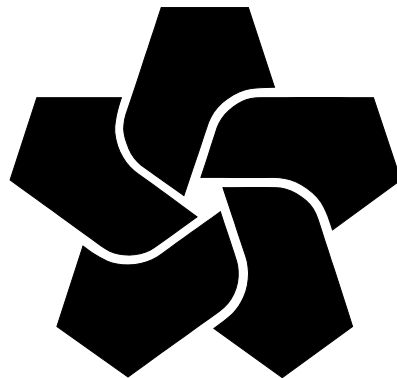


Monitoring waterinjectie Schoonebeek/Dalen jaarrapportage 2015



NAM

kenmerk EP201602206834 d.d. 31 maart 2016

Dit rapport geeft invulling aan de rapportage-eisen van de volgende vergunningen:

- Revisievergunning Wet milieubeheer en ontheffing lozingenbesluit bodembescherming voor de locatie Dalen-1 (Provincie Drenthe d.d. 27-05-2009, kenmerk DO/2009011021)
- Revisievergunning Wet milieubeheer en ontheffing lozingenbesluit bodembescherming voor de locatie Waterpompstation Schoonebeek (Provincie Drenthe d.d. 26-05-2009, kenmerk 22/DO/2009010994)
- Omgevingsvergunning voor de inrichting Schoonebeek-447 (Ministerie van EZ d.d. 08/04/2014, kenmerk DGETM-EM/14054621) inclusief de bijbehorende Verklaring van geen bezwaar (Provincie Drenthe d.d. 6 mei 2014, kenmerk RUD/2014002961)

INLEIDING

Sinds 2010 injecteert NAM productiewater afkomstig van de gaswinning in Drenthe en Overijssel in het lege Schoonebeek gasveld. Tot 2011 injecteerde NAM ook productiewater in het lege Dalen gasveld. Voor de waterinjectie-activiteiten op de locaties in Schoonebeek en Dalen zijn specifieke vergunningen verleend door het Ministerie van Economische Zaken en de provincie Drenthe.

In de vergunningen is een voorschrift opgenomen dat NAM jaarlijks (binnen drie maanden na afloop van het kalenderjaar) een rapportage aan de toezichthouder de Inspecteur Generaal der Mijnen doet toekomen van de hoeveelheden geïnjecteerd injectiewater, de samenstelling van het injectiewater, de hoeveelheid gebruikte mijnbouwhulpstoffen en de injectie- en reservoirdrukken. In voorliggend rapport zijn de resultaten gepresenteerd voor het jaar 2015.

De hoeveelheid water die in 2015 is geïnjecteerd ligt ruimschoots binnen het vergunde maximum. Het productiewater bestaat voor het grootste deel uit (formatie)water dat zijn oorsprong kent in diepgelegen gasvelden. Bij injectie wordt dit dus weer teruggebracht naar een omgeving, waar het van nature een vergelijkbare samenstelling heeft: een hoge concentratie aan zouten en onder andere met koolwaterstoffen geassocieerde aromaten. Het injectiewater bevat tevens resten toegevoegde mijnbouwhulpstoffen. De concentratie van de hulpstoffen in het injectiewater is zeer laag.

Voor elke component geldt dat de maximale verwachte concentraties en de gemeten concentraties beduidend onder de Eural (=Europese afvalstoffenlijst) limiet liggen. Op basis van de Eural-toetsing wordt het injectiewater (inclusief de mijnbouwhulpstoffen) aangemerkt als een 'niet gevaarlijke afvalstof'. NAM heeft daarnaast een toetsing laten uitvoeren aan de Europese richtlijn voor de classificatie van stoffen, de CLP-richtlijn (1271/2008/EG). Ook volgens deze Europese richtlijn is het injectiewater niet aan te merken als gevaarlijk.

Het injectiewater wordt met behulp van pompen in de diepe ondergrond geïnjecteerd. In SCH-580 en SCH-597 is de pompdruk alsmede de reservoirdruk onderin de injectieput binnen de gestelde limieten. In deze putten blijft de reservoirdruk onder de oorspronkelijke druk. In injectieput DAL-8 op locatie DAL-1 is een hogere druk gemeten. Deze put is in 2012 buiten gebruik genomen en de afname van de reservoirdruk wordt nu om de 2 jaar gemeten en gerapporteerd. Wanneer de druk terug is op de originele reservoir druk zal de put (op termijn) worden geabandoneerd.

VOLUMES INJECTIEWATER (VOORSCHRIFT 3.2 DALEN-1, WPS EN S447)**Dalen 1**

Installatie	Injectieput	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		m3	m3	m3	m3	m3	m3
Dalen 1	DALEN-1	0	0	0	0	0	0
	DALEN-8	5.506	25.021	7	0	0	0
Totalen		5.506	25.021	7	0	0	0

Toegestane activiteiten volgens vergunning: 260.000 m³ per jaar

Dalen-1 is niet meer in gebruik

Dalen-8 fungeerde als backup put en is sinds begin 2012 niet meer in gebruik

Schoonebeek 580, 447 en WPS

Installatie	Injectieput	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		m3	m3	m3	m3	m3	m3
Schoonebeek 580	SCHOONEBEEK-580	95.661	96.381	52.375	66.303	53.196	483
Schoonebeek 447	SCHOONEBEEK-597	0	0	3.636	14.803	5.603	66.748
Schoonebeek Water Pump Station	SCHOONEBEEK-519	0	0	0	0	0	0
	SCHOONEBEEK-522	0	0	0	0	0	0
	SCHOONEBEEK-531	0	11.700	0	0	0	0
	SCHOONEBEEK-560	0	0	0	0	0	0
Totalen		95.661	108.081	56.010	81.106	58.799	67.231

Toegestane activiteiten volgens vergunning: per locatie 260.000 m³ per jaar.

Schoonebeek-597 is actief vanaf 2012, oorspronkelijk als back-up put voor 580 maar sinds januari 2015 als enige injectie put.

Schoonebeek-580 is actief geweest vanaf 2010 en op 5 januari 2015 ingesloten vanwege hoge annulus druk.

Schoonebeek-531 was tot 2012 de backup put van 580 maar heeft geen injectie capaciteit meer omdat het Bentheim injectie reservoir in Schoonebeek Oost de toegestane maximale reservoirdruk heeft bereikt.

OPGAVE HERKOMST

Herkomst	Belucht water m3	Productiewater m3	Subtotalen m3
Aanvoer per truck			
Coevorden 10	44		
Coevorden 17	393	7311	
Coevorden 19	172		
Coevorden 2	10		
Coevorden 20	176		
Coevorden 21	76,5		
Coevorden 24	356	3592	
Coevorden 31	82		
Coevorden 33	22		
Coevorden 5	85		
Coevorden 7	331,5	525	
Collendoornerveen 1	389,4	5026	
Dalen 1	35		
Dalen 2	307,5	399	
Dalen 3	197,5	484	
Dalen 6	159,5		
Dalen 9	601	4397	
Den Velde 1	148		
DeWijk 13	103	330	
DeWijk 15	87		
DeWijk 16	34		
DeWijk 17	0,5		
DeWijk 26	25,5		
DeWijk 4	4		
DeWijk 6	9		
Emmen 11	167	3891	
Emmen 14	20		
Emmen 16	28		
Emmen 8	28		
Emmen Nieuw Amsterdam	191,5	531	
Gasselternijveen 1	17	9672	
Hardenberg 2	19		
Hardenberg 4	178		
Hoogenweg 1	34		
Oosterhesselen 1	237,5	479	
Oosterhesselen 2	258,5	1026	
Schoonebeek 313	639	26,4	
Schoonebeek 350	6		
Schoonebeek 447	308,5		
Schoonebeek 523	7		
Schoonebeek 542	1		

Herkomst	Belucht water m3	Productiewater m3	Subtotalen m3
Schoonebeek 556	4		
Schoonebeek 580	161,05		
Schoonebeek 80	25		
Schoonebeek Water Pomp Station	15		
Ten Arlo	10	31,3	
Wanneperveen 13	23		
Wanneperveen 15	6		
Wanneperveen 8	1		
Wanneperveen 9	14		
<i>totaal aangevoerd per truck</i>	<i>6.248</i>	<i>37.719</i>	<i>43.967</i>
aanvoer per pijpleiding (productiewater S313 en S447)		23.720	23.720
voorraadverschil start/eind 2015		-494	-494
TOTAAL INJECTIE IN DIEPE ONDERGROND			67.193*

* er is een gering verschil met het totaal volume dat is weergegeven in de 2^e tabel op blz 3 als gevolg van afrondingen

ANALYSERESULTATEN INJECTIEWATER (VOORSCHRIFTEN 4.1 WPS EN 5.1 S447)

Metalen

Week nummer	Kobalt µg/l	Cadmium µg/l	Chroom µg/l	Koper µg/l	Nikkel µg/l	Lood µg/l	Zink µg/l	Kwik µg/l	Magnesium mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	1.000	1.000	1.000	5.000	500	10.000	200.000	1.000	5.000
1	<10	<1	19	18	<10	43	1.000	0,52	660
3	<10	4,3	16	27	<10	<10	3.100	3,9	860
5	<10	<1	6,7	22	<10	<10	1.500	3,8	650
6	<10	<1	7,4	23	<10	13	1.100	<0,10	1.100
7	<10	1,5	7,8	16	<10	25	1.700	0,98	930
8	<20	<1	<5	42	<10	29	2.100	<0,10	1.500
9	<10	<1	<5	19	<10	14	730	<0,10	840
10	<10	<1	7,7	70	<10	47	2.500	<0,10	1.500
12	<10	<1	<5	25	<10	28	1.300	<0,10	1.400
13	<10	1,2	5,6	28	<10	49	4.000	0,11	1.300
14	<10	<1	9,7	<10	<10	12	180	0,16	310
15	<10	1,3	<5	<10	<10	79	6.300	0,51	1.500
§									
18	<10	<1	<5	22	<10	39	3.500	<0,10	1.300
19	<10	<1	5	23	<10	52	2.500	n.b.	1.400
20	<10	1,8	12	19	<10	54	3.200	0,77	860
21	<10	1,3	10	33	<10	61	4.200	0,50	1.600
22	<10	<1	5,8	33	<10	<10	4.300	0,18	1.400
23	<10	2,8	8,9	16	<10	30	4.000	<0,10	1.100
24	<10	1,8	10	18	<10	22	3.600	0,48	1.300
25	<10	2,3	32	26	<10	55	2.500	12	1.200
26	<10	<1	<5	42	11	31	480	0,40	1.500
27	<10	<1	8,7	17	<10	19	1.400	0,53	590
28	<10	<1	<5	32	<10	14	1.600	0,38	810
29	<10	2,2	170	21	36	44	3.200	0,28	1.200
30	<10	<1	8,1	39	<10	13	940	<0,10	1.400
31	<10	<1	11	<10	<10	<10	970	0,55	910
33	<10	<1	21	21	12	<10	400	0,34	900
34	<10	<1	28	<10	<10	<10	890	0,54	910
35	<10	<1	17	<10	<10	31	3.200	0,12	990
36	<10	<1	15	13	<10	<10	390	<0,10	870
37	<10	2,4	12	18	<10	16	1.500	0,79	1.100
38	<10	1	9,8	16	<10	27	3.300	<0,10	1.100
39	<10	<1	9,3	17	<10	<10	160	<0,10	660
40	<10	1,2	11	<10	<10	20	1.600	<0,10	930

Metalen (vervolg)

Week nummer	Kobalt µg/l	Cadmium µg/l	Chroom µg/l	Koper µg/l	Nikkel µg/l	Lood µg/l	Zink µg/l	Kwik µg/l	Magnesium mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	1.000	1.000	1.000	5.000	500	10.000	200.000	1.000	5.000
41	<10	3,2	18	<10	<10	130	5.300	<0,10	1.200
42	<10	<1	8,3	17	<10	<10	540	<0,10	850
43	<10	<1	11	23	<10	30	700	<0,10	940
44	<10	1,1	8,8	14	<10	17	2.300	<0,10	660
§									
47	<10	<1	8,3	<10	13	<10	460	0,26	390
48	<10	<1	<5	<10	<10	<10	210	0,22	120
49	<10	1,9	9,8	<10	<10	33	1.300	0,68	480
51	<10	<1	14	20	<10	15	970	0,11	1.200
52	<10	<1	<5	18	<10	20	4.100	<0,10	1.200
53	<10	1	6,7	14	<10	93	3.400	0,17	930

* = Verwachte Maximale Waarden zoals opgenomen in tabel 2 van de vergunningaanvragen voor WPS en S447

§ = minder monsters vanwege werkzaamheden op de GZI waardoor er geen productie plaatsvond vanuit de area 'zuurgas' (enkele weken in april en november)

n.b. = niet bepaald als gevolg van verstoringen in de keten monsternamen-transport-analyse

Minerale olie, glycolen en methanol

Week nummer	Minerale olie incl. BTEX mg/l	Minerale olie excl. BTEX mg/l	Methyleen glycol, MEG mg/l	Diethyleen glycol, DEG mg/l	Triethyleen glycol, TEG mg/l	Methanol MeOH mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	5.000	5.000	MEG+DEG+TEG 5.000			32.000
1	160	120	<800	<800	<800	25
3	260	170	<800	<800	<800	56
5	200	79	<800	<800	<800	270
6	286	202	<800	<800	<800	68
7	244	154	<800	<800	<800	39
8	110	66	<800	<800	<800	52
9	120	41	<800	<800	<800	35
10	230	140	<800	<800	<800	17
12	82	120	<800	<800	<800	33
13	290	180	<800	<800	<800	39
14	n.b.	n.b.	<800	<800	<800	120
15	260	390	<800	<800	<800	50
§						
18	17	42	<800	<800	<800	72
19	34	64	<800	<800	<800	37
20	98	168	<800	<800	<800	230
21	210	360	820	<800	<800	240
22	130	228	<800	<800	<800	47
23	74	160	<800	<800	<800	44
24	73	123	<800	<800	<800	63
25	330	n.b.	<800	<800	<800	140
26	21	49	<800	<800	<800	41
27	100	170	<800	<800	<800	94
28	120	79	<800	<800	<800	18
29	130	69	<800	<800	<800	110
30	85	50	<800	<800	<800	47
31	63	34	<800	<800	<800	47
33	130	36	<800	<800	<800	240
34	190	120	<800	<800	<800	220
35	200	130	<800	<800	<800	100
36	110	44	<800	<800	<800	160
37	320	220	<800	<800	<800	78
38	120	57	<800	<800	<800	550
39	110	28	<800	<800	<800	42
40	360	260	<800	<800	<800	57

Minerale olie, glycolen en methanol – vervolg

Week nummer	Minerale olie incl. BTEX mg/l	Minerale olie excl. BTEX mg/l	Methyleen glycol, MEG mg/l	Diethyleen glycol, DEG mg/l	Triethyleen glycol, TEG mg/l	Methanol MeOH mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	5.000	5.000	MEG+DEG+TEG 5.000			32.000
41	640	480	<800	<800	<800	26
42	190	120	<800	<800	<800	68
43	230	150	900	<800	<800	30
44	270	170	<800	<800	900	59
§						
47	300	180	680	<200	410	110
48	110	39	360	<50	180	90
49	440	310	720	<200	<200	88
51	130	84	<800	<800	890	120
52	150	83	<800	<800	<800	140
53	550	390	600	<400	<400	230

* = Verwachte Maximale Waarden zoals opgenomen in tabel 2 van de vergunningaanvragen voor WPS en S447

§ = minder monsters vanwege werkzaamheden op de GZI waardoor er geen productie plaatsvond vanuit de area 'zuurgas' (enkele weken in april en november)

n.b. = niet bepaald als gevolg van verstoringen in de keten monsternamen-transport-analyse

Zuurgraad en zwevend stof – kwartaal 1 + 2

Week nummer	pH	TSS > 5 µm (zwevend stof) mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	4,0-9,0	-
1	5,7	<20
3	6,0	16
5	6,1	42
6	6,3	<8,0
7	6,0	150
8	5,5	15
9	6,2	<8,0
10	5,7	<13
12	5,6	<16
13	5,4	52
14	7,6	13
15	6,1	26
§		
18	5,6	<16
19	6,0	67
20	7,0	100
21	6,1	<20
22	5,8	<8,0
23	6,1	44
24	6,3	<16
25	6,8	100
26	5,4	<10
27	6,6	18
28	5,3	<10
29	6,7	20
30	5,7	48
31	6,2	56
33	5,5	<40
34	5,6	15
35	5,5	<40
36	6,2	75
37	5,6	<20
38	5,2	<20
39	5,2	22
40	6,8	110

Zuurgraad en zwevend stof – vervolg

Week nummer	pH	TSS > 5 µm (zwevend stof) mg/l
<i>bovengrens uit de vergunning*</i>	4,0-9,0	-
41	6,4	200
42	5,6	46
43	6,0	21
44	6,0	140
§		
47	6,9	24
48	7,8	22
49	6,9	80
51	5,2	<10
52	5,6	18
53	6,5	37

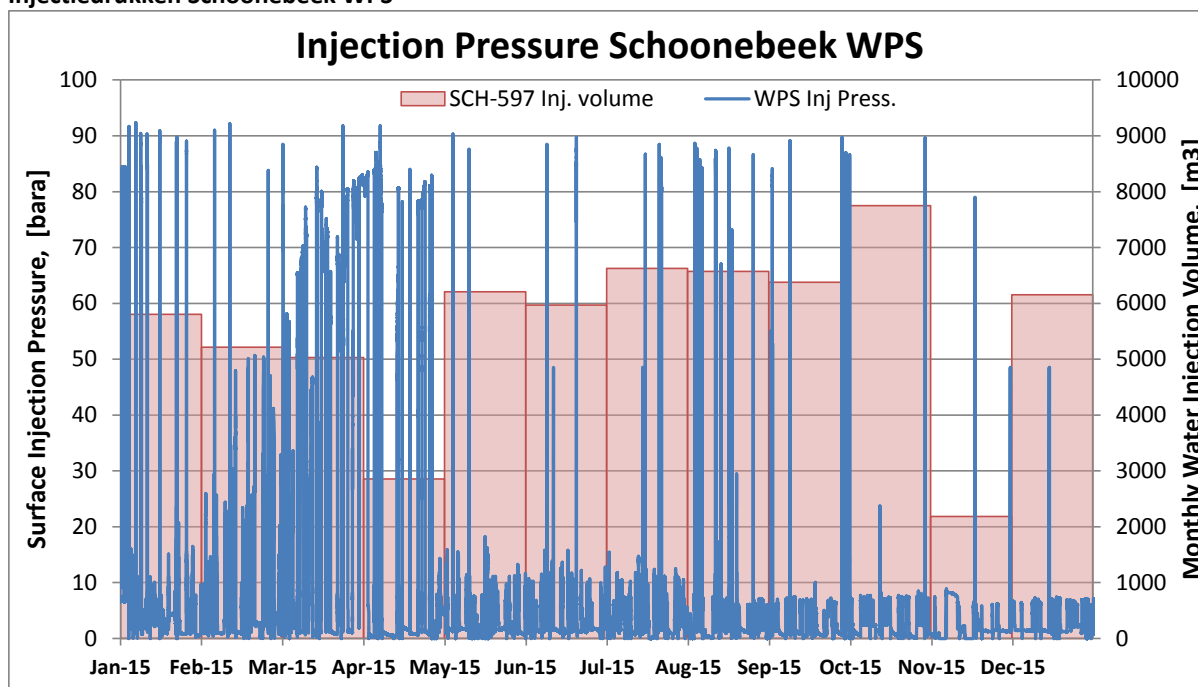
* = Verwachte Maximale Waarden zoals opgenomen in tabel 2 van de vergunningaanvragen voor WPS en S447

§ = minder monsters vanwege werkzaamheden op de GZI waardoor er geen productie plaatsvond vanuit de area 'zuurgas' (enkele weken in april en november)

MIJNBOUWHULPSTOFFEN (VOORSCHRIFTEN 4.2 WPS EN 5.2 S447)

In onderstaand overzicht zijn de soorten en hoeveelheden mijnbouwhulpstoffen opgesomd die met het injectiewater in de ondergrond gebracht zijn.

Chemicaliën	Werking	Injectiepunt (locatie)	Hoeveelheid in de waterfase kg
EC1144W	Anti-corrosie vloeistof	S313+S447	12.491
Bactron UCA495G	Biocide	S313	985
Gyptron FX2443	Anti-aanslag vloeistof	S313	3.510
INH 3-6156 (WLoog)	pH regelaar	S313	4.160
INH 3-6157 (WZuur)	pH regelaar	S313	3.120
OS19	Zuurstof binder	S313+GSV+DAL9	12.339
Foamatron V505	Schuimmiddel	CLDV,DAL2,HBG2,4+WIIK4	22.470
CGO9051U	Anti-corrosie vloeistof	COV5,7,10,21,2,33+DAL2,6+ENA	2.657
EC9386A	Zwavelwaterstofbinder	COV5,21,24,31	19.540
DFO85667	Anti-schuimmiddel	CLDV, DAL2,ENA1,S447+WIIK13	8,4
DMO880046	Emulsiebreker	OSH1+EMM11	0,8
X8336	Emulsiebreker	GSV	2,8
EMULSOTRON CD-656	Emulsiebreker	CLDV+COV7,17+COV24	0,3
Cortron CK352	Anti-corrosie vloeistof	COV7,10,17,19,20,24,31+HGW1+CLDV+ OSH1,2+DAL2,3,9+ENA+GSB	1,1
Cortron CK981	Anti-corrosie vloeistof	GSV	5,9
Gyptron SA 2070	Anti-aanslag vloeistof	GSV	2.905
Gyptron SA4037	Anti-aanslag vloeistof	S447	85
Cortron RN-664	Anti-corrosie vloeistof	COV10	0,1
Film Plus T1 part A+B	Anti-corrosie vloeistof	HBG-2	0,1

INJECTIE- EN RESERVOIRDrukKEN (VOORSCHRIFTEN 6.1 WPS EN 4.2 S447)**Injectiedrukken Schoonebeek WPS**

In de 2014 vergunning voor waterinjectie op S447 staan in paragraaf 4 de volgende bepalingen opgenomen over de maximaal toegestane drukken.

- De maximale injectiedruk van de injectie pomp mag niet hoger zijn dan maximaal 70 barg.
- Ten gevolge van de injectieactiviteit mag in de Zechstein Carbonaat formatie de gemiddelde reservoirdruk niet meer bedragen dan de initiële druk, dat wil zeggen 358 bar genormaliseerd naar een diepte van 3000 m onder NAP.

In de 2009 vergunning voor WPS/DAL-1 staat in paragraaf 6.3 de volgende bepaling opgenomen over de maximaal toegestane drukken.

- De gemiddelde reservoirdruk ten gevolge van de injectieactiviteit en de maximale injectie-pompdruk mogen respectievelijk niet meer dan de oorspronkelijke reservoirdruk van 377 bar (op een diepte van 3100 meter) en 218 barg bedragen.

De volgende tabel geeft voor de drie injectie putten in het Zechstein carbonaat aan wat de oorspronkelijke reservoir druk is, de barstdruk van de bovenliggende laag en de laatst gemeten bottom hole pressures in de put.

Put	Oorspr. gemiddelde reservoirdruk	Barstdruk afdekkende laag	Put druk 2014	Put druk 2015
SCH-580	358 bar op 3000 meter	660 bar	284 bar op 3000 m	Niet gemeten
SCH-597	358 bar op 3000 meter	660 bar	117 bar op 3000 m	180 bar op 3000 m
DAL-8	377 bar op 3100 meter	697 bar	450 bar op 3100 m	Niet gemeten

In het algemeen is het bij injectie putten zo dat de gemiddelde reservoir druk rond de putten lager is dan de gemeten bottom hole pressure. Het druk profiel in het reservoir rond de put hangt erg af van de lokale reservoir kwaliteit, de aanwezigheid van een fracture netwerk in het Zechstein Carbonaat en van de geologische variatie van het gesteente.

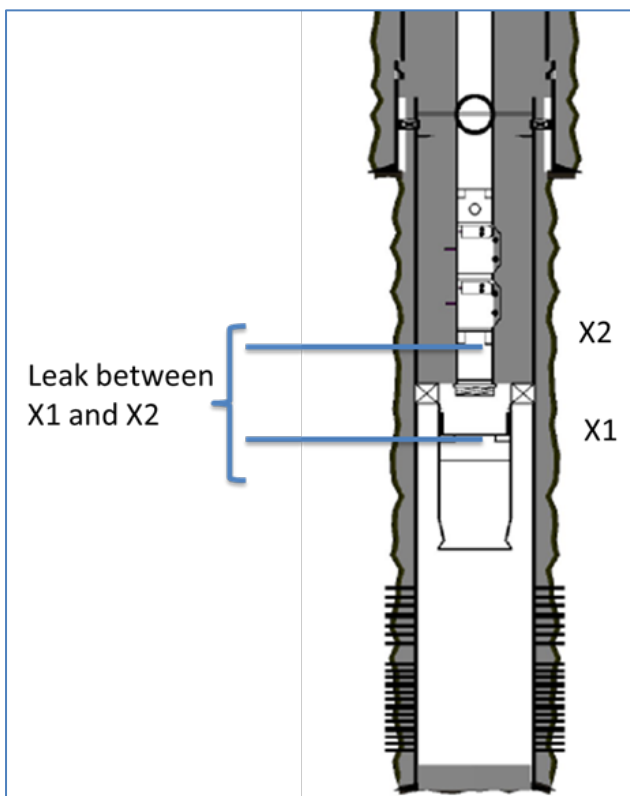
PUT SCHOONEBEEK-580

In 2009 is put SCH-580 omgebouwd tot waterinjectieput voor het Schoonebeek gasveld. In november 2013 liet een '4 dagen closed in SPG survey' (SPG = Static Pressure Gradient) een druk van 326 bar zien, hetgeen in de buurt ligt van de initiële reservoirdruk van 358 bar. Een SPG survey met een langere close-in tijd in juli 2014 kwam uit op een reservoir druk van 284 bar. Deze drukafname was het gevolg van de langere close-in tijd en de lagere injectie volumes voorafgaand aan de SPG survey waardoor de druk onderin de put meer in evenwicht kwam met de reservoirdruk.

Op 5 januari 2015 werd een onverwacht hoge A annulusdruk van 230 bar gemeten. De put is dezelfde dag nog ingesloten waarna een Closed-in Tubing Head Pressure van 20 bar gemeten werd. De oorzaak van de hoge annulusdruk is tot nog toe onbekend en de put is daarom de rest van het jaar ingesloten gebleven. Druktesten met plugs in the tubing hebben aangegeven dat de tubing waarschijnlijk met de annulus communiceert via een lek tussen de X1 and X2 landing nipples (zie tekening). Ter hoogte van X1 is een plug gezet en de tubing en de A Annulus zijn gevuld met een CaCl₂ kill vloeistof met een dichtheid van 1,36 s.g.

Het onderzoek laat zien dat er sprake is van communicatie intern in de put. Er zijn geen aanwijzingen dat de integriteit van de casing zou kunnen zijn aangetast en derhalve is er ook geen sprake van een mogelijke blootstelling van het milieu of de omgeving.

Completion diagram voor SCH-580 injectieput:



Voor 2016 wordt een test gepland die uitsluitsel zal moeten geven over de staat van de put. Afhankelijk van het resultaat van de test zal besloten worden of de put weer in gebruik kan worden genomen of dat een workover of sidetrack nodig is voor er weer in kan worden geïnjecteerd.

PUT SCHOONEBEEK-597

Put SCH-597 is in 2011 omgebouwd tot waterinjectieput als backup voor SCH-580. De laatst gemeten reservoirdruk voor de conversie van deze put tot injectieput was een SPG survey 69 bar uit september 2007. Een in februari 2014 uitgevoerde SPG survey liet zien dat de reservoirdruk ter hoogte van de put was toegenomen tot 119 bar als gevolg van de waterinjectie. Een volgende SPG survey uit oktober 2014 gaf een reservoirdruk van 117 bar en liet dus geen verdere stijging zien. De laatst genomen pressure survey in deze put dateert van 15 december 2015 en geeft een reservoir druk van 180 bar op datum diepte aan ten opzichte van de oorspronkelijke reservoirdruk van 358 bar.

Bij gebrek aan back-up water injectie put (SCH-580 closed-in) was het niet mogelijk de put enige dagen voor de SPG survey in te sluiten om te drukken te laten stabiliseren. Dit verklaart een deel van de verhoging van de reservoir druk gemeten sinds oktober 2014. De vergeleken bij de oorspronkelijke reservoir druk nog steeds relatief lage druk geeft aan dat het geïnjecteerde water goed wordt opgenomen door het reservoir rondom de SCH-597 injectie put.

PUT DALEN-8

Sinds 2005 overschrijdt de druk onderin deze waterinjectieput (bottom hole pressure: BHP) de oorspronkelijke reservoirdruk van 377 bar. Een SPG survey in november 2011 liet een BHP zien van 515 bar en een druk boven in de afgesloten put van 204 bar. Sinds die tijd is er geen water meer geïnjecteerd. Hoewel boven de originele reservoirdruk, is deze nog steeds ruim lager dan de druk waarbij de integriteit van de bovenliggende afdichtende en ondoordringbare gesteentelagen in het geding zou komen. Er is daarom dan ook nimmer sprake geweest van een direct risico voor milieu en omgeving.

SPG surveys in oktober 2013 en juni 2014 lieten BHP-waarden zien van respectievelijk 463 bar en 450 bar. De druk in het reservoir was met 13 bar afgenomen in 8 maanden. In lijn met afspraken wordt de afname van de reservoirdruk om de 2 jaar gemeten en gerapporteerd. In 2015 is geen reservoirdruk gemeten en de volgende meting zal in 2016 worden uitgevoerd. De verwachting is dat de graduele druk verlaging zich zal voortzetten totdat de druk terug is op de originele reservoir druk. Daarna zal de put worden geabandoneerd.

GEODETISCHE METINGEN (VOORSCHRIFT 6.4 WPS)

Geodetische metingen worden uitgevoerd conform het meetplan “Zuid-Oost Drenthe (en Noord-Overijssel)”. Deze gegevens zijn via de website van het NL Olie- en Gasportaal op de volgende URL onderstaande website in te zien:

<http://www.nlog.nl/nl/hazards/registers/registers.html>

(klik [hier](#) voor een directe link naar het document)

NIET ROUTINE ACTIVITEITEN (VOORSCHRIFT 5.3 S447)

Locatie	Injectieput	Datum	Niet routine activiteiten
Dalen-1	DALEN-1		geen
	DALEN-8		geen
Schoonebeek 580	SCHOONEBEEK-580	5-Jan-2015	Operaties neemt hoge druk van 230 bar waar in de A-annulus. Put ingesloten
		6-Jan-2015	Start investigating the source of the high A-Annulus Pressure. Check tubing clear. Found obstruction at 2819m.
		7-Jan-2015	Continue wireline operations. Able to run gauge cutter to 3055 m. Attempted to set a plug in X-1. No success
		8-Jan-2015	Continue wireline operations. Able to install plug body in X-1. However difficult to set the plug prong
		9-Jan-2015	Continue wireline operations. Still unable to install plug prong
		13-Jan-2015	Rig up coiled tubing
		14-Jan-2015	Coiled tubing clean up. Wireline attempted to pull plug body. Unable to reach the plug body. Stopped 8 m above the depth
		15-Jan-2015	Coiled tubing successfully pull out the plug body
		16-Jan-2015	Coiled tubing set plug in X1 Nipple. Try to pull injection valve dummy from the Side Pocket Mandrel. No success
		19-Jan-2015	Set an injection valve in the Side Pocket Mandrel
		20-Jan-2015	Circulated well to 1.36 CaCl ₂ brine. Retrieve the injection valve.
		21-Jan-2015	Install injection valve dummy. Test A-Annulus. Not holding. Suspected leaking Ball valve dummy. Changed configuration of elastomer seals but A-Annulus still not holding during testing
		22-Jan-2015	Pull out injection valve dummy and Ball valve dummy. Inspect and re-run. A-Annulus still not holding during testing
		26-Jan-2015	Tested Tubing against A-plug (2994m AHTBF), observe communication between tubing and annulus.
		27-Jan-2015	Tested tubing against B-plug (2956m AHTBF), no communication between tubing and annulus.
		28-Jan-2015	Tested tubing against A-plug (2994m AHTBF), still communication between tubing and annulus. Communication!
		29-Jan-2015	Tested tubing against B-plug (2979m AHTBF), no communication between tubing and annulus.
		30-Jan-2015	Pulled B-plug. Ran Lead Impression block, stood up at 2981m AHTBF, no clear indication on LIB.
		2-Mar-2015	Set B-plug at X2, 2979m. Pressure test indicates tubing and annulus communication
		3-Mar-2015	Attempted to pull out B-plug.
		4-Mar-2015	Pull out B-plug at X2, 2979 mAHTBF. B-plug full of black dirt, seal stacks missing Tried to set E-plug with memory gauges in X2, but not possible, seal stacks missing. Set E-plug at SSD 2956 m
		5-Mar-2015	Pressure test tubing and annulus to ~ 50 bar. Found no indication tubing-annulus communication Pull E-plug with from SSD 2956 m

Locatie	Injectieput	Datum	Niet routine activiteiten
Schoonebeek 447	SCHOONEBEEK-597	28-04-2015	Pumped acid to improve well infectivity
		29-04-2015	Pumped acid
		30-04-2015	Install back pressure valve to prevent O2 ingress during well shut-
		14-12-2015	in
		15-12-2015	Pull out back pressure valve in preparation for the SPG Carry out SPG Survey, Reset back pressure valve
Schoonebeek WPS	SCHOONEBEEK-519		geen
	SCHOONEBEEK-522		geen
	SCHOONEBEEK-531		geen
	SCHOONEBEEK-560		geen

EVALUATIE RISICO'S VOOR ZOUTKAP (VOORSCHRIFT 5.3 S447)

Zie bijlage 1.

BIJLAGE 1: Samenvatting Schoonebeek ZEZ2C waterinjectie

In deze bijlage wordt de geologie van het grotendeels leeg geproduceerde gas veld Schoonebeek Deep beschreven. Dit veld wordt op dit moment gebruikt door NAM voor het injecteren van reservoir water dat meekomt tijdens productie van gas afkomstig uit andere zuurgas velden (e.a. Gasselternijveen, Dalen).

De vergunning voor de injectie op S447 schrijft voor dat in meer detail naar het risico voor en de mogelijke gevolgen van zout oplossing door waterinjectie in dit veld gekeken dient te worden. Dit risico zou kunnen ontstaan als niet volledig zout verzadigd injectie water al stromend in direct contact zou kunnen komen met het steenzout. Voor deze analyse is een goed begrip van de geologie van de injectie reservoirs en de onder en bovenliggende lagen van groot belang.

De geologische omstandigheden over het Schoonebeek veld zijn zodanig dat de kans dat injectie water al stromend in contact kan komen met het steenzout uiterst klein zijn. Op basis van vele boorput gegevens uit het Schoonebeek gas veld, is het duidelijk dat het injectie reservoir naar boven en beneden toe gescheiden wordt van het steenzout door een overall aanwezige laag van onoplosbaar anhydriet. Deze anhydriet laag vormt een perfecte barriere die er ook gedurende vele miljoenen jaren voor gezorgd heeft dat het gas in deze reservoirs opgesloten is gebleven. Alleen in de buurt van breuken zou een situatie voor kunnen komen waarbij injectiewater in contact zou kunnen komen met steenzout. Boorput gegevens (kerndata) laten echter zien dat natuurlijke scheurtjes in het gesteente op die plekken volledig met zout zijn opgevuld. Dit houdt in dat in een dergelijke situatie het water slechts nauwelijks kan stromen en dat oplossing dus zeer vertraagd wordt.

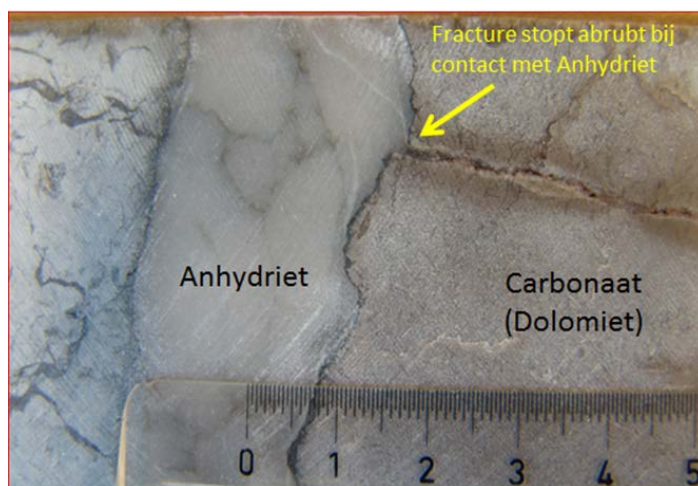
In het gasveld Schoonebeek, vormt de carbonaatlaag Zechstein 2 Carbonate (ZEZ2C) uit de Zechstein periode het gasreservoir (dieper gelegen zandsteenlagen, behorende tot het Carboon zijn hier buiten beschouwing gelaten). In de Zechstein periode heerste er in Europa een tropisch klimaat en werd het land bedekt door een grote ondiepe binnensee die zich uitstrekte van Engeland tot Rusland en die bij tijd en wijle droog viel. In Nederland hebben in deze binnensee 4 tot 5 indampingscycli plaatsgevonden. Die indampingscycli hadden tot gevolg dat bij een toenemende mate van indamping en droogvallen zich lagen konden vormen, variërend van klei, kalksteen (Carbonaat), anhydriet en aan het eind van de cyclus zouten. Door de uitgestrektheid van de Zechsteinzee en de uniforme indamping, zijn de lagen, die zich gevormd hebben, regionaal in de ondergrond (met behulp van putgegevens en seismiek) over grote afstanden te volgen en zodoende is de opeenvolging van deze lagen nauwkeurig bekend. Ook de Zechsteinlagen in het Schoonebeek gasveld beantwoorden geheel aan de regionaal geologische kennis (*fig.2*). Op basis van de gedetailleerde informatie die uit de boorputten in oost Nederland verkregen is, bestaat er een gedegen geologische kennis van de gasreservoirs en onder en bovenliggende lagen. De opbouw van het Zechstein in Schoonebeek is hieronder samengevat.

De oorspronkelijk gasvoerende lagen zijn bekend als de “Zechstein 2, en Zechstein 3 Carbonaat” (ZEZ2C, ZEZ3C), Deze carbonaatlagen zijn zowel aan de onder- als de bovenkant begrensd door anhydriet lagen, die ook weer in de verre regio te correleren zijn. Het zijn de anhydrietlagen, die voor de primaire afdichting van de gasreservoirs verantwoordelijk zijn en een direct contact tussen de carbonaat- en steenzoutlagen (aangeduid als Halië) verhinderen.

De reden dat de carbonaten van de ZEZ2C en ZEZ3C gasvoerend en doorlaatbaar voor gas zijn, ligt aan de matrix van het gesteente, die een zekere mate porositeit (voor gasopslag) en

permeabiliteit (doorlaatbaarheid voor gas) heeft. Vervolgens wordt de doorlaatbaarheid voor gas nog eens versterkt door de aanwezigheid van een netwerk van natuurlijke “*fractures*” oftewel barstjes. De aanwezigheid van deze natuurlijke “*fractures*” is een functie van de plasticiteit van het gesteente (hoe plastischer het gesteente, hoe minder fractures). Aangezien anhydriet vele malen plastischer is dan het gasvoerende carbonaat, zijn dan hier dan ook geen “*fractures*” aanwezig. De foto illustreert hoe, op het grensvlak tussen Anhydriet (lichtblauw/grijs) en Carbonaat (grijsbruin) een typische fracture abrupt stopt. Dit maakt anhydriet als goed afdichtend en niet oplosbaar materiaal een perfecte natuurlijke barriere tussen de injectie reservoirs en het steenzout.

Alleen in de buurt van breuken, waar lagen ten opzichte van elkaar verzet zijn, zou een situatie voor kunnen komen waarbij het injectie reservoir in direct contact staat met steenzout. Boorput gegevens laten echter zien dat de natuurlijke “*fractures*” in het carbonaat gesteente op die plekken volledig met zout zijn opgevuld. Dit houdt in dat het injectie water nauwelijks kan stromen waardoor zoutoplossing heel erg vertraagd wordt. Samenvattend kan gezegd worden dat de geologische omstandigheden zodanig zijn dat de kans dat injectie water al stromend in contact kan komen met het steenzout uiterst klein zijn. De overal aanwezige laag van onoplosbare en goed afdichtende anhydriet vormt een natuurlijke barriere die het injectie reservoir zowel naar boven als beneden toe scheidt van het steenzout.



SCH-580 water injectie

In 2010 is de put SCH-580 na een zeer korte periode van gasproductie geconverteerd naar een waterinjectie put. De put ligt op reservoir niveau dicht aan de grens van het gasvoerende gedeelte van de accumulatie (*fig.1*), enkele meters van het gepostuleerde initiële veronderstelde gas-water contact . Aan de zuidzijde van de put SCH-580 ligt een seismisch gekarteerde Oost-West breuk (*fig.1*). Gezien deze breuk naar het noorden afschuift, zal de ZEZ2C, waarin vanuit SCH-580 geïnjecteerd wordt, naar het zuiden toe geïnterposeerd zijn met de onderliggende Zechstein 1 anhydriet (ZEZ1W), waardoor contact van het injectie water met zout vermeden is.

Gebaseerd op de huidige kennis van het veld en de geologie, concluderen wij dat het geïnjecteerd zout water geen significante uitspoeling van zoutformatie(s) kan bewerkstelligen. Dit om de volgende redenen:

- De verplaatsingssnelheid van het injectiewater neemt nagenoeg kwadratisch af tot het een semi-statische situatie in het reservoir bereikt heeft. Gelet op de hoeveelheden geïnjecteerd water (+/- 300 m³/d) is het niet waarschijnlijk dat het zich lateraal over duizenden meters zal verplaatsen.
- De invasie van zout uit tegenoverliggende zoutformatie(s) aan het reservoir, heeft er veelal voor gezorgd dat cementatie van de poriën en “*fractures*”, langs verbreukingen

heeft plaats gevonden. Dit heeft er toe geleid dat er zich een impermeabele zone langs de verbreuking heeft gevormd die stroming van geïnjecteerd water belemmert.

- De saliniteit van het water dat in het Schoonebeek gasveld wordt geïnjecteerd ligt gemiddeld rond 10 000ppm (30 000ppm is ongeveer volledig verzadigd zout water).

SCH-580 verticale isolatie langs het boorgat

Na het zetten van de 7" (inch) liner (verbuizing) in 1982, bleek na het nemen van de Cement Bond Log (CBL) dat SCH-580 over de Zechstein formaties op een aantal plaatsen langs de verbuizing matige cementatie vertoont. De kans dat injectiewater langs het boorgat het zout zou kunnen uitspoelen achten wij echter klein. The Zechstein 2 Anhydrite (ZEZ2A) heeft een dikte van 9m, gemeten in de put en geldt als afsluitende laag voor het gas wat uit het onderliggende ZEZ2C reservoir is geproduceerd. De CBL laat zien dat over het ZEZ2A interval de cementatie van goede kwaliteit is en daarmee isolatie tussen het reservoir en de steenzout houdende formatie (ZEZ2H) gewaarborgd wordt.

Referenties:

1. Stratigraphical Nomenclature of the Netherlands, Mededelingen Rijks Geologische Dienst. Compiled by H.A. Adrichem Bogaert, W.F.P. Kouwe. 1993
2. Field review Schoonebeek and Emmen-Neiuw Amsterdam gas field, NAM Report No: EP200604204751
3. Geology review of Twente gas fields, EP201310201845
4. Geological review of Schoonebeek ZEZ2C water disposal, EP20154206166

fig-1, Schoonebeek ZE2C diepte kaart

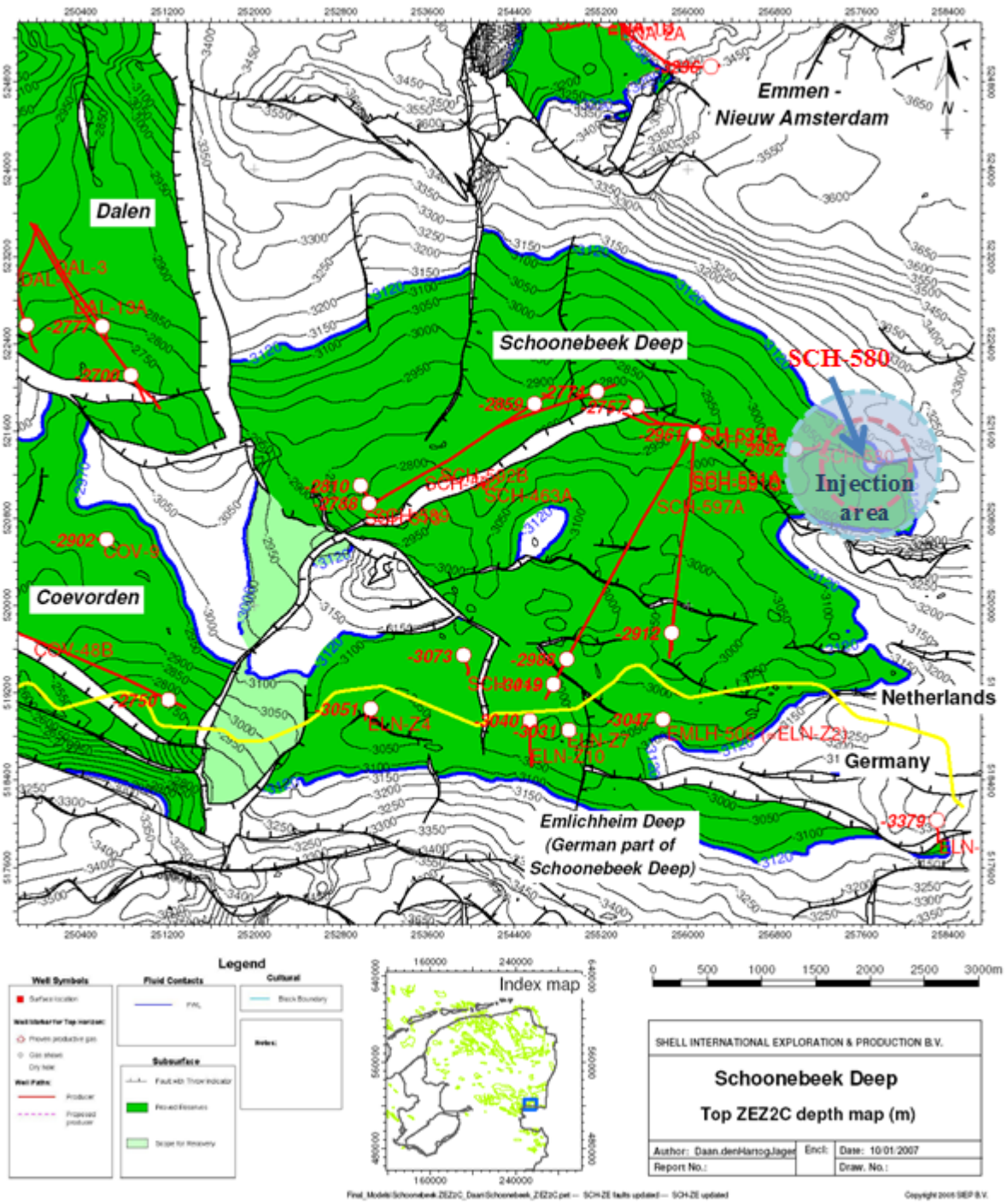


fig-2, Schoonebeek Zechstein Log panel showing (litho)stratigraphy

