopt [1]. De druppel die de emmer deed overlopen was de in 2016 gestarte versterkingsoperatie die dreigde te ontaarden in een permanente bouwput en een langdurige ontwrichting van het uitgestrekte Groningse aardbevingsgebied. Met zijn besluit kwam de minister tegemoet aan de getergde Groningers die er genoeg van hadden om dagelijks met de dreiging, overlast en onzekerheid van de door de gaswinning veroorzaakte aardbevingen te moeten leven. Met het dichtdraaien van de gaskraan wordt een verdere daling van de druk in de ondergrondse gasvoerende gesteentelagen tot staan gebracht en daarmee wordt de oorzaak van de bevingen weggenomen.

Stoppen met winnen kan natuurlijk niet direct, daar zijn eerst een groot aantal ingrijpende maatregelen voor nodig. De belangrijkste zijn het geforceerd terugbrengen van de binnenlandse vraag naar Gronings gas en het vervangen van het laagcalorisch Gronings gas door hoogcalorisch import gas dat dan wel moet worden aangelengd met stikstofgas. De minister schat dat de gaskraan in 2030 definitief dicht kan. Tot dat moment zullen de Groningers nog last blijven houden van aardbevingen maar in steeds mindere mate. De versterkingsoperatie kan naar verwachting aanzienlijk naar beneden worden bijgesteld.

De versnelde beëindiging van de gaswinning komt met een gepeperd prijskaartje. De import van gas en bijmenging met stikstofgas uit bestaande en nog te bouwen stikstoffabrieken maken het 'pseudo' Gronings gas aanzienlijk duurder dan het reguliere Gronings gas. Door de versnelde afbouw van de winning zullen de al ingeboekte gasbaten van de overheid verdampen. In de sector en in de regio zullen vele duizenden banen verloren gaan. En niet te vergeten, zo'n 10 tot 15 % van de winbare reserves van het Groningen gasveld blijven in de grond zitten: een inkomstenderving voor de overheid van op zijn minst 50 miljard euro.

Dat het in de laatste fase van de gaswinning in Groningen grondig is fout gegaan valt moeilijk te ontkennen. Nog in 2013, nadat driekwart van het winbare gas al naar boven was gehaald, gingen de overheid en de NAM er van uit dat de winning van het resterende gas zou voortduren tot ten

¹ Oud-hoogleraar reservoirtechniek TU Delft. jacqueshagoort@gmail.com

minste 2050. Tot die tijd zou Nederland kunnen blijven profiteren van de Groningse bodemschatten. Alle reden voor een ‘post-mortem’ analyse van de politieke besluitvorming rondom de Groningse gaswinning. Er zijn twee vragen die we willen beantwoorden. Allereerst, wat is er misgegaan in de politieke besluitvorming en wanneer? En ten tweede de hamvraag, had de déconfiture van de Groningse gaswinning voorkomen kunnen worden?

We beginnen met een tijdlijn van de belangrijkste gebeurtenissen sinds 2012. In dat jaar werd Groningen opgeschrikt door de zwaarste aardbeving tot dan toe in het dorpje Huizinge. Die beving zal de geschiedenis van de Groningse gaswinning ingaan als het begin van het einde. De tijdlijn eindigt in juli 2018 met het advies van de Mynraad over de omvang van de versterkingen in de afbouwperiode. Vervolgens zullen we een antwoord proberen te geven op de twee hierboven gestelde vragen.

Tijdlijn sinds 2012

2012

Nederland wordt zwaar geraakt door de mondiale financiële crisis. Het VVD-CDA minderheidskabinet Rutte 1 met het motto *Vrijheid en verantwoordelijkheid* krijgt onenigheid met de partner PVV over de omvang van noodzakelijke bezuinigingen. Het kabinet gaat in april ter ziele. In september zullen nieuwe verkiezingen worden gehouden.

Terwijl de verkiezingscampagnes worden voorbereid doen zich op 15 en 16 augustus in de Groningse dorpjes Leermens en Huizinge achter elkaar twee aardbevingen voor met een kracht van 2,4 en 3,6 op de Schaal van Richter (SvR). Bevingen als gevolg van de gaswinning komen sinds 1991 met enige regelmaat voor en zijn voor de Groningers een ‘fact-of-life’. De beving van Huizinge is de zwaarste tot dan toe en veroorzaakt aanzienlijke schade in Huizinge en wijde omtrek. De exploitant van het Groningen gasveld, de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM), ontvangt meer dan 2000 schadeclaims. De overheidssdienst belast met de veiligheid van de mijnbouw in Nederland, Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), de NAM en het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KNMI) stellen per direct uitgebreide onderzoeken in.

De verkiezingen voor de Tweede Kamer worden gewonnen door de VVD met een nipte voor-sprong op de PvdA. VVD en PvdA vormen op 29 oktober een nieuwe regering Rutte 2 onder de noemer *Bruggen slaan*. De belangrijkste taak van het nieuwe kabinet is omvangrijke bezuinigingen doorvoeren om de overheidsfinanciën weer op orde te brengen. In de begroting van het nieuwe kabinet staan de aardgasbaten ingeboekt voor 12 miljard euro waarvan ruim drie kwart wordt opgebracht door het Groningen gasveld. Als minister van Economische Zaken treedt aan de door de wol geveerde politicus en alom gerespecteerde VVD’er Henk Kamp.

2013

Na een grondige analyse van de Huizinge beving luidt het SodM op 22 januari de noodklok [2].

Volgens de dienst brengt de gaswinning de veiligheid van de Groningers in gevaar. De toekomstige bevingen kunnen een stuk zwaarder zijn dan het maximum van 3,9 op de SvR waar tot

Winningsnelheid en veiligheid

Aardgas bevindt zich onder hoge druk in ondergrondse gesteentelagen. Het wordt gewonnen door de gesteentelaag gecontroleerd leeg te laten lopen met behulp van gasputten. De gasdruk in het gesteente zal daardoor geleidelijk dalen. Als gevolg daarvan bouwen zich mechanische spanningen op in de gesteentelagen. Op gezette tijden ontladen die spanningen zich door verschuivingen langs de altijd in het gesteente aanwezige breukvlakken. Die verschuivingen manifesteren zich aan het oppervlak als bevingen.

De snelheid van de drukdaling wordt bepaald door de snelheid waarmee het gas wordt geproduceerd. Een lagere snelheid geeft een langzamere drukdaling. Dat zal dus ook leiden tot minder bevingen per jaar. Met minder bevingen is de kans op een zware beving per jaar ook kleiner.

Een lagere snelheid houdt in dat het langer duurt voor het gasveld leeg is. Met welke snelheid ook geproduceerd wordt, de einddruk van een leeg gasveld ligt vast. En die einddruk bepaalt het totaal aantal bevingen dat we kunnen verwachten. Langzamer produceren smeert het aantal bevingen uit over een langere tijd. Gerekend over de hele levenscyclus van het veld heeft langzamer produceren dus geen effect.

dan toe rekening mee werd gehouden. Een sterkte van 5 of meer is niet uitgesloten en bij een beving met die sterkte zullen er onherroepelijk dodelijke slachtoffers vallen. De bevindingen van het SodM worden gesteund door de NAM en het KNMI. Het SodM adviseert de snelheid van de gaswinning zo snel mogelijk terug te brengen. Daarmee wordt het aantal bevingen teruggebracht en dus ook de kans op een zware beving. Als veilige bovengrens suggereert het SodM een winningsplafond van 12 miljard kubieke meter per jaar. Daaronder komen geen bevingen voor. Het is een speculatieve grens die enkele jaren later door het SodM zal worden herroepen. Het SodM advies om minder te produceren zal vanaf dit moment de toon zetten in de publieke discussie over de gaswinning en uitgroeien tot een waar mantra: minder, minder, minder. Het is niet onjuist maar wel één kant van de medaille. De andere kant is dat het niet uitmaakt als je naar de hele levenscyclus van het gasveld kijkt. Maar die komt zelden aan de orde. Zie de textbox. De 12 miljard grens is hardnekkig en zal voortdurend in de publieke discussie blijven opduiken.

Op 25 januari reageert de minister op het advies van SodM. Hij voelt niets voor een beperking van de productie maar wil eerst meer informatie inwinnen voordat hij ingrijpende en onomkeerbare beslissingen gaat nemen. Het kabinet Rutte 2 is een moeilijke en pijnlijke bezuinigingsoperatie begonnen en staat vanzelfsprekend niet te springen bij wegvallende aardgasbaten. De minister geeft opdracht voor een 14 tal onderzoeken, zowel naar de boven- en de ondergrondse aspecten. Om de kwaliteit van de onderzoeken te waarborgen benoemt de minister een onafhankelijke stuurgroep en worden de individuele onderzoeken begeleid door onafhankelijke begeleidingscommissies. Tegen het eind van het jaar moeten de resultaten beschikbaar komen. Verder draagt de minister de NAM op een nieuw winningsplan op te stellen voor 1 december 2013 waarin de resultaten van de diverse onderzoeken moeten worden verwerkt. Per direct begint de NAM aan een noodprogramma voor het aanbrengen van preventieve versterkingen waarvoor een bedrag van 100 miljoen wordt uitgetrokken. NAM zal ook het bestaande meet en monitoring netwerk uitbreiden en verbeteren.

Op 29 november 2013 presenteert NAM het gewijzigde Winningsplan 2013.¹ De NAM voorziet een jaarlijks productievolume in 2014 van 45 miljard aflopend naar 40 miljard in 2020. Grote voortgang is gemaakt in het onderzoek naar de oorzaken en consequenties van de aardbevingen. De NAM zal het onderzoek voortzetten met als uiteindelijke doel om de seismische risico's beter in kaart te brengen en te beheersen. Als belangrijkste maatregel om de seismische risico's te minimaliseren ziet de NAM de versterking van de woningen en gebouwen. De NAM is begonnen met een inventarisatie van de meest kwetsbare huizen en gebouwen. Ook zal de NAM de organisatie en de procedures van de schadeafhandeling verbeteren. In het winningsplan schetst de NAM de contouren van stikstofinjectie als alternatief voor het conventionele drukdepletie proces. Met stikstofinjectie wordt de drukdaling in de ondergrondse gasvoerende gesteentelagen tot staan gebracht waardoor de belangrijkste oorzaak van aardbevingen wordt weggenomen. Op dit moment vindt de NAM stikstofinjectie nog niet opportuun maar zal het verder uitwerken zodat het, indien nodig, zonder vertraging kan worden ingevoerd.

De stuurgroep *Onderzoeken Aardbevingen Groningen* rapporteert haar bevindingen op 20 december. Alle onderzoeken kunnen de toets der kritiek doorstaan en zijn onafhankelijk uitgevoerd. Zij bieden voldoende basis voor een beoordeling van het ingediende winningsplan. Na 3 jaar zou er een her-evaluatie moeten plaatsvinden en een nieuw winningsplan moeten komen. De onderzoeken naar de ondergrond hebben aanzienlijk bijgedragen tot een beter inzicht in de oorzaken en gevolgen van de aardbevingen. Wel is er nog steeds een grote onzekerheid in de uitkomsten van de gehanteerde rekenmodellen. Ook zijn de bovengrondse risico's duidelijk in kaart gebracht. De stuurgroep geeft de minister in overweging de huidige productiefilosofie (gelijkmatige daling van de druk over het hele veld) aan te passen door de productie in het zuiden van het veld te verhogen ten koste van die in het noorden. Dat zou op korte termijn de seismische dreiging kunnen beperken in het aardbevingsgevoelige Loppersum gebied. Opvallend is dat in het rapport van de stuurgroep met geen woord wordt gerept over de

mogelijke voordelen van stikstofinjectie. De stuurgroep volgt daarin het oordeel van de onder de stuurgroep staande Technische Begeleidingscommissie Ondergrond (TBO) die het idee van stikstofinjectie als ‘moeilijk voorstelbaar heeft afgeschoten vanwege de hoge kosten, de drastische ingrepen in het landschap en het verlies van een groot volume aan aardgas. Afgezien van de juistheid van de argumenten, de TBO velst hier een politiek/bestuurlijk oordeel en gaat daarmee haar boekje te buiten.

2014

Op 11 januari 2014 adviseert het SodM de minister het ingediende Winningsplan van de NAM niet goed te keuren [4]. Volgens het SodM geeft de NAM onvoldoende aandacht aan de veiligheid van de inwoners in het aardbevingsgebied. Het SodM pleit ook voor het dichtdraaien van de gasputten in het gevoelige Loppersum gebied.

De minister heeft nu alle informatie om een in zijn ogen verantwoord besluit te nemen over de toekomstige gaswinning, te weten de 14 in 2013 afgeronde onderzoeken, het SodM advies en het nieuwe winningsplan van de NAM. Op 17 januari maakt de minister zijn beleidsvoornemens bekend en reist af naar het Gemeentehuis in Loppersum waar hij zijn beleid en plannen toelicht [5]. De minister kiest voor voortgezette winning met hetzelfde proces van drukdepletie als in de voorafgaande productieperiode. Het alternatief stikstofinjectie wordt op de reservebank gezet omdat het hoge kosten met zich meebrengt, een grote ingreep in het landschap vergt en vanwege de lange implementatietijd niet direct soelaas biedt. De consequentie van de keuze van de minister is dat aardbevingen een ‘fact-of-life’ in Groningen zullen blijven. Om de omvang en overlast hiervan te beperken en draaglijk te maken zet de minister in op drie-sporen: (1) terugbrengen van het jaarlijkse winningsplafond van gemiddeld 50 miljard in 2012 en 2013 naar achtereenvolgens 42,5, 42, 5 en 40 miljard in de jaren 2014, 2015 en 2016 en verschuiven van de productie van het noorden van het veld naar het zuiden van het veld, (2) versterking van de gebouwde omgeving en verbetering van de schadeafhandeling en (3) verbetering van leefomgeving en economische infrastructuur. De NAM is en blijft verantwoordelijk voor zowel de schadeafhandeling als de versterking. De minister heeft het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) gevraagd om zo spoedig mogelijk richtlijnen te formuleren voor aardbevingsbestendig bouwen. De Groningse bestuurders en inwoners mogen meepraten en beslissen over de sporen 2 en 3. Spoor 1 blijft het exclusieve domein van de minister van EZ. De NAM moet in 2016 een nieuw winningsplan indienen.

De minister sluit ter plekke een bestuursakkoord met de provinciale en gemeentelijke overheden onder de titel: *Vertrouwen op Herstel. Herstel van Vertrouwen* waarin de afspraken met de overheden worden vastgelegd. Voor spoor 2 en 3 is een budget beschikbaar van ruim 1,2 miljard euro. Er wordt een speciale dialoogtafel opgericht onder voorzitterschap van twee Groningse oud-politici Jacques Wallage (PvdA) en Jan Kamminga (VVD). En er komt een speciale Economic Board die moet toezien op spoor 3. Het akkoord wordt door de Groningse bevolking over het algemeen welwillend ontvangen. Kritiek is er wel op de in de ogen van de Groningers marginale verlaging van het jaarlijkse productieplafond dat nog ver verwijderd is van de veilige 12 miljard van het SodM en de dominante rol van de NAM in de schadeafhandeling en versterking.

De minister publiceert op 25 januari zijn voorlopige instemmingsbesluit van het door de NAM ingediende winningsplan. Zoals al eerder aan de Groningse bestuurders meegedeeld stelt de minister in plaats van het door NAM gewenste winningsplafond van 45 miljard een lager plafond in voor de jaren 2014, 2015 en 2016 van respectievelijk 42,5, 42, 5 en 40 miljard. Verder verlaagt de minister de productie in het Loppersum gebied met 80 %. Tegen het plan worden 115 Zienswijzen (bezwaarschriften) ingediend onder andere door de provinciale en lokale overheden. Steen des aanstoots is het te hoge productieplafond.

Op 2 september doet zich een aardbeving voor in Ten Boer met een kracht van 2,8 op de SvR die onder andere in de stad Groningen wordt gevoeld. Op advies van het SodM verlaagt de minister in december 2014 het plafond van 42,5 en 40 miljard in 2015 en 2016 naar 39,4 miljard [6].

Meer is volgens de minister niet mogelijk omdat anders de leveringszekerheid in gevaar zou komen.

2015

De schadeafhandeling komt per 1 januari in handen van het Centrum voor Veilig Wonen (CVW) een commerciële samenwerking van het ingenieursbureau Arcadis en het schadeadviesbureau CED. Hiermee eindigt de directe bemoeienis van NAM, maar NAM blijft als opdrachtgever van CVW wel een stevige vinger in de pap houden.

Op 9 januari lekt een concept rapport uit van een onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) naar de “rol van veiligheid van burgers in de besluitvorming over de gaswinning”, uitgevoerd mede op verzoek van minister Kamp. De belangrijkste conclusie van het onderzoek is vernietigend voor de overheid en de NAM: vanaf het prille begin van de gaswinning hebben zij het economisch belang van de gaswinning voorop gesteld en zich niet bekommerd om de veiligheid van de Groningers. Het bericht wordt met gejuich in Groningen ontvangen, het is precies wat de Groningers altijd al hadden gedacht en nu staat het eindelijk zwart op wit.

Op 29 januari 2015 maakt minister Kamp zijn definitieve instemmingsbesluit over het Winningsplan 2013 bekend, met daarin het gewijzigde plafond van 39,4 miljard [7]. De minister schrijft de NAM in detail voor hoe de 39,4 miljard over de verschillende regio's van het gasveld moet worden verdeeld. Tegen het besluit gaat een groot aantal partijen in beroep bij de Raad van State waaronder de partners van de minister in het Bestuursakkoord. Zij vinden dat de minister met zijn besluit onvoldoende recht doet aan de veiligheid en dat het jaarlijkse productieplafond te hoog is.

OVV Rapport

Het OVV onderzoek bestrijkt de periode van 1959 tot en met 2013. Echter, de ‘vernietigende’ conclusie is gebaseerd op de periode tot en met 2012. In die periode was veiligheid geen issue. Dat werd het pas met de publicatie van het SodM advies van januari 2013. Het is dus niet meer dan logisch dat veiligheid in de periode tot en met 2012 niet voorop stond. Sinds januari 2013 heeft veiligheid wel degelijk een belangrijke rol in het Groningse gasbeleid gespeeld. Maar juist die periode laat de OVV om onduidelijke reden buiten beschouwing. Voor excuses van minister Kamp was dus geen enkele reden. Sterker, hij is de eerste minister geweest die het veiligheidsprobleem heeft aangepakt. Dat hij daarbij misschien niet altijd de juiste keuzes heeft gemaakt is een andere zaak.

Mede dankzij het uitgelekte OVV rapport is er een gunstig klimaat ontstaan voor een verdere verlaging van het plafond. Bij nader inzien blijkt dat de minister uitgaat van een wel erg ruime schatting van de leveringszekerheid. Onder sterke politieke druk van vooral coalitiepartner PvdA maar ook van zijn Groningse VVD partijgenoten gaat de minister bewegen. Op 9 februari maakt de minister op een speciale persconferentie geflankeerd door drie Groningse bestuurders bekend dat het plafond van 39,4 miljard wordt verlaagd naar 16,5 miljard voor het eerste half jaar [8]. Wat er na 1 juli moet gebeuren laat de minister afhangen van nadere studies. Verder kondigt de minister een aantal aanvullingen op het bestuursakkoord aan, waaronder de instelling van een speciale overheidsdienst voor de coördinatie van de versterkingsoperatie, de latere NCG, en de instelling van een commissie “Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen”, de latere commissie Meijdam. De Groningse bestuurders wijzen de minister er ter plekke op dat de voorgestelde vermindering een stap in de goede richting is maar dat verdere verlaging noodzakelijk is om het vertrouwen van de Groningers terug te winnen.

Op 18 februari 2015 publiceert de OVV haar definitieve rapport, 140 pagina's dik met de titel *Aardbevingsrisico's in Groningen* [9]. Het onderzoek is veelomvattend en bestrijkt de periode vanaf de ontdekking van het veld in 1959 tot aan 2014, juist voordat minister Kamp zijn drie-sporen beleid bekend maakte. Het definitieve rapport wijkt nauwelijks af van het eerdere uitgelekte rapport. Naast de vernietigende conclusie doet het rapport ook een groot aantal nogal gratuite aanbevelingen die niets met aardbevingsrisico's te maken hebben maar alles met de organisatorische inrichting van de gaswinning. Bij de perspresentatie van het rapport roept de voorzitter van de OVV

minister Kamp op hoge toon op om de Groningers ruimhartig zijn excuses aan te bieden. De politiek van links tot rechts reageert enthousiast en instemmend. Op de ‘vernietigende’ conclusie valt wel wat af te dingen: een duidelijk geval van ‘hindsight bias’. Zie tekstbox.

Minister Kamp neemt een kleine drie weken om het rapport te bestuderen, accepteert tandenknaarsend de conclusies, reist af naar Groningen en spreekt op 2 maart in een programma van RTV-Noord de historische woorden: *“Het spijt mij zeer dat de veiligheidsbelangen van de Groningers niet de aandacht kregen die ze verdienden. De veiligheid staat nu voorop en ik zal er alles aan doen om de verbeteringen waar de Groningers terecht om vragen te realiseren.”* In Groningen wordt de spijtbetuiging met de nodige scepsis ontvangen. Eerst maar eens daden zien en dan geloven. En in de ogen van de Groningers betekent dat vooral een verdere verlaging van het winningsplafond.

De Commissie Meijdam wordt eind februari geïnstalleerd. De commissie zal de minister adviseren over “de te hanteren normen voor aardbevingen als gevolg van de gaswinning in Groningen, over toepasselijk risicobeleid, over alternatieve benaderingen van preventieve versterking en over het omgaan met veiligheidsrisico’s van geïnduceerde aardbevingen”. Waar het op neer komt is het vaststellen van een veiligheidsnorm waaraan een aardbevingsbestendig huis en gebouw in Groningen moet voldoen, want die is er nog niet.

In juni wordt de NCG benoemd in de persoon van Hans Alders, oud-Commissaris van de Koningin in Groningen, van PvdA huize en gepokt en gemazeld als adviseur op het snijvlak van overheid, politiek en bedrijfsleven. Zijn eerste taak is het opstellen van een meerjarenplan voor het aardbevingsbestendig maken van Groningen. Hij gaat kantoor houden in Groningen met een 100 tal ondersteunende medewerkers.

De minister stelt op 27 juni, na advies van het SodM, het winningsplafond voor 2015 vast op 30 miljard [10]. Dat is het volume wat nodig is om aan de leveringszekerheid te voldoen, volgens de minister. In koude winters staat hij een uitloop naar 33 miljard toe.

De Raad van State vernietigt op 17 november het definitieve instemmingsbesluit van het Winningsplan 2013 en verlaagt het winningsplafond van 30 naar 27 miljard [11]. Dat is volgens de RvS voldoende om in een normaal jaar aan de leveringszekerheid te voldoen. In een koud jaar is een overschrijding naar 33 miljard toegestaan. De minister moet in een nieuw besluit een nieuw plafond vaststellen. Tot die tijd blijft de 27 miljard van kracht. De Groningers reageren verheugd, het gaat de goede richting op.

De commissie Meijdam brengt op 22 november haar eindrapport uit onder de titel *Handelingsperspectief voor Groningen* [12]. De commissie stelt een veiligheidsnorm voor van 1 op de honderdduizend per jaar. De norm is eerder voorgesteld door de NEN commissie die de voorlopige richtlijnen heeft samengesteld voor aardbevingsbestendig bouwen [13]. Het betekent dat de kans op overlijden van bewoners van huizen in het aardbevingsgebied kleiner moet zijn dan 1 op de honderdduizend per jaar. In een gebied met 100.000 inwoners mag er dus 1 inwoner per jaar overlijden door aardbevingsgeweld. Als aan de norm wordt voldaan is volgens de commissie Meijdam wonen in Groninger even veilig als in de rest van de Nederland. Naar schatting van de NEN commissie voldoen 30.000 tot 90.000 woningen niet aan de norm. Voor bestaande bouw wordt de norm daarom versoepeld tot 1 op de 10.000 per jaar. Woningen daaronder moeten met voorrang worden versterkt (of gesloopt). Binnen 5 jaar moet overal aan de norm worden voldaan.

Het NEN publiceert op 18 december een definitieve (witte) versie van de richtlijnen voor aardbevingsbestendig bouwen (NPR) [14]. Het is een bouwtechnische uitwerking van de Meijdam norm voor huizen en gebouwen in het Groningse aardbevingsgebied. Uitgangspunt is de door het KNMI uitgebrachte seismische dreigingskaart van 16 oktober 2015 [15]. Deze kaart overschat de seismische dreiging omdat het uitgaat van een te hoog winningsplafond. De seismische dreigingsanalyse van NAM geeft een realistischer beeld.

Ook op 18 december presenteert de NCG zijn eerste meerjarenprogramma onder de titel *Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen* [16]. Het is een uiterst ambitieus programma dat zich in

eerste instantie richt op het versterken in het aardbevingsgevoelige gebied rond Loppersum waarbinnen de kans op een grondversnelling van 0,2g groter is dan 1% in 50 jaar. Daarin bevinden zich ruwweg 22.000 woningen en 1500 gebouwen, een kwart van het totaal aantal huizen en gebouwen. Alle woningen en gebouwen zullen individueel worden geïnspecteerd met behulp van de nieuwe NPR richtlijnen. Op grond van die inspectie wordt er voor ieder individueel huis en gebouw een versterkingsadvies opgesteld. De NCG voert de regie van de hele operatie, het CVW zorgt voor de uitvoering en de NAM betaalt. Ruim drie jaar na de Huizinge beving kan de systematische versterking van de gebouwde omgeving in het aardbevingsgebied van start gaan.

Minister Kamp legt zich neer bij de uitslag van de RvS en staat de NAM een jaarlijkse productie toe van 27 miljard met ruimte voor 33 miljard in een koude winter [17]. Het besluit geldt tot 1 oktober 2016, het begin van een nieuw gasjaar. Daarna gaat een nieuw winningsplan in met een nieuw nog vast te stellen jaarlijks plafond.

2016

In februari publiceert de NAM de uitkomst van de in het Winningsplan 2013 aangekondigde stikstofinjectie studie [18]. Wat in 2013 nog een veelbelovend alternatief leek is volgens de NAM bij nader inzien toch niet zo geschikt. De NAM logica is uiterst curieus. Stikstofinjectie is technisch levensvatbaar, dat staat buiten kijf. En het doet wat het zou moeten doen: de aardbevingen uitbannen. Ook buiten kijf. Maar er kleven nog onbekende risico's aan die niet kunnen worden gekwantificeerd. De risico's daarentegen van conventionele winning met versterking zijn wel goed kwantificeerbaar. En daarom is het risico van stikstofinjectie te groot. Exit stikstofinjectie. Het zal geen onderdeel meer uitmaken van het nieuwe Winningsplan.

Het heeft er alle schijn van dat de NAM het risico argument gebruikt om stikstofinjectie definitief van de agenda af te voeren. Dat is niet onbegrijpelijk want stikstofinjectie zal ongetwijfeld duurder uitpakken dan de conventionele winning **met** versterking. De NAM is er op dat moment vast van overtuigd dat conventionele winning **met** versterking binnen een termijn van 5 jaar aan de Meijdam norm kan voldoen en dat het winnen van gas in Groningen dan veilig is. De NAM kiest voor economisch rendement.

In april 2016 levert de NAM een nieuw winningsplan in [19]. NAM presenteert 3 winningsplafonds: 33, 27 en 21 miljard. Voor het eerst presenteert de NAM berekeningen van het seismisch risico met behulp van de probabilistische risicoanalyse. Zie de textbox. Volgens de NAM kan bij alle drie plafonds aan de voorwaarden van de Cie Meijdam worden voldaan. Het is aan de minister om het plafond vast te stellen.

Het SodM geeft geen cent voor de risico berekeningen van de NAM. Volgens SodM zijn de gehanteerde rekenmodellen zo onzeker dat de daarop gebaseerde berekeningen geen betrouwbaar beeld geven. Maar wat moet het winningsniveau dan worden? Daartoe verzint het SodM een eigen houtje-touwtje berekening die uitgaat van het aantal geobserveerde aardbevingen in 2015. Volgens het SodM mag het aantal bevingen met een sterkte groter dan 1,5 op de Schaal

Probabilistische seismische risicoanalyse

In de probabilistische risicoanalyse wordt de jaarlijkse kans uitgerekend dat een inwoner van een huis in het aardbevingsgebied komt te overlijden door een aardbeving. Die kans wordt bepaald door twee probabilistische functies: de seismische dreigingsfunctie op de plek van het huis en de kwetsbaarheidsfunctie van het huis. De seismische dreigingsfunctie geeft aan wat de kans per jaar is dat de groundbeweging een bepaalde waarde overschrijdt. De kwetsbaarheidsfunctie van een huis geeft de cumulatieve kans van instorten als functie van de groundbeweging. Als maat voor de groundbeweging wordt meestal genomen de maximale horizontale versnelling aan het oppervlak aangeduid met PGA wat staat voor peak ground acceleration. In beide functies zijn alle mogelijke onzekerheden verwerkt. Het seismisch risico volgt uit de convolutie van beide functies. Het resultaat is 1 waarde (de kans) en niet een verdelingsfunctie van die kans. Het is de beste schatting van het risico met inachtnaam van de onzekerheden. De NAM berekent het seismische risico niet met de strikte convolutie methode maar met behulp van een Monte-Carlo methode. Die methode levert wel een verdelingsfunctie. De beste schatting van het seismisch risico volgt dan uit de verwachtingswaarde van de Monte-Carlo verdeling van het seismisch risico.

van Richter in 2021 niet groter zijn dan in 2015, en dat is 21. Na wat gegoochel met de (onbetrouwbare) grafieken van de NAM komt het SodM dan uit op een jaarlijkse productie van 24 miljard. Dat is een politiek gewenste uitkomst, want lager dan de 27 miljard van de RvS, en toevallig ook gelijk aan de door Gasunie Transport Services (GTS) berekende leveringszekerheid. En als er dan ook nog gelijkmatig wordt geproduceerd, en dat kan bij een plafond van 24 miljard, is het heel goed mogelijk dat het aantal bevingen onder de 21 bevingen per jaar blijft, aldus het SodM.

De minister hecht zijn goedkeuring aan de SodM berekeningen en stemt in met een nieuw winningsplan dat ingaat op 1 oktober met een looptijd van 5 jaar en een jaarlijks plafond van 24 miljard. De Groningers zijn fel tegen het plan; de jaarlijkse productie is te hoog en de looptijd veel te lang. Weer gaan de Groningse bestuurders naar de Raad van State.

Eind december 2016 brengt de NCG zijn eerste voortgangsrapport uit [20]. De ‘versterkingsopgave’ blijkt aanzienlijk forser dan voorzien. Van de ruim 23.500 huizen en gebouwen in het prioriteitsgebied zijn er maar 1450 geïnspecteerd. Het merendeel van de geïnspecteerde huizen moet drastisch worden aangepakt, niet zelden sloop en herbouw. De doelstelling van 5000 inspecties per jaar kan bij lange na niet gehaald worden. Een aardbevingsbestendig Groningen binnen 5 jaar is nog niet in zicht.

2017

De randstedelijke komiek Freek de Jonge werpt zich op als vertolker van de “ramp” die zich in Groningen aan het voltrekken is. Met verve bespeelt hij de lokale en landelijke media waarbij hij niet vies is van de overdrijving als stijlfiguur (“erger dan de watersnoodramp van 1953”). Zijn optreden mondt uit in het aanbieden van een petitie *Laat Groningen niet zakken* aan de leden van de Tweede Kamer, ondertekend door ruim 30.00 Groningers.

De politieke partijen bereiden zich voor op de Tweede Kamer verkiezingen op 15 maart 2017. Dit keer komt Groningse gaswinning wel voor in de verkiezingsprogramma’s. De aftrap van de verkiezingen vindt zelfs plaats in Groningen met als belangrijkste onderwerp natuurlijk de gaswinning. Bijna alle partijen stellen ‘veiligheid voorop’ en lopen over van begrip en compassie voor de Groningers. CU, SP en Groen Links gaan het verst, die spreken zelfs van een versnelde afbouw van de gaswinning. CDA en VVD houden vast aan het 24 miljard plafond maar willen wel terug als dat voor de veiligheid nodig is. PvdA en D66 nemen een tussenpositie in.

De verkiezingen worden gewonnen door D66 en Groen Links. Het CDA komt terug. De VVD en SP gaan licht achteruit en de PvdA lijdt een pijnlijke nederlaag. De grote winnaar in de provincie Groningen is de SP ten koste van de PvdA.

Op 21 maart wordt de NAM definitief uit de schadeafhandeling gehaald. Het CVW wordt ondergebracht bij de NCG. Vanzelfsprekend blijft de NAM wel de schade vergoeden en de versterking betalen. Er moet een nieuw schadeprotocol komen maar hangende de kabinetsformatie gaan de onderhandelingen daarover op slot. Schadeclaims blijven binnenstromen maar er kan noodgedwongen niets mee gebeuren.

Op 13 april komt het SodM met een tussenrapportage over de ontwikkelingen in Groningen [21]. Tot grote teleurstelling van het SodM laat de gehoopte reductie in seismische activiteit door gelijkmatige winning op zich wachten. Gelijkmatic winnen werkt dus niet. Integendeel, het ziet er naar uit dat de seismische activiteit weer aan het toenemen is. Het SodM adviseert de minister het winningsplafond stapsgewijs te verlagen met 10 % per stap, mocht de trend zich voortzetten. Het SodM is ook uitgesproken somber over de staat van wetenschap en techniek. Volgens het SodM zijn er niet minder dan wetenschappelijke doorbraken nodig om tot betrouwbare voorspellingen te komen van de risico’s van geïnduceerde bevingen in Groningen. En die zitten er voorlopig niet in. De uitspraken van het SodM leggen een bom onder het versterkingsbeleid van minister Kamp. Als je niet kunt bepalen wat een veilig aardbevingsbestendig huis is dan houdt het versterken natuurlijk op.

Minister Kamp laat er geen gras over groeien en besluit binnen de kortste keren tot een verlaging van 24 naar 21,6 miljard per 1 oktober 2017 [22]. Een spectaculair besluit voor een minister die niet bekend staat om zijn impulsieve handelen. Wat is er aan de hand? Bij het scheiden van de markt nog een wit voetje halen bij de Groningers? Een tactische zet om de formatie besprekingen te beïnvloeden? De NAM is 'not amused', binnen 8 maanden na de ministeriele instemming met het Winningsplan 2016 wordt het winningsplafond voor de zoveelste keer verlaagd. De NAM spreekt van willekeur en gaat tegen het besluit in beroep bij de Raad van State en sluit zich aan bij de stoet Groningse klagers die al eerder om andere redenen vonden dat het instemmingsbesluit van tafel moet.

Het kabinet Rutte 3 treedt aan op 26 oktober 2017 met een regeerakkoord onder het motto *Vertrouwen in de toekomst*. Voortaan valt niet alleen het energiebeleid maar ook het klimaatbeleid onder het ministerie van Economische Zaken. Minister Kamp wordt opgevolgd door de VVD'er Eric Wiebes, een ingenieur met een reputatie van slimme probleem oplosser. Dit keer komt de Groningse gaswinning wel voor in het regeerakkoord. In feite wordt het drie-sporen beleid van het vorige kabinet voortgezet. Er is afgesproken uit te gaan van de 21,6 miljard van Minister Kamp en geleidelijk aan dit plafond terug te brengen naar 18,6 miljard aan het eind van de kabinetsperiode in 2021. Er zal maximaal ingezet worden op vlakke winning (het SodM rapport van 13 april 2017 had de formatietafel duidelijk niet bereikt). De minister zal voorjaar 2018 met scenario's komen voor een versnelde afbouw van de winning na 2021. In de begroting wordt voor de aardgasbaten voorlopig een bedrag van 2 miljard euro opgevoerd (was 13,3 miljard in 2013).

Op 7 november vernietigt de Raad van State het instemmingsbesluit van het Winningsplan 2016 en het bijbehorende wijzigingsbesluit van de 21,6 miljard van minister Kamp [23]. De RvS eist een betere onderbouwing van het winningsplafond waarin veiligheid expliciet wordt meegenomen. In feite is de uitspraak een overwinning voor de NAM die in het aangeleverde Winningsplan 2016 juist wel voor zo'n onderbouwing had gezorgd. Gek genoeg blijft de 21,6 miljard wel gehandhaafd. Kennelijk is ook de rechter overtuigd van de helende werking van een lagere jaarproductie. De onderbouwing moet er binnen een jaar komen en is grotendeels een zaak van het SodM. Dat zal niet meevallen gezien de fiducie van het SodM in de risicoberekeningen van de NAM.

In november publiceert de NAM haar periodieke analyse van de seismische dreiging en risico's [24]. Volgens de NAM zijn er bij een productieplafond van 24 miljard geen huizen meer die de tijdelijke veiligheidsnorm (1 op 10.000 per jaar) niet halen. Om aan de Meijdam norm van 1 op de 100.000 per jaar te voldoen moeten er nog 2800 woningen versterkt worden. De Groningers reageren met verbazing en ongeloof, zij gaan er van uit, op basis van de inspecties van de NCG, dat alleen al in het prioriteitsgebied rond Loppersum zo'n kleine 20.000 woningen en gebouwen moeten worden versterkt. In Kamervragen wordt de NAM beschuldigd van het verspreiden van nepnieuws.

De NCG rapporteert op 7 december over de voortgang van de versterkingsoperatie [25]. Het is een zeer somber rapport. Weer zijn de doelstellingen niet gehaald, ondanks de niet aflatende inzet van de NCG en zijn medewerkers. Minder inspecties, minder versterkingsadviezen en minder afgeronde versterkingen. De NCG schrijft: *"De versterkingsoperatie is nog complexer dan al gedacht, zowel op technisch, juridisch, maatschappelijk als organisatorisch vlak."* Het lijkt uitzichtloos.

In december 2017 ziet een burgerinitiatief het licht onder de naam *Overleggroep Groningen 2.0* [26]. De groep bestaat uit de emeritus-hoogleraar Wim Turkenburg, de oud-NAM ingenieurs Margriet Kuiper en Frits Seeberger, de ingenieur-ondernemer Pieter Kapteijn en de Groningse museum directeur Marion Edzes. Zij zijn overtuigd geraakt van het naderende fiasco van de versterkingsoperatie en willen het idee van stikstofinjectie weer nieuw leven inblazen. De omstandigheden zijn sinds 2013 drastisch gewijzigd waardoor, volgens de overleggroep, stikstofinjectie een stuk kleinschaliger en dus goedkoper kan worden uitgevoerd.

2018

Op 8 januari doet zich in het dorpje Zeerijp (gemeente Loppersum) een relatief zware beving voor met een kracht van 3,4 op de SvR. De beving is in een groot deel van Groningen voelbaar en zorgt

voor veel consternatie. Bij het CVW komen binnen twee weken rond de 3000 schadeclaims binnen. In de weken daarna nog eens 3000. Het is een beving volgens het boekje, dat wil zeggen geheel in lijn met de verwachtingen. Niets bijzonders. Niettemin is de impact en verslagenheid enorm. Het toch al niet te grote draagvlak voor de gaswinning in Groningen zakt naar een absoluut dieptepunt.

Intussen roert de overleggroep Groningen 2.0 danig de trom. Na de Zeerijp beving begint de groep onmiddellijk met een mediaoffensief. Alle grote landelijke en regionale dagbladen en technische vakbladen doen verslag van het initiatief om stikstofinjectie weer op de kaart te krijgen. Achter de schermen benadert de groep overheden en politici. Maar die lijken niet geïnteresseerd in structurele oplossingen. De kaarten zijn geschud.

Het SodM reageert zeer alert op de Zeerijp beving [27]. Volgens het SodM moet om veiligheidsredenen het jaarlijkse winningsplafond zo spoedig mogelijk terug naar 12 miljard, exact hetzelfde getal als in het allereerste SodM advies van begin 2013. De cirkel lijkt rond. Maar de redenering is nu anders. Uitgangspunt nu zijn de meest recente NAM berekeningen van het seismisch risico van november 2017. Maar omdat volgens het SodM de onzekerheden in de berekeningen groot zijn verhoogt het SodM het door NAM uitgerekende risico. Dat lijkt op het eerste gezicht niet onlogisch maar is wel discutabel. In een probabilistische risico berekening worden alle onzekerheden al expliciet meegenomen. Daar nog eens een extra onzekerheid opleggen is dubbelop. In wezen komt de methode van het SodM neer op een verlaging van de Meijdam norm van 1 op de 100,000 per jaar naar 1 op de 250,000 per jaar. Het SodM verzet de doelpalen tijdens de wedstrijd. Zonder veel nadenken neemt minister Wiebes het advies over en kondigt plannen aan om voor 2022 de veilige 12 miljard te bereiken.

De NAM berust in zijn lot, althans naar buiten toe. Het advies van SodM is een grote tegenvaller voor NAM: er was na de uitspraak van de RvS van november 2017 even uitzicht op het terugdraaien van het Kamp besluit en nu dit. Het besluit van minister Wiebes luidt bij de aandeelhouders van NAM, Shell en ExxonMobil, een periode van strategische heroriëntatie in. Het is duidelijk dat met een winningsplafond van 12 miljard er voor NAM geen droog brood meer te verdienen valt aan Groningen. Shell en ExxonMobil gaan zich serieus voorbereiden op een uitstap. De opties zijn o.a. verkoop van Groningen aan een andere commerciële partij, de meeropbrengstregeling aanpassen, of uitkoop door de staat.

Op 28 maart besluit minister Wiebes met de gaswinning in Groningen per 2030 te stoppen [28]. Voor vriend en vijand een totale verrassing. Het belangrijkste argument is de complexe versterkingsoperatie die veel omvangrijker is dan werd voorzien en die ook niet binnen een afzienbare periode kan worden afgerond. De overheid neemt het roer volledig in handen en reduceert de rol van de NAM tot technisch uitvoerder. In feite komt het besluit van de minister neer op een nationalisatie van het Groningen gasveld. Voor de NAM de gedroomde uitkomst want nu moet de NAM worden uitgekocht. De belangrijkste troef die NAM in handen heeft is de hoeveelheid gas die in de grond blijft zitten en, volgens de wet, eigendom is van de concessiehouder NAM. NAM moet dus schadeloos worden gesteld. Dat gebeurt dan ook. Per terugwerkende kracht vanaf 1 januari 2018 wordt NAM's aandeel in de winst groter (was 10%, nu 27%) en gaat de overheid meer bijdragen in de kosten (was 64%, nu 73%) [29].

Een van de losse einden in het besluit van de minister is het verdere verloop van de versterkingsoperatie in de afbouwperiode tot 2030. Waarschijnlijk kan die voor een belangrijk deel worden teruggedraaid, maar in welke mate is de vraag. De minister zet de lopende versterkingen op slot en vraagt zijn vertrouwde adviseurs om advies, te weten SodM, KNMI, TNO en NEN, aangevuld met een ad-hoc panel van drie hoogleraren. De NAM staat hier buitenspel, maar dat is schijn. Omdat NAM de enige partij is die de hele kennisketen overziet en alle geavanceerde rekenmodellen in huis heeft, mag de NAM de benodigde risico berekeningen aanleveren. Als novum mag de Mijnraad de individuele adviezen in een overkoepelend advies gieten. Een uitstekende greep van de minister, voorheen moesten de ambtenaren van EZ dat varkentje zelf wassen.

Op grond van de individuele adviezen komt de Mijnraad tot de conclusie dat de versterkingsoperatie inderdaad drastisch kan worden terug geschaald [30]. Voor een belangrijk deel heeft dat te maken met de tot dan toe gevolgde inspectie procedures bij de NCG. Die zijn gebaseerd op een te

conservatieve (hoge) schatting van de seismische dreiging en een te conservatieve toepassing van de NPR rekenregels. Het panel van hoogleraren spreekt van een factor 10 en mogelijk meer. Dat is niet zo verwonderlijk want dat was al duidelijk met de publicatie van de NAM risico studie in november 2017. Met de juiste rekenregels moeten er volgens de Mijnraad op korte termijn 1500 huizen worden versterkt. Minister Wiebes neemt het advies van de Mijnraad per direct over. De Groningers zijn er niet gelukkig mee.

De conclusie van de Mijnraad over de omvang van de versterkingsoperatie ('zwaar overdreven') is zeer pikant. Was niet het belangrijkste argument van minister Wiebes om een eind te maken aan de gaswinning de uit de hand lopende versterkingsoperatie? Dat blijkt dus achteraf wel mee te vallen. De NCG had gewoon zijn huiswerk beter moeten maken.

Ook pikant is de conclusie van het hoogleraren panel dat het principieel onjuist is om het seismisch risico op te hogen vanwege de grote onzekerheden. In een probabilistische risicoanalyse worden in principe alle onzekerheden al meegenomen en is extra ophogen dubbelop. Maar is dat niet precies wat het SodM heeft gedaan in februari bij het vaststellen van het veilige winningsplafond van 12 miljard? Achteraf was er dus niet zo veel aan de hand en had het plafond gewoon op 24 miljard kunnen blijven.

Wat is er mis gegaan?

De hoofdoorzaak van de deconfiture van de Groningse gaswinning is terug te voeren op de beslissing van minister Kamp in 2014 de gaswinning op de oude voet voort te zetten, met drukdepletie. Dat was een keuze voor een oplossing die geen uitzicht bood op een structurele oplossing, dat wil zeggen veilige gaswinning zonder aardbevingen. Die oplossing was er wel in de vorm van stikstofinjectie. Maar die optie werd door de minister en zijn adviseurs als "moeilijk voorstelbaar" afgewezen vanwege "de grote omvang van de kosten, het verlies van een groot volume aan aardgas, de schaal van de industriële activiteiten en daarmee de impact op het landschap". Stuk voor stuk weinig steekhoudende argumenten.

De "omvang van de kosten" is op zich geen argument. Het gaat er natuurlijk om of daar voldoende baten tegenover staan. En die zijn er. Bovendien zal in de economische evaluatie moeten worden meegenomen dat stikstofinjectie ook tot aanzienlijke kostenbesparingen zal leiden. Te denken valt aan het wegvallen van de noodzaak van kostbare compressie van het geproduceerde aardgas aan het oppervlak. En aan een drastische verlaging van de kosten die samenhangen met het vergoeden en beperken van de schade veroorzaakt door een verdere bodemdaling en de te verwachten toename van het aantal aardbevingen.

Het "verlies van een groot volume aan aardgas" is een slag in de lucht. De verdringing van aardgas door stikstof is een uiterst efficiënt proces. Wellicht zal de uiteindelijke opbrengst bij stikstofinjectie wat lager uitvallen dan bij conventionele winning, maar veel zal dat niet zijn. Ook hier geldt dat daar de voordelen van stikstofinjectie tegenover staan.

De "schaal van de industriële activiteiten" zal inderdaad omvangrijk zijn. Vanzelfsprekend, het gaat hier wel over één van de grootste gasvelden ter wereld. Maar of de "impact op het landschap" onaanvaardbaar zal zijn valt nog helemaal te bezien. Daar moeten de bevoegde instanties en uiteindelijk de politiek over oordelen. Stikstofinjectie biedt een afdoende oplossing voor een ernstig maatschappelijk probleem. En daar mag wel een "impact op het landschap" tegenover staan.

Het besluit om door te gaan met de conventionele winning betekende een toekomst met aardbevingen tot ver in de 21^{ste} eeuw, en dus met de daarbij behorende schade aan huizen en de voortdurende onveiligheid voor de bewoners. Dat heeft de minister willen ondervangen met zijn drie- sporen beleid: verlaging van het jaarlijkse productieplafond, maatregelen voor versterking en verbetering van de schadeafhandeling. En niet te vergeten, maatregelen ter versterking van de leefbaarheid en economische structuur in het getroffen gebied. Dat laatste als doekje voor het bloeden. Het heeft niet mogen baten.

Verlaging van het jaarlijkse productieplafond is een korte termijn maatregel. Wat het doet is het aantal bevingen per jaar terugbrengen en dus ook de schade en het risico. Het is een tijdelijke maatregel die de schade en onveiligheid beperkt totdat de huizen en gebouwen in de regio op sterkte zijn gebracht. Maar het is niet meer dan uitstel van executie. Op de lange termijn is het effect nihil. Aardbevingen worden veroorzaakt door de drukdaling en niet door de snelheid van winnen. En die drukdaling gaat door zolang er gas naar boven wordt gehaald. Het totaal aantal bevingen blijft hetzelfde maar worden bij verlaging van het plafond alleen maar uitgesmeerd in de tijd. Een veilige winningssnelheid bestaat niet, de grote klap kan ieder moment gebeuren, ook bij een lager productieplafond. De verlagingen werden aanvankelijk mondjesmaat en met duidelijke ministeriele tegenzin doorgevoerd en hadden nauwelijks effect. De grootste verlaging van 39,4 naar 27 miljard kwam tot stand door interventie van de politiek en de rechter.

De minister en de NAM zagen versterking als *de* oplossing voor het veiligheidsprobleem. Op zich niet onlogisch. Als je kiest voor conventionele drukdepletie en dus voor meer bevingen in de toekomst moet je zorgen dat huizen en gebouwen sterk genoeg zijn om die bevingen te weerstaan. Dat is makkelijker gezegd dan gedaan. Absolute veiligheid bestaat niet. Het effect van versterkingen is dat het aantal potentiële slachtoffers beperkt blijft, beneden een papieren norm. Met versterking wordt een papieren veiligheid gecreëerd die weinig te maken heeft met het veiligheidsgevoel van de mensen die in het gebied regelmatig met bevingen worden geconfronteerd. De overlast en dreiging van een grote klap blijven, ook in een aardbevingsbestendige omgeving. Dat heeft de beving van Zeerijp pijnlijk duidelijk gemaakt.

Verbetering van de schadeafhandeling was bittere noodzaak want de NAM had er een potje van gemaakt. Volgens de Groningers amateuristisch, bureaucratisch en louter gericht op minimaliseren van de claims. Het was een taak die niet bij NAM thuis hoorde en waar NAM ook niet voor was toegerust. Een slager moet niet zijn eigen vlees keuren. Daar komt bij dat het steeds groeiende aantal schadeclaims de schadeafhandeling de NAM volledig boven het hoofd groeide. De schadeafhandeling is nu in handen van de overheid maar het is nog maar de vraag of dat beter gaat. De naweeën van de gebrekkige uitvoering van de schadeafhandeling duren tot de dag van vandaag.

Een essentiële voorwaarde voor de gekozen oplossing van doorgaan op de oude voet is draagvlak bij de bevolking. Immers, de aardbevingsdreiging en de overlast door schade blijven. Zelfs in een aardbevingsbestendige omgeving kan een zware beving fatale gevolgen hebben. In 2013 stonden de Groningers nog welwillend tegenover de gaswinning [31]. Men zag het nut in voor het land en de regio. Stoppen met winnen was voor het merendeel van de Groningers niet aan de orde. Maar het getreuzel met de verlaging van het productieplafond en de ongelukkige uitvoering van de versterking en de schadeafhandeling heeft de welwillendheid van weleer veranderd in uitgesproken vijandigheid, gericht voornamelijk op de overheid en de NAM.

Eind 2017 was het duidelijk dat de aanpak van het probleem van de aardbevingen in Groningen volgens de drie-sporen beleid van Kamp was vastgelopen en dat er iets moest gaan gebeuren. De beving van Zeerijp van 4 januari 2018 gaf de Groningse gaswinning uiteindelijk de nekslag.

Had het beter gekund?

Op de vraag of het beter had gekund is het simpele antwoord: ja. Minister Kamp had begin 2014, na het gereed komen van zijn 14 onderzoeken, kunnen kiezen voor stikstofinjectie in plaats van doorgaan met drukdepletie. Die optie lag op dat moment op tafel zelfs in relatief uitgewerkte vorm. Het was een structurele oplossing waarbij de aardbevingen definitief zouden worden uitgebannen. Stikstofinjectie pakt het probleem van de aardbevingen bij de wortel aan. Voor iedere kubieke meter gas die wordt geproduceerd komt er een kubieke meter stikstof voor in de plaats. Het gevolg is dat de druk in het gasvoerende gesteente blijft gehandhaafd en dus dat de drukdaling tot staan wordt gebracht. En geen drukdaling betekent ook geen aardbevingen meer.

Stikstofinjectie is een gevestigde techniek in de olie- en gasindustrie en wordt op vele plekken in de wereld met succes toegepast. De NAM past het op kleine schaal toe in het De Wijk gasveld. Natuurlijk zijn er met stikstofinjectie extra investerings- en operationele kosten gemoeid, maar die kunnen met gemak worden opgebracht. De ingrepen in het landschap zijn te overzien en kunnen eenvoudig in de bestaande infrastructuur worden ingepast.

Het scenario van gaswinning met stikstofinjectie zou er als volgt hebben kunnen uitzien. Per direct, dat is begin 2014, wordt het jaarlijkse gasplafond van rond de 50 miljard kubieke meter per jaar uit de voorgaande jaren 2012 en 2013 teruggebracht tot 24 miljard, genoeg om de leveringszekerheid niet in gevaar te brengen. Daarmee wordt het advies van SodM uit begin 2013 opgevolgd om het productieplafond zo snel mogelijk substantieel terug te brengen. De productie moet er op gericht zijn dat de regionale drukverschillen in het gasveld zoveel mogelijk worden geminimaliseerd (dat was tot 2014 de staande praktijk in het veld, daarna greep de minister in door de Loppersum clusters te sluiten). De Loppersum clusters hoeven dus niet dicht maar gaan wel de helft minder produceren. Het lagere productieplafond reduceert vrijwel direct de aardbevingsdreiging met ruwweg een factor twee. Tegelijkertijd wordt er een versterkingsprogramma gestart gericht op de meest kwetsbare huizen. Schadeafhandeling en versterkingsoperatie worden losgekoppeld van de NAM en gaan over naar een onafhankelijke overheidsdienst.

De NAM begint direct met het verder uitwerken van stikstofinjectie voortbouwend op de schets uit het Winningsplan 2013 en start zo snel mogelijk met de uitvoering. De injectie van stikstof kan beginnen in 2017/2018. Het geïnjecteerde gas zal na verloop van tijd (orde 10-20 jaar) gaan doorbreken in de productieputten waardoor het stikstofgehalte van het geproduceerde gas zal toenemen. Dat is geen probleem, het kan worden opgelost door het geproduceerde gas te mengen met hoogcalorisch gas dat in de regio in ruime mate voorhanden is. Het project kan doorgaan tot de economische limiet wordt bereikt (orde 30- 40 jaar).

Een belangrijke wijziging met de schets uit het Winningsplan 2013 is het voorgestelde productie-volume. Dat is in het bovenstaande scenario de helft van waar in het winningsplan van was uitgegaan. Het heeft als voordeel dat het project minder grootschalig en goedkoper kan worden uitgevoerd. Bij deze productiesnelheid zijn ook geen nieuw te boren putten nodig, een ander kostenvoordeel. Bestaande productieputten kunnen worden gebruikt als injectieputten omdat ze niet meer nodig zijn vanwege het lagere winningsplafond. Een andere wijziging is de behandeling van geproduceerd gas nadat stikstof in de putten is doorgebroken. Daar zijn nu geen dure scheidingsinstallaties voor nodig zoals in het winningsplan was voorzien.

Voor de totale investeringskosten moeten we denken aan zo'n 2 a 4 miljard euro. Dat is natuurlijk een heleboel geld maar er staat wat tegenover. Allereerst geen aardbevingen en bodemdaling meer. De gaswinning kan nog lange tijd doorgaan en de gaswinning kan op een verantwoorde manier langzaam worden afgebouwd, waarmee de gasinkomsten en de werkgelegenheid in de regio voor lange tijd zijn gegarandeerd. De winstgevendheid zal ongetwijfeld niet zo hoog zijn als bij conventionele winning. Al zou dat wel eens mee kunnen vallen vanwege de massale versterkingskosten die anders uit de opbrengsten betaald hadden moeten worden. En wellicht had de meeropbrengstregeling van het Groningen veld aangepast moeten worden. Een beetje minder winst voor de overheid en een beetje meer voor de NAM.

De publieke acceptatie van stikstofinjectie zou niet tot grote problemen hebben geleid. In 2013 en 2014 hadden de Groningers geen probleem met de gaswinning maar vonden wel dat aan hun problemen (overlast van bevingen en herstellen van bevingsschade) iets moest worden gedaan, het liefst op korte termijn. Daarin wordt helemaal tegemoetgekomen in het geschetste stikstofscenario, wat binnen een redelijke termijn uitzicht geeft op een aardbevingsvrije toekomst.

Samenvattend, stikstofinjectie zou een technisch en economisch haalbaar proces zijn geweest om een eind te maken aan de aardbevingen en om de gaswinning in Groningen tot het eind toe voort te zetten. Het is anders gelopen.

Conclusies

1. De deconfiture van de gaswinning in Groningen is terug te voeren op het besluit van de toenmalige minister van EZ in 2014 om de winning op de oude voet voort te zetten. Het heeft een serie gebeurtenissen in gang gezet die onherroepelijk moesten leiden tot een voortijdig einde van de gaswinning.
2. Gaswinning met behulp van stikstofinjectie zou een technisch haalbaar alternatief zijn geweest om een einde te maken aan de door de conventionele gaswinning veroorzaakte aardbevingen en

de gaswinning tot het eind voort te zetten. Minister Kamp en zijn adviseurs hebben in 2014 stikstofinjectie op oneigenlijke gronden afgewezen.

Verwijzingen

1. Kamerbrief 29 maart met kenmerk DGETM-EI/ 18057375
2. Brief IG van SodM aan de minister van EZ, 22 januari 2013. Kenmerk 13010015
3. Brief directeur NAM aan de minister van EZ, Aanbieding Winningsplan Groningen Gasveld 2013, 29 november 2013
4. Brief IG van SodM aan de minister van EZ, 13 januari 2014, Kenmerk 14005929
5. Kamerbrief 17 januari 2014. Kenmerk DGETM/14008697
6. Kamerbrief 16 december 2014. Kenmerk DGETM-EM / 14207601
7. Brief van de minister van EZ aan de Tweede Kamer, 29 januari 2015, Nr 94
8. Kamerbrief 9 februari 2015 met kenmerk DGETM / 15086391
9. Aardbevingsrisico's in Groningen, Onderzoek naar de rol van de veiligheid van burgers in de besluitvorming over de gaswinning (1959-2014), Onderzoeksraad voor Veiligheid, februari 2015
10. Kamerbrief 27 juni 2015. Kenmerk DGETM / 15086391
11. Raad van State uitspraak met zaaknummer 201501544/1, november 2015
12. Eindadvies Commissie Meijdam, Handelingsperspectief voor Groningen, 14 december 2015
13. Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn Aardbevingsbestendig bouwen, Stuurgroep NPR, 8 januari 2015 (groene versie)
14. Nederlandse Praktijk Richtlijn Aardbevingsbestendig Bouwen, 18 december 2015 (NEN) (witte versie)
15. Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Induced Earthquakes in Groningen; Update 2015, Bernard Dost and Jesper Spetzler, KNMI, October 2015
16. Meerjarenprogramma Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen 2016-2020 (NCG), 18 december 2015
17. Kamerbrief 18 december 2015 met kenmerk DGETM-EO / 15177337
18. Groningen Pressure Maintenance (GPM) Study, Progress Report February 2016 (NAM)
19. Winningsplan Groningen Gasveld 2016, april 2016 (NAM)
20. Meerjarenprogramma Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen 2017-2021 (NCG), december 2016
21. Brief IG van SodM aan minister van EZ van 13 april 2017. Kenmerk 17057629
22. Kamerbrief 18 april 2017. Kenmerk BBR / 17059208
23. Raad van State uitspraak met zaaknummer 201608211/1, november 2017
24. Induced Seismicity in Groningen. Assessment of Hazard, Building Damage and Risk, november 2017 Jan van Elk and Dirk Doornhof (NAM)
25. Meerjarenprogramma brief 7 december 2017(NCG)
26. Website: www.groningen2punt0.nl
27. Brief van IG van SodM: Advies Groningen-gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp van 8 januari 2018, 1 februari 2018. Kenmerk 18018656
28. Kamerbrief 29 maart 2018 met kenmerk DGETM-EI / 18057375
29. Kamerbrief 25 juni 2018, Akkoord op Hoofdlinen met Shell en ExxonMobil, Kenmerk DGETM-EI / 18122707
30. Mijnraadadvies veiligheidsrisico's en versterkingsopgave Groningen, 29 juni 2018
31. Uw mening over gaswinning uit het Groningen-gasveld. Eindrapportage vragenlijstonderzoek. Elisabeth Hoekstra, Goda Perlaviciute en Linda Steg (RUG), mei 2015



Energie uiteengezet

Rekenen op energie, rekenen aan energie

kennis

H. (Herman) Damveld¹

Verantwoording

Het onderwerp energie en de energievoorziening in Nederland staat in de belangstelling, onder meer door de aardgaswinning en de aardbevingen in de provincie Groningen. Het is ons opgevallen dat bijna nooit aan de orde komt wat energie is, hoeveel energie Nederlanders gebruiken en wat de gevolgen daarvan zijn voor het milieu. Daar willen we in dit artikel aandacht aan geven. Dat doen we in drie hoofdstukken.

Hoofdstuk 1: inzicht in wat energie is en wat we ermee kunnen doen.

Hoofdstuk 2: behandeling van het energiegebruik in Nederland vanaf 1950 tot nu toe aan de orde, met de nadruk op het heden.

Hoofdstuk 3: bespreking toekomstige energiegebruik en de gevolgen voor het milieu.

1. Inzicht in energie

1.1 Wat is energie? [1]

Eten en drinken leveren de energie die het lichaam nodig heeft om te kunnen functioneren. Zonder energie kan het lichaam niets. We lopen, denken, doen van alles, en zonder aanvoer van voedsel gaat dat niet. Als we niet genoeg eten is er niet genoeg energie om door te gaan met bewegen, lopen en wat al niet. Ook als we slapen is energie nodig om het hart te laten kloppen en de temperatuur van het lichaam op peil te houden.

Op veel producten in de winkel staat hoeveel energie erin zit: dan gaat het om calorieën, de energie die in voeding zit. Dat was vroeger de gebruikelijke eenheid voor energie. Eén calorie (afgekort cal) is de hoeveelheid energie die nodig is om één gram zuiver water één graad Celsius te verwarmen. Maar in 1978 werd een internationaal systeem van eenheden wettelijk ingevoerd en werd de calorie vervangen door de joule (spreek uit als zjoel; afgekort als J). De calorie kunnen we uitdrukken in joule: 1 calorie = 4,1868 joule [2]. Op die manier krijgen we verschillende eenheden voor energie. Het kan dan snel ingewikkeld worden met allerlei omrekeningsfactoren. Dat het ingewikkeld kan zijn is een erfenis uit het verleden. We zullen hier ons best doen om het zo simpel mogelijk te houden. Overigens, de calorie mag dan vervangen zijn door de joule, in de voeding wordt hij nog steeds gebruikt. Op de verpakking staat dan 'kcal' (dat is 1000 calorieën) en 'kJ' (dat is 1000 joule). Gezonde mannen hebben gemiddeld 2500 kcal per dag nodig, vrouwen 2000 kcal [3]. Een mens heeft omgerekend ongeveer 10.000 kJ per dag nodig.

Energie is overal. Het is datgene wat alles warm houdt en doet bewegen. Voor de mens is energie onmisbaar. De mens heeft een energiebron nodig om eten klaar te maken en warm te blijven. Een belangrijke energiebron daarvoor in Nederland is aardgas, terwijl ook een leven zonder elektriciteit bijna ondenkbaar is. De energierekening van Nederlandse huishoudens gaat over kubieke meters gas en kilowatturen. Kilowattuur korten we af als kWh.

Maar wat is energie eigenlijk? Energie is een natuurkundige grootheid. Elke *verandering* in de omgeving gaat gepaard met energie. De Joule is de maat voor energie in de natuurkunde. Arbeid en

¹ drs. Herman Damveld, zelfstandig onderzoeker en publicist over energie. Damveld publiceert al 42 jaar over kernenergie en de afgelopen 7 jaar met name over de gevolgen van de aardgaswinning in Groningen. hdamveld@xs4all.nl

warmte zijn een vorm van energie. We nemen energie waar als iets dat arbeid levert of vraagt of warmte vraagt of afgeeft. Waar kan je dan bijvoorbeeld aan denken? Met een lift omhoog gaan is een *verandering* van de plek waar je bent en daar is arbeid voor nodig. Je moet de lift in beweging brengen daar is bewegingsenergie voor nodig. Is de lift eenmaal in beweging dan moet je hem afremmen om bij de gewenste verdieping stil te komen staan. Ook dat vraagt energie want er is sprake van een *verandering* van snelheid. Bij energie is ook de term 'vermogen' belangrijk. Bij vermogen denkt men vaak aan iemand die veel geld of bezittingen heeft. Met dat vermogen kan die persoon van alles doen. Vermogen staat voor iets wat mogelijk is. Zo is het ook met het begrip vermogen bij energie. Vermogen is een maat voor de hoeveelheid arbeid die per tijdseenheid kan worden geleverd. De eenheid van vermogen is de watt (afgekort W), de energie per tijdseenheid, bijvoorbeeld per uur. Die term komt ook voor in het gangbare begrip kilowattuur (kWh). Kilo betekent duizend, een kilogram is immers duizend gram. En zo is een kilowattuur ook duizend wattuur. Mega (M) staat voor 1 miljoen: 1MWh is 1 miljoen wattuur en dus 1000 kWh.

Voorbeelden

Een voorbeeld uit het wielrennen. Een topsprinter als Marcel Kittel levert in de eindsprint van een paar honderd meter zo'n 2000 watt; een klimmer als Steven Kruijswijk trapt gedurende een lange periode 370 watt[4]. Kruijswijk levert in 3 uur bergop duizend wattuur, 1 kWh.

Uit de literatuur halen we de volgende gegevens:

1 kWh = 3.600.000 joule, dat is 3,6 miljoen joule.

Aardgas uit Groningen heeft een energie-inhoud van 35,17 miljoen joule per kubieke meter [5]. De energie die vrijkomt bij het stoken van gas heet ook wel verbrandingswaarde.

Een voorbeeld. Op de doos van een LED lamp staat 12 watt. Dat is het *vermogen* van de lamp, wat de lamp kan leveren als hij niet brandt of nog in de doos zit. Het vermogen laat zien wat er (maximaal) mogelijk is en is een eigenschap van de lamp. Energie staat voor wat deze LED lamp in een bepaalde tijd levert of gebruikt. Een LED lamp met een vermogen van 12 watt gebruikt in 100 uur aan elektrische energie $12 \text{ watt} \times 100 \text{ uur} = 1200 \text{ wattuur}$, ofwel 1,2 kilowattuur elektriciteit. Deze energie wordt omgezet in 44% licht en 56% warmte. Bij een gloeilamp wordt slechts 5% van de energie omgezet in licht en 95% in warmte. Energie levert altijd iets op: elektriciteit, beweging, licht, warmte, geluid, radiogolven, een chemische reactie etc.. In de winkel betaalt men voor het vermogen (bijvoorbeeld het vermogen van een stofzuiger). Thuis betaalt men voor de energie (de energie die wordt gebruikt om te kunnen stofzuigen).

Nog een voorbeeld. Een uur hard werken op de racefiets kost ca. 0,8 miljoen cal (3,3 miljoen joule) en brengt je 30 km verder. Een auto doet dat in 20 minuten, maar het kost 2 liter benzine of 72 miljoen joule. De fietsende mens is dus 20 keer energiezuiniger dan de auto.

Energiebegrippen in het kort

1 **calorie** (afkorting: cal) is de benodigde energie om 1 gram water 1°C te verwarmen.

1 kcal = 1000 calorieën.

De **joule** (afkorting: J) is de meest gebruikelijke maat om energie in uit te drukken.

De verhouding van calorie. tot joule. is: 1 calorie = 4,1868 joule.

1 kJ = 1000 joule.

Watt is een maat voor het vermogen, de energie per tijdseenheid, bijv. per uur (afgekort W).

1000 watt is 1 kilowatt en 1 miljoen watt is 1000 kilowatt.

1 kilowatt gedurende 1 uur is 1 kilowattuur (afgekort kWh).

Mega (M) staat voor 1 miljoen: 1MWh is 1 miljoen wattuur en dus 1000 kWh.

Giga (G) staat voor 1 miljard; giga is 1000 miljoen.

1 kWh is 3,6 miljoen joule.

1 kubieke meter aardgas uit Groningen heeft een energie-inhoud van 35,17 miljoen joule.

Nederland gebruikte vorig jaar 3147 **petajoule** (PJ); 1PJ = 1.000.000.000.000.000 joule, een 1 met 15 nullen.

1.2 Wat kunnen we met energie doen? [6]

Met 1 kilowattuur elektriciteit kunnen we veel dingen doen. Enkele voorbeelden: wat we zoal met 1 kWh kunnen doen staat in de linker tabel 1. Wat we met 1 kubieke meter gas uit Groningen kunnen doen staat in tabel 2.

1.200x	elektrisch scheren
100x	een brood snijden
15x	haar föhnen
4	avonden tv kijken
1	avond tv met een plasmascherm kijken
4	avonden licht van een 60 watt gloeilamp
20	avonden licht v/e 11 watt spaarlamp
15x	cd luisteren
20	maaltijden opwarmen in de magnetron
250	gaatjes boren
10	uur internetten
367.000 kilo	1 meter opheffen
367	zakken van 50 kilo 20 meter optillen

Tabel 1

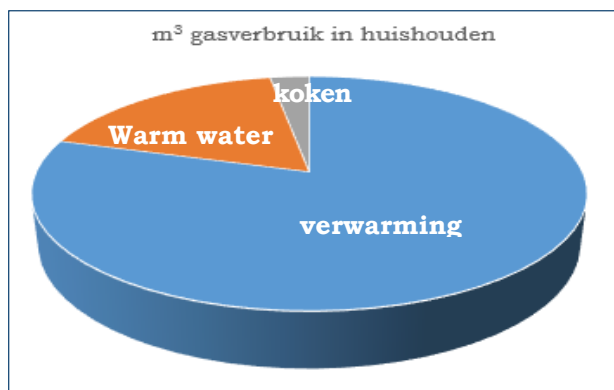
1	uur huis warm houden op een koude dag
50x	handen wassen
6x	afwassen
3x	douchen
5x	douchen met een spaardouche
1x	in bad
6 x	maaltijd koken

Tabel 2

1.3 Waarvoor wordt energie gebruikt? [7]

Een Nederlands huishouden verbruikt gemiddeld 1.470 m³ gas en 3.000 kWh elektriciteit per jaar [8]. De gemiddelde energierekening is 1.750 euro per jaar (prijsspeil 2018). Ongeveer 1.000 euro gaat op aan gas en 650 euro aan stroom. De rest is voor vaste kosten. Het gemiddelde gasverbruik per huishouden is 1.470 m³ per jaar. Gemiddeld gaat 80 procent van het gas naar verwarming en 20 procent naar warm water (vooral douchen en een beetje koken) [9].

Het energiegebruik van een gemiddeld huishouden is ongeveer als volgt verdeeld over verwarming, warm water en koken (zie figuur 1).⁷

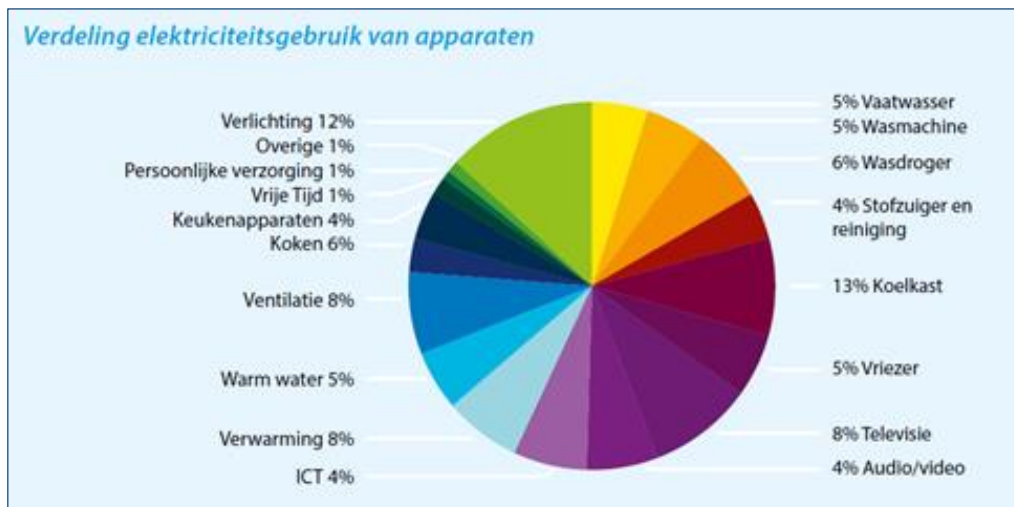


Figuur 1

Het elektriciteitsgebruik per gemiddeld huishouden is lastiger te bepalen. Immers, niet alle apparaten van dezelfde soort gebruiken evenveel stroom. En niet ieder huishouden gebruikt een apparaat even vaak. Een elektrische boiler van 80-100 liter verbruikt de meeste stroom: gemiddeld 1900 kWh per jaar. Een tropisch aquarium gebruikt op jaarbasis zo'n 1400 kWh en een waterbed circa 780-1600 kWh. Wasdrogers en vaatwassers zijn met elk ruim 200 kWh eveneens grote huishoudelijke stroomgebruikers. Een gemiddelde desktop computer met lcd-scherm verbruikt ongeveer 230 kWh per jaar. Een lcd-tv van 46 inch verbruikt ongeveer 240 kWh per jaar.

⁷ Bron: <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>

De computer en de tv zijn daarmee de grootste verbruikers in de categorie audio- en videoapparatuur. Het gemiddelde stroomverbruik van grote huishoudelijke apparaten staat in tabel 3. Een verdeling van het elektriciteitsgebruik is weergegeven in figuur 2 ⁸.



Figuur 2

Ook is er het zogeheten sluipverlies. Dat is het elektriciteitsgebruik van apparaten die niet uitgezet kunnen worden, zoals de cv-ketel of de koelkast of omdat anders instellingen verdwijnen of klokken stilstaan. Dit kan 10% van het elektriciteitsgebruik uitmaken.

Apparaat	kWh per jaar
Verlichting	390
TV (lcd, 46 inch)	238
Condens wasdroger	232
ICT	217
Koel-vriescombinatie	210
Vaatswasser	206
Wasmachine	170
CV-pomp	128

Tabel 3 Gemiddeld stroomverbruik van grote huishoudelijke apparaten.⁹

1.4 Energiebronnen voor het huishouden

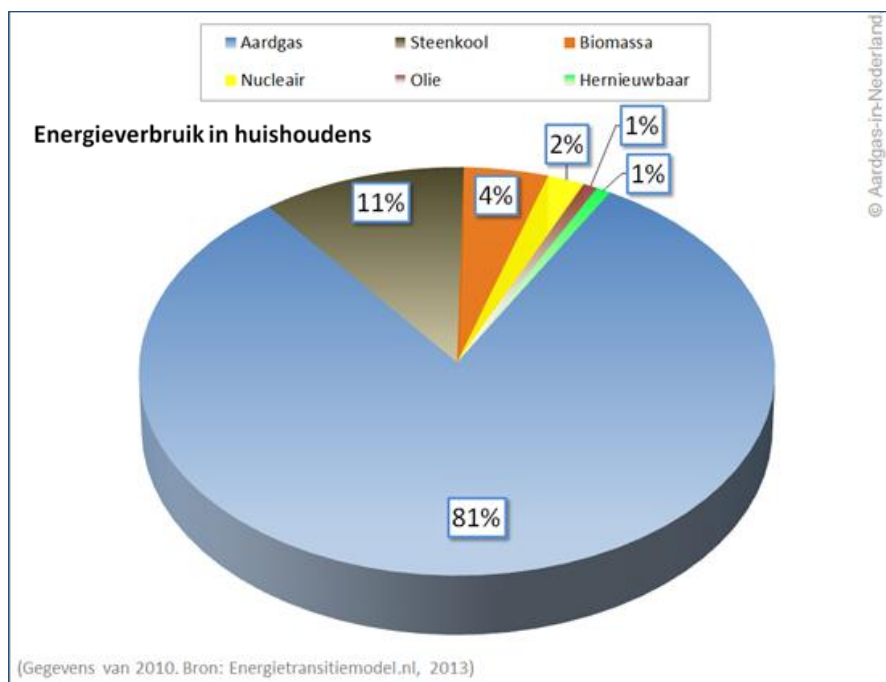
Huishoudens en kantoren (kleinverbruikers) hebben zowel een aansluiting voor elektriciteit als voor aardgas. 98% van de Nederlanders is aangesloten op het gasnet. Vergeleken met de gasvraag van andere Europese landen is dit naast Luxemburg het hoogst per hoofd van de bevolking.

Huishoudens gebruiken energie voor onder meer licht en verwarming. Er zijn verschillende energiebronnen die daarvoor worden ingezet, zoals in figuur 3 staat ¹⁰. Direct verbruik van aardgas vervult de behoefte van de warmtevraag; voor (centrale) verwarming, warm water en het fornuis. Ook biomassa wordt direct gebruikt, bijvoorbeeld in de vorm van hout in de open haard. Indirect aardgasverbruik komt vanuit een behoefte aan elektriciteit waarvan een gedeelte weer door aardgas wordt opgewekt. Ruim 80% van het energiegebruik door huishoudens komt uit direct en indirect aardgasgebruik. Indirect wordt in huishoudens ook steenkool, kernenergie en hernieuwbare energie gebruikt in de vorm van elektriciteit [10], [11].

⁸ Bron: <https://energietrends.info/wp-content/uploads/2016/09/EnergieTrends2016.pdf>.

⁹ Bron: <https://www.hier.nu/themas/huishoudelijke-apparaten/deze-apparaten-veroorzaken-twee-derde-van-je-stroomrekening>

¹⁰ Bron: <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>



Figuur 3.

Het gebruik van brandstof voor de auto valt niet onder deze definitie van huishoudelijk energiegebruik. Daarbij moeten we tevens bedenken dat de gegevens uit deze figuur een gemiddelde zijn. Huishoudens die hebben gekozen voor groene stroom gebruiken geen kolen of kernenergie.

1.5 Het massale energiegebruik: een uitleg [12]

Bij het energiegebruik zijn twee eenheden belangrijk: elektriciteit in kilowattuur (kWh) en energie in het algemeen, waarvan de eenheid joule (J) is. Vaak gaat het om PJ, dat is 1.000.000.000.000.000 joule. Nederland gebruikte vorig jaar 3150 PJ, dat is per dag 8,8 PJ [13], [14].

Wat kunnen we doen met 1 PJ? In de vorm van elektriciteit beschikken we dan over 278.000.000 kWh. Dat is voldoende om een woonwijk met 5000 inwoners zonder zonnepanelen 50 jaar van elektriciteit te voorzien. We kunnen onze PJ ook gebruiken om 30.000 nieuwbouwhuizen een jaar lang met gas te verwarmen, inclusief douchen en koken. En voor 1 PJ kan een vol vliegtuig 200 weekendjes naar Beijing. De luchtvaart in Nederland verbruikt jaarlijks 150 PJ, dat is een halve PJ per dag. We zouden trouwens met 1 PJ samen met driehonderd vrienden ook in 100 dieseltjes 100 maal rond de aarde kunnen rijden.

Dan de productie van 1 PJ. Een 1000 MW kolencentrale doet daar twee weken over. In een halve dag komt bij de gaswinning uit Groningen anno 2018 1 PJ uit de grond. We kunnen ook voor Russisch gas kiezen. Daarvoor moet de Nord Stream leiding dan vier uur worden gehuurd. En mochten we onze PJ liever in olie hebben: een beetje olietanker kan 10 PJ vervoeren.

Stel, we willen 1 PJ duurzaam. Een mogelijkheid is om het 125 MW windpark in Drenthe een jaar te huren. Daarmee kan dan 1 PJ geoogst worden. De windparken op zee zijn groter en daar waait het harder. Een 700 MW Borssele windpark produceert straks gemiddeld 1 PJ per maand. Echter, om in een jaar 1 PJ met zon te oogsten hebben we een park van 500 hectare met zonnepanelen nodig. Dat is veel. Maar in het Markermeer is ruimte voor honderd van die parken. Het 10.000 MW windpark op de Doggersbank van Tennet en Gasunie produceert straks gemiddeld 1 PJ waterstof per 3 dagen.

Dan de gasopslagen. Met onze strategische gasvoorraad kunnen we in Nederland drie maanden vooruit. Straks rijden we allemaal in elektrische auto's met 100 kWh accu's en 1000 km actieradius. Deze accu's bevatten als ze vol zijn samen ruim 2 PJ aan energie. We zouden ook het Markermeer

kunnen inrichten als energieopslag. Om daar 1 PJ in op te bergen moeten we kiezen voor een waterniveau van 18 meter boven NAP, dat is een flat van 6 verdiepingen.

Nederland verbruikt nu 3147 PJ. Met fossiele bronnen is dat goed te organiseren. Met hernieuwbare energie wordt het lastiger. We moeten daarom ons energieverbruik fors verminderen. Vooralsnog komt daar niet veel van terecht. Energie besparen is misschien wat minder leuk dan wind, zon en waterstof, maar zeker zo noodzakelijk.

1.6. Zon als belangrijkste energiebron

De zon is de belangrijkste bron van alle energie. De zon stuurt zijn stralen alle richtingen uit. Een heel klein beetje daarvan komt op de aarde terecht. Toch is dat kleine beetje heel belangrijk. De zon geeft warmte af. Als hij door de ramen schijnt wordt het warmer in huis. Met zonnepanelen wordt de zonne-energie omgezet in elektriciteit. Door de zon wordt de lucht warmer. Verwarmde lucht komt in beweging en stijgt op. De lucht beweegt: door de zon waait de wind.

Zonne-energie maakt het leven op aarde mogelijk. Als een plant groeit wordt er zonne-energie (licht) in opgenomen. De plant pakt een stukje van de zonnestraling en slaat dat op via allerlei ingewikkelde processen. Mensen en dieren gebruiken planten als voedsel: door het voedsel in hun lichaam te verbranden kunnen ze leven en werken. Zonder zonlicht was er geen leven op aarde.

Er zijn in de wereldgeschiedenis lange perioden geweest dat werelddelen overdekt waren met wouden. Later stierven de bossen af en werden ze bedekt met aarde. Na een bijna onmetelijk lange tijd werden de lagen afgestorven hout omgezet in steenkool. Op dezelfde manier ontstonden in de loop van miljoenen jaren aardolie en aardgas uit afgestorven resten van diertjes op de oceaانبodem. Iets wat afgestorven is noemt men fossiel. Daarom worden olie, aardgas en kolen ook wel fossiele brandstoffen genoemd. Het Nederlandse aardgas is ongeveer honderd miljoen jaar geleden ontstaan [15]. Dit gas is eigenlijk in het verleden opgeslagen zonne-energie.

De fossiele brandstoffen waren heel lang geleden dus wouden en dieren die zonne-energie in zich opgeslagen hadden. Benzine wordt gemaakt uit olie. Een auto rijdt eigenlijk op miljoenen jaren oude zonne-energie.

De elektriciteit in Nederland komt voor ruim 90% uit aardgas- en kolencentrales. De elektriciteit die we in huis krijgen is dus ook vooral afkomstig uit opgeslagen zonne-energie. In de centrales worden aardgas en kolen verbrand. De warmte die hierbij vrijkomt verhit water tot stoom. De stoom laat een rad draaien, de turbine, die weer een dynamo aandrijft: dat geeft elektriciteit (vergelijk het met de dynamo van een fiets waarmee we fietslampjes laten branden).

In de loop van de geschiedenis werd steeds meer energie gebruikt en ook steeds andere vormen van energie. Heel vroeger gebruikten mensen alleen spierkracht als ergens kracht voor nodig was en stookte men hout om het warm te krijgen of om te koken. De uitvinding van de stoommachine bracht een hele ommekeer. De mens kreeg daarmee de beschikking over een kracht die veel groter was dan zijn eigen spierkracht. En zo begon de industriële revolutie. Eerst werden hout en turf gebruikt om de stoommachines te laten draaien, maar al gauw bleek er niet genoeg hout te zijn om aan de vraag van al die machines te voldoen. Andere energiebronnen werden gezocht: steenkool en aardolie uit diepere lagen van de aarde werden aangeboord. Nog later kwamen er elektriciteitscentrales. Zo ging de samenleving steeds meer fossiele energie gebruiken.

Wereldwijd gebruiken we nu in één jaar de fossiele energie die zich in één miljoen jaar heeft gevormd. In een rap tempo maken we de fossiele energie op. Er komt een einde aan het gebruik van fossiele energie, de in het verre verleden opgeslagen zonne-energie. Dan moeten we weer overgaan op het gebruik van de zonne-energie die elke dag op de aarde neerkomt. Gelukkig kan de zon genoeg energie leveren voor iedereen.

Kooldioxide (CO₂) komt vrij bij de verbranding van aardgas, kolen en olie. De afgelopen 20 jaar wordt het steeds waarschijnlijker dat het klimaat verandert. Dat komt door de toename van de uitstoot van

broeikasgassen zoals CO₂. Dit zijn gassen die de straling van de zon en de aarde opnemen. Deze gassen vormen als het ware een deken om de aarde: ze zorgen voor warmte-isolatie, het broeikaseffect [16],[17],[18],[19],[20],[21]. Om die deken wat dunner te maken wil de regering CO₂ opslaan. In 2017 werd in Nederland 163 miljard kilogram CO₂ uitgestoten, net zoveel als in 1990, deelde het Centraal Bureau voor de Statistiek op 10 september 2018 mee [22].

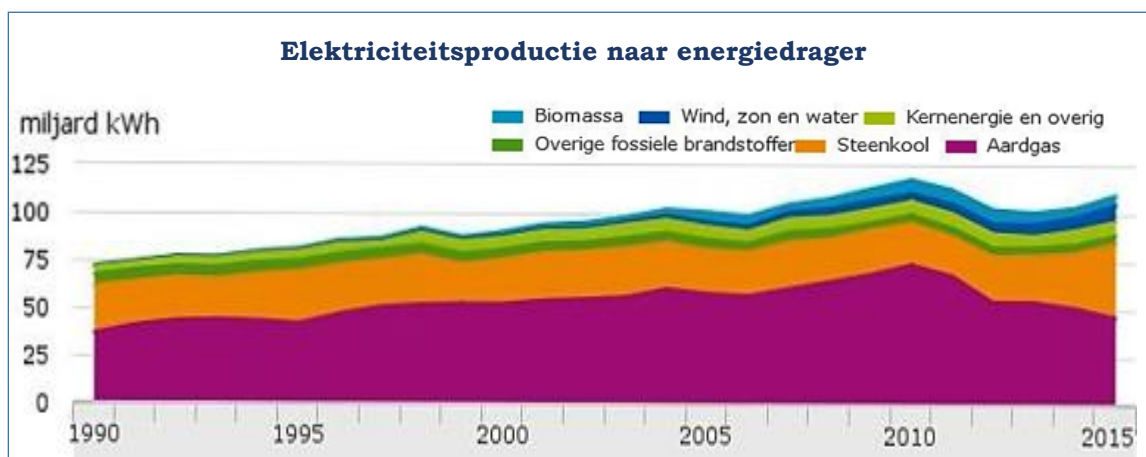
Of het broeikaseffect bestaat is onderwerp van discussie. Maar ook als we niet geloven in het broeikas-effect is er alle reden om het gebruik van fossiele brandstoffen te verminderen. Het fossiele tijdperk is eindig. CO₂-opslag is geen duurzame oplossing voor het energievraagstuk [23]. Het is niet meer dan een lapmiddel waarmee de regering eigenlijk erkent dat de samenleving te veel CO₂ uitstoot. Alleen duurzame energie uit zon en wind helpen ons verder. Immers, we krijgen in Nederland van de zon gemiddeld per jaar 35 keer zoveel energie als we nodig hebben voor verwarming, industrie, auto's en de opwekking van elektriciteit [24]. We hebben niet zozeer een energieprobleem als wel een energie-omzettingsprobleem en een ruimteprobleem voor de plaatsing van al die zonnepanelen.

2. Energie in Nederland 1950 tot 2018

2.1 Elektriciteit als onderdeel energiegebruik

We gebruiken energie in allerlei vormen. Aardgas verwarmt ons huis. Een auto rijdt op benzine of diesel die beide van olie gemaakt zijn. Onze huishoudelijke apparaten hebben elektriciteit nodig. Elektriciteit wordt gemaakt uit verschillende bronnen (figuur 4)¹¹. Uit gegevens van onder meer het CBS volgt dat elektriciteit 25-34% is van het totale energiegebruik. Die uitkomst hangt af van de gebruikte rekenmethode [25],[26],[27],[28],[29].

Het primaire energiegebruik is het gebruik zonder omzettingsverliezen. Het rendement van de beste Nederlandse elektriciteitscentrales is zo'n 60%: van de 100% primaire energie wordt 60% omgezet in elektriciteit en 40% via het koelwater geloosd [30].



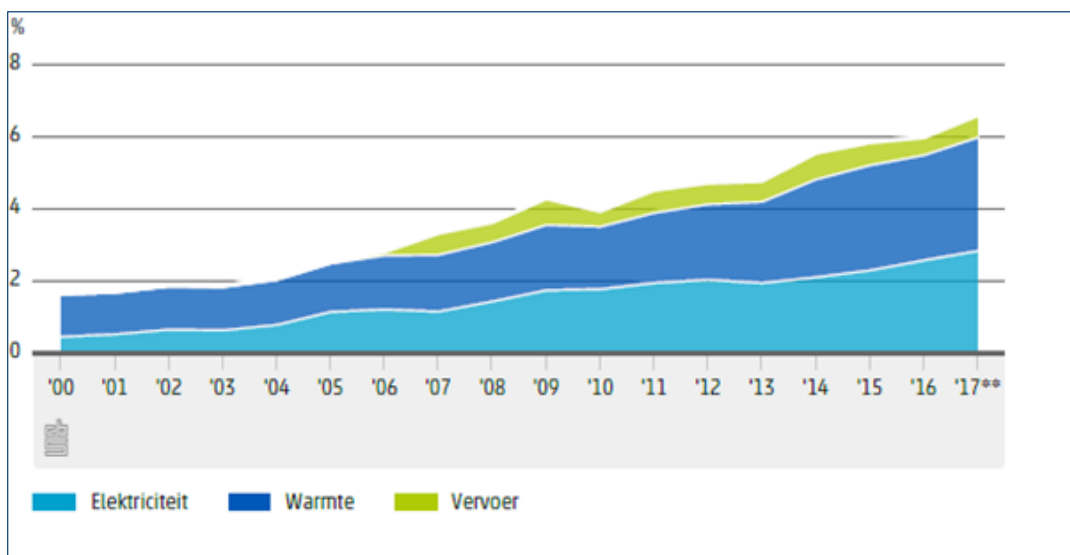
Figuur 4

2.2 Zon en wind goed voor 1,4% energiegebruik

In 2016 was 5,9% van het energieverbruik afkomstig uit hernieuwbare bronnen en in 2017 was dit gestegen naar 6,6% (figuur 5).¹²

¹¹ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/26/elektriciteitsproductie-uit-steenkool-opnieuw-hoger>, 28 juni 2016

¹² Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/22/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-6-6-procent>, 30 mei 2018.



Figuur 5.

De meeste hernieuwbare energie, namelijk zo'n 62%, kwam in die jaren uit biomassa en 26% uit windenergie. De bijdrage van andere bronnen als bodemenergie en warmte uit de buitenlucht (6%), zonne-energie (5,7%) en waterkracht (0,3%) was beperkt.

Het verbruik van zonne-energie (elektriciteit en warmte) groeide in 2017 naar 9 petajoule (PJ). De opgestelde capaciteit van zonnepanelen voor zonnestroom steeg met een recordhoeveelheid van 852 megawatt (MW) naar totaal bijna 3000 MW. Er liggen zo'n 12 miljoen zonnepanelen op de Nederlandse daken. Deze zorgden voor 0,3% van het totale energiegebruik [31], [32], [33], [34], [35], [36].

De energie uit wind nam tegelijkertijd met 15% toe tot 35 PJ [37]. Vooral door het plaatsen van 600 MW aan windmolens op zee in de tweede helft van 2016 kon het verbruik flink toenemen; die windmolens draaiden in 2017 een vol jaar mee. In 2017 werden nauwelijks nieuwe windmolens bij geplaatst en bleef de totale windcapaciteit op 4200 MW. Er waren begin september 2018 in totaal 2285 windmolens in bedrijf, waarvan 289 op de Noordzee [38]. Windenergie zorgde in 2017 voor 35 PJ, dat is 1,1% van het totale Nederlandse energiegebruik van 3150 PJ in 2017 [39]. Daarmee leverden zon en wind samen 1,4% van het totale Nederlandse energiegebruik [40], [41].

Volgens een andere berekeningswijze leverden in 2017 wind op land 1,08%, wind op zee 0,57% en zonnepanelen 0,37% van het totale energiegebruik [42]. Samen is dat 2%. Of het nu 1,4% of 2% is, duidelijk is dat zon en wind nu maar een klein deel van het energiegebruik verzorgen.

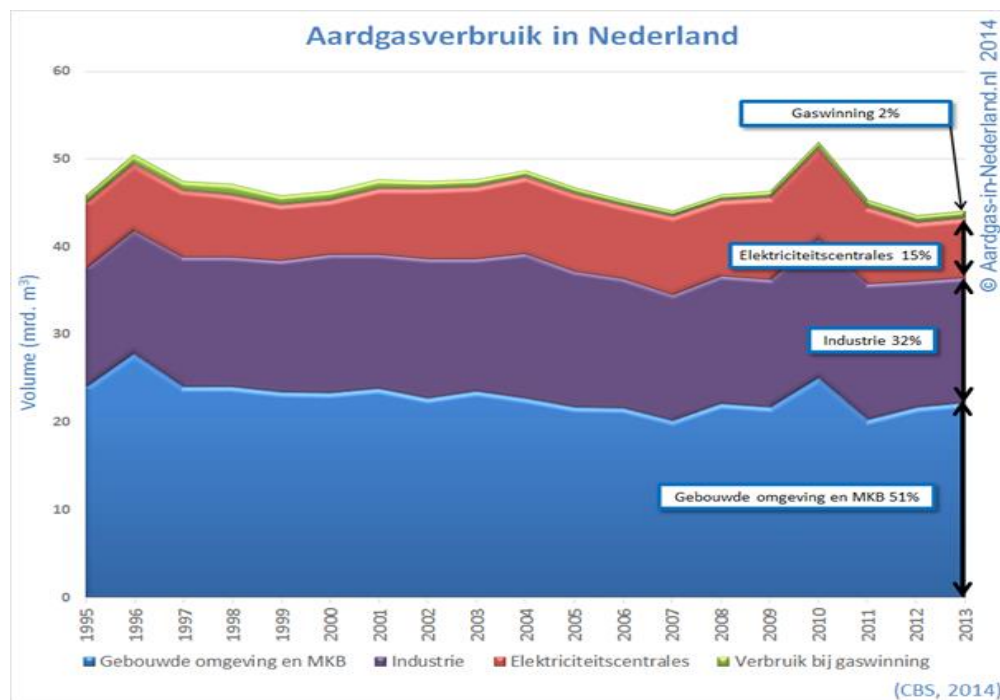
Het Planbureau voor de Leefomgeving schreef op 6 september 2018 dat de kosten van zonnestroom tussen 2008 en 2013 met een factor 3 omlaag zijn gegaan en in de 5 jaar daarna nog gestaag met 25 procent zijn gedaald. De kosten voor windenergie op zee zijn alleen al tussen 2016 en 2017 met een kwart omlaag gegaan [43].

2.3. Nederlands gasgebruik en besparing [44]

Het aardgasgebruik in Nederland hangt vooral af van de gemiddelde temperatuur in een jaar. Het gebruik van 1995-2014 staat in figuur 6.¹³

In 2015 was volgens Milieudefensie het gebruik van het zogeheten laagcalorische Groningse gas in Nederland in een aantal sectoren zo'n 23 miljard kubieke meter (m³): 11 miljard m³ voor huishoudens, met name voor verwarming; 5 miljard m³ voor verwarming van kantoren, instellingen en winkels; 7 miljard m³ wordt gebruikt door bedrijven [45].

¹³ Bron: <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>



Figuur 6

Daarnaast wordt ook hoogcalorisch gas uit kleine velden in Nederland en uit Noorwegen en Rusland gebruikt. Gasunie Transport Services heeft op 17 januari 2018 in een technische briefing voor leden van de Tweede Kamer de huidige Nederlandse vraag naar gas uiteengezet. In een gemiddeld jaar gaat het om 27 miljard m³ Gronings en 11 miljard m³ hoogcalorisch gas [46]. Samen is dat 38 miljard m³.

Volgens Milieudefensie kan veel gas bespaard worden in huizen, kantoren en kassen [47], [48].

Figuur 7 geeft en tabel 4 aan welke mogelijkheden er zijn om minder energie te gebruiken in huishoudens.¹⁴ Nederland telt 7,86 miljoen huishoudens [49]. Stel dat in 2050 - over 31 jaar met in totaal 1550 werkweken - alle huishoudens van het gas af zijn. We kunnen uitrekenen dat vanaf nu 5000 huishoudens per week of 1000 huishoudens per dag van het gas af moeten.



¹⁴ Bron: <https://www.paddepoelenergie.nl/projecten/besparing/>, mei 2016.

Figuur 7. Energie besparen in huishoudens

Maatregel	Kosten	Besparing per jaar	Terugverdientijd
Vloerisolatie	€ 1.000,-	150 m3	11 jaar
Gevelisolatie	€ 500,-	350 m3	3 jaar
Zolderisolatie	€ 2.800,-	700 m3	7 jaar
HR++ glas	€ 3.500,-	400 m3	14 jaar
Zonnepanelen (10 stuks)*	€ 3.750,-	2250 kWh	8 jaar
Zonneboiler **	€ 2.500,-	150 m3	25 jaar
Nieuwe CV-ketel	€ 1.800,-	250 m3	12 jaar
Pelletkachel **	€ 1.600,-		6 jaar
Hybride warmtepomp **	€ 5.000,-	sterk variabel	
Waterzijdig inregelen	variabel	tot 25%	variabel
LED lampen (10 stuks)	€ 75,-	200 kWh	2 jaar

Tabel 4 Energiebesparing: maatregel, investering, besparing en terugverdientijd

2.4 Warmtepomp als stap naar een energieneutraal huis [50], [51]

Energieneutrale woningen staan in de belangstelling. Daarbij gaat het om zonnepanelen die de elektriciteit opwekken voor de warmtepomp en alle andere elektrische apparaten. Aansluiting op het elektriciteitsnet blijft echter nodig omdat de elektriciteit vaak wordt gebruikt als het donker is. Wel wordt over het hele jaar genomen net zoveel elektriciteit opgewekt als men gebruikt. Een elektriciteitscentrale op bijvoorbeeld aardgas blijft noodzakelijk zolang de overtollig opgewekte elektriciteit in de zomer niet wordt opgeslagen voor gebruik in de winter.

Een warmtepomp is als het ware een omgekeerde koelkast. Een warmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht. Via een zogeheten warmtewisselaar wordt die warmte afgegeven aan water en verhoogd tot zo'n 35 graden. Als het buiten koud is vraagt dit meer elektriciteit dan als het bijvoorbeeld 16 graden is.

Een cv-ketel levert water van zo'n 70 graden. Bij een warmtepomp gaat het om zo'n 35 graden. Daarvoor zijn de nu meestal gebruikte radiatoren ongeschikt, die moeten eruit. Er zijn dan twee mogelijkheden: vloerverwarming of lage temperatuur radiatoren.

Voor warm water om te douchen is een elektrische boiler nodig die water van 60 graden levert. In Nederland koken de meeste mensen op aardgas, maar het gas gaat verdwijnen en het alternatief is een inductiekookplaat op elektriciteit.

Zonnepanelen op het dak wekken alle elektriciteit op voor zowel de warmtepomp, de verlichting als alle overige elektrische apparaten. Bij een omgebouwd voormalig postkantoor in het Groningse Ten Post komen 46 zonnepanelen op het dak die jaarlijks 11.000 kWh leveren. Bij 40 zogeheten 0-op-de-meter-woningen in de stad Groningen wekken zonnepanelen 7000 kWh per huis op: 4300 kWh voor de warmtepomp en 2700 kWh voor huishoudelijk verbruik zoals de koelkast en de tv.

2.5 Elektriciteitscentrales in Nederland

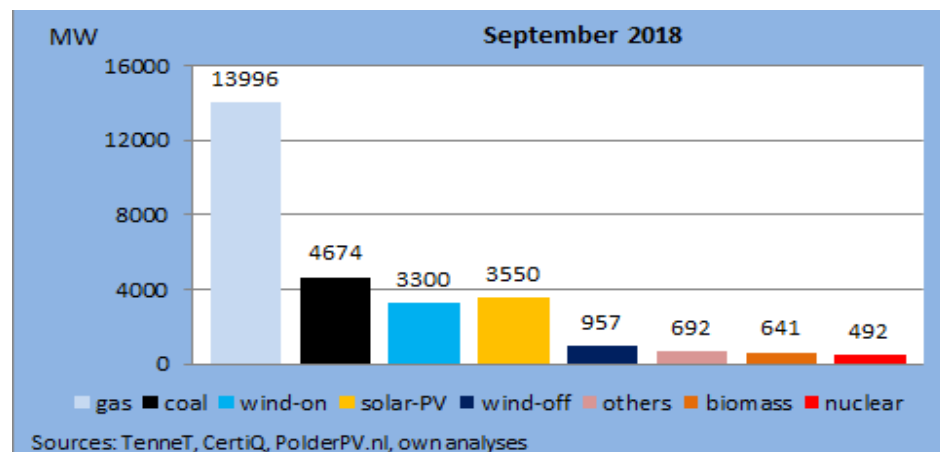
De Nederlandse elektriciteitscentrales hadden begin 2018 een opgesteld productievermogen van 28.800 Megawatt (MW). Daarvan is 4600 MW kolencentrales, 15.300 MW gascentrales, 500 MW de kerncentrale Borssele, 4.700 MW windenergie en 3.000 MW zonne-energie (zie tabel 5.¹⁵ en figuur 8.¹⁶) [52], [53], [54]. Verschillende gascentrales zijn niet in bedrijf; dat heet geconserveerd vermogen.

¹⁵ Bron: https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/Rapport_Monitoring_Leveringszekerheid_2017_web.pdf, p 49 met getal voor zon 2018 400 MW hoger.

¹⁶ Bron: <http://en-tran-ce.org/wp-content/uploads/2018/10/Renewable-Energy-in-NL-September-2018.pdf>

Opgesteld vermogen (MW)	2015	2016	2017	2018
Kernenergie	500	500	500	500
Kolen	7300	5700	5700	4600
Gas (operationeel)	15900	15500	15800	15300
Gas (geconserveerd)	4400	4600	3700	3200
Afvalverbranding	700	700	700	700
Biomassa/biogas	400	500	500	500
Wind op land	2600	3100	3200	3700
Wind op zee	200	400	1000	1000
Waterkracht	0	0	0	0
Zon-PV	1000	1500	2000	3000
Totaal	33.100	32.400	33.200	32.400

Tabel 5. Elektriciteitscentrales Nederland



Figuur 8. Opgesteld vermogen elektriciteitscentrales september 2018

Een jaar kent 8760 uren. De wind waait een deel van die uren en soms ook maar een beetje. Een windmolen draait soms op vol vermogen, dan weer op een deel daarvan. De productie per jaar wordt omgerekend naar het aantal uren dat de windmolen op vol vermogen zou draaien. De term daarvoor is “vollast-uur”. We gaan ervan uit dat windturbines op land een gemiddelde bedrijfstijd van 1750 vollast-uren per jaar realiseren en op zee gemiddeld 3500 vollast-uren per jaar, terwijl bij zonnepanelen een gemiddelde bedrijfstijd van 800 vollast-uren per jaar wordt verondersteld [55].

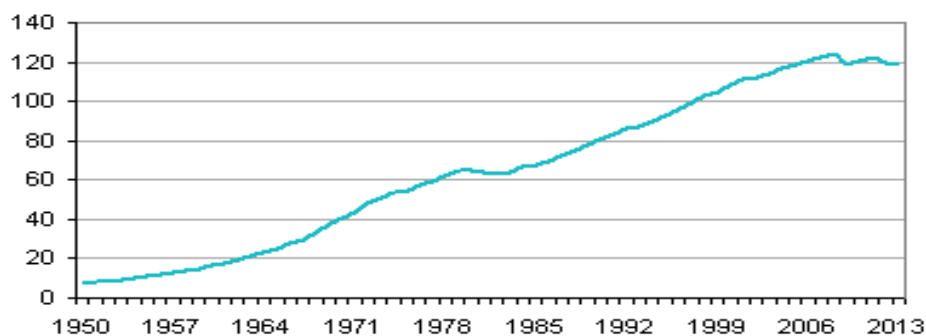
Kolen- en gascentrales kunnen in beginsel 7000 tot 7500 uur per jaar draaien [56]. Het opgestelde vermogen is daarom niet maatgevend voor de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Een gascentrale maakt jaarlijks bijna twee keer zoveel uren elektriciteit als windenergie op land. Of de centrales veel uren maken hing de afgelopen jaren vooral af van de prijs van gas of van kolen. Zo kunnen we met gegevens van het CBS uitrekenen dat kolencentrales in 2015 gemiddeld 5300 uur hebben gedraaid en gascentrales 2900 uur (zie tabel 6) [57].

centrales	gerealiseerde bedrijfsuren
kolen	5300
aardgas	2900
wind op land	1750
wind op zee	3500
zonnepanelen	800

Tabel 6

2.6 Sterk gestegen energiegebruik

Het elektriciteitsgebruik is nu 16 keer hoger dan in 1950 (figuur 9:¹⁷) [58]. In 2013 was het elektriciteitsgebruik 119 miljard kWh en dat is sindsdien vrij stabiel rond de 120 miljard kWh [59].

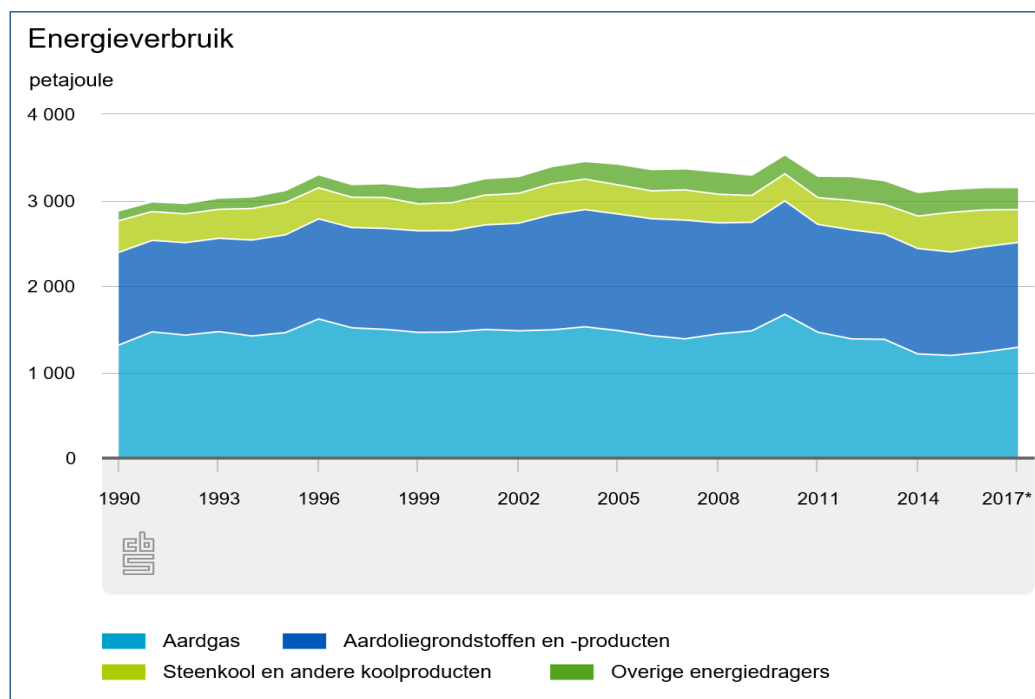


Figuur 9

Het totale energiegebruik is 5,2 keer hoger dan in 1950 (tabel 7) [60]. Het energiegebruik vanaf 1990 staat in figuur 10. Het energiegebruik van Nederland in 1980 en in 2017 in percentages per energiebron staat in tabel 8.¹⁸

Jaar	Energiegebruik	Bron
1950	582	statline.cbs.nl/Statweb/
1960	920	statline.cbs.nl/Statweb/
1970	2016	statline.cbs.nl/Statweb/
1980	2723	statline.cbs.nl/Statweb/
1990	2843	statline.cbs.nl/Statweb/
2015	3144	regering 2016
2017	3150	CBS

Tabel 7. Energieverbruik Nederland 1950-2017 in petajoule (PJ) [61], [62], [63], [64], [65].



Figuur 10. Energiegebruik Nederland 1990 tot 2017 in petajoule

¹⁷ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/07/elektriciteitsverbruik-16-keer-hoger-dan-in-1950>, 9 februari 2015

¹⁸ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/16/energieverbruik-verandert-nauwelijks-in-2017>, 19 april 2018

jaar	1980	2017
aardgas	46,4	41
olie	46,5	40
kolen	5,7	12
kernenergie	1,4	1
zon en wind	0	1,4
biomassa	0	4,6

Tabel 8. Energiegebruik Nederland in 1980 en in 2017; percentages per bron [66], [67]

2.7 Kernenergie in Nederland

De kerncentrale Dodewaard in de provincie Gelderland met een elektrisch vermogen van 54 Megawatt (MW) kwam in maart 1969 in bedrijf [68]. De kerncentrale Borssele (485 MW) volgde in oktober 1973 [69], [70]. Deze kerncentrales mochten in bedrijf komen zonder dat er een eindoplossing was voor het radioactieve afval.

Destijds waren er omvangrijke bouwplannen. Op 30 maart 1972 verscheen de Nota inzake het kernenergiebeleid van de toenmalige minister van Economische Zaken, Langman [71]. Volgens dit regeringsbeleid zou in het jaar 2000 een groot aantal kerncentrales in bedrijf zijn met een vermogen van in totaal 35.000 MW. In 1974 verscheen de Energienota van de minister van Economische Zaken, Lubbers. Hij vond dat er 8000 MW kernvermogen moest komen, maar vanwege de maatschappelijke weerstand schroefde hij dat terug tot 3000 MW; de kerncentrales zouden rond 1985 in bedrijf moeten komen. Dit noemde Lubbers de gematigde uitbouw van kernenergie, passend bij het streven om "de noodzakelijke politieke vertrouwensbasis te vergroten [72], [73]."

De bouwplannen zijn niet gerealiseerd. De kerncentrale Dodewaard ging in 1997 dicht [74]. In maart 2013 besloot de vorige regering (VVD/PvdA) dat de kerncentrale Borssele tot en met 2033 in bedrijf mocht blijven [75]. Er zijn geen concrete plannen voor nieuwe kerncentrales. De kerncentrale Borssele zorgt voor 1% van het Nederlandse energiegebruik (tabel 8).

3. Energie in de toekomst met grote gevolgen voor het milieu

3.1. Nodig: 36 keer zoveel zon en wind

Urgenda is een landelijke organisatie die Nederland sneller duurzaam wil maken en die op 9 oktober 2018 de Klimaatzaak tegen de staat heeft gewonnen. Het ging om een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen van 25% in 2020 ten opzichte van 1990 [76], [77]. Om te laten zien dat dit kan heeft Urgenda al in 2015 een energieplan gemaakt. Door anders te wonen, te eten, te produceren en door ons anders te verplaatsen van A naar B halen we een energiebesparing van 50%. Het energiegebruik dat dan nog overblijft is 1560 petajoule (PJ) [78], [79], [80]. Deze omvang van het energiegebruik is ons uitgangspunt voor de volgende berekening om te illustreren voor welke omvangrijke taak we staan. Stel dat het energiegebruik in 2050 gelijk blijft aan de omvang die Urgenda noemt. Dat is de helft van het huidige energiegebruik van 3150 PJ (tabel 9). Stel verder dat in 2050 wind- en zonne-energie elk de helft van de energievraag leveren. Dat is elk de helft van 1560 PJ oftewel allebei 780 PJ.

Zonne-energie zorgt nu voor 9 PJ en wind voor 35 PJ [81]. Een rekensom leert ons dat Nederland dan 36 keer zoveel duurzame energie moet opwekken als nu. In ons rekenvoorbeeld gaat het om 87 keer zoveel elektriciteit uit zonne-energie en 22 keer zoveel uit windenergie. De Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE) heeft op 19 april 2018 aangegeven dat in 2050 zo'n 9.500 windmolens op zee en 2.750 op land kunnen staan die 1400 PJ opwekken. Daarbij gaat de NVDE uit van een gemiddeld vermogen van 4 MW per windmolen op land en 8 MW op zee [82]. Of voldoende draagvlak is voor al deze windmolens valt te bezien, gegeven de grote weerstand tegen grote windmolens [83]. In

theorie kan windenergie zorgen voor 780 PJ of meer. Of dat in de praktijk ook zo is zal de toekomst ons leren.

Op de Nederlandse daken is ruimte voor 270 miljoen zonnepanelen, dat is 22,5 keer zoveel als de 12 miljoen die er nu liggen. Die 270 miljoen panelen kunnen 217 PJ leveren [84]. Daarnaast moeten dan nog 3,6 keer zoveel zonnepanelen elders geplaatst worden om het streefgetal van 780 PJ, dat is 87 keer zoveel elektriciteit als nu, te kunnen halen. Dat is bijna 1 miljard zonnepanelen.

Jaar	Energiegebruik	Bron
1950	582	statline.cbs.nl/Statweb/
1960	920	statline.cbs.nl/Statweb/
1970	2016	statline.cbs.nl/Statweb/
1980	2723	statline.cbs.nl/Statweb/
1990	2843	statline.cbs.nl/Statweb/
2015	3144	regering 2016
2017	3150	CBS
2020	2881	NEV 2017
2030	1560	Urgenda
2030	2829	NEV 2017

Tabel 9 Energieverbruik Nederland 1980-2030 in Petajoule [85], [86], [87], [88]

Uit rapporten van de overheid en van overheidsorganisaties komt het volgende beeld op van de energievoorziening tot 2050 in percentage per bron (tabel 10).

Jaar	1980	2017	2020	2030
aardgas	46,4	41	40	28
olie	46,5	40	35	42
kolen	5,7	12	12	12
kernenergie	1,4	1	1	1
zon, wind, biomassa	0	6	12	17

Tabel 10 Energieverbruik Nederland 1980-2030 in Petajoule; percentages per bron [89], [90], [91], [92], [93].

De visie van Tennet, de beheerder van het elektriciteitsnet, voor de periode tot 2033 staat in tabel 11.¹⁹

Opgesteld vermogen (MW)	2015	2016	2017	2018	2021	2024	2032
Kernenergie	500	500	500	500	500	500	500
Kolen	7300	5700	5700	4600	4600	4600	4600
Gas (operationeel)	15900	15500	15800	15300	13100	12700	11000
Gas (geconserveerd)	4400	4600	3700	3200	3600	3800	4000
Afvalverbranding	700	700	700	700	800	800	800
Biomassa/biogas	400	500	500	500	500	500	500
Wind op land	2600	3100	3200	3700	5100	5900	6800
Wind op zee	200	400	1000	1000	2400	4500	9400
Waterkracht	0	0	0	0	0	0	0
Zon-PV	1000	1500	2000	3000	4400	6500	15900
Totaal	33.100	32.400	33.200	32.400	35.000	39.900	53.500

Tabel 11 Elektriciteitscentrales Nederland 2015-2033

¹⁹ Bron: https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/Rapport_Monitoring_Leveringszekerheid_2017_web.pdf, p 49 met getal voor zon 2018 400 MW hoger

3.2 Ruimtebeslag per energiebron

In dit verband is ook het ruimtebeslag van belang. De productie van energie uit duurzame bronnen vergt veel meer ruimte dan energieproductie uit fossiele brandstoffen. Dat is de conclusie van Paul Behrens en John van Zalk van Universiteit Leiden uit hun onderzoek naar hoeveel ruimte negen specifieke energievormen bij hun productie innemen. Verschillende energievormen vragen bij de productie verschillende hoeveelheden ruimte. Vergelijken kan aan de hand van de elektriciteit die wordt opgewekt per vierkante meter. Biomassa, waterkracht, zon en wind nemen de meeste ruimte in beslag, aardgas en kernenergie de minste. De productie van zonne- en windenergie heeft veertig tot vijftig keer meer ruimte nodig dan energie uit steenkool en negentig tot honderd keer meer dan uit gas [94], [95].

3.3 Opslag energie noodzakelijk

We krijgen in Nederland van de zon gemiddeld per jaar 35 keer zoveel energie als we nodig hebben voor verwarming, industrie, auto's en de opwekking van elektriciteit [96]. Door de zon wordt de lucht warmer. Verwarmde lucht komt in beweging en stijgt op. De lucht beweegt: door de zon waait de wind. De vraag is daarom niet zozeer of er genoeg duurzame energie is, maar of er voldoende ruimte is voor zonnepanelen en windmolens. Nog belangrijker: wat doen we als de zon niet schijnt en de wind niet waait? Zitten we dan in het donker? Hoe voldoen we dan aan de energievraag? Het antwoord is soms dat Nederland juist voor de leveringszekerheid gascentrales in bedrijf moet blijven houden [97]. Anderen stellen daarentegen dat kerncentrales nodig zijn op uranium of op thorium, evenals kernfusiereactoren [98]. Weer anderen vinden kernenergie geen goed plan [99]. Ook lezen we regelmatig dat waterstof de oplossing is voor alle energieproblemen. Maar de toepassingen van waterstof zijn zeer duur en per definitie inefficiënt, waardoor andere technieken maatschappelijk gezien vaak een beter alternatief vormen [100]. Een voorbeeld. De omzetting van elektriciteit naar waterstof gaat met een rendement van zo'n 75%, de omzetting van waterstof terug naar elektriciteit met zo'n 55%. Zo verlies je onderweg 60% van de origineel opgewekte stroom [101].

Als we van het gas af willen en ook geen kerncentrales willen hebben, wordt opslag van zonne- en windenergie noodzakelijk. Op momenten dat er meer zonne- en windenergie wordt geproduceerd dan nodig is, moet de overtollige energie worden opgeslagen voor gebruik op een later tijdstip. Dat kan via accu's of via het maken van synthetisch gas, maar beide worden nog niet heel grootschalig toegepast [102], [103]. Daarnaast behoort een aangelegd hoger gelegen meertje tot de mogelijkheden, zoals in België gebeurt. Overtollige stroom drijft pompen aan die water van laag naar hoog pompen. Valt de wind stil, dan laat je het water weer naar beneden stromen langs turbines en generatoren die elektriciteit maken. Ook is een ondergrondse waterkrachtcentrale in Limburg technisch mogelijk, maar dat is nu niet meer dan een plan [104], [105].

De opslagsystemen in accu's zijn in opkomst. Op 6 april 2017 deelden Eneco en Mitsubishi Corporation (MC) mee in Duitsland te starten met de bouw van Europa's grootste batterij, onder de naam EnspireME. De batterij is een lithium-ion-systeem met een opslagcapaciteit vergelijkbaar met het gemiddelde energieverbruik van meer dan 5.300 Duitse huishoudens op 1 dag [106]. De Technische Universiteit Delft heeft vanaf april 2017 een nieuw laboratorium voor onderzoek naar en het testen van huidige en toekomstige batterijen en de daaraan gerelateerde elektrochemische apparaten [107].

Het Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), de Universität Stuttgart en het Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bouwen gezamenlijk een onderzoeksfabriek voor grootschalige energieopslag die vrijwel geen verlies kent en bovendien goedkoop is. Het gaat om zogeheten Carnot-batterijen waarbij elektriciteit wordt omgezet in warmte, de warmte wordt opgeslagen en daarna weer omgezet in warmte en elektriciteit. De bouwplannen zijn op 9 oktober 2018 ondertekend [108].

De branchevereniging FME heeft op 11 oktober 2017 een zogeheten visiedocument grootschalige energieopslag uitgebracht met een uitgebreid overzicht van de verschillende opslagmogelijkheden. Hieruit een citaat: "Ook in Nederland kan het in de toekomst voorkomen dat er meer duurzame energie wordt opgewekt dan er kan worden verbruikt. In de zomer ontstaat zelfs een structureel overschot aan duurzame energie. Dat brengt het risico met zich mee dat duurzame bronnen

afgekoppeld moeten worden. Meer flexibiliteit, door bijvoorbeeld energieopslag, is nodig om te voorkomen dat deze schone en duurzame energie verloren gaat. Hoe groot deze toekomstige behoefte aan seizoensopslag is en wanneer de noodzaak hiervoor urgent wordt, hangt sterk af van de ontwikkeling van het aandeel duurzame energie.”[109]. FME rekent ons voor dat het kan gaan om 50 miljard kWh, dat is 42% van het huidige elektriciteitsgebruik.

FME baseert zich op een studie die NLI ingenieurs, de Nederlandse branchevereniging van advies-, management- en ingenieursbureaus, op 1 oktober 2015 heeft uitgebracht. Daarin staat: “De lange termijn (2050) duurzaamheidsdoelstellingen van de EU en Nederland zullen leiden tot een massieve elektrificatie van de energievoorziening uit duurzame bronnen, hetgeen zal leiden tot de noodzaak van grootschalige (dag/nacht- en seizoens)opslag. (...) De nu beschikbare duurzame opslagstechnieken zijn nog niet geschikt voor dergelijke grootschalige toepassing. Batterijtechnologie kan een belangrijke bijdrage leveren, maar heeft qua performance en kostenefficiëntie nog een belangrijke weg te gaan.”[110]. Toch moeten we die weg opgaan om te voorkomen dat we over een jaar of twintig in het donker of in de kou komen te zitten.

3.4 Uitstoot broeikasgassen van de verschillende energiebronnen

Een energievoorziening op basis van fossiele brandstoffen is niet duurzaam vanwege de broeikasgassen die bij de verbranding van gas, olie en kolen vrijkomen. Broeikasgassen geven een ongewenste klimaatverandering. Daarom zijn er plannen om het broeikasgas CO₂ af te vangen en op te slaan. Maar zon en wind zijn beter voor het klimaat dan afvang en opslag van CO₂. Een belangrijke reden daarvoor is dat niet meer dan 90% van de CO₂ van een kolen- of gascentrale afgevangen kan worden. Dat staat in een studie van het Instituut voor Klimaatonderzoek in het Duitse Potsdam [111]. De energie-analist Jan Willem Storm van Leeuwen heeft uitgerekend dat ook kernenergie bijdraagt aan het broeikaseffect.

Het is van belang onderscheid te maken tussen de directe en de indirecte uitstoot van broeikasgassen. Onder de directe uitstoot verstaan we de gassen die vrijkomen bij de verbranding zelf. Bij de indirecte uitstoot gaat het om de fossiele energie die nodig is voor de bouw van een centrale of een windmolen, voor het transport etc. [112], [113], [114].

Neem als voorbeeld kernenergie. Bij de verbranding van uranium komt geen CO₂ vrij. Daarom wordt kernenergie soms CO₂-vrij genoemd en zou kernenergie dus een rol moeten krijgen bij de vermindering van het broeikaseffect. Deze redenering treffen we bijvoorbeeld aan in het op 8 oktober 2018 verschenen klimaatrapport van de Verenigde Naties [115]. Kernenergie is echter niet CO₂-vrij. Dit broeikasgas komt vrij bij de winning en bewerking van uraniumerts, bij de bouw van de kerncentrale, het transport van kernbrandstof, de afbraak van de centrale, enzovoort. Bij al deze werkzaamheden zijn machines nodig die benzine of diesel gebruiken en zo CO₂-uitstoot veroorzaken. Dit heet de indirecte CO₂-uitstoot en die bedraagt 88-146 gram CO₂ per kilowattuur. Dat staat in een rapport van Storm van Leeuwen dat op 24 oktober 2017 verschenen is [116]. Zie tabel 12.

Voor meer informatie over bijvoorbeeld de eindigheid van de hoeveelheid uraniumerts, het onoplosbare probleem van het kernafval, de kosten van kernenergie etc. verwijzen we naar het artikel “Basiskennis kernafval, kernenergie en energie in vele argumenten” [117].

Brandstof	Uitstoot
Aardgas	490
Aardgas met afvang CO ₂	78
Olie	740
Steenkool	820
Steenkool met afvang CO ₂	110
Uranium	88-146
Zon	48
Wind	12

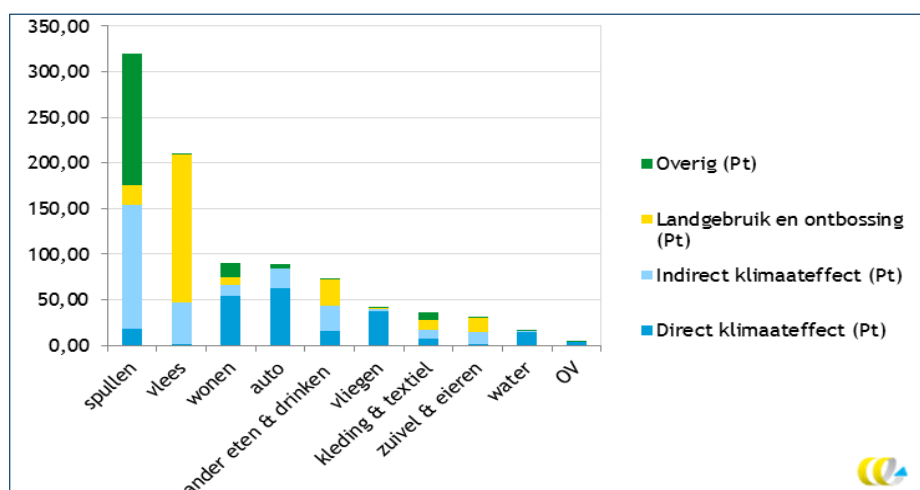
Tabel 12 Totale (directe en indirecte) CO₂-uitstoot in gram per kWh.

3.5 Milieugevolgen productie en consumptie: de verborgen impact

Naast het energiegebruik zijn ook de gevolgen voor het milieu van belang, zoals Babette Porcelijn heeft beschreven in haar recente boek “De Verborgene Impact”. Dit boek geeft inzicht in onze impact op de planeet, die groter is dan we denken [118]. De Top 10 van de milieubelasting door de gemiddelde Nederlandse consument staat in figuur 11 en 12.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) komt tot een soortgelijke conclusie in een op 17 november 2017 verschenen rapport. Het PBL berekende dat de totale milieuschade als gevolg van productie in Nederland naar schatting zo’n 38 miljard euro bedraagt. 42% daarvan wordt veroorzaakt door de verwerking van grondstoffen tot bruikbaar materiaal, halffabricaat of eindproduct. De opwekking en het gebruik van energie bij verkeer en vervoer die samenhangt met de productie is goed voor 51%. De milieuschade door winning van grondstoffen (6%) en in de afvalfase (1%) is beperkt. In de gebruiksfase is de milieuschade ook nog fors, maar grotendeels beperkt tot het verbruik van energie (elektriciteit, aardgas en benzine of diesel voor vervoer) [119]. Tot zover het PBL.

Ook het idee van een kringloopeconomie waarbij geen afval bestaat, blijkt een illusie. Een onderzoek naar een modulaire Fairphone 2 - een mobiele telefoon die met het oog op een langere levensduur en hergebruik is ontworpen - laat zien dat slechts 30% van de gebruikte grondstoffen worden hergebruikt. Daarbij komt dat 20% van alle gebruikte grondstoffen fossiele brandstoffen zijn die worden verbrand en niet kunnen worden hergebruikt. Het wereldwijde grondstoffengebruik is sinds 1900 met 3% per jaar gestegen en het hergebruik is vaak minder dan de groei van het gebruik. Een voorbeeld wat betreft metalen: het hergebruik van metalen is nu 16% van de jaarlijkse vraag. Een echte kringloopeconomie is daarmee ver te zoeken [120].



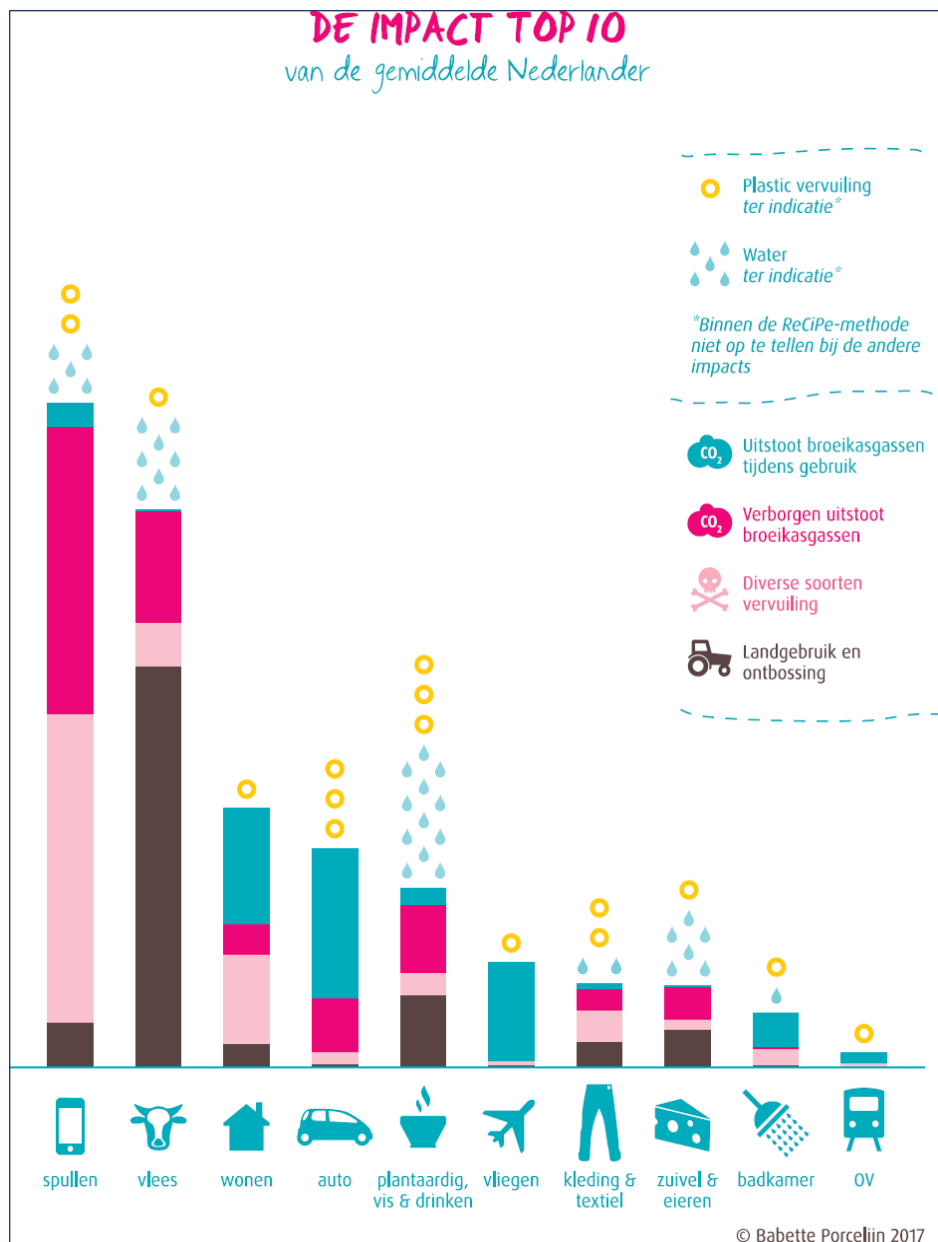
Figuur 11. Top 10 milieubelasting gemiddelde NL-consument in milieupunten (Pt)²⁰

Toelichting bij figuur 11

Opvallend is dat de aanschaf van spullen en de consumptie van vlees duidelijk een hogere milieu-impact hebben dan de andere categorieën. Belangrijk is om te beseffen dat deze top 10 gebaseerd is op het gemiddelde consumptiepatroon. Een individuele consument kan behoorlijk afwijken van dit gemiddelde.

De categorie Vliegen staat nu op de zesde plaats. Dat is gebaseerd op een gemiddelde vliegafstand van 4.200 kilometer per jaar. Dat is bijvoorbeeld een retourtje van Schiphol naar Porto of Sicilië. Als een consument een twee keer zo lange vlucht maakt, is de milieubelasting meteen twee keer zo hoog. Met een vliegreis naar Nieuw-Zeeland en terug staat de categorie Vliegen op de tweede plaats met een milieubelasting die bijna gelijk is aan die van spullen [121]. De categorie Vlees staat op de tweede plaats. Voor vegetariërs geldt uiteraard dat de bijdrage van deze categorie nihil is en dat de categorieën Ander eten & drinken en Zuivel & Eieren iets zullen stijgen [122].

²⁰ Bron: CE Delft 2015 voor boek “De Verborgene impact” Babette Porcelijn



Figuur 12. Top 10 milieubelasting gemiddelde NL-consument, mooiere versie

Verwijzingen

- <http://www.energiefeiten.nl/#Energie>, in dit deel een veel gebruikte bron.
- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Calorie>; <https://nl.wikipedia.org/wiki/Joule>; <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kilowattuur>
- <https://www.voedingscentrum.nl/nl/mijn-gewicht/overgewicht/spelregel-2-minder-eten-om-af-te-vallen.aspx>.
- <https://www.ad.nl/wielrennen/een-kijkje-in-de-machinekamer-van-dumoulin-de-data-achter-de-podiumplaatsen~acf408ab/>, 22 september 2018
- <https://www.energieconsultant.nl/energiemarkt/technische-informatie-energie/tabel-overzicht-verbrandingswarmte-brandstoffen/>
- Voor dit deel is gebruik gemaakt van verschillende bronnen waaronder <https://www.gaslicht.com/nieuws/wat-doet-u-met-een-kwh-stroom-en-een-m3-gas>; <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/grote-energieslurpers/> met ook andere pagina's van deze organisatie
- Voor dit deel is gebruik gemaakt van verschillende bronnen waaronder Milieu Centraal en

- http://www.otb.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/Onderzoeksinstituut_OTB/Onderzoek/Onderzoek_en_advies/Onderzoeksthema_s/Nederlands/Duurzame_woningkwaliteit/Duurzaam_en_gezond_wonen/De_onderzoeken_binnen_de_groep_Duurzaam_en_Gezond_wonen/Energie_en_comfort/doc/4_stap1_EH29mrt10.pdf ;
<https://www.hier.nu/themas/huishoudelijke-apparaten/wist-je-dat-deze-4-apparaten-zoveel-stroom-verbruiken>, 11 november 2017.
<https://www.hier.nu/uploads/inline/Shift%20Innovatie%20-%20Analyse%20huishoudelijke%20apparaten%2018-11-16.pdf>.
<https://www.hier.nu/themas/huishoudelijke-apparaten/deze-apparaten-veroorzaken-twee-derde-van-je-stroomrekening>, 21 oktober 2017
- 8 <https://www.nibud.nl/consumenten/energie-en-water/>
- 9 <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/>;
<https://www.gaslicht.com/energiebesparing/energieverbruik>
- 10 <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>
- 11 <http://www.energieinnederland.nl/2016/energieverbruik/huishoudens>
- 12 <http://www.energiepodium.nl/opinie/item/mik-bij-jacht-op-co2-megatonnen-ook-op-petajoules>, met toestemming van de auteur Martien Visser overgenomen en redactioneel iets aangepast.
- 13 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/16/energieverbruik-verandert-nauwelijks-in-2017>, 19 april 2018
- 14 <https://www.ebn.nl/publicatie/focus-2018-energie-in-beweging/>, 19 juni 2018
- 15 Onzichtbaar goud; de betekenis van 50 jaar aardgas voor Nederland, Castel International Publishers, Groningen/Zwolle, 2009, pp 9-16
- 16 <http://www.energiegids.nl/nieuws-details.tiles?doc=/content/energie/nieuws/2010/09/09/MI-CvL.xml>, 9 september 2010
- 17 <http://www.ecn.nl/nl/nieuws/item/date/2010/07/01/emissies-van-broeikasgassen-methaan-en-lachgas-onderschat/>, 1 juli 2010
- 18 <http://www.zdf.de/ZDFmediathek/kanaluebersicht/aktuellste/228#/beitrag/video/1109928/ZDF-heute-journal-vom-09-August-2010>
- 19 <http://nos.nl/dossier/98683-klimaat-en-energie>, 9 augustus 2010
- 20 “Nederland warmt op en zal in de toekomst vaker te maken krijgen met extreme weersomstandigheden. Meer droogte, hitte en wateroverlast zullen er onvermijdelijk toe leiden dat bepaalde populaties achteruit gaan of zelfs uit Nederland verdwijnen. Het veranderende klimaat is op termijn ongeschikt voor 15 procent van alle hier voorkomende dier- en plantensoorten.”, Planbureau voor de Leefomgeving, 20 augustus 2010
- 21 http://www.changemagazine.nl/klimaatkennis/onderzoek/weersextremen_gevolg_van_klimaatverandering, 31 augustus 2010
- 22 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/37/co2-uitstoot-in-2017-gelijk-aan-die-in-1990>, 10 september 2018
- 23 <http://www.co2ntramine.nl/afvang-en-opslag-co2-noord-nederland-west-nederland-en-noordzee-overzicht/>, 13 november 2017
- 24 <http://www.technischweekblad.nl/rubrieken/energieserie/kunnen-we-overschakelen-op-duurzame-energie.130162.lynkx>, 24 mei 2011
http://www.knmi.nl/klimatologie/achtergrondinformatie/Zonnestraling_in_Nederland.pdf
<http://www.allesoverzonnepanelen.nl/voorwaarden/zonnestraling/>
- 25 <http://www.co2ntramine.nl/wp-content/uploads/2010/11/Basiskennis-opslag-CO2-Herman-Damveld.pdf>, hier noemt CBS 27%
- 26 <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37281&D1=19-21&D2=0-1,4,7-12&D3=53,58,63,68,73,78,83,88,93,98,103,108,113,118,123,128,133,138,143,148,1&HD=160928-1429&HDR=G1&STB=T,G2>, juli 2016

- 27 <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37281&D1=15-16&D2=0&D3=53,58,63,68,73,78,83,88,93,98,103,108,113,118,123,128,133,138,143,148,1&HD=160928-1440&HDR=G1,T&STB=G2>
- 28 [http://www.energiefeiten.nl/#Eenheden en omrekenfactoren voor energie](http://www.energiefeiten.nl/#Eenheden_en_omrekenfactoren_voor_energie)
- 29 CBS, e-mail aan Herman Damveld, wo 8-3-2017 15:09
- 30 [https://www.essent.nl/content/overessent/actueel/archief/2012/essent opent groots te en duurzaamste gas-centrale van nederland.html#](https://www.essent.nl/content/overessent/actueel/archief/2012/essent_opent_groots_te_en_duurzaamste_gas-centrale_van_nederland.html#), 26 juni 2012;
<https://www.nuon.com/activiteiten/productie/gas/gasgestookte-centrales/>
- 31 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016>, 30 mei 2017
- 32 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/22/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-6-6-procent>, 30 mei 2018
- 33 <https://www.duurzaamnieuws.nl/recordaantal-zonnepanelen-in-nederland/>, 16 januari 2018.
- 34 <http://www.solarsolutions.nl/nieuws-2018/de-pers-record-aantal-zonnepanelen-geinstalleerd-2017/>, januari 2018
- 35 <https://www.duurzaamnieuws.nl/recordaantal-zonnepanelen-in-nederland/>, 16 januari 2018
- 36 <http://www.solarsolutions.nl/nieuws-2018/de-pers-record-aantal-zonnepanelen-geinstalleerd-2017/>, januari 2018
- 37 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/22/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-6-6-procent>, 30 mei 2018
- 38 <https://windstats.nl/statistieken/>
- 39 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/16/energieverbruik-verandert-nauwelijks-in-2017>, 19 april 2018
- 40 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/39/meer-hoge-en-efficiete-windmolens-op-land>, 28 september 2016
- 41 <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2017D16032&did=2017D16032>, 6 juni 2017
- 42 <http://energieopwek.nl/>
- 43 <http://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/wp-content/uploads/pbl-2018-balans-van-de-leeftomgeving-2018-3160.pdf>, p.208/9, 6 september 2018
- 44 <https://milieudefensie.nl/publicaties/factsheets/12-in-2020-0-in-2030-we-kunnen-zonder-gas/view>, 13 mei 2016
- 45 <https://milieudefensie.nl/publicaties/rapporten/verkenning-haikbaarheid-en-consequenties-verlaging-gasproductie-30-miljard-m3>, 4 februari 2015
- 46 <https://www.gasunie.nl/nieuws/technische-briefing-gts-voor-tweede-kamer-commissie>, 17 januari 2018
- 47 <https://www.ecn.nl/nl/nieuws/item/ecn-presenteert-rapport-hoe-beperken-we-de-nederlandse-gasvraag/>
- 48 <https://milieudefensie.nl/publicaties/rapporten/verkenning-haikbaarheid-en-consequenties-verlaging-gasproductie-30-miljard-m3>, 4 februari 2015
- 49 [http://statline.cbs.nl/statweb/publication/?vw=t&dm=slnl&pa=71486ned&d1=0-2,23-26&d2=0&d3=0,5-16&d4=\(l-1\)-l&hd=090402-0910&hdr=t,g3&stb=g1,g2](http://statline.cbs.nl/statweb/publication/?vw=t&dm=slnl&pa=71486ned&d1=0-2,23-26&d2=0&d3=0,5-16&d4=(l-1)-l&hd=090402-0910&hdr=t,g3&stb=g1,g2).
<https://toekomstbestendig-in-groningen.nl/met-welke-installaties-wordt-de-woning-energieneutraal/>, 3 oktober 2018
- 50 <https://www.bgdd.nl/portfolio/zorgeloos-wonen-in-de-zon-groningen/2>
- 51 http://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/Rapport_Monitoring_Leveringszekerheid_2015-2031.pdf, 12 oktober 2016
- 52 Email Jeroen Brouwers, Manager Media Relations van Tennet aan Herman Damveld, ma 6-3-2017 15:13; hierbij is al rekening gehouden met het stilleggen van kolencentrales per 1 juli 2017; naar verwachting sluit dit jaar nog 900 MW aan gascentrales, terwijl er ook windparken in bedrijf komen

- 53 https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/Rapport_Monitoring_Leveringszekerheid_2017_web.pdf, december 2017
- 54 <http://www.fluxenergie.nl/heel-meer-zonne-en-windenergie-nodig-dan-gepland/> 26 september 2016
- 55 www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=502&file=06_3113_45.pdf
- 56 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/26/elektriciteitsproductie-uit-steenkool-opnieuw-hoger>, 28 juni 2016
- 57 <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2015/elektriciteitsverbruik-16-keer-hoger-dan-in-1950.htm>, 9 februari 2015
- 58 <https://longreads.cbs.nl/trends17/economie/cijfers/energie/>
- 59 <http://statline.cbs.nl/Statweb/>
- 60 <http://statline.cbs.nl/Statweb/>
- 61 <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/rapporten/2016/10/14/nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016
- 62 <http://www.urgenda.nl/visie/rapport-2030/>
- 63 <http://www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2017>, 19 oktober 2017
- 64 http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-nationale-energieverkenning-2017_2625.PDF, 19 oktober 2017
- 65 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/16/energieverbruik-verandert-nauwelijks-in-2017>, 19 april 2018
- 66 Algemene Energieraad, "Klein vademecum voor de energie 1982", <https://search.socialhistory.org/Record/996491>
- 67 <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table?ts=1538899484905>, 2 juli 2018
- 68 <http://www.kernenergieinnederland.nl/node/701>
- 69 <http://epz.nl/kernenergie>
- 70 <http://kernenergieinnederland.nl/node/745>
- 71 <http://www.kernenergieinnederland.nl/files/19720330-nota.pdf>, 30 maart 1972
- 72 Tweede Kamer, zitting 1974-1975, 13122, nr. 2, p 130
- 73 <http://www.kernenergieinnederland.nl/files/19740926-nota.pdf>
- 74 <http://www.kernenergieinnederland.nl/files/19970326-gkn.pdf>, 26 maart 1997
- 75 <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/vergunningen/2012/10/24/inspraak-verlenging-bedrijfsduur-kerncentrale-borssele.html>, 20 maart 2013
- 76 <http://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/klimaatzaak/>
- 77 <https://www.rechtspraak.nl/Organisatie-en-contact/Organisatie/Gerechtshoven/Gerechtshof-Den-Haag/Nieuws/Paginas/Staat-moet-uitstoot-broeikasgassen-op-korte-termijn-verder-terugdringen.aspx>, 9 oktober 2018
- 78 <http://www.urgenda.nl/visie/actieplan-2050/>
- 79 <http://www.urgenda.nl/documents/rapport-nederland-100procent-duurzaam2030.pdf>
- 80 <https://beta-pro.energytransitionmodel.com/scenarios/155680>
- 81 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/22/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-6-6-procent>, 30 mei 2018
- 82 <http://www.nvde.nl/nvdeblogs/factcheck-aantal-windmolens/>, 19 april 2018
- 83 <https://www.trouw.nl/samenleving/emoties-lopen-hoog-op-in-drenthe-wij-zijn-bezorgde-burgers-geen-terroristen-~a2c679ec/>, 15 september 2018
- 84 <https://www.nrc.nl/advertentie/deloitte/hoeveel-zonnepanelen-kunnen-op-onze-daken>, 5 april 2018. <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/over->

- deloitte/articles/50-percent-van-de-vraag-naar-elektriciteit-kan-worden-opgewerkt-door-zonnepanelen.html, 13 maart 2018
- 85 <http://statline.cbs.nl/Statweb/>
- 86 <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/rapporten/2016/10/14/nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016
- 87 <http://www.urgenda.nl/visie/rapport-2030/>
- 88 <http://www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2017>, 19 oktober 2017
http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-nationale-energieverkenning-2017_2625.PDF, 19 oktober 2017
- 89 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/16/energieverbruik-verandert-nauwelijks-in-2017>, 19 april 2018
- 90 Algemene Energieraad, “Klein vademecum voor de energie 1982”,
<https://search.socialhistory.org/Record/996491>
- 91 <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table?ts=1538899484905>, 2 juli 2018
- 92 <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/rapporten/2016/10/14/nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016
- 93 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/17/minder-winning-meer-verbruik-aardgas-in-2016>, 28 april 2017
- 94 http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-nationale-energieverkenning-2017_2625.PDF, 19 oktober 2017
- 95 https://www.fluxenergie.nl/duurzame-energieproductie-kost-veel-meer-ruimte-dan-met-fossiele-brandstoffen/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Nieuwsbrief%20week%202018-35, 28 augustus 2018
- 96 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518305512?via%3Dihub>
- 97 <http://www.technischweekblad.nl/rubrieken/energieserie/kunnen-we-overschakelen-op-duurzame-energie.130162.lynkx>, 24 mei 2011;
http://www.knmi.nl/klimatologie/achtergrondinformatie/Zonnestraling_in_Nederland.pdf;
- <http://www.allesoverzonnepanelen.nl/voorwaarden/zonnestraling/>
- 98 <https://www.technischweekblad.nl/opinie-analyse/gas-back-up-voor-groene-energie/item10207>, 7 april 2017
- 99 <https://www.technischweekblad.nl/opinie-analyse/de-mythe-van-windenergie/item10059>
- 100 <https://docs.google.com/document/d/1HaaTIWG27VL9NTj9eonzrxej-TXMIJSumJHHx3CnnKk/edit>.
- 101 <https://energeia.nl/energeia-artikel/40072023/waterstof-wordt-maar-zelden-juist-op-waarde-geschat>, 6 september 2018
- 102 <http://www.wattisduurzaam.nl/15443/energie-beleid/tien-peperdure-misverstanden-over-wondermiddel-waterstof/>, 22 augustus 2018
- 103 <http://www.infosperber.ch/Artikel/Umwelt/Energiesparen-trotz-Strom-Uberangebot> 7 februari 2017
- 104 <https://www.cobouw.nl/woningbouw/blog/2017/5/gas-geven-101248786>, 23 mei 2017
- 105 <https://www.deingenieur.nl/artikel/energieopslag-met-water-kan-in-nederland>, 21 september 2018; <https://www.uu.nl/agenda/een-blauwe-batterij-voor-groene-energie>, 20 september 2018.

De bodem onder Limburg is stevig genoeg om een ondergronds waterreservoir aan te leggen op 1,4 km diepte in een homogene laag hardsteen. Bovengronds wordt dan een klein meer (50 ha) aangelegd als tweede reservoir. Het plan is om het water te laten circuleren tussen die twee reservoirs. Is er energie nodig, dan laat je het water uit het bovengrondse meer via een generator naar de diepte lopen. Is er elektriciteit teveel (bijvoorbeeld als het 's nachts hard waait), dan pomp je het weer omhoog, terug in het

- meertje. De bouw van deze energiebuffer kost 1,8 miljard euro en duurt 6 jaar. Een kostenbatenanalyse laat zien dat het plan ook financieel aantrekkelijk is
- 106 https://www.engineersonline.nl/nieuws/id30473-ondergrondse-waterkrachtcentrale-noodzakelijk-voor-klimaatdoelen.html?utm_medium=email&utm_campaign=%E2%80%9COndergrondse, 8 oktober 2018
- 107 <https://nieuws.enecogroep.nl/eneco-en-mitsubishi-corporation-bouwen-grootste-batterij-van-europa/>, 6 april 2017
- 108 <http://www.tudelft.nl/nl/actueel/laatste-nieuws/artikel/detail/werken-aan-volgende-generaties-batterijen-in-nieuw-batterijenlab/>, 6 april 2017
- 109 <https://www.pv-magazine.de/2018/10/09/nadine-forscher-suchen-den-perfekten-grossspeicher-fuer-die-energiewende/>, 10 oktober 2018
- 110 <https://www.fme.nl/nl/nieuws/energy-storage-nl-ontvouwt-10-puntenplan-grootschalige-energieopslag>, 11 oktober 2017
- 111 <http://www.nlingenieurs.nl/wp-content/uploads/2015/09/WHITE-PAPER-Naar-een-hoog-aandeel-van-duurzame-energie.pdf>, 1 oktober 2015
- 112 <http://www.nature.com/articles/s41560-017-0032-9>; <https://www.pv-magazine.de/2017/12/11/indirekte-photovoltaik-emissionen-kein-hindernis-fuer-dekarbonisierung/>, 12 december 2017
- 113 https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf
- 114 https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_greenhouse_gas_emissions_of_energy_sources
- 115 https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2017/11/A-Louwen_thesis_Final_PDF.pdf, 2011
- 116 http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf, 8 oktober 2018; volgens dit rapport zijn veel nieuwe kerncentrales nodig opdat in 2050 zo'n 2,5 keer zoveel elektriciteit uit kerncentrales komt als nu. Zie ook: <http://www.world-nuclear-news.org/Articles/UN-report-shows-increased-need-for-nuclear>, 8 oktober 2018
- 117 <http://www.dont-nuke-the-climate.org/> Jan Willem Storm van Leeuwen, Climate change and nuclear power. An analysis of nuclear greenhouse gas emissions. Commissioned by the World Information Service on Energy (WISE) Amsterdam 24 oktober 2017
- 118 <http://no-a.nl/files/Basiskennis%20kernafval,%20kernenergie%20en%20energie%20in%20vele%20argumenten-2017.pdf>, 24 september 2017
- 119 <http://www.babetteporcelijn.com/project/de-verborgen-impact>, oktober 2017
- 120 <http://www.pbl.nl/publicaties/fiscale-vergroening-belastingverschuiving-van-arbeid-naar-grondstoffen-materialen-en-afval>, 17 november 2017
- <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-fiscale-vergroening-deel-4-circulaire-economie-2853.pdf>, 17 november 2017
- 121 <http://www.lowtechmagazine.be/2018/07/kritiek-de-circulaire-economie-roofbouw.html>, 23 juli 2018
- 122 <https://www.eerlijkovervliegen.nl/feiten/klimaatimpact-luchtvaart/>
- 123 http://www.thinkbigactnow.nl/wp-content/downloads/CE_Delft_Top_10_milieubelasting.pdf



Gaswinning en energietransitie in aardbevingsland¹

boekbespreking / recensie

C. (Charles) A.J. Vlek²

Met *'Gasland'* heeft Louis Stiller een goudmijn aan informatie bij elkaar gefietst over het maatschappelijk drama van de Groningse aardbevingen, de 60-jarige geschiedenis van de gaswinning en de mogelijkheden van een duurzame energietoekomst. De auteur imponeert met zijn soepele schrijfstijl, zijn gedegen feitenrelaas en zijn jarenlange onderzoekstocht.

Deel I: 'Bevingsland' is gewijd aan persoonlijke ervaringen met aardbevingsschade door vele burgers en ondernemers in Groningen. Stiller trekt op zijn fiets de hele provincie door, kijkt, interviewt en luistert bij allerlei gedupeerden, geeft een beeld van wat er kapotgegaan is en schetst het 'bureaucratisch gedoe' bij schademelding, -herstel en -vergoeding.

Weer thuis gekomen in Warffum rijgt hij de verhalen aan elkaar in een aangrijpende vertelling over de persoonlijke en sociale perikelen die zich al meer dan tien jaar afspelen, die door de Huizinge-beving (2012; kracht 3.6) ook nationaal op de kaart kwamen te staan en die anno 2018 lijken te zijn ontaard in een verwarrende beleidschaos van achterstallige schadeafhandeling in 15.000-voud, een nauwelijks op gang gekomen en weer snel ingeperkte versterkingsoperatie ("de versterking is een farce", schrijft Stiller op p. 83) en diepe twijfels over de haalbaarheid van het afbouwscenario van het kabinet voor de gaswinning over 2018-2030.

Aardgas als monocultuur

Deel II: 'Hoe Nederland gasland werd' is voor jongere lezers een onmisbaar lesje energie-geschiedenis. Nee, die energievoorziening is niet altijd zo comfortabel en vanzelfsprekend geweest. Voor ouderen is dit deel een historische opfrisser met veel onbekende of alweer vergeten gebeurtenissen en documenten. O ja, de ontdekking van het Slochterse gasveld was een nevenproduct van de na 1945 naarstig uitgebreide olie-exploratie in Nederland, dat in 50 jaar tijd sterk afhankelijk was geworden van de kolenwinning in Zuid-Limburg. Maar voor de groeiende transportsector moest er aardolie komen. En weet je nog, in de 1960-er jaren werd heel Nederland ingericht en omgebouwd voor het massale gebruik van het overvloedige Groningengas. In de 1970-er jaren gingen de kolenmijnen dicht. Maar de winning en verhandeling van 'het nieuwe goud' werd vanuit Economische Zaken jarenlang in het diepste geheim geregeld via het ontoegankelijke 'Gasgebouw' met daarbinnen de Maatschap Groningen waarin de Staat via Energiebeheer Nederland (v/h De StaatsMijnen, DSM) en de NAM (van Shell en ExxonMobil) elk voor 50% deelnamen. Zelfs opeenvolgende kabinetleden werden daarover onvoldoende geïnformeerd. Daardoor én door het veel kleinere werkgelegenheidsbelang kon de Groningse gaswinning lange niet zo'n nationaal cultuurverschijnsel worden als de Limburgse kolenwinning met zijn decennialange stempel op de provinciale samenleving en de landelijke energievoorziening.

Bij de economische ontwikkeling van de Nederlandse welvaartsstaat was het Gasgebouw echter zó succesvol dat je dit volgens Stiller wel de Verenigde Oost-Indische Compagnie van de 20^{ste} eeuw zou kunnen noemen. Ook tijdens de magere jaren van het eerste kabinet-Lubbers (1982-1985) werd in Groningen jaarlijks zo'n 50 miljard m³ aardgas gewonnen, na een gestage 'neergang' vanaf 88 mrdm³ in 1975 – vooral voor de export en dertig jaar lang zonder aardbevingen.

¹ Deze recensie is eerder (11 okt. 2018) verschenen in tijdschrift-met-website *Noorderbreedte* en wordt hier herplaatst met instemming van de redactie. *Noorderbreedte* "wil burgers en vakmensen inspireren tot zorgvuldige omgang met de noordelijke leefomgeving." Zie <https://www.noorderbreedte.nl>.

² Charles Vlek is emeritus hoogleraar omgevingspsychologie en besliskunde aan de Rijksuniversiteit Groningen en was lid van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid (1981-1983)



Het '50 jaar aardgas'-monument (2009; een methaangasmolecuul) in de middenberm van snelweg A7 bij Slochteren.

Bij de snelle opmars van de gaswinning in Groningen werd al vroeg gewaarschuwd voor problemen door bodemdaling en later door aardbevingen. Het werd door kabinet, NAM en het met EZ verbonden Staatstoezicht op de Mijnen lange tijd niet serieus genomen. Men kan zich erover blijven verbazen dat de minister van EZ wettelijk verantwoordelijk is voor zowel de gaswinning ('leveringszekerheid') als de omgevingsveiligheid ('aanvaardbaar risico?') daarvan.

Duurzaam weten, willen en kunnen

Deel III: 'Gasland voorbij' is geheel gewijd aan de moeizame overgang naar een duurzame, CO₂-arme energievoorziening: zon, wind, biomassa, aardwarmte (waterkracht ook?) en véél energiebesparing. Want behalve tegen een voor 80% leeggehaald Groningenveld en de voortdurende aardbevingen hikt Nederland ook aan tegen de verplichtingen uit het klimaatverdrag van Parijs (2015). Volgens het nieuwe *Clean Energy Package* van de EU (juni 2018) zou de inzet van hernieuwbare energiebronnen in 2030 op 32% moeten liggen, met daarnaast een even groot percentage absolute energiebesparing. Over duurzame energievoorzieningen werd al in 1982-'83 bevoegen gedebatteerd tijdens de ('Brede') Maatschappelijke Discussie Energiebeleid o.l.v. Jhr. mr. Maurits de Brauw. *Het Eindrapport* van de Stuurgroep-MDE (p. 349) was optimistisch: "In het jaar 2000 zullen de duurzame energiebronnen (..) in ongeveer 10% van de totale energiebehoefte kunnen voorzien."

Sindsdien is er aan gewerkt en getrokken als aan een onwillig paard. Stiller zelf verwijst niet naar de MDE maar hij constateert (p. 164): "Wat volgens velen ontbrak was het besef van de noodzaak. (..) Wat met het aardgas gebeurde – massale omarming door bedrijfsleven, overheid en burgers – gebeurde niet met duurzame energie."

De schrijver biedt een opwekkende caleidoscoop van ideeën en initiatieven van burgers, lokale bedrijven en dorpscoöperaties over zonne- en windenergie, woningisolatie, aardwarmtepompen en het maatschappelijk streven naar 'van het gas af'. Daarbij waarschuwen experts dat de vele kleinschalige initiatieven weliswaar leerzaam en stimulerend zijn, maar bij elkaar toch te weinig zoden aan de dijk kunnen zetten voor het 'grote' energiegebruik in bepaalde bedrijfstakken (chemie, metaal, bouwstoffen) en de transportsector.

Net als in de 1960-er jaren bij de overgang van steenkool naar aardgas is forse overheidsstimulering onmisbaar. *Déjà vu?* Uit *Het Eindrapport* van de MDE (1983, p. 165): "Voor een snelle introductie van de duurzame energiebronnen is gericht overheidsbeleid ter zake van groot belang." Maar de overheid zat op het gas en wilde verder met kernenergie.

Tegelijkertijd waarschuwt de auteur voor het gebrek aan ruimtelijke-orderingsbesef bij de ontwikkeling van zonne- en windparken. De Zoutkamper garnalenvisser Henk Buitjes vertelt zijn interviewer gelaten dat hij met zijn kotter op veel Noordzeelocaties niet meer mag komen, dit in verband met het toegenomen aantal beschermde natuurgebieden, industriële platforms en energieparken. "Toen ik [op zee] begon waren er nog gewoon donkere nachten, maar tegenwoordig heb je die niet meer. Je ziet altijd wel ergens knipperlichten – permanent. En overdag zie je altijd wel een schittering van zo'n molenwiek in de zon, flits, flit, flits" (p. 249).



Stiller zelf: “Als we kiezen voor duurzame-elektriciteitsopwekking zal er een zilverblinkend landschap van zonneweides en windturbines ontstaan, veelvuldig doorsneden met enorme hoogspanningskabels. Willen we dat?” *Het Eindrapport* van de MDE (1983, p. 177) hierover: “Grote waakzaamheid is geboden ten aanzien van het gevaar dat installaties voor duurzame energie het beeld van waardevolle landschappen ernstig zullen aantasten.” De geschiedenis lijkt zich te herhalen.

Ook Louis Stiller bepleit een zekere kleinschaligheid, plaatselijk initiatief en beheer, in tegenstelling tot reusachtige energievoorzieningen waarbij men door de windmolens de zee, door de zonneweiden het landschap en door de talloze afnemers de managers niet meer ziet. Een oplossing dient zich aan via de ontwikkeling van ‘groen gas’ (houd dus al die gasdistributieleidingen in stand!) en in het alom beschikbare waterstof, uit water (H₂O) te produceren via elektrolyse gevoed door wind- en/of zonnestroom en bruikbaar in huizen, voertuigen en fabrieken.

Aardgasgebruik en schaliegaswinning

‘Gasland’ ontbeert een analyse van het feitelijke aardgasgebruik in Nederland en de buurlanden. Wie zijn die gas(groot-)verbruikers, hoe heeft hun gasvraag zich ontwikkeld, kon en kan het hier en daar misschien minder? Wie gaan de grootste problemen krijgen met ‘van het gas af’? Zo’n overzicht met een indicatie van diverse mogelijkheden voor energiebesparing kan tevens dienstig zijn bij de verdere ontwikkeling van duurzame-energievoorzieningen. Of moet de nationale energievraag – vanuit welke bronnen dan ook – onbeperkt kunnen blijven toenemen?

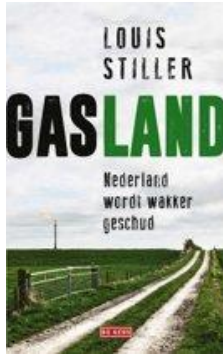
Ook niet misstaan had een verwijzing naar de Amerikaanse tegenhanger en titelgenoot van zijn boek, de even onthullende als beklemmende videodocumentaire ‘Gasland’ uit 2010.³ Daarin laat regisseur Josh Fox zien hoe schaliegaswinning door middel van *hydraulic fracturing* (*‘fracking’*) hele gemeenschappen onder druk zet van landschapsaantasting, milieuvervuiling, bedrijfsbelangen en verleidelijke werkgelegenheid. Dat er opeens aardgasbellen uit je drinkwaterkraan komen is toch iets om even van op te kijken. En geïnduceerde aardbevingen door ondergrondse energieprojecten leiden ook in verschillende Amerikaanse staten al tot maatschappelijke zorgen en onrust.

Met zijn ‘Gasland’ levert Louis Stiller een hoorn des overvloeds aan informatie, impressies en inzichten over hoe het ging, gaat en verder zou kunnen gaan rondom ‘aardbevingsland’, het imposante Groninger gasveld en de verdere ontwikkeling van duurzame



³ Voor de VPRO bewerkt en vertoond in ‘Tegenlicht’ op 4 september 2011. Zie <https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/kijk/afleveringen/2011-2012/gasland.html>.

energie. Men kan zich erover verbazen dat veel hiervan zich zolang ongeweten achter de schermen en onder het maaiveld heeft kunnen afspelen. En men kan enthousiast worden over wat onze energietoekomst voor duurzaam in petto kan hebben. Daarin zou Nederland al over zeven jaar ver gevorderd moeten zijn. Stiller op p. 266: “Gewoon in 2025. Omdat we het willen. Omdat het kan.” Volgens het afbouwscenario van EZK zou de Groningse gaswinning dan nog circa 5 miljard m³ bedragen, op weg van de aardbevingsrijke 54 miljard m³ in 2013 naar ‘nul’ in 2030.



Louis Stiller: *Gasland. Nederland wordt wakker geschud*

Uitgeverij de Geus, Amsterdam, 271 blzn, € 19.90

Colofon

Contact en informatie over aanbieden van artikelen: abacus.nl@gmail.com

Reacties op artikelen: LinkedIn Ruimtelijke Veiligheid en Risicobeleid of
<http://abacus.gvbmedia.nl>

Het vakblad Ruimtelijke Veiligheid en Risicobeleid wordt uitgegeven door
ABACUS.

Verschijsning: minimaal vier nummers per jaar

Regelmatig terugkerende rubrieken:

- Column – *Ben Ale*
- Juridisch actueel – *Esther Broeren & Christiaan Soer*
- Veiligheid en risico's anders bekeken – *Robert Geerts*
- In reactie op . . . – *themadiscussies - diverse auteurs*
- Bespreking vakliteratuur en publicaties – *diverse auteurs*
- Het afstudeeronderzoek – *young professionals / diverse auteurs*

Redactieleden:

B.J.M. (Ben) Ale	<i>Ben Ale Risk Management Advice</i>
E.M. (Esther) Broeren	<i>ELEMENT Advocaten</i>
R. (Robert) Geerts (eindredactie)	<i>AVIV</i>
G. (Geert) Geujen	<i>COMsigne Risicocommunicatie</i>
J (Jan) Gutteling	<i>Universiteit Twente</i>
P. (Peter) Hermens	<i>MMG Advies</i>
R.B. (Ruben) Jongejan	<i>Jongejan Risk Management Consulting</i>
J.C. (Johan) de Knijff	<i>Zelfstandig risicoanalist</i>
E.S. (Eelke) Kooi	<i>RIVM / centrum voor veiligheid</i>
A. (Anne) Michiels van Kessenich	<i>beleidsmedewerkster gem. Haarlem</i>
J.M.M. (Jeroen) Neuvel	<i>Academie Bestuur & Recht, Saxion</i>
R.J.M. (Reinoud) Scheres	<i>AVIV</i>
J.K.H.C. (Christiaan) Soer	<i>Royal HaskoningDHV</i>
S.I. (Shahid) Suddle	<i>SSCM</i>
T. (Teun) Terpstra	<i>HKV <u>Lijn in Water</u></i>

Secretariaat:

P.W.M.J. (Paul) Harings	<i>ABACUS</i>
-------------------------	---------------

Abonnementen:

Digitale versie € 75,00

Hard Copy € 132,50

W: <http://abacus.gvbmedia.nl> **E:** abacus.nl@gmail.com
ABACUS – Auf den Heggen 8 - 52134 Herzogenrath-Duitsland
© ABACUS – ISBN 2210-6979 – ISSN 2210-6960

