

Basisinformationen Gasgewinnung und Erdbeben in den Niederlanden

Die verletzbare Ergasversorgung

Herman Damveld

hdamveld@xs4all.nl

Groningen, Dezember 2015

Zusammenfassung und Veranlassung

Die Verletzbarkeit der niederländischen Erdgasindustrie nimmt zu. Wenn wir die Förderung von Erdgas auf die gewohnte Art fortsetzen, gibt es in etwa 15 Jahren kein Gas mehr. Heute gibt es lediglich noch ein Viertel der Gasmenge, die zu Beginn vorhanden war. Außerdem werden immer mehr Pumpen benötigt. Die Pumpen werden elektrisch angetrieben. Sie benötigen dazu ebenso viel Strom wie etwa 185.000 bis 455.000 Haushalte.

Nicht nur im Untergrund, auch über Grund nimmt die Verletzlichkeit zu. Die Gasgewinnung verursachte ab 1990 bis November 2015 etwa 936 Erdbeben. Erdbeben verursachen Schäden. Von Mitte 2012 bis Ende Oktober 2015 gab es 53.710 Schadensmeldungen, wovon 42.346 von der Betreiber NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij) anerkannt wurden.

Größere Schäden können vorkommen. Die staatliche Minen-Aufsichtsbehörde hat 2013 errechnet, dass es bei einem ersten Erdbeben bis zu 118 Tote geben könnte sowie bis zu 1200 eingestürzte Gebäude. Die Kraft eines Erdbebens wird bekanntlich nach der Richter-Skala angegeben. Schäden aber werden nicht so sehr durch die Kraft verursacht, sondern durch die Bewegungen im Untergrund während des Bebens. Das nennt man Grundbeschleunigung. Darüber sind Informationen aus dem Ausland bekannt. Bei der Grundbeschleunigung von Beben im Ausland, wie wir sie in Groningen durchaus erwarten können, gab es 10 bis 90.000 Tote. Das passierte nicht so sehr durch das Erdbeben selbst, sondern dadurch, dass Menschen unter einstürzenden Gebäuden begraben wurden. Uns ist kein niederländischer Industriebetrieb bekannt, der mit Zustimmung der Regierung Schäden an tausenden Gebäuden verursachen dürfte. Gleichzeitig erhielt die Regierung in 2014 täglich 25 Mio. Euro an Erdgasabgaben durch die Gasförderung. Von 1963 bis 2014 waren das 274 Mrd. Euro. Diese Situation war für uns der Anlaß, diesen Artikel zu verfassen.

Inhalt

1 Einleitung

2 Gasfelder und Gaspolitik

3 Das Ende der Gasvorräte ist nahe

4 Groninger Gas ist das einzige niederkalorische

5 Ergasgewinnung bisher an Land und auf See

6 Gasförderungsplan nach Minister Kamp

7 Die NAM verbraucht ebenso viel Strom wie 185.000 bis 455.000 Haushalte

8 Groninger Gasfeld erlebte 936 Erdbeben

9 Die Grundbeschleunigung ist maßgebend, nicht die Richterskala

10 53.710 Schadensmeldungen und 118 Tote sind möglich

11 Liefersicherheit: 21 Mrd.m³ Gas; Sicherheit:12 Mrd. m³ Gas

12 Erdgasabgaben 274 Mrd. Euro

13 Fazit: Gefangen im Gasnetz

1 Einleitung

Die Niederländische Zentrale für Statistik veröffentlichte am 9. Februar 2015 Zahlen über den Stromverbrauch in den Niederlanden. Der Verbrauch ist heute etwa 16 mal höher als 1950, ein Zuwachs von durchschnittlich 4,5 % pro Jahr.¹

Nun muss das erst einmal kein Problem sein. Indessen bekommen wir in den Niederlanden von der Sonne pro Jahr 35 Mal soviel Energie wie wir nötig haben, und zwar sowohl für Heizung, Industrie, Autoverkehr und Elektrizität.² Jedoch sehen die Energiepläne in den Niederlanden keine Hinwendung zur Sonne vor. Erdgas spielt eine wichtige Rolle bei Stromerzeugung und der Gebäudeheizung.

Lange Zeit war Erdgas nicht umstritten, weil es weniger umweltverschmutzend als Kohlen- und Atomenergie ist. Umweltorganisationen erkannten an, dass Erdgas eine wichtige Rolle spielen wird, bis die Niederlande auf Energie aus erneuerbaren Quellen umgestellt haben werden.

Im Laufe der vergangenen Jahre zeigte sich jedoch immer stärker die Kehrseite der Erdgasgewinnung. Der Norden der Niederlande ist geradezu geschockt durch die Erdbebewegungen infolge der Erdgasförderung. Im Laufe der Zeit entstand der Ruf nach einer Reduzierung der Fördermenge in Groningen. Von Vorteile des Erdgases für die Umwelt wird nicht mehr gesprochen. Es gibt auch Proteste gegen die Förderung aus kleineren Gasfeldern, so wie bei Terschelling durch die Firma Tulip Oil.³

Aber worum geht es eigentlich, welches sind die wichtigsten Fakten über Erdgas? Und wie ist es mit den Erdbebewegungen? Darüber möchten wir mit diesem Artikel informieren, ohne vollständig zu sein.⁴

Wir beginnen mit den Grundlagen. Ein Beispiel: Worum handelt es sich bei einem Kubikmeter (m^3) Gas? Im Groninger Feld gab es 2700 Mrd. m^3 Gas. Aber was bedeutet das? 2700 Mrd. m^3 sind eine Oberfläche von 52 X 52 km und 1 km Höhe. Abb. 1 zeigt das Gebiet. Das Gas befindet sich in 3000 m Tiefe und steht unter hohem Druck.

Die Gasmenge von 1 m^3 auf 3000 m Tiefe nimmt an der Erdoberfläche ein Volumen von 50 m^3 an.⁵

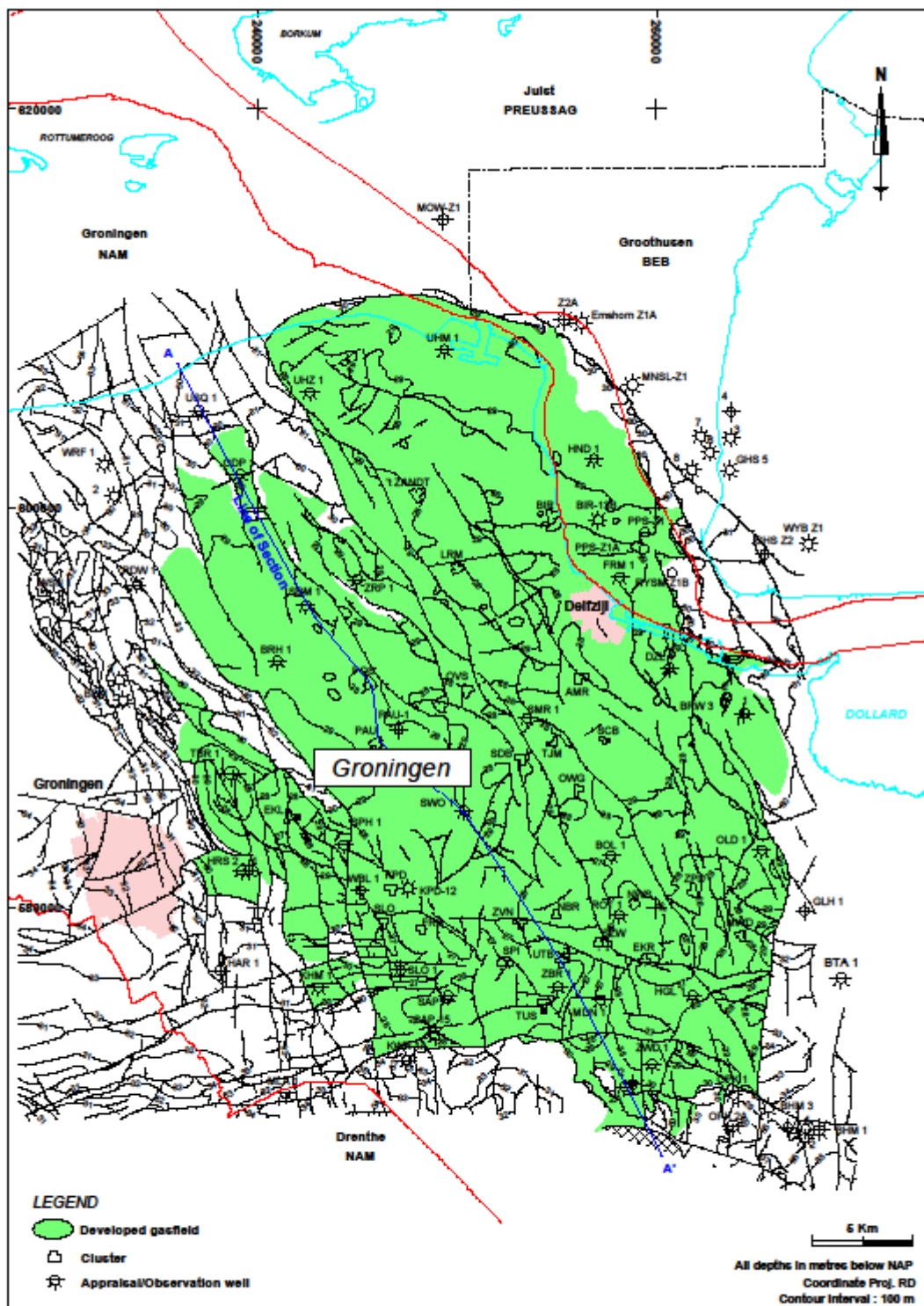
Bild 1

Groninger Gas: 52 mal 52 km und 1 km hoch



Bron: <http://www.gezinsbode.nl/in-beeld-een-kilometer-gas-en-wie-betaalt-na-faillissement-nam/>, 4 maart 2015.

Bild 2
Das Groninger Gasfeld



 NAM	Depth Contour Map Groningen - Top Slochteren (ROSL) Scale 1 : 250 000		
	NEDERLANDSE AARDOLIE M.J. B.V. Project: ARPR	Author: ELG-DVC	Date: Jan. 2003

2 Gasfelder und Gaspolitik

Die Niederlande sind der größte Gasproduzent in der Europäischen Union. Es begann mit der Entdeckung des großen Groninger Feldes 1959 (Bild 2), aber es gibt auch kleine Gasfelder auf dem Festland und unter dem niederländischen Teil der Nordsee. Die NAM gewinnt das Gas aus dem Groninger Feld, aber bei den kleineren Feldern sind auch andere Firmen aktiv.⁶

Die Gasfelder

Neben dem großen Groninger Feld gibt es noch mehr als 265 Gasfelder in den Niederlanden, auf dem Festland und in der Nordsee, aus denen Gas gewonnen wird: 113 davon befinden sich auf dem Festland und der Rest auf dem niederländischen Teil der Nordsee. Daneben gibt es noch 125 Gasfelder, von denen nach den Plänen der Energiefirmen wahrscheinlich in den kommenden 5 Jahren bei 53 die Produktion beginnen wird; von 72 kleinen Gasfeldern ist noch unsicher, was mit ihnen geschehen soll.⁷

Gaseinlagerung in fast leere Felder und in einem Salzstock

In zwei leere Felder wird Gas eingelagert: Grijpskerk und Norg (Betreiber NAM), während die Gasunie Gas im Salzstock Zuidwending einlagert.^{8 9}

TAQA betreibt seit 1997 die Spitzenlast-Gasanlage Alkmaar und hat im Dezember 2014 die Zulassung für die Einlagerung im Gasfeld Bergermeer bei Alkmaar beantragt. Dabei geht es um 4,1 Mrd. m³, etwa 10 % des jährlichen niederländischen Gasverbrauchs.¹⁰

Die Politik bei kleineren Feldern

Um die Förderung beim Groninger Feld zu verringern, entschied die Regierung 1974 die Gasförderung bei kleineren Feldern attraktiv zu machen. Seitdem erhalten kleinere Felder Vorrang im Gasnetz. Das Groninger Feld wird zur Lösung des verbleibenden Problems benötigt: wenn die Nachfrage das gesamte Angebot aus den kleinen Feldern übersteigt, wird von dort ergänzt. Dieses erhält damit die so genannte Ausgleichsfunktion; es wird zum "Balancefeld".^{11 12}

Auf diese Weise hängen die kleinen Gasfelder mit dem Groninger Feld zusammen. Wenn bei gleich bleibender Nachfrage weniger Gas aus dem Groninger Feld gewonnen wird, muss nach Ansicht der Regierung mehr aus den kleinen Feldern kommen. Das bedeutet auch die Erschließung neuer kleiner Gasfelder, so wie bei Terschelling, oder mehr Import aus Norwegen oder Russland.

Importieren

Beim Import entsteht die Frage, ob im Ausland infolge der Erdgasförderung Erdbeben vorkommen werden. Wenn wir in den Niederlanden die Gasförderung wegen möglicher Erdbeben verringern, wie beurteilen wir dann eventuelle Erdbeben im Ausland?

Diese Frage wurde bisher nicht gestellt.

3 Die Erschöpfung der Erdgasvorräte rückt näher.

3.a Der nachgewiesene Erdgasvorrat beträgt 930 Mrd. m³

Das Groninger Feld enthielt zu Beginn einen nachgewiesenen und wirtschaftlich gewinnbaren Vorrat von 2800 Mrd. m³ Erdgas. Davon wurden bis heute fast 2115 Mrd. m³ gewonnen, so dass Anfang März 2015 noch 680 Mrd. m³ verblieben sind.¹³ Das sind noch 25 % der anfänglichen Menge. Insbesondere nach 2020 geht die Produktion stark zurück (Bild 3).

Es ist nicht genau bekannt, wie viel m³ Gas es zu Beginn in den kleinen Feldern gab. Wohl wissen wir, dass während der vergangenen 50 Jahre etwa 1500 Mrd. m³ aus kleinen Feldern gefördert wurden.^{14 15} Die Fördermenge ab 1990 ist in Bild 4 wiedergegeben. Der nachgewiesene und wirtschaftlich gewinnbare Erdgasvorrat betrug am 1. Januar 2014 etwa 143 Mrd. m³ unter dem Festland und 133 Mrd. m³ unter dem niederländischen Teil der Nordsee.¹⁶ Seitdem wurden noch etwa 25 Mrd. m³ aus diesen kleinen Feldern gewonnen, sodass noch ein Vorrat von etwa 250 Mrd. m³ verbleibt.¹⁷ Das sind gerade einmal 20 % der ursprünglichen Menge. Die jährliche Förderung der nun nachgewiesenen und wirtschaftlich gewinnbaren Reserven in den kleinen Feldern wird laut Bild 5 wesentlich absinken. Die heute ermittelte und wirtschaftlich förderbare Menge Erdgas aus dem Groninger Feld zusammen mit den kleineren Feldern beträgt mithin 930 Mrd. m³.

3.b Nachfrage 960 Mrd. m³ bis 2029

Der niederländische Gasverbrauch beträgt ungefähr 40 Mrd. m³ pro Jahr.¹⁸ Der Export von Groninger Gas beträgt vorläufig noch etwa 28 Mrd. m³ pro Jahr, um sich später zu vermindern auf 1,5 Mrd. m³ in 2029. Der Gesamt-Export bis Ende 2029 beträgt etwa 300 Mrd. m³.

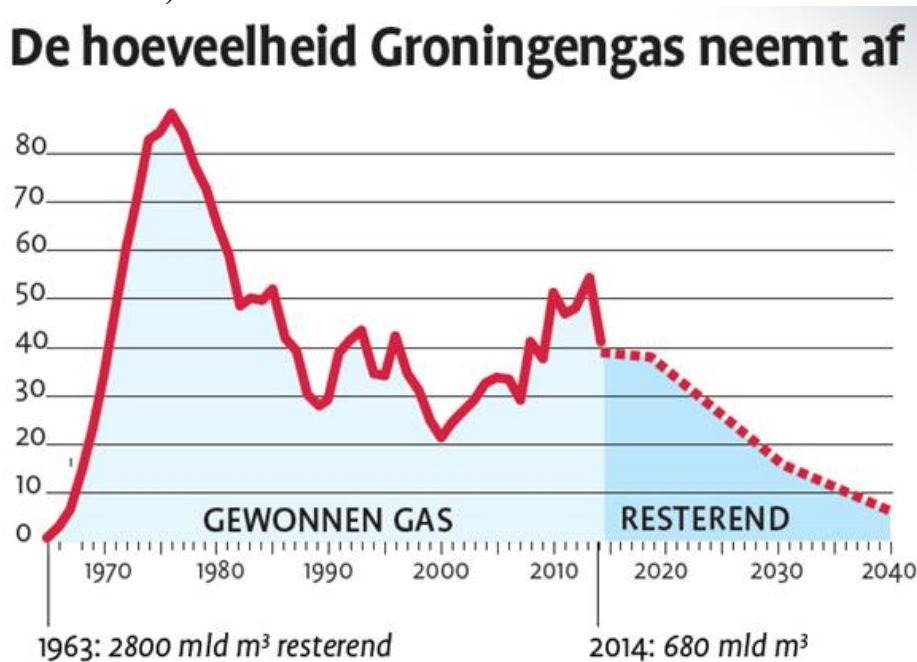
Hinzu kommen noch 60 Mrd. m³ aus kleinen Feldern.¹⁹ Bis Ende 2029 sind davon für das Binnenland 600 Mrd. m³ Gas notwendig und für den Export 360 Mrd. m³, zusammen 960 Mrd. m³.

Der vorhandene Vorrat beträgt 930 Mrd. m³. 2029 gibt es dann die erste Knappheit. Der Regierung ist diese Situation natürlich bekannt und sie fordert deshalb, mehr kleine Felder in Betrieb zu nehmen wie beispielsweise bei Terschelling. Auch ist die Regierung für die Anwendung neuer Techniken wie Fracking und die Förderung von Schiefergas. Auf diese Weise möchte die Regierung das Erdgaszeitalter verlängern. Ob damit der Sicherheit der Groninger und der übrigen Einwohner der Niederlande gedient ist, bleibt die Frage.

Bild3

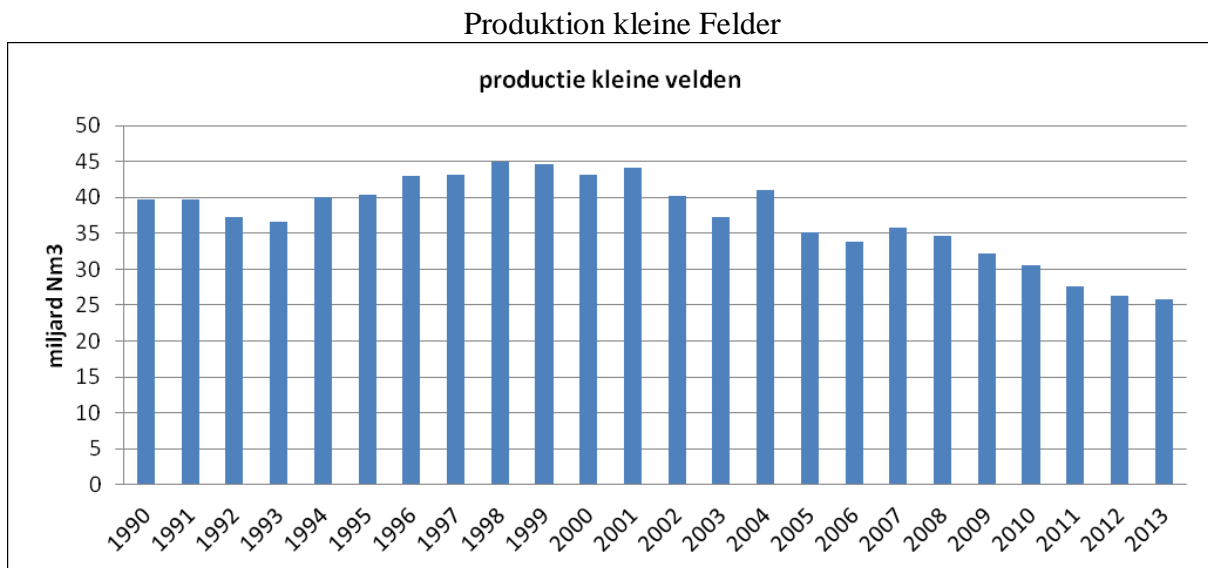
Erdgasförderung aus dem Groninger Feld bis 2040

(Die Menge des Groninger Gases nimmt ab; Gewonnenes Gas - verbleibend)



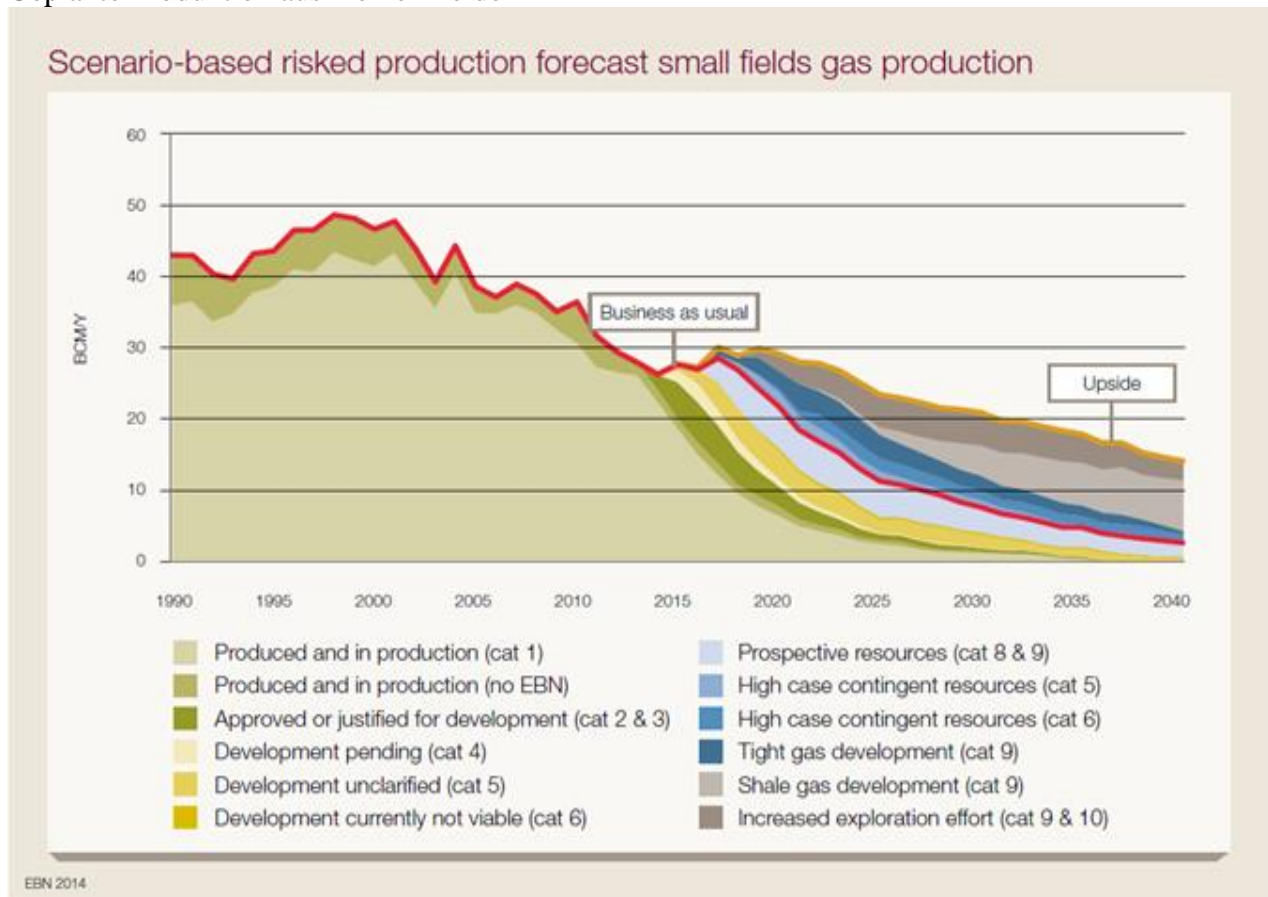
<http://www.gasunie.nl/uploads/bestanden/f556639b-3f3d-4a2c-8635-f035cc221025>, 20 maart 2015.

Bild 4
Erdgasgewinnung aus kleinen Feldern



Bron: <https://milieudefensie.nl/publicaties/rapporten/verkenning-haalbaarheid-en-consequenties-verlaging-gasproductie-30-miljard-m3>, 4 februari 2015.

Bild 5
Geplante Produktion aus kleinen Feldern



Bron: https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2014/11/ebn_focus_on_dutch_oil_gas_2014.pdf

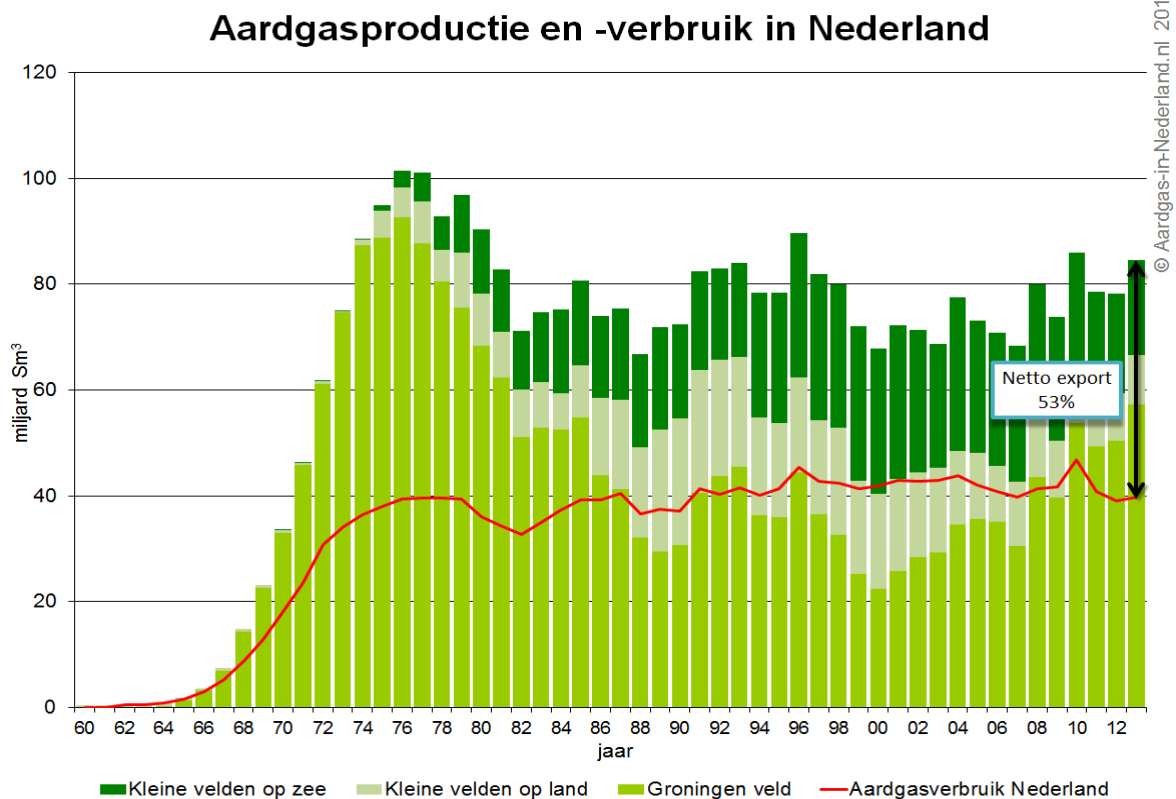
Erklärung: Die rote Linie in Bild 5 gibt die Gasgewinnung aus kleinen Feldern an, wenn die heutige Politik fortgesetzt wird: während 10 Jahren geht es dann um 10 Mrd. m³ pro Jahr. Durch die Förderung aus kleinen Feldern, die Anwendung neuer Techniken, wie Fracken und die Gewinnung von Schiefergas kann die Produktion in 2025 etwa 25 Mrd. m³ betragen, um dann wieder abzusinken.

4 Groningen-Gas ist einzig und niedrigkalorisch

Ein besonderes Kennzeichen des Groninger Gases ist der Brennwert. Dieser Wert ist niedriger als bei fast allen anderen Gasen irgendwo in den Niederlanden oder im Ausland. Das sorgt dafür, dass Groninger Gas nicht ohne weiteres durch Gas aus anderen Quellen ersetzt werden kann. Wegen des niedrigeren Brennwertes wird das Groninger Gas häufig als niedrigkalorisch genannt (L-gas), zum Unterschied von dem aus anderen Quellen stammendem hochkalorischen Gas (H-gas). Dieser Unterschied muss auch bei der Lieferung von Gas berücksichtigt werden. Denn die Hausgeräte sind normalerweise lediglich für eine Gasart eingerichtet. Das niederländische Gasverteilnetz kennt deshalb unterschiedliche Liefernetze für die beiden Gasarten. Unsere Haushalte sind auf L-Gas abgestimmt.

Das Groninger Gas kann ersetzt werden durch hochkalorisches Gas, dem Stickstoff zugemischt wird. Das dann entstehende Produkt wird als Pseudo-L-Gas bezeichnet. Der inländische Gasverteiler, GTS, verfügt zu diesem Zweck so genannte Umwandlungsanlagen in Ommen, Wieringermeer und Pernis und eine Stickstoff-Kaverne in Heiligerlee mit einer daran gekoppelten Mischanlage in Zuidbroek.^{20 21 22}

Bild 6
Erdgasproduktion und Verbrauch in den Niederlanden



(Productievolumes: TNO, 2014. Verbruik: CBS 2014; 1mrd Sm³ ≈ 35,17 PJ)

Kleine Felder auf See Kleine Felder Festland Groninger Feld Erdgasverbrauch Niederlande

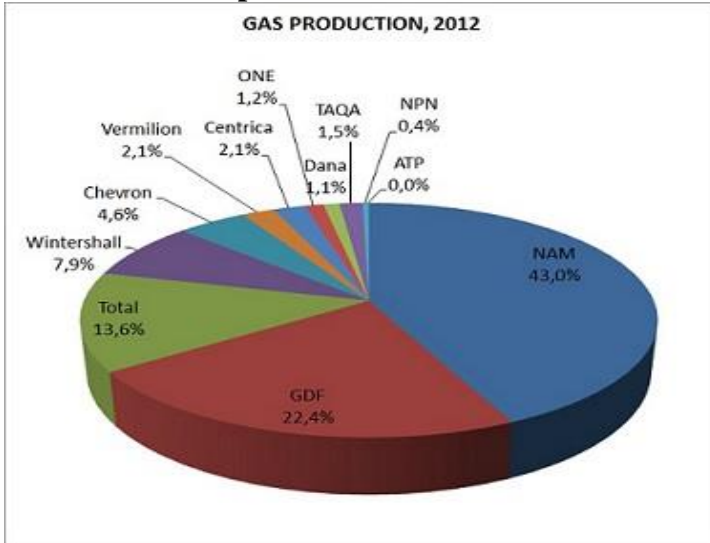
Bron: <http://aardgas-in-nederland.nl/de-toekomst-van-aardgas/aardgasreserves-en-verbruik/#3b>

5 Erdgasgewinnung bis heute an Land und auf See

Bild 6 zeigt die Erdgasförderung aller Gasfelder in den Niederlanden bis einschließlich 2013. In den vergangenen Jahren stieg der Anteil des Groninger Feldes an der Gesamt-Fördermenge. Während die Förderung aus kleinen Feldern 2004 noch 33 Mrd. m³ betrug, ist diese zurück gegangen auf 26 Mrd. m³ im Jahre 2012, wovon 7,1 Mrd. m³ aus kleinen Feldern an Land und 18,9 m³ aus Feldern auf See stammen, verteilt über einer Anzahl Betriebe, siehe Bild 7.

Bild 7

Zahl der der Gasproduzenten bei kleinen Feldern 2012

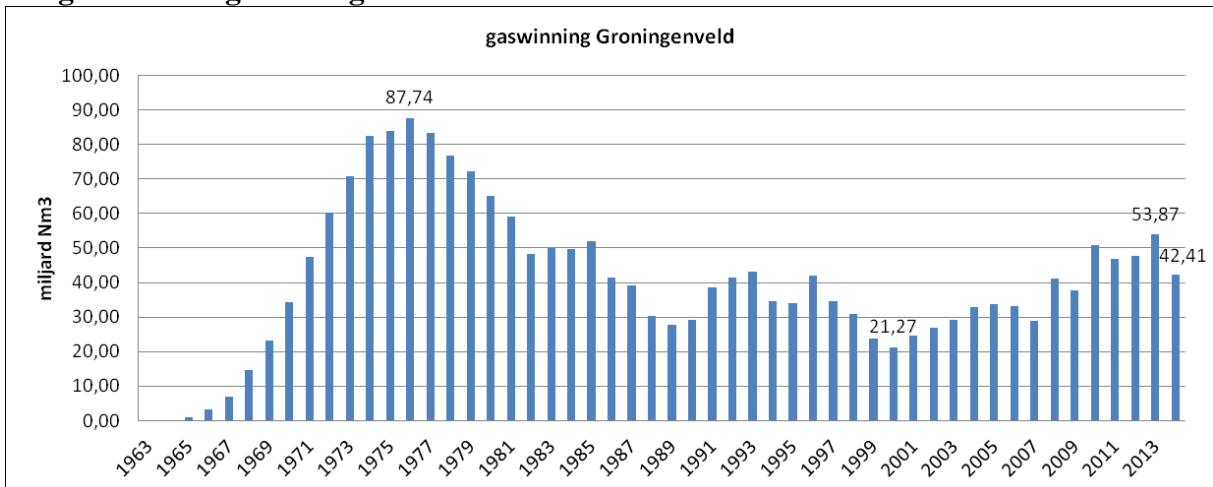


Bron: <http://www.nlog.nl/nl/production/production.html>.

Zugespitzt auf das Groningen-Feld zeigen wir hier zuerst Bild 8 mit der Gasmenge, die von Beginn an gefördert wurde und dann Tabelle 1 die Förderung der vergangenen Jahre in Anteilen des Groningen-Feldes.

Bild 8

Erdgasförderung Groningen-feld 1965-2014



Bron: : <https://milieudefensie.nl/publicaties/rapporten/verkenning-haalbaarheid-en-consequenties-verlaging-gasproductie-30-miljard-m3>, 4 februari 2015.

Tabelle 1
Erdgasförderung Groningen-feld 2010-2016

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015/16
Loppersum	13,76	15,30	15,39	17,13	2,59		
Eemskanaal	2,39	1,62	1,69	2,55	2,09		
Regio Zuidwest	12,54	9,38	9,88	12,88	13,58		
Regio Oost	22,17	20,49	20,81	21,30	24,15		
Totaal	50,86	46,79	47,77	53,86	42,41	30	27

Quellen: siehe²³

6 Förderungs-Planung nach Minister Kamp

Wirtschaftsminister Kamp hat im März 2014 die maximale Förderung aus dem Groningen-feld mit 42,5 Mld m³ bestimmt, sowohl für 2014 als auch 2015.²⁴ Im Dezember 2014 nannte der Minister ein Maximum für 2015 von 39,4 Mrd. m³ und das ließ er der NAM wissen als sogenannten Zustimmungsbeschluss. Am 9. Februar 2015 kam Kamp mit einem neuen Beschluss. Für die erste Hälfte von 2015 beträgt das Maximum nunmehr 16,5 Mrd. m³ und er beschloss im Juli dieses Jahres die gesamte Förderung für 2015 zu begrenzen auf 30 Mld m³.^{25 26} Zwischen dem 1. Oktober 2015 und Ende September 2016 dürfen noch maximal 27 Mrd. m³ gewonnen werden. Das hat der höchste Richter, der Rat des Staates, am 18. November 2015 bestimmt.²⁷ Somit muss Minister Kamp die Fördermenge anpassen.

7 Die NAM verbraucht ebenso viel Strom wie 185 000 – 455 000 Haushalte

Für die Gasförderung im Groninger Gasfeld ist immer mehr Strom erforderlich, weil der Druck im Feld nachlässt. Und das Gas, das die NAM in das Netz drückt, muss mit ausreichendem Druck in das Netz der Gasunion gedrückt werden. Das erfolgt mit Hilfe von 20 Kompressoren. Auch sind vier Kompressoren nötig für die Untergrund-Lagerung bei Norg. Die 24 Kompressoren verlangten 2014 viel Elektrizität: Laut der NAM waren es 612 Mio KWh und laut Minister Kamp 1500 KWh.^{28 29}

Ein mittlerer Haushalt verbraucht laut dem Zentralamt für Statistik glatt 3300 KWh.³⁰ Dann können wir eine simple Rechnung aufstellen und den Verbrauch der NAM dividieren durch den Verbrauch per Haushalt. Das Resultat ist, dass die NAM für die Gasgewinnung ebenso viel Strom verbraucht wie 185 000 – 455 000 Haushalte. Wieviel Strom notwendig ist für die Spitzengaseinrichtung in Alkmaar und die Gaslager in Zuidwending ist uns nicht bekannt.

Die Einfuhr von Gas aus Russland erfordert 7,5 mal soviel Energie als Gas aus den Niederlanden. Zwei Prozent des Gases, das in den Niederlanden aus dem Untergrund geholt wird, geht an die oben genannten Kompressoren.³¹ Der Transport aus Russland benötigt 15 % der transportierten Energie.³² Das staatlich Energie-Verwaltungsamt der Niederlande (EBN) hat 2014 darüber eine Studie veröffentlicht.³³ Dafür machte das EBN Gebrauch von einem Bericht von Royal Haskoning DHV.³⁴

Das aus Russland importierte Gas wird über 6000 km durch Rohre transportiert.

Dazu sind Pumpen notwendig. Die Pumpen werden angetrieben mit Strom, der – wie wir unterstellen - in Gaskraftwerken erzeugt wird wobei CO₂ freigesetzt wird.

Laut EBN geht dabei auch Gas durch Leckagen verloren und somit kommen Treibhausgase frei. Das EBN rechnet uns vor, es ginge nicht um geringe Mengen.

Der CO₂-Ausstoß ist acht mal geringer, verglichen mit dem Gas aus Russland (22 gegen 177 g CO₂ per KWh). Sodann geht es hier allein um Gewinnung und Transport, siehe Bild 9.

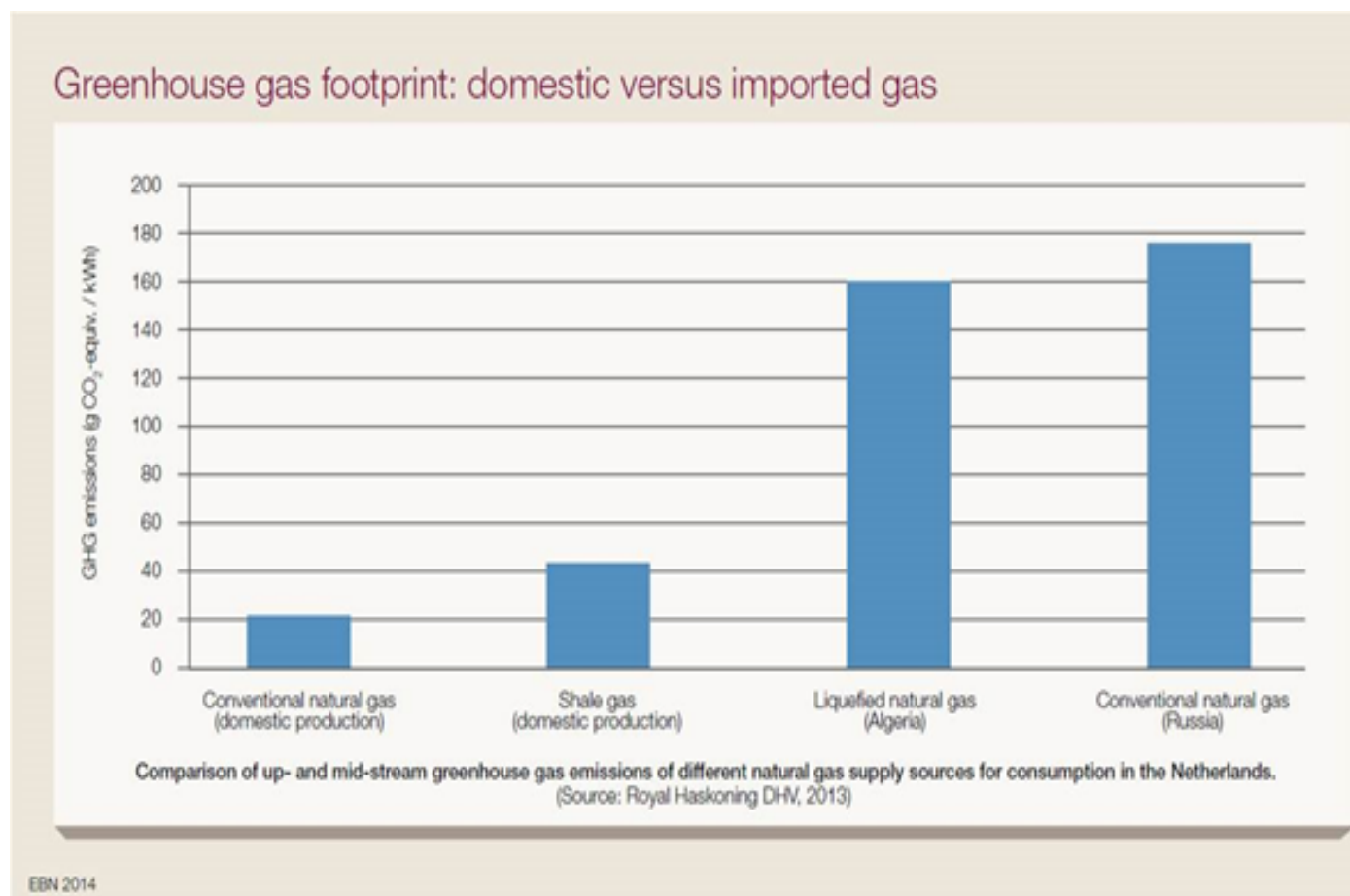
Bei der Verbrennung von Erdgas kommt ebenfalls CO₂ frei. Das ist ein wichtiges Treibhausgas und je mehr solcher Gase freikommen, desto größer ist das Risiko, dass sich das Klima verändert.

Die EBN hat sich die Frage gestellt, wie viel CO₂ oder andere Treibhausgase bei unterschiedlichen Energieformen freikommen. Ausgedrückt wird dies pro Kilowattstunde. So kommt die EBN zu einem „Klimafussabdruck“ pro kWh. Die Windenergie hat nach EBN einen Klimafussabdruck von 11. Bei Kohlekraftwerken ist diese Zahl am größten: 985. Gaskraftwerke befinden sich in der Mitte, doch wie groß der Fußabdruck tatsächlich ist, hängt wieder von der Art des Gases ab: Gas aus den Niederlanden hat einen Abdruck von 464 und Gas aus Russland von 619.

Schlussfolgerung: allein aus sicht des Klimaschutzes gesehen, ist es besser, niederländisches Gas zu verwenden. Jedoch wäre Windenergie noch besser, denn nach der EBN hat diese den weitaus kleinsten Fußabdruck mit der Zahl 11.

Bild 9

CO₂-Transportausstoß von Gas aus dem Aus- und Inland

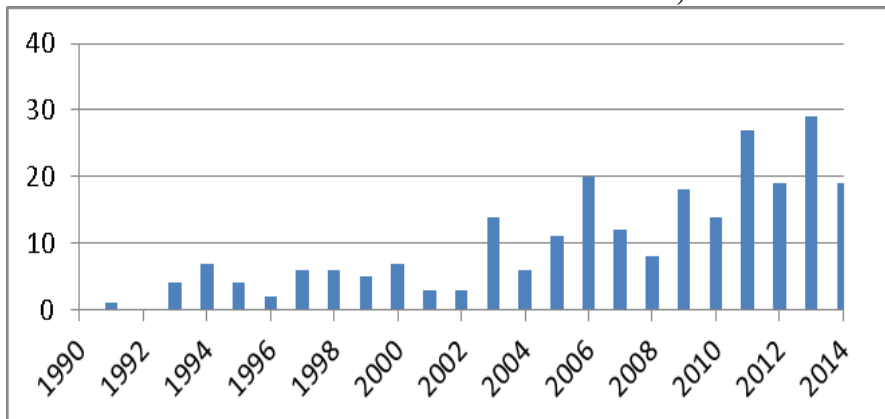


Bron: https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2014/11/ebn_focus_on_dutch_oil_gas_2014.pdf.

8 Groninger Feld mit 936 Erdbeben

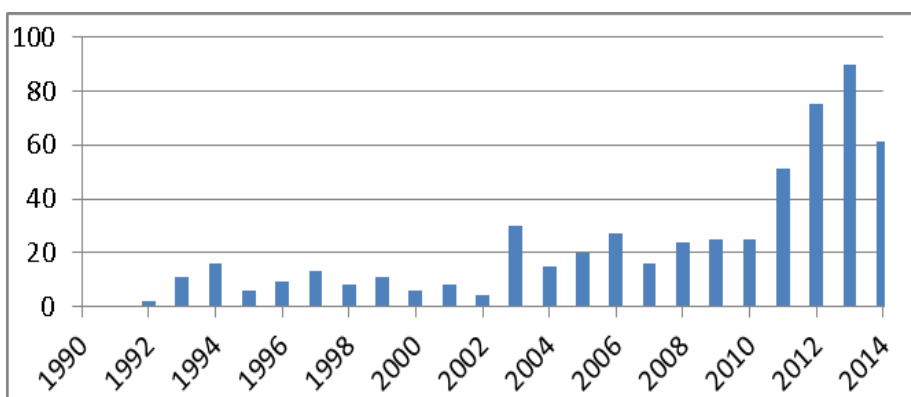
Ab 1990 bis und mit 2014 gab es 840 Erdbeben im Groninger Feld. Zwischen dem 1, Januar 2015 und November 2015 gabe es 96 Erdbeben. Insgesamt kommt man auf 936 Erdbeben, siehe Abb. 10 un11.

Bild 10
Übersicht 252 Erdbeben oberhalb Richterskala 1,5



Bron: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 90.

Bild 11
Übersicht 588 Erdbeben unterhalb Richter 1,5



Bron: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 90.

9 Die Bodenbeschleunigung ist maßgebend, nicht die Zahl der Richterskala

Meistens wird die Stärke von Erdbeben wiedergegeben an hand der Richterskala. Diese Skala gibt mittels einer Zahl (z.B. 3,6) an, wie stark ein Erdbeben war. Es geht dabei allein um die Stärke, nicht über die Folgen des Erdbebens. Die Folgen hängen ab von der Art des Untergrunds.

Durch entsprechende Untersuchungen wissen wir, dass das Schadensrisiko weniger von der Kraft des Bebens, sondern von der Bewegung der Erdoberfläche nach dem Beben, der Erschütterung. Das heißt *Grundbeschleunigung, das wichtigste Maß für den Schaden.*^{35 36}

Die Richterskala ist nicht linear, sondern logarithmisch. Eine kurze Erklärung. Bisher waren die meisten Erdbeben im Norden der Niederlande geringer als 3,0 nach der Richterskala. Ein Beben der Stärke 4,0 ist deshalb 10 mal so stark, wie eines von 3,0. Ein Beben von 5,0 demnach 100 mal so stark als eines von 3,0 nach Richter. Auf den ersten Blick scheint es, dass ein Beben von 5,0 lediglich 60 % stärker ist als eines von 3,0: tatsächlich ist es jedoch

100 mal stärker. Und der Norden der Niederlande muss mit Beben rechnen, die 10 bis 100 mal stärker sein werden als in der Vergangenheit. Die Erdbeben entstehen meist in etwa 3 kilometer Tiefe, denn dort befindet sich das Gasfeld. In anderen Gegenden der Welt entstehen die Erdbeben in viel größerer Tiefe, im Bereich von 10 bis 20 km. Diese Erdbeben sind nach der Richter-Skala stärker, die Energie muss jedoch einen viel längeren Weg bis zur Erdoberfläche zurück legen. Der Unterschied hinsichtlich der Tiefe erklärt in Verbindung mit der Bodenbeschaffenheit, warum die Beben in Groningen, obgleich sie schwächer sind als anderswo, sowohl deutlich wahrgenommen werden als auch Schäden verursachen. Der “Schaden wird jedoch nicht so sehr bestimmt durch die Kraft des Bebens, sondern durch die Grundbeschleunigung,“ stellt die NAM fest, “also durch das Durchrütteln des Untergrunds während des Bebens“.³⁷

Die Grundbeschleunigung wird häufig abgekürzt als PGA (Peak Ground Acceleration, etwa Spitzen-Grund-Beschleunigung) bezeichnet. Für die PGA finden wir unterschiedliche Zahlen bezüglich der möglichen Erdbeben in Groningen, von 0,3 bis 0,5 – denn die Ergebnisse hängen von den verwendeten Rechenmodellen ab.³⁸ Die Gasunion verwaltete das Leitungsnetzwerk, das bei Erdbeben unbeschädigt bleiben muss.³⁹ Dabei geht die Gasunion von einem PGA von 0,5 aus.

10 53.710 Schadensmeldungen und 118 oder mehr Tote sind möglich

Von Mitte 2012 bis Ende Oktober 2015 gab es 53.710 Schadensmeldungen, wovon 42.346 von der NAM anerkannt wurden.⁴⁰ Das bisher schwerste Erdbeben war das bei Huizinge 2012 mit einer Stärke nach Richter von 3,6.⁴¹ Alle Schäden in Groningen wurden folglich verursacht durch Erdbeben von höchstens 3,6 nach der Richterskala.

Schwerere Erdbeben sind gleichwohl möglich.

Mit jedem m³ Gas aus dem Groninger Feld nehmen die Anzahl und die Schwere der Erdbeben zu. In der Fachzeitschrift “Journal of Geophysical Research: SolidEarth” ist ein Artikel erschienen von S. J. Bourne, S. J. Oates, J. van Elk und D. Doornhof. Die zwei ersteren arbeiten bei Shell Niederlande, und der anderen bei der NAM. Das Konzept des Artikels wurde anderen Organisationen vorgelegt, die für Erdbeben zuständig sind: KNMI, TNO und die staatliche Aufsicht für die Minen. Deshalb dürfen wir annehmen, dass die im Artikel vertretene Ansicht breit getragen wird. Die Autoren gehen von einer Gasförderung von 40 Mrd. m³ per Jahr aus, mehr als Minister Kamp für 2015 genehmigt hat.

Wir erwähnen zwei Schlussfolgerungen des Artikels.

Bis 2023 gibt es eine Gefahr von 50 % für ein Erdbeben, das anderthalb mal so schwer sein wird als das Beben in Huizinge im August 2012 (siehe Tabelle 2).

Das Gebiet mit Erdbeben schwerer als 1,5 nach Richter hat zugenommen (siehe Bild 12), während auch die Zahl der Erdbeben pro Quadratkilometer bis 2023 zunehmen wird.⁴²

Die Menge an Erdbebenenergie – auch seismisches Moment genannt – die jährlich freigesetzt wird, wird zunehmen, solange pro Jahr etwa 33 Mrd. m³ Erdgas gewonnen werden. Bei 21 Mrd. m³ nimmt die Energie des Erdbebens nicht mehr zu, reduziert sich aber auch nicht (siehe Bild 13).

Tabelle 2
Wahrscheinlichkeit über 50 %, 10 % oder 2% nach Richter bis 2023

<i>Periode</i>	<i>Wahrscheinlichkeit über 50 % für Beben von</i>	<i>Wahrscheinlichkeit über 10 % für Beben von</i>	<i>Wahrscheinlichkeit über 2 % für Beben von</i>
2013–2016	3,30	4,10	4,50
2013–2018	3,50	4,30	4,70
2013–2023	3,80	4,60	5,10

Bild 12
Gebiet mit Erdbeben oberhalb 1,5 auf der Richterskala

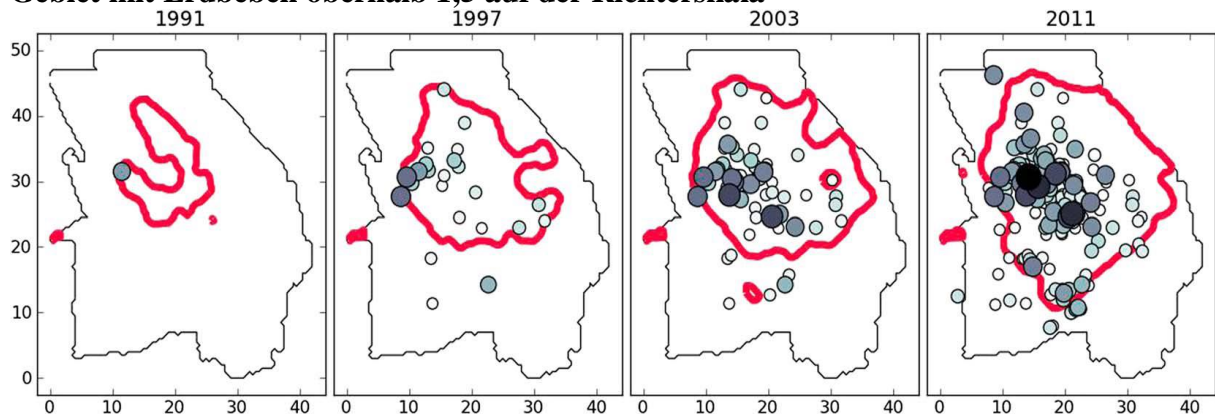


Bild 13
Jährlich freigesetzte Erbebenenergie

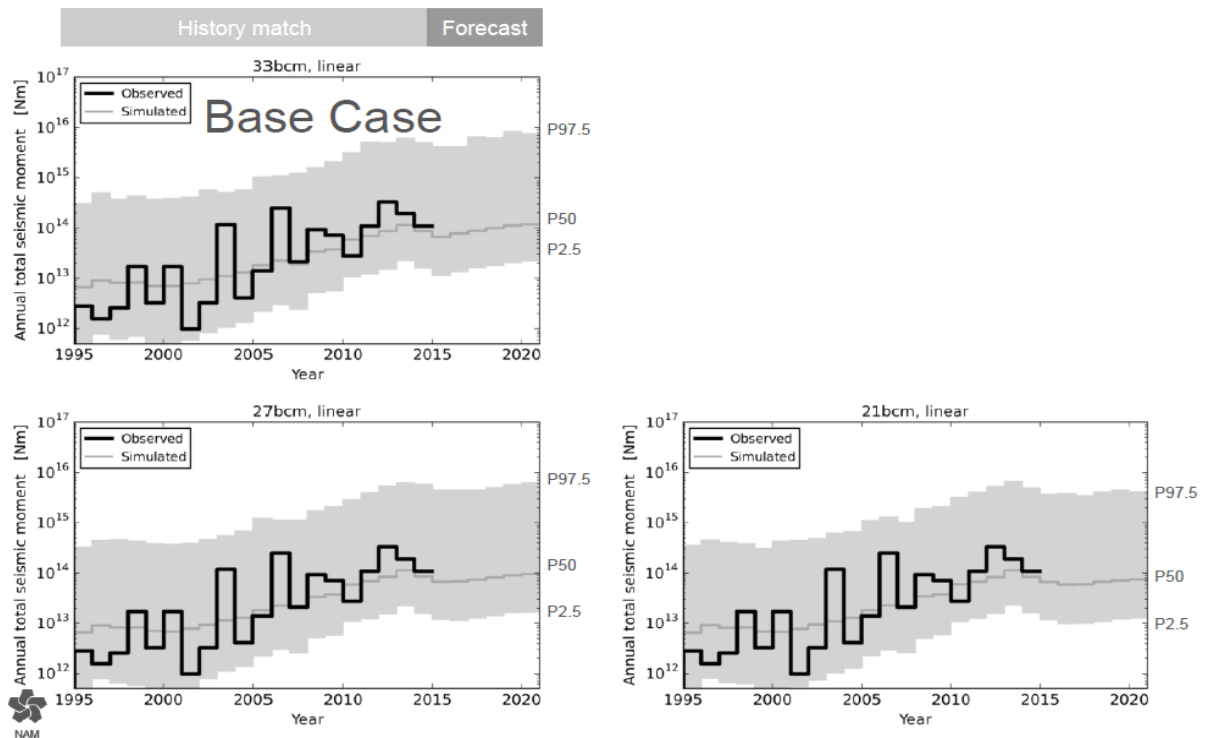


Figure 4.7 Total annual seismic moment time series including aftershocks.

Bron: Hazard and Risk Assessment for Induced Seismicity in Groningen Interim Update November 2015, 16 november 2015 (<http://feitenencijfers.namplatform.nl/onderzoeksrapporten/>)

Ein Erdbeben mit einer Kraft von 5 auf der Richterskala kann ebenfalls vorkommen. Die staatliche Aufsicht für die Minen (SodM) hat 2013 den Report “Risikoanalyse Erdgasbeben

Groningen“ über die Gefahren der Gasgewinnung veröffentlicht. Der Report behandelt die Folgen eines Erdbebens bei Huizinge mit der Kraft von 5,0 nach Richter. Die Schlussfolgerung lautet, dass bei einem solchen Erdbeben “mehr als 1200 Häuser einstürzen können, wobei am Tage 118 und während der Nacht 116 Todesopfer“ zu betrauern wären.(....) Allerdings kann es auch zu einem Erdbeben in einem dichter bevölkertem Gebiet kommen, wobei es dann mehr Opfer geben kann.” Doch wieviel mehr Toten wissen wir nicht; mit den Worten vom SodM: “Der Verlauf der Kurve mit mehr als 118 Todesopfer ist dadurch nicht bekannt.“⁴³

Wesentliche Fakten können wir wirklich im Report des SodM oder in Berichten, auf die SodM sich bezieht, nicht finden. Es geht dann um die Größe des Gebiets, in dem es die Todesopfer gibt. In Huizinge wohnen 130 Personen. Wenn die Zahl der Toten allein auf Huizinge beschränkt bleibt, sind es 90 %.

Angenommen, es gibt ein Beben mit 5,0 nach Richter in einer Gemeinde mit einigen Tausend Einwohnern, wie viele Opfer gibt es dann? Mit den uns zur Verfügung stehenden Daten können wir das nicht berechnen. Darum ist es wichtig, dass der genaue Umfang des Gebietes angegeben wird, in dem Opfer zu erwarten sind.

Bis hierher ging es um Beben nach der Richterskala, wie sieht es jedoch aus bei Erdbeben nach der erwähnten PGA von 0,3 bis 0,5? Es hat weltweit verschiedene Erdbeben gegeben mit solchen PGA. Es waren Beben zwischen 13 und 44 km Tiefe, wobei es viele Tote dadurch gab, dass Menschen unter einstürzenden Gebäuden begraben wurden.

Einige Beispiele

1960 gab es in Chile ein Beben mit einer Kraft von 9.5 nach Richter; die PGA war 0,3 und es gab 1650 Tote. 1978 gab es bei Sendai in Japan in 44 km Tiefe ein Beben mit 7,7, die PGA betrug 0,44 und es gab 27 Tote. Das Erdbeben am 12. Januar 2010, 25 km von Port-au-Prince, der Hauptstadt von Haiti entfernt, passierte in 13 km Tiefe, war 7,0 auf der Richterskala und hatte eine PGA von exakt 0,5. Dabei kamen etwa 90 000 Menschen um.⁴⁴ Aus diesen Beispielen können wir schließen, dass bei Erdbeben nicht so sehr die Kraft nach der Skala von Richter, sondern die PGA von Belang ist. Die letzte Zahl fehlt in den Berichten der Behörden und dem KNMI über die Erdbeben im Groninger Feld.

11 Liefersicherheit: 21 Mrd. m³ Gas; Sicherheit: 12 Mrd. m³ Gas

Die staatliche Aufsicht für die Minen (SodM) hat in Berichten vom Januar 2013 geäußert, dass die Erdbeben, die Schäden verursachen, schnell aufhören, wenn jährlich nicht mehr als 12 Mrd. m³ Gas aus dem Groninger Feld gepumpt werden.⁴⁵ Die Gefahr schwerer Erdbeben nimmt bereits deutlich ab, wenn weniger als 30 Mrd. m³ gewonnen werden.⁴⁶

Im gesetzlichen Beschluss zur Liefersicherheit vom 13. April 2004, der noch immer gültig ist, steht: “Der Betreiber des Landestransportnetzes sorgt für alle Einrichtungen im Bereich Gaseinkauf, Flexibilität und Gastransport im landesweiten Gastransportnetz. Das ist notwendig, um Lizenzinhabern zu ermöglichen, den Spitzenverbrauch aller Kleinverbraucher in den Niederlanden zu decken. Diese Einrichtungen müssen ausreichen, um den Spitzenbedarf decken zu können an einem Tag mit einer Tagestemperatur in der Stadt De Bilt (bei Utrecht) von – 17° C“.⁴⁷

Jan de Jong, früher Generalinspekteur von SodM, äußerte am 17. Februar 2015: “Für Groningen ist die Option von 21 Mrd. m³ das beste Szenario. Damit kann eine optimale Sicherheit für die Groninger garantiert werden und jeder das Gas bekommen, das er nötig hat. Finanzielle Überlegungen spielen dabei keine Rolle.”

In der Erwartung weiterer Untersuchungen sagte der Minister, dass er mindestens 35 Mrd. m³ Erdgas pro Jahr fördern lassen muss, um auch in strengen Wintern ausreichend Erdgas im In-

und Ausland liefern zu können. „Aber allein in einem Winter mit einer Tagestemperatur von -9°C und mit Nachtfrost von -17° ist eine Menge von 35 Mrd. m^3 erforderlich“ sagte De Jong. Er fügte hinzu: „So einen Winter haben wir seit Jahrzehnten nicht mehr gehabt.“⁴⁸ Es geht hier um unterschiedliche Definitionen von Sicherheit. Sicherheit zuallererst für die Groninger bedeutet 12 Mrd. m^3 pro Jahr; Optimale Sicherheit mit garantierter Liefersicherheit erfordert 21 Mrd. m^3 pro Jahr. 35 Mrd. m^3 pro Jahr und Liefersicherheit an erster Stelle, würde unterbewertete Sicherheit für die Bevölkerung bedeuten. Bei Förderung von 39,5 Mrd. m^3 oder mehr verschwindet die Sicherheit mehr aus dem Bild.

Warum 21 Mrd. m^3 optimal ist, wird aus den bekannten Gegebenheiten nicht deutlich. Wohl ist bekannt, dass bis 2021 jährlich durchschnittlich 28 Mrd. m^3 Groninger Gas ins Ausland geliefert werden müssen. Die Niederlande verbrauchten 2014 etwa 17 Mrd. m^3 Groninger Gas. In In- und Ausland geht es dabei dann um 45 Mrd. m^3 . Es werden dann 24 Mrd. m^3 Pseudo-L-Gas hergestellt werden müssen, wofür fast alles Gas aus den kleinen Feldern eingesetzt werden muss. Jedoch müssen auch etwa 15 Mrd. m^3 L-Gas exportiert werden.^{49 50}

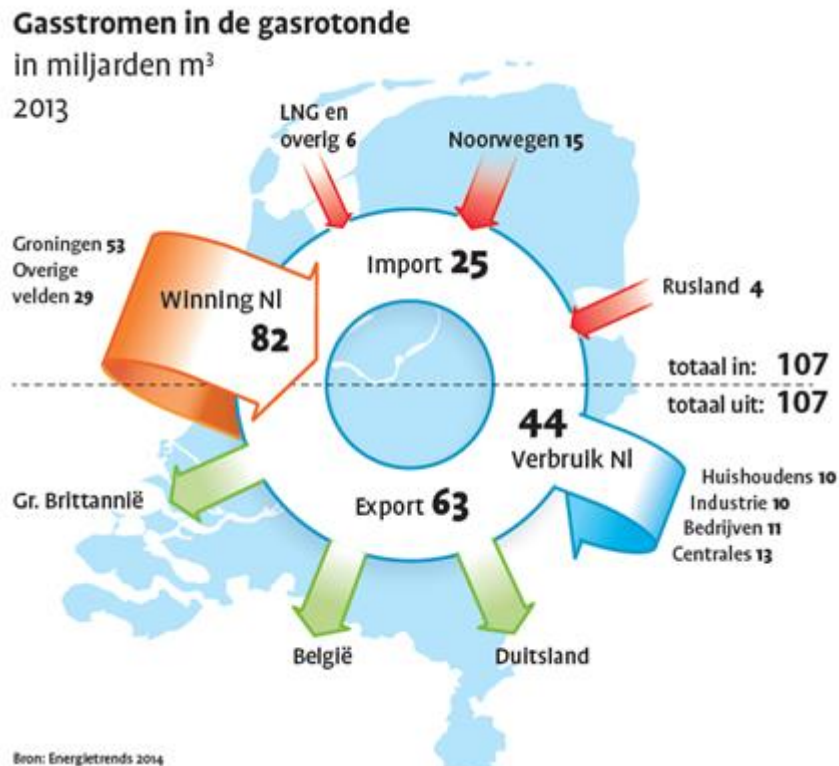
Laut GasTerra liegen die Grenzen der Produktion von Pseudo-L-Gas bis 2019 zwischen 19 und 23 Mrd. m^3 pro Jahr. Es müsse dann H-Gas importiert werden; nach GasTerra sind „die meist wahrscheinlichen Quellen“ dafür „Russland und vielleicht Norwegen.“⁵¹ Halbe Zijlstra, Fraktionsvorsitzender der Rechtsliberale Partei VVD in der Zweiten Kammer, nannte am 16 März 2015 auch diesen Import „Die Einfuhr aus Russland ist eine seriöse Option für die Verringerung der Gasförderung in der Provinz Groningen.“⁵² Das provoziert die Frage, ob die Niederlande Gas aus Russland einführen werden um es dann anschließend gemischt mit Stickstoff wieder auszuführen.

Wir haben es hier mit allerlei Zahlen zu tun, die kein gutes Bild über den Gasmarkt abgeben und deshalb bei Beteiligten nachgefragt. Leider bekommen wir nur unvollständige Antworten oder werden auf andere Gasbetriebe verwiesen, die auch wieder auf andere verweisen. Deshalb glückt es uns nicht, einen guten Einblick in den Markt von Groninger Gas zu geben. Sehr wohl bekannt sind jedoch die gesamte Einfuhr, der Export und der Verbrauch (siehe Bild 14).

Im Obenstehenden geht es um die Sicherheit der Groninger. Aber der Rest der Niederländer verbraucht ebenfalls Gas, daneben wird Gas an Deutschland, Belgien, Frankreich, die Schweiz und Italien geliefert.⁵³ Mit einiger Regelmäßigkeit wird gefordert, den Export sofort zu stoppen. Es ist nicht genau bekannt, wieviel Haushalte im Ausland Groninger Gas verbrauchen, doch können wir schätzen, dass es 7 Millionen sind.^{54 55} Eine sofortige Einstellung der Gaslieferungen ins Ausland bedeutet, dass 7 Millionen Haushalte keine Heizung mehr hätten. Das kann für eine unsichere Situation sorgen. Die Entscheidung für Sicherheit in Groningen hat Folgen an anderer Stelle, Folgen, die bisher kaum diskutiert wurden.

Bild 14

Gasgewinnung und Verbrauch: Gasströme im Kreilauf



Bron: <http://www.gasunie.nl/uploads/bestanden/f556639b-3f3d-4a2c-8635-f035cc221025>, 20 maart 2015.

Übersetzung Bild. 14: LNG und übrige
Norwegen
Russland
Gesamt ein
Gesamt aus

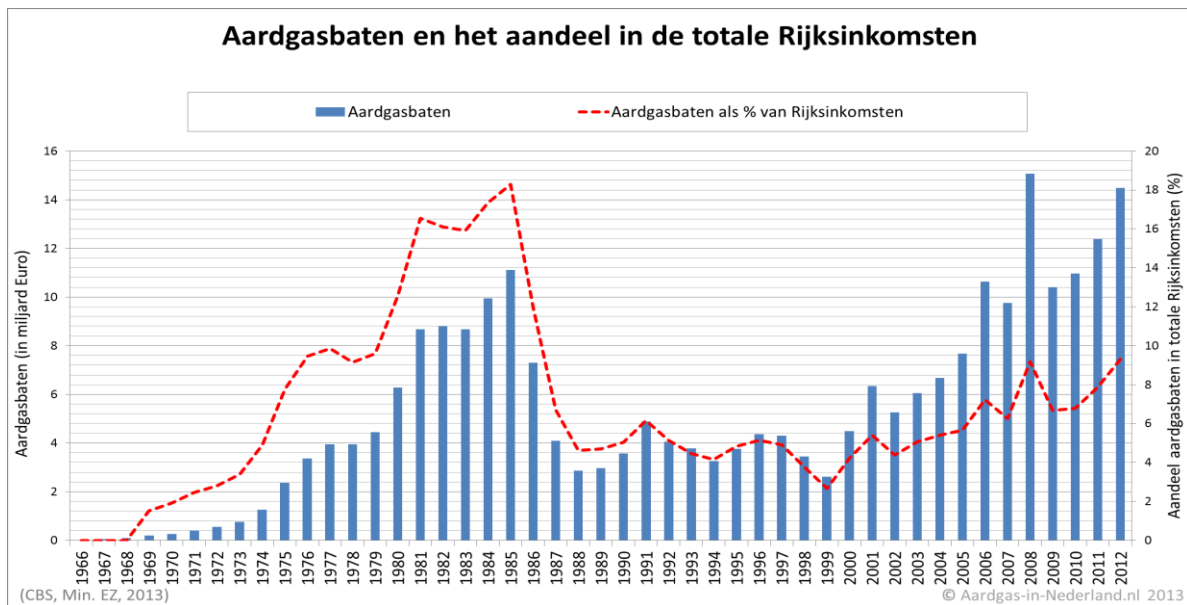
12 Erdgasabgaben 274 Mrd. Euro

In der Periode 1963 bis 2013 betragen die Erdgaseinnahmen der Regierung 265 Mrd. Euro.⁵⁶ 2013 ging es um 12 Mrd. Euro aus dem Groninger Feld und 2,5 Mrd. aus den kleinen Feldern.⁵⁷ 2014 war es 9 Mrd.^{58 59} Bis einschließlich 2014 betragen die Erdgasabgaben deshalb 274 Mrd. Euro, siehe Bild 15. Wenn die Provinz Groningen 2 Mrd. Euro bekommt, als Vergütung für die Erdbebenschäden, so ist das weniger als 1%.

Diese Einnahmen der öffentlichen Hand stehen nicht im Zusammenhang mit den Erdgaseinnahmen der NAM aus dem Groninger Feld. Diese betragen nach Minister Kamp in der Zeit zwischen 2006 und einschließlich 2013 insgesamt 9 Mrd. Euro. Über die Zeit davor sind laut dem Minister keine Informationen vorhanden.⁶⁰ Wohl ist bekannt, dass die NAM jährlich 1 Mrd. m³ Gas für die Gasförderung verbraucht und dafür, wie es heißt, "keine Bezahlung nötig ist" an die Obrigkeit und die NAM das Gas folglich gratis bekommt.⁶¹

Bild 15

Ergasabgaben und deren Anteil an den gesamten Staatseinnahmen



Bron: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/10/07/aardgasbeleid-in-nederland-actuele-ontwikkelingen.html>

13 Fazit: Gefangen im Gasnetz

Erdgas als wichtigste Energiequelle steht unter Druck. Das Ende der Vorräte kommt in Sicht. Weil der Druck im Groninger Feld abnimmt, sind Hilfsmittel nötig um ausreichend Gas aus dem Boden holen zu können. Kleine Gasfelder, an Land oder auf See, sind nun notwendig, um die Nachfrage nach ausreichend Gas zu beantworten. Um die Gasgewinnung aus kleinen Feldern aufrecht zu erhalten sind wiederum Hilfsmittel erforderlich. Hinzu kommen noch die Erdbeben, die Zunahme von Schäden und die Unsicherheit. Allein, die Erdgasnachfrage nimmt nicht ab. Durch die Verträge mit dem Ausland muss in den kommenden Jahren mehr Gas gewonnen werden, als im Interesse der Einwohner Groningens angebracht wäre. Aber ist es anzuraten, von heute auf morgen 7 Millionen Haushalte im Ausland kein Gas mehr zu liefern? Deshalb gibt es keine einfache Lösung für die hier geschilderten Probleme. Wir sind gefangen im Gasnetz.

¹ <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.

² <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/>

³ <http://tulipoil.com/terschelling-noord-m10am11-2/>.

⁴ Wir verwenden hier vor allem Informationen der Behörden und der "Gaswelt". Uns ist klar, dass es Kritik gibt, beispielsweise zu den verwendeten Rechenmodellen, die wir hier aber nicht behandeln, damit wir nicht anstelle eines lesbaren Artikels ein Buch schreiben müssen. Das ist nicht unser Zweck. Auch behandeln wir hier keine Fragen, wie den Wertverfall oder den Umbau von Gebäuden zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben

⁵ Prisma Techniek in woord en beeld. Een volledig overzicht van wat ons aan techniek omringt, 1994, p 524.

⁶ <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/nederlands-aardgas/>.

⁷ <http://aardgas-in-nederland.nl/de-toekomst-van-aardgas/aardgasreserves-en-verbruik/#3b>.

-
- ⁸ <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/de-gasrotonde/>.
- ⁹ <http://www.namplatform.nl/gaswinning/het-groningen-gasveld.html>.
- ¹⁰ <http://www.gasopslagbergermeer.nl/>.
- ¹¹ <http://www.namplatform.nl/gaswinning/het-groningen-gasveld.html>.
- ¹² <http://www.agbzw.nl/aardgasbuffer/aardgasreserves>.
- ¹³ <http://www.namplatform.nl/gaswinning/het-groningen-gasveld.html>.
- ¹⁴ <http://www.co2nramine.nl/aardgasproductie-onveilig-en-eindig/>, 2 maart 2015.
- ¹⁵ <https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2014/11/EBN-Focus-on-Dutch-Oil-and-Gas.pdf>, 10 juni 2015.
- ¹⁶ <http://www.nlog.nl/nl/oilGas/oilGas.html>.
- ¹⁷ Energiebeheer Nederland noemde overigens in juni 2015 een bewezen voorraad van 159 miljard m³, een mogelijke voorraad van 191 miljard m³ en een eventuele voorraad van 200 miljard m³ (<https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2014/11/EBN-Focus-on-Dutch-Oil-and-Gas.pdf>, 10 juni 2015).
- ¹⁸ <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>.
- ¹⁹ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 124 over exportcontracten.
- ²⁰ <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/projectbureau-nieuw-aardgas/laagcalorisch-gas-g-gas>.
- ²¹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/01/17/Groningen-gas-op-de-noordwest-europese-gasmarkt.html>.
- ²² <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/01/17/Groningen-gas-op-de-noordwest-europese-gasmarkt.html>.
- ²³ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 36.
- <http://feitenencijfers.namplatform.nl/gaswinning/>
https://www.raadvanstate.nl/pers/persberichten/tekst-persbericht.html?id=724&summary_only=&category_id=8, 14 april 2015
- <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/nieuws/2015/06/23/gaswinning-groningen-in-2015-verder-vermindert-tot-30-miljard-kubieke-meter.html>, 23 juni 2015.
- <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-34000-XIII-153.pdf>
https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/06/Getekend%20Wijzigingsbesluit_juli_2015_gaswinning_Groningenveld_0.pdf,
<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/01/16/reassessment-of-the-probability-of-higher-magnitude-earthquakes-in-the-groningen-gas-field.html>, 16 januari 2013, p 4.
- <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gaswinning-en-infrastructuur/documenten-en-publicaties/brieven/2013/01/22/brief-van-sodm-over-groningen-veld.html> pagina 8 en 9.
- <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/01/16/reassessment-of-the-probability-of-higher-magnitude-earthquakes-in-the-groningen-gas-field.html>, 16 januari 2013, p 4.
- <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gaswinning-en-infrastructuur/documenten-en-publicaties/brieven/2013/01/22/brief-van-sodm-over-groningen-veld.html> pagina 8 en 9.
- <http://www.gasunietransportservices.nl/nieuws/ez-consulteert-marktpartijen-over-andere-benadering-gaswinning>, Mogelijkheden kwaliteitsconversie en gevolgen voor de leveringszekerheid Update 2015 van resultaten onderzoek 7, 7 oktober 2015.
- <https://www.sodm.nl/nieuws/2015/gasproductie-aanmerkelijk-lager-33-miljard-kuub-jaar>, 23 juni 2015.
- <http://feitenencijfers.namplatform.nl/onderzoeksrapporten/>, Hazard and Risk Assessment for Induced Seismicity in Groningen Interim Update November 2015, 16 november 2015.
- https://www.raadvanstate.nl/pers/persberichten/tekst-persbericht.html?id=790&summary_only=&category_id=8, 18 november 2015.
- ²⁴ <http://www.namplatform.nl/gaswinningsplan/besluit-nieuw-winningsplan.html>.
- ²⁵ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/nieuws/2015/02/09/versneld-veiliger-wonen-groningen-compensatie-voor-bewoners-gaswinning-tot-1-juli-beperkt.html>, 9 februari 2015.
- ²⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/02/09/beantwoording-vragen-schriftelijk-overleg-over-de-gaswinning-in-groningen.html>, 9 februari 2015.
- ²⁷ https://www.raadvanstate.nl/pers/persberichten/tekst-persbericht.html?id=790&summary_only=&category_id=8, 18 november 2015.
- ²⁸ Email Afdeling communicatie NAM aan Herman Damveld, 9 maart 2015.
- ²⁹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/02/09/beantwoording-vragen-schriftelijk-overleg-over-de-gaswinning-in-groningen.html>, 9 februari 2015, antwoord 199.

-
- ³⁰ <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/bouwen-wonen/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-energieverbruik-woningtype-art.htm>, 16 januari 2012.
- ³¹ <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-in-de-nederlandse-energievoorziening/>.
- ³² <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 129.
- ³³ https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2014/11/ebn_focus_on_dutch_oil_gas_2014.pdf, juni 2014.
- ³⁴ <http://www.cuadrillaresources.nl/wp-content/uploads/2013/04/R0001-Klimaatvoetafdruk-schaliegas-in-Nederlands-perspectief.pdf>, 23 april 2013.
- ³⁵ <http://www.sodm.nl/sites/default/files/redactie/risico%20analyse%20aardgasbevingen%20groningen.pdf>.
- ³⁶ <http://www.namplatform.nl/veelgestelde-vragen/faq-aardbevingen-door-gaswinning>.
- ³⁷ <http://www.namplatform.nl/bouwkundig-versterken/de-sterkte-van-gebouwen.html>.
- ³⁸ <http://www.sodm.nl/sites/default/files/redactie/risico%20analyse%20aardgasbevingen%20groningen.pdf>, pagina 1.
- ³⁹ www.rijksoverheid.nl/...en...groningen/gaswinning-in-groningen.pdf, Effecten geïnduceerde aardbevingen op het Gasunienetwerk in Groningen Studie naar de robuustheid van het gasleidingennetwerk, Deltares, 2013, B.
- ⁴⁰ <http://feitenencijfers.namplatform.nl/schadeafhandeling/>.
- ⁴¹ <http://www.namplatform.nl/aardbevingen/ervaren-van-aardbevingen.html>.
- ⁴² <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014JB011663/full>, 19 december 2014; <http://www.co2ntramine.nl/aantal-en-ernst-aardbevingen-door-gaswinning-stijgt/>.
- ⁴³ <http://www.sodm.nl/sites/default/files/redactie/risico%20analyse%20aardgasbevingen%20groningen.pdf>, .
- ⁴⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Peak_ground_acceleration; 1964, Alaska, PGA 0,18, 143 Tote; 2004, Marokko, PGA 0,24, 628 Tote; 1960, Chili, PGA 0,25-0,30, 1655 Tote.
- ⁴⁵ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/01/16/reassessment-of-the-probability-of-higher-magnitude-earthquakes-in-the-groningen-gas-field.html>, 16 januari 2013, p 4.
- ⁴⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gaswinning-en-infrastructuur/documenten-en-publicaties/brieven/2013/01/22/brief-van-sodm-over-groningen-veld.html> pagina 8 en 9.
- ⁴⁷ http://wetten.overheid.nl/BWBR0016605/geldigheidsdatum_19-03-2015.
- ⁴⁸ <http://www.nrc.nl/nieuws/2015/02/17/oud-toezichthouder-pleit-voor-halvering-gasproductie-groningen/>, 17 februari 2015.
- ⁴⁹ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoorden 124 en 131.
- ⁵⁰ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/02/09/beantwoording-vragen-schriftelijk-overleg-over-de-gaswinning-in-groningen.html>, 9 februari 2015, antwoord 8.
- ⁵¹ <http://jaarverslag2014.gasterra.nl/2014/gas/marktontwikkeling>, 18 februari 2015.
- ⁵² <http://www.rtvnoord.nl/artikel/artikel.asp?p=146538>, 16 maart 2015.
- ⁵³ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/01/15/beantwoording-schriftelijke-vragen-over-gaswinning-groningen.html>, 15 januari 2015, antwoord 126.
- ⁵⁴ Schriftelijke reactie De Brauw Blackstone Westbroek N.V., namens de NAM, aan Raad van State, 30 maart 2015, kenmerk M22921795/1/20560230/NvdB.
- ⁵⁵ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-34000-XIII-153.pdf>, 13 juli 2015.
- ⁵⁶ <http://aardgas-in-nederland.nl/nederland-aardgasland/aardgas-en-de-economie/>.
- ⁵⁷ http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2014/10/Besteding_van_aardgasbaten_feiten_cijfers_en_scenario_s, 7 oktober 2014.
- ⁵⁸ http://www.rijksbegroting.nl/2014/voorbereiding/miljoenennota,kst186728_2.html; www.rijksoverheid.nl/.../kamerbrief-over-de-verwerking-van-de-aflopen.
- ⁵⁹ <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/C216D8FD-174A-4FBE-8762-A5F6B6B6701F/0/2015WA05zoweluitgavenalsinkomstenrijkstijgenin2014.pdf>, 19 augustus 2015.
- ⁶⁰ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2014/02/05/kamerbrief-inkomsten-uit-groningen-gas.html>, 5 februari 2015.
- ⁶¹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2015/02/09/beantwoording-vragen-schriftelijk-overleg-over-de-gaswinning-in-groningen.html>, 9 februari 2015, antwoord 200 en 201.