

WORKSHOP ULTRADIEPE GEOTHERMIE EEN VERKENNING

9 JUNI
2016
BEATRIX
GEBOUW
UTRECHT



Ministerie van
Economische Zaken

ebn

TNO innovation
for life

Ochtendprogramma

- 9.00 – 9.30 Introductie EZ
- 9.30 – 10.30 Ontwikkeling UDG programma deel I, EBN & TNO
- 10.30 – 11.00 Koffie
- 11.00 – 12.00 Ontwikkeling UDG programma deel II, EBN & TNO
- 12.00 – 13.00 Lunch

Middagprogramma

- 13.00 – 14.00 UDG play ontwikkeling, EBN & TNO
- 14.00 – 15.00 Business case analyse, EBN & TNO
- 15.00 – 15.30 Koffie
- 15.30 – 16.15 Structuren Operator(s) JV, Committed UDG programma, EBN
- 16.15 – 17.00 Vragen, suggesties en peilen interesse, EZ, EBN en TNO
- 17.00 – 17.15 Afronding EZ

Borrel



Ministerie van Economische Zaken

WORKSHOP ULTRADIEPE
GEO THERMIE
EEN VERKENNING

9 JUNI
2016
BEATRIX
GEBOUW
UTRECHT

 Ministerie van
Economische Zaken

  **TNO** innovation
for life

9 Juni 2016



Energieakkoord

- Afspraken Energieakkoord
 - 14% duurzame energie in 2020 in Nederland
 - 16% duurzame energie in 2023 in Nederland
- Geothermie kan belangrijk bijdragen aan verduurzaming van de warmtevraag



Energierapport, ook na 2023

- Verduurzaming warmtevraag via geothermie
 - Potentieel circa 170 PJ per jaar industriële warmtevraag 100-200 °C
 - Potentieel circa 650 PJ per jaar aan warmtevraag < 100 °C in glas- en tuinbouw en de gebouwde omgeving



Ontwikkeling ultradiepe geothermie

- Verkennen mogelijkheden ultradiepe geothermie (UDG) zodanig dat het een bijdrage kan leveren aan de doelen van 2020 en 2023
- Het doel is een haalbaar voorstel voor de ontwikkeling van UDG met concrete pilot projecten



Vragen?



Ontwikkeling UDG programma

Een verkenning, deel I

*Maurice Hanegraaf
Sander de Jong*

9 Juni 2016

Vooraf

Leeswijzer en disclaimer

Deze presentatie is ter voorbereiding van de workshop 'Ontwikkeling UDG programma, een verkenning' van 9 juni 2016. De inhoud betreft conceptueel materiaal bedoeld om met de deelnemers van de workshop in een open discussie te bespreken, en deze waar mogelijk aan te vullen en te verdiepen.

Aan de inhoud van deze presentatie kunnen geen rechten worden ontleend.



Inhoud

Deel I: Analyse situatie

- Warmtevraag nader bekeken
- Wat is UDG?
- UDG ondergrond onbekend
- Technologie toereikend?
- Wie ontwikkelt?
- Is er een business case?
- Veilig en verantwoord
- Betrekken omgeving
- Samenvatting analyse situatie

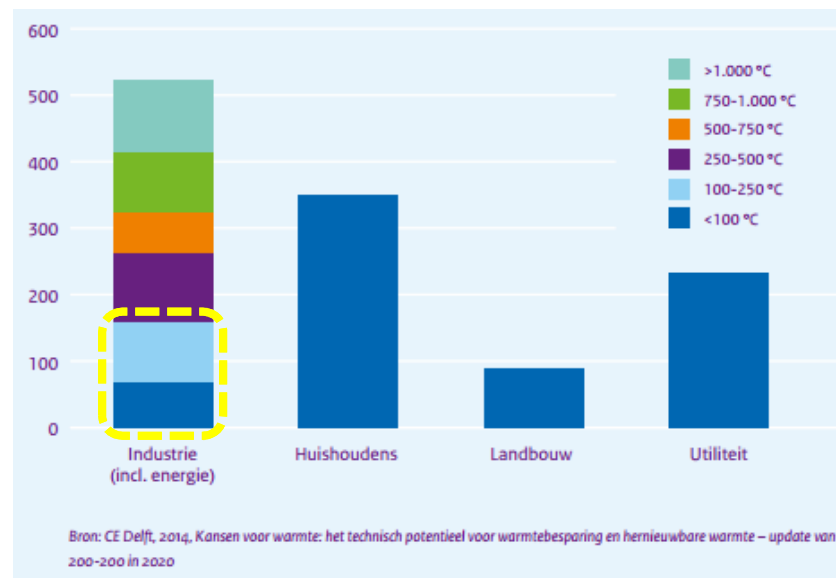
Deel II: Voorstel ontwikkeling UDG programma



Warmtevraag nader bekeken

Totale warmtevraag

- In 2012 circa 670 PJ primaire energie ingezet om warmte $>100^{\circ}\text{C}$ te produceren met een CO₂-emissie van 43 miljoen ton
- Match met (UD)G:
 - Industrie circa 170 PJ (gele markering)
 - Huishoudens circa 350 PJ
 - Landbouw circa 90 PJ
 - Utiliteit circa 225 PJ



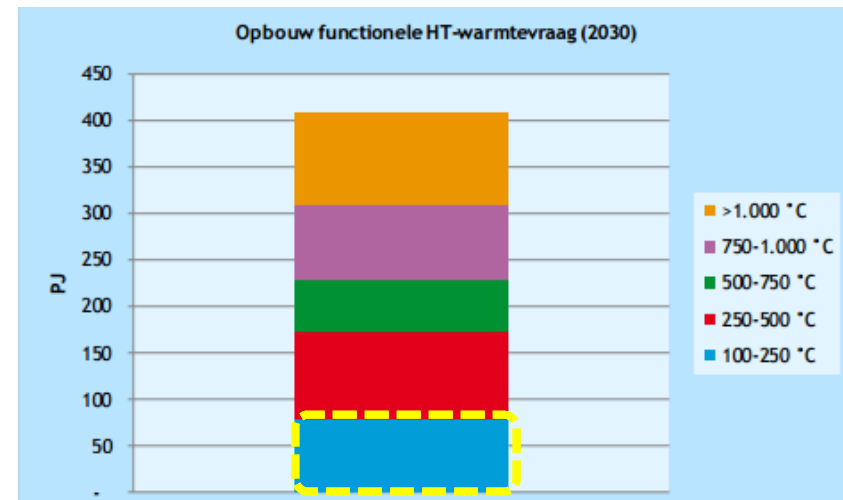
Bron: Energierapport Transitie naar duurzaam (EZ, 2016)



Warmtevraag nader bekeken

Industrie 2030

- Match met UDG circa 75 PJ (gele markering)
- Belangrijke sectoren:
 - Chemie met 27 PJ
 - Papier en karton met 18 PJ
 - Voeding & Genotsmiddelen met 27 PJ

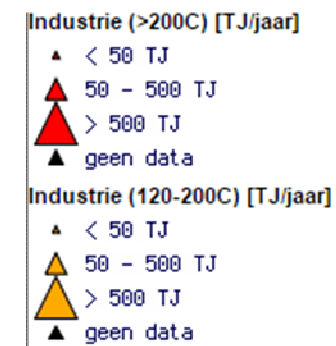
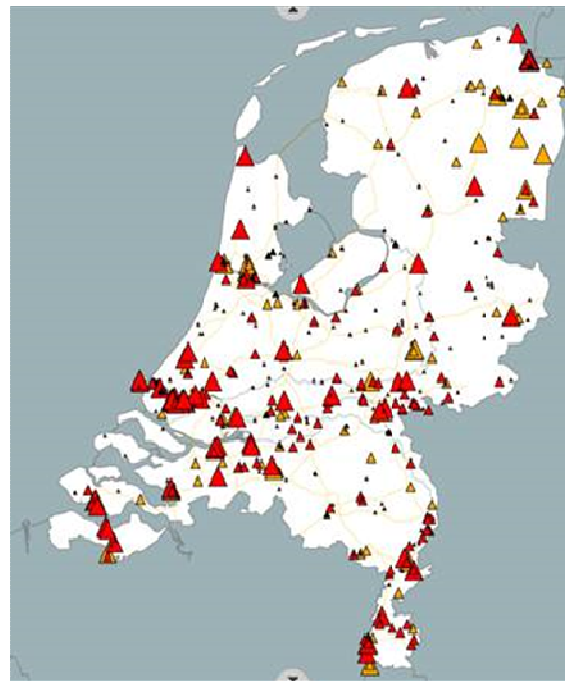


Bron: Denktank Energiemarkt Industriële warmtemarkt (CE Delft, 2015)



Warmtevraag nader bekeken

Warmteatlas: industrie

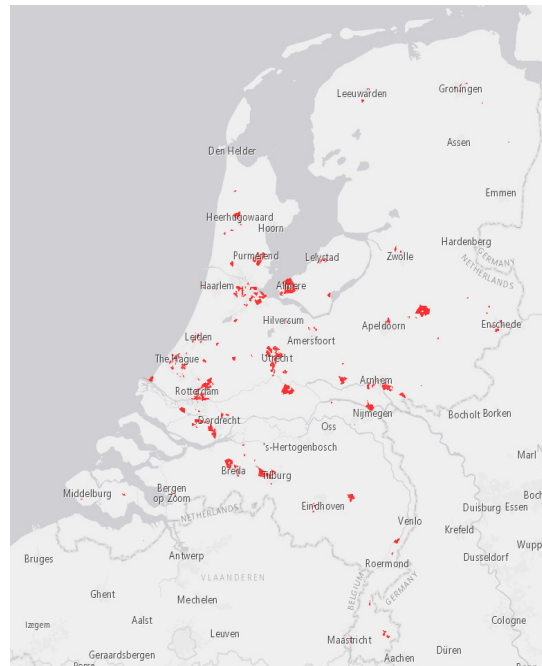


Bron: www.warmteatlas.nl



Warmtevraag nader bekeken

Warmteatlas: stadsverwarming

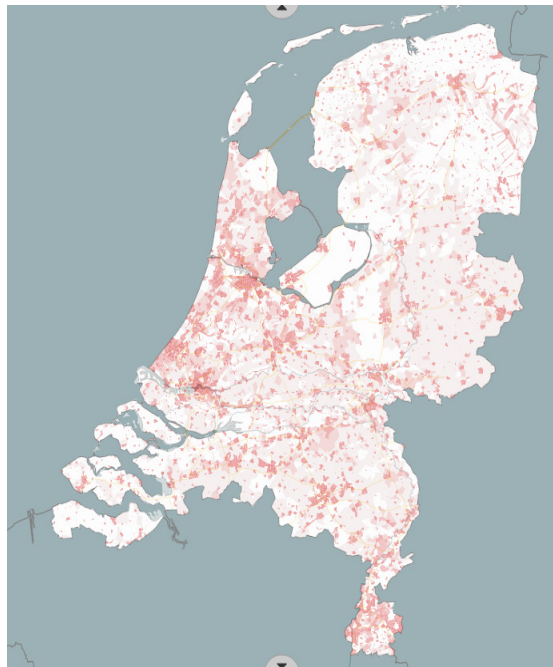


Bron: www.warmteatlas.nl



Warmtevraag nader bekeken

Warmteatlas: huishoudens



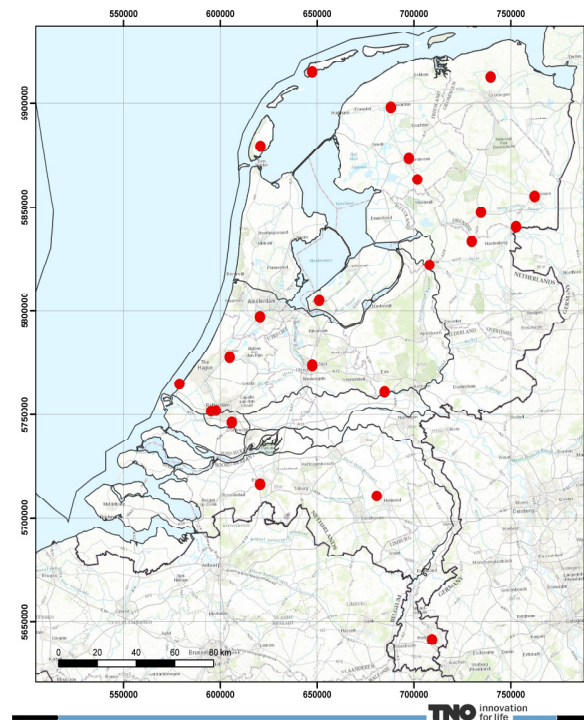
Bron: TNO, 2016, Sustainable Geo Energy GIS



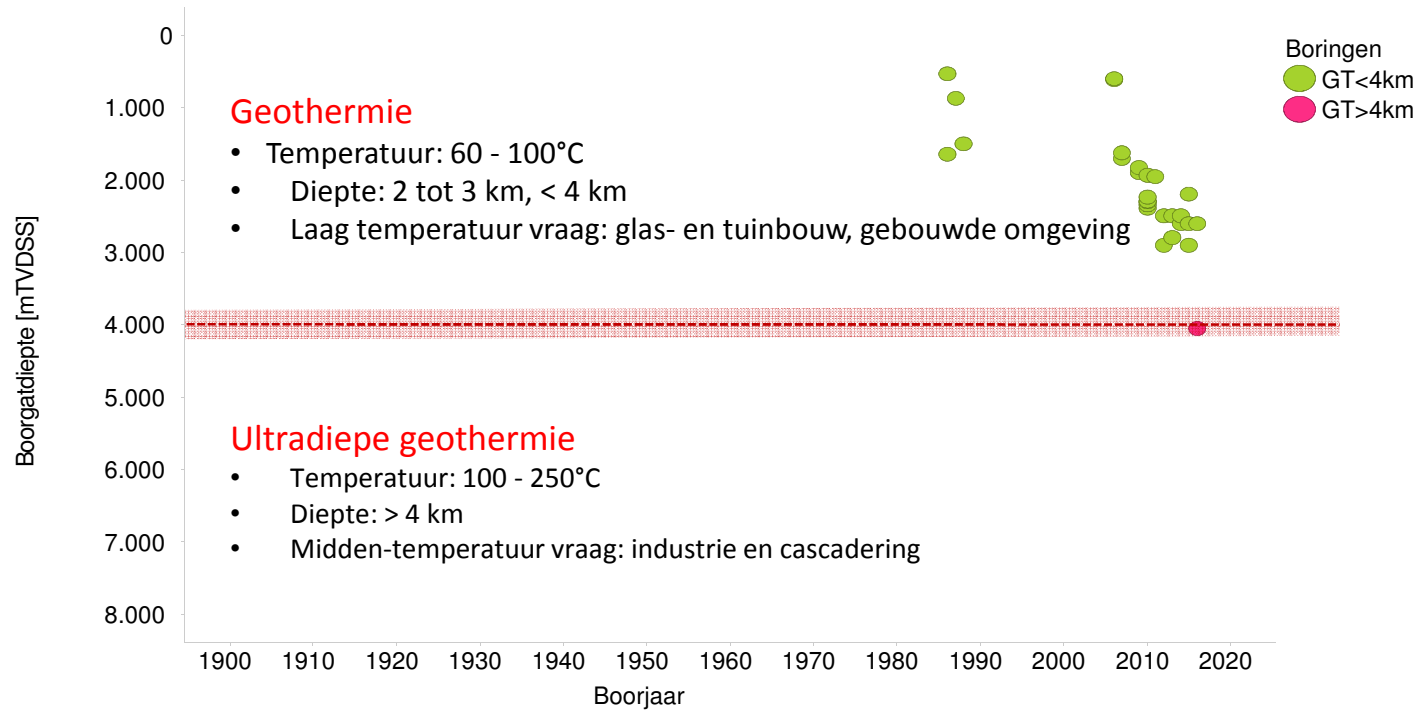
Warmtevraag nader bekeken

UDG initiatieven

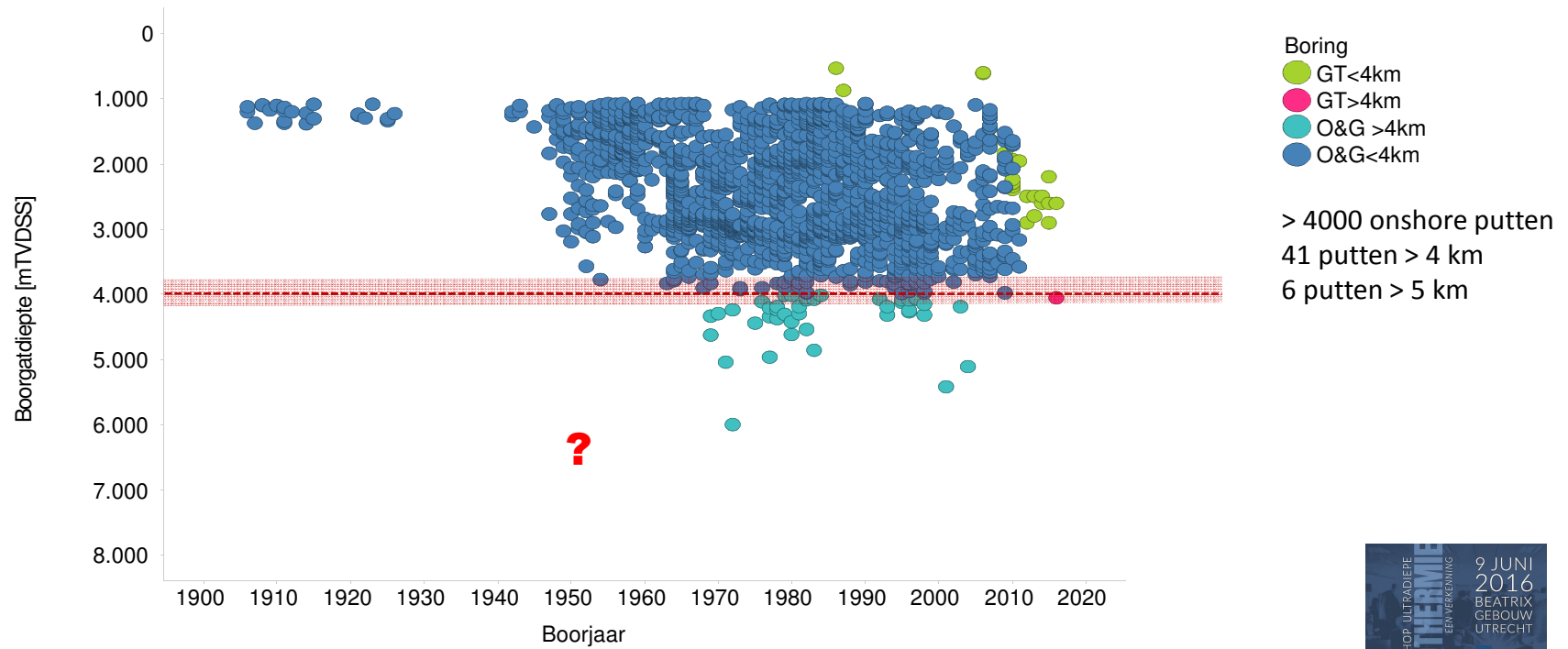
- Op dit moment meer dan 20 initiatieven van warmtevragers bij ons bekend



Wat is UDG?



UDG ondergrond onbekend



Technologie toereikend?

UDG karakteristieken

- Diepte
- Hoge druk en temperatuur (HPHT)
- Corrosieve omgeving
- Doorgaans lagere permeabiliteit
- Hogere debieten nodig
- Gedrag ondergrond onbekend

Technologie putontwerp en reservoir management

- Mogelijk, boorkosten nemen exponentieel toe met diepte
- Vraagt om zwaardere, hoogwaardige equipment en expertise
- Vraagt om tubing, coatings, alternatieve toepassingen
- Mogelijke toepassing stimuleringstechnieken
- Vraagt om grotere verbruizing
- Data-acquisitie en monitoring programma, meet- en regelprotocollen
- ...



Wie ontwikkelt?

IF en ECN (2014)

- Risico's UDG zijn dusdanig groot dat ondersteuning vanuit de overheid nodig is
- Een demonstratieproject is nodig om de technologie te demonstreren
- Onzekerheid en onbekendheid ondergrond in combinatie met relatief hoge investeringen werken door in de besluitvorming op financieel en organisatorisch niveau; het is niet eenvoudig de spelers bij elkaar te brengen



Wie ontwikkelt?

Warmtevragers, warmte(netwerk)bedrijven

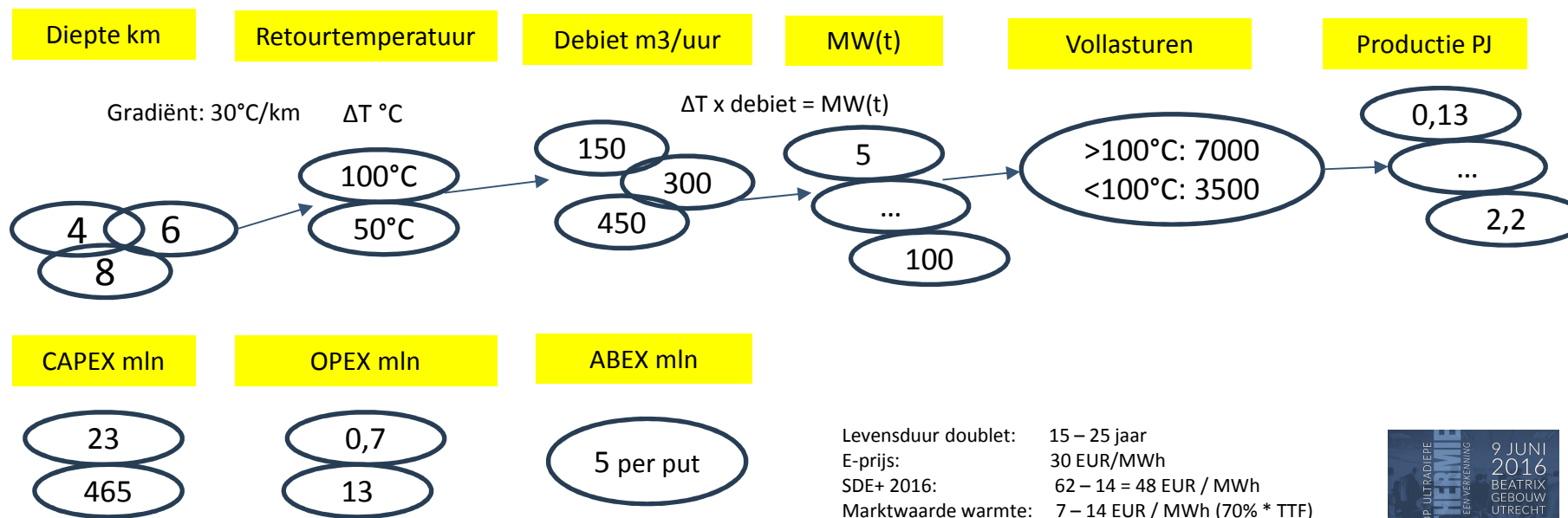
- Willen warmtehuishouding verduurzamen, zoeken match warmtebron en -vraag
- Beperkte expertise ontwikkelen ondergrond

Ondergrond operators

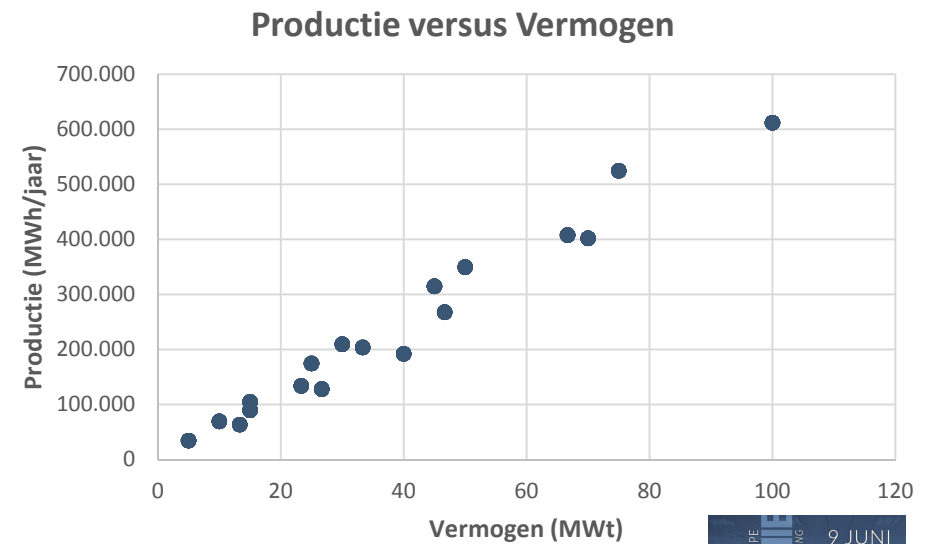
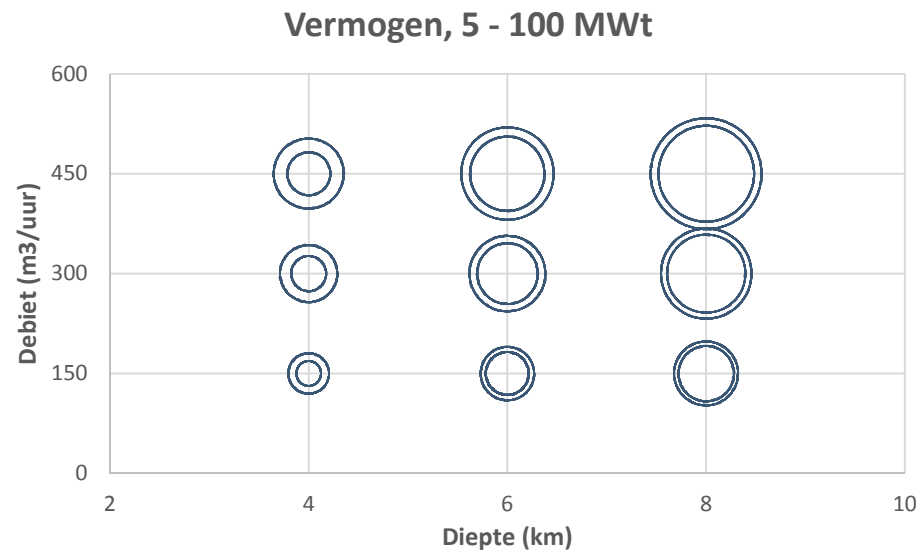
- Nog geen operator in Nederland heeft UDG ontwikkeling doorlopen



Is er een business case?

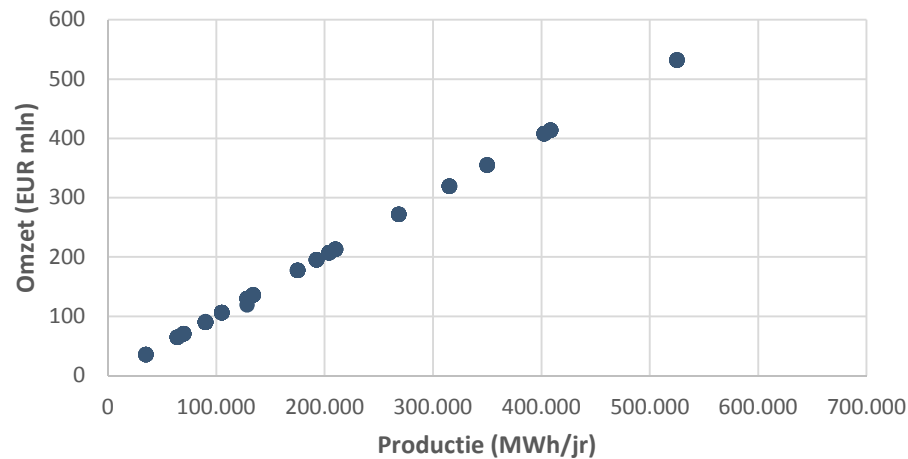


Is er een business case?

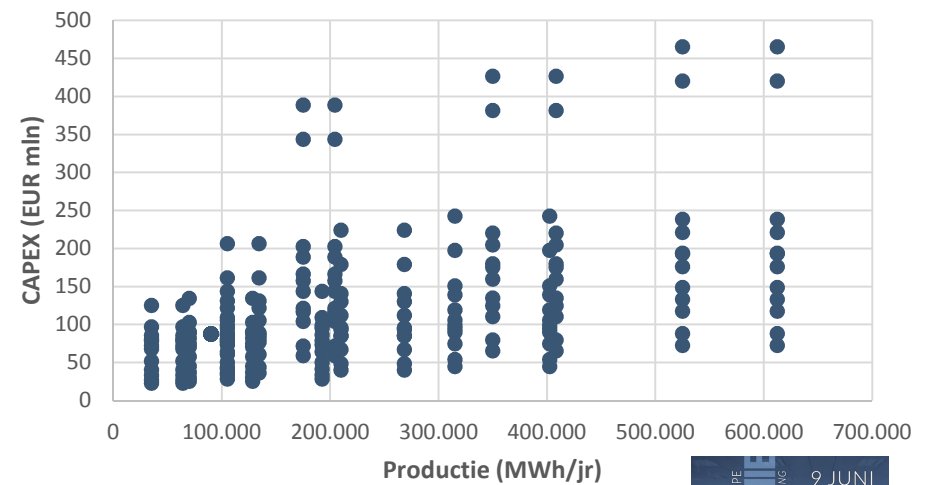


Is er een business case?

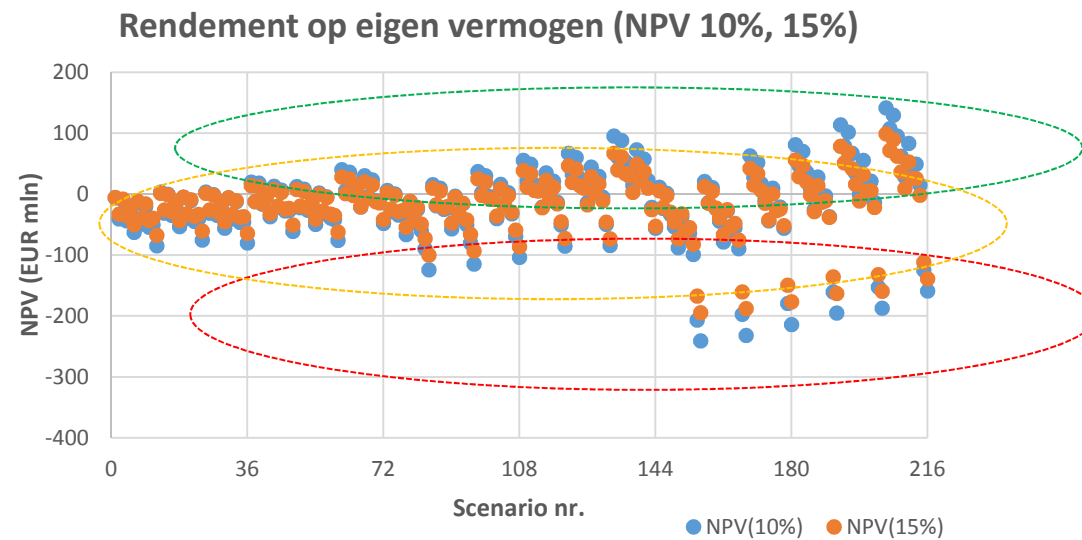
Omzet (cumulatief over looptijd) versus Productie (per jaar)



CAPEX versus Productie



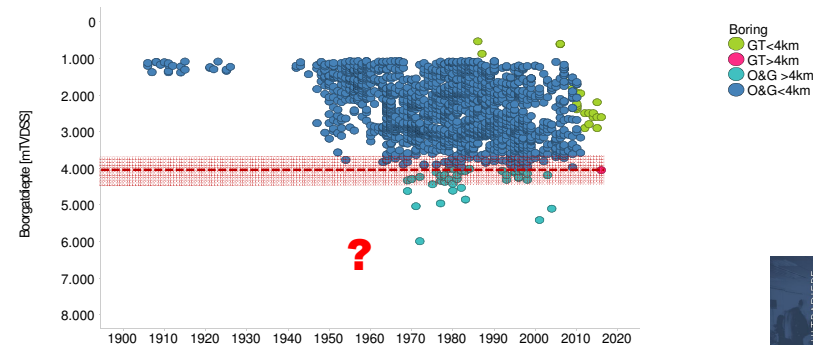
Is er een business case?



Is er een business case?

Business case **onder voorwaarden** lijkt mogelijk

- Sterke risico-reductie ondergrond nodig: debiet cruciaal
- Toepassing (nieuwe) technologie, stimuleren mogelijk nodig voor brede toepassing
- Warmtevraag en uitkoeling aanwezig
- Veilig en maatschappelijk verantwoord
- Huidige SDE+ regime @ 15% ROE



Veiligheid en verantwoord

Belangrijke aspecten

- Wetgeving (o.a. Mijnbouwwet, Wabo, BARMM)
- Veiligheid, gezondheid en milieu
- Natuurwaarden, leefbaarheid
- Seismisch risico's
- Rekening houden met gebieden voor drinkwatervoorziening
- Onder- en bovengronds ruimtebeslag
- Zekerheid warmtelevering en –afname
- ...



Betrekken omgeving

Belangrijke aspecten

- Onbekend maakt onbemind
- Zorgen en wensen NGO's, provincies, gemeenten
- Zorgen en wensen bewoners gemeenschap
- Lokale lusten en lasten
- ...



Samenvatting analyse situatie

EBN en TNO

- Aanzienlijke warmtevraag aanwezig
- Potentieel ondergrondse warmte aanwezig, maar ondergrond onbekend
 - ➔ Sterke risico-reductie ondergrond nodig
- Toepassing nieuwe (stimulatie)technologie mogelijk nodig voor brede toepassing
- Warmtevragers voor UDG ontwikkeling aanwezig, operator lijkt vooralsnog te ontbreken
- Er lijken business cases mogelijk **onder voorwaarden**
- Veilig en verantwoord
- Betrekken omgeving



Vragen?





Ontwikkeling UDG programma

Een verkenning, deel II

*Maurice Hanegraaf
Sander de Jong*

9 Juni 2016

Vooraf

Leeswijzer en disclaimer

Deze presentatie is ter voorbereiding van de workshop 'Ontwikkeling UDG programma, een verkenning' van 9 juni 2016. De inhoud betreft conceptueel materiaal bedoeld om met de deelnemers van de workshop in een open discussie te bespreken, en deze waar mogelijk aan te vullen en te verdiepen.

Aan de inhoud van deze presentatie kunnen geen rechten worden ontleend.



Inhoud

Deel I: Analyse situatie

Deel II: Voorstel ontwikkeling UDG programma

- UDG play ontwikkeling
- UDG plays
- Toepassing technologie en innovaties
- Business case
- Creëren operator(s)
- Veilig en verantwoord
- Betrekken omgeving
- Vormgeving UDG programma
- Planning



Samenvatting analyse situatie

EBN en TNO

- Aanzienlijke warmtevraag aanwezig
- Potentieel ondergrondse warmte aanwezig, maar ondergrond onbekend
 - ➔ Sterke risico-reductie ondergrond nodig
- Toepassing nieuwe (stimulatie)technologie mogelijk nodig voor brede toepassing
- Warmtevragers voor UDG ontwikkeling aanwezig, operator lijkt vooralsnog te ontbreken
- Er lijken business cases mogelijk **onder voorwaarden**
- Veilig en verantwoord
- Betrekken omgeving



Voorstel ontwikkeling UDG programma

Doel: Ontwikkelen UDG markt met economisch perspectief binnen afspraken Energieakkoord

Programmaonderdelen

- Verlagen ondergrondrisico door UDG play ontwikkeling
- Ontwikkelen business case
- Creëren een of meerdere operator(s)
- Toepassing technologie en innovaties
- Veilig en verantwoord ontwikkelen
- Betrekken omgeving



UDG play ontwikkeling

Definitie: ontwikkeling van geothermisch potentieel gebaseerd op vergelijkbare geologische omstandigheden en eigenschappen gegeven een bepaalde bovengrondse warmtevraag

Doel: zo'n groot mogelijk UDG potentieel de-risken voor vervolgp projecten

Hoe werkt het concept?

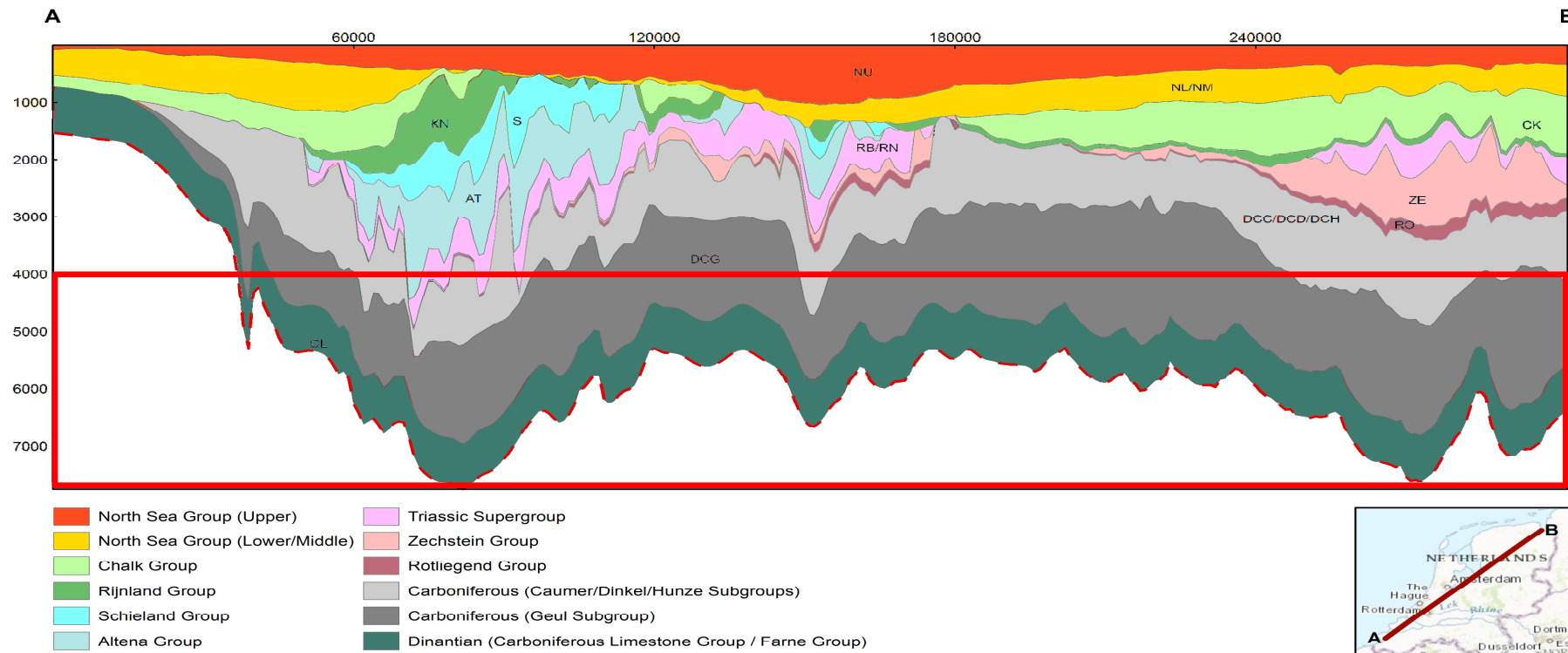
- Plays identificeren: diepte, temperatuur, doorlatendheid, debiet, omvang play
- Onzekerheden en datadichtheid identificeren
- Vergelijken met bestaande en potentiele warmtevraag
- UDG plays vergelijken
- Route play ontwikkeling definiëren: onderzoek, seismiek, interpretatie, boorprogramma



UDG plays

	Breuksystemen <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Karst <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Natural fractured reservoirs <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Matrix <i>Gestimuleerd</i>	
Kalk	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon
Zand	Trias	Rotliegend	Komt niet voor		Trias	Rotliegend	Trias	Rotliegend
	Carboon	Devoon			Carboon	Devoon	Carboon	Devoon
Klei	Carboon	Dinantien			Carboon	Dinantien	Carboon	Dinantien
	Devoon				Devoon		Devoon	

UDG plays



UDG plays

UDG plays vergeleken

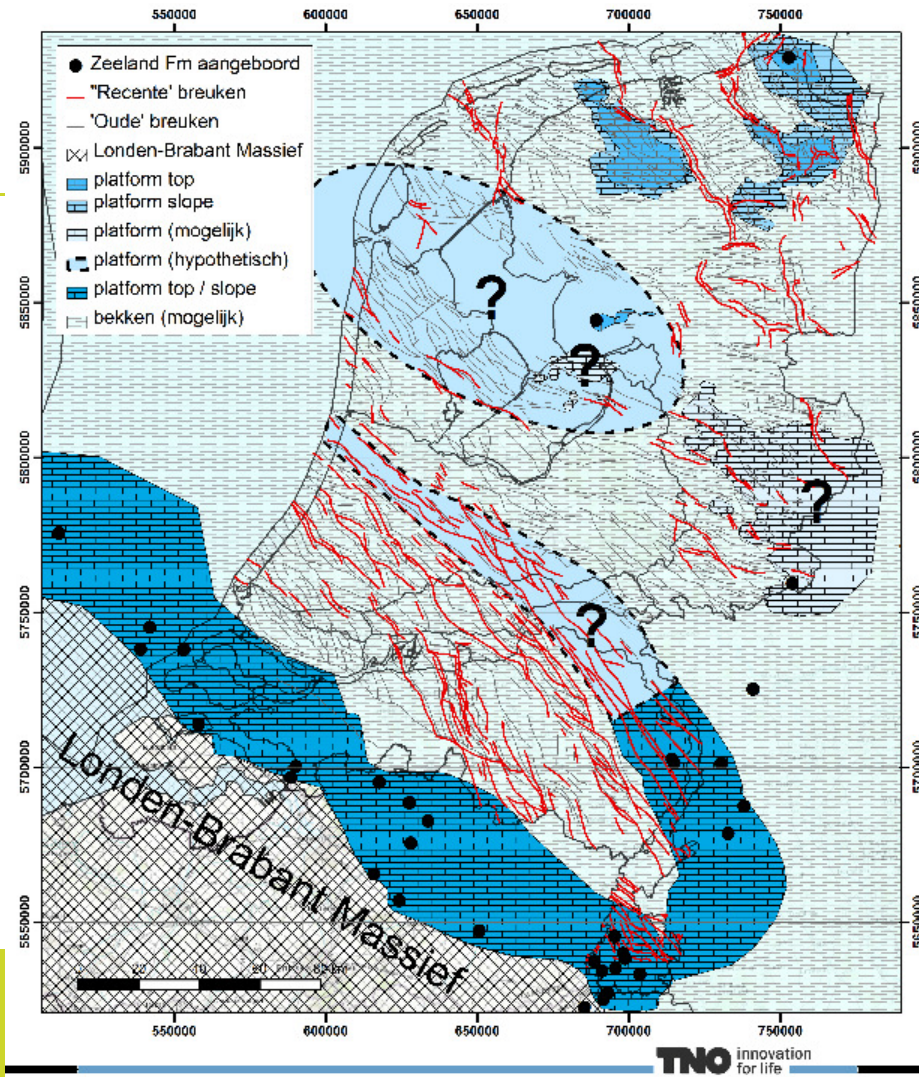
	Dinantien	Rotliegend	Trias	Carboon zand	Devoon
Temperatuur	Hoog	Middel	Middel	Hoog	Hoog
Omvang play	Groot	Beperkt	Beperkt	Onbekend	Onbekend
Doorlatendheid	Mogelijk	Mogelijk	Mogelijk	Onbekend	Onbekend
Ondergrondkennis	Beperkt	Bekend	Bekend	Beperkt	Onbekend
Match warmtevraag	Breed aanwezig	Aanwezig	Aanwezig	Onbekend	Onbekend



UDG plays

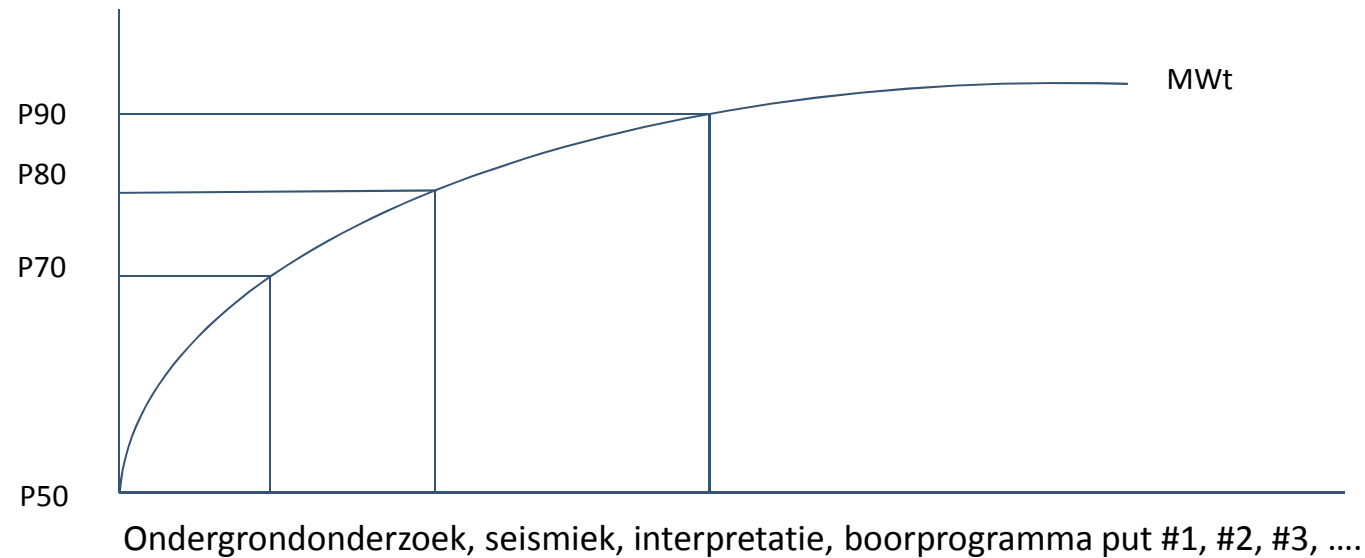
Dinantien

- Breuk
- Karst
- Natural fractured reservoirs
- Matrix
- Match warmtevraag



Toepassing technologie en innovaties

UDG play ontwikkeling: ondergrondprogramma



Toepassing technologie en innovaties

Ondergrondrisico verkleinen

- Seismische data acquisitie, interpretatie (2D, 3D)
- Verdieping data, kennisopbouw geïdentificeerde plays
- Exploratieboringen (loggen, kernen, testen, ...)

Optimalisatie putontwerp, boorkosten, reservoir management

- Putontwerpen, boortechnologie, innovaties
- Verdiepen kennis mogelijkheden stimulatietechnologie
- Verdiepen kennis reservoir management, data-acquisitieprogramma, meet- en regelprotocollen



Toepassing technologie en innovaties

Mogelijke stimulatietechnieken

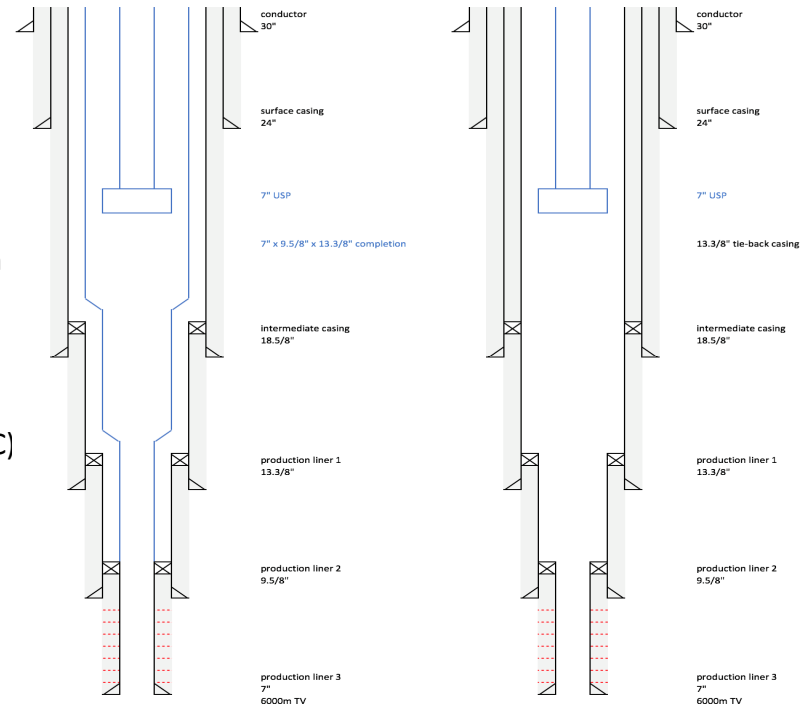
	Karst	Breuk	Natural fractured reservoirs I	Natural fractured reservoirs II	Poreuze matrix	Tight matrix
Permeabiliteit	100 – 1000 mD	100 – 1000 mD	0.01 – 1000 mD	< 0.01 mD	1 – 20 mD	< 0.01 mD
Stimulatietechniek	Zuur	-	Hydraulisch	Hydraulisch	Proppant	Proppant
Doel stimulatie	Verbinden	-	Verbinden	Creëren	PI/II Verhoging	Creëren
Haalbaar debiet	-	-	90 m3/h, mogelijk meer	180 m3/h (20 fracs)	270 m3/h bij 10 mD met 3 fracs	60 m3/h, triplet met 20 fracs
Kosten (EUR mln)	0,1	-	0,1 – 0,5	0,5 - 5	0,7 – 1,3 per frac	20 fracs 20



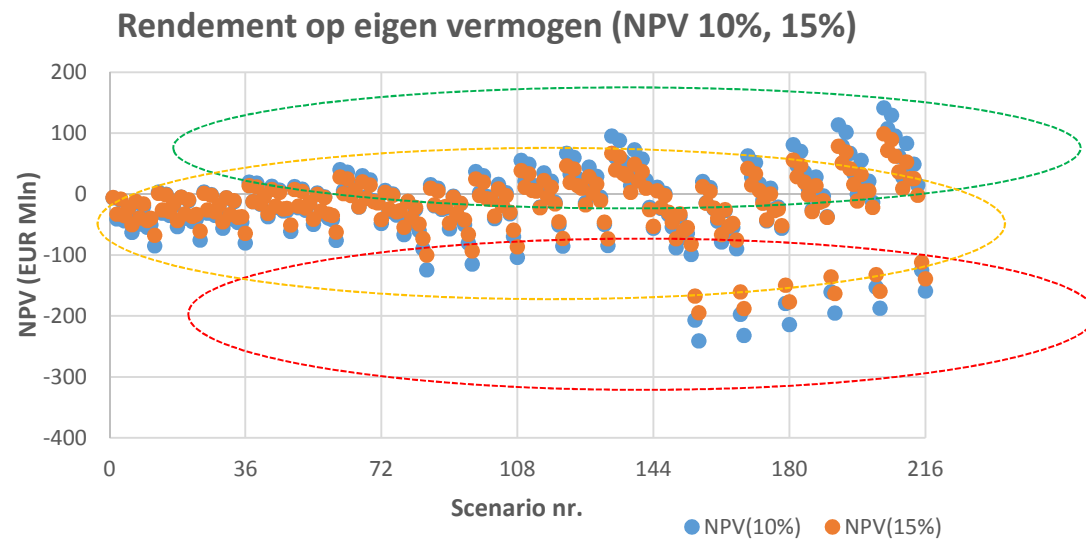
Toepassing technologie en innovaties

Mogelijke putontwerpen

- 5-6 km TV putprofiel
- 8 km met 1 – 3 km horizontaal onbekend terrein
- 7" reservoir liner (eventueel 5")
 - Cemented & perforated (stimuleren)
 - Slotted / WWS / alt.
- ESP in 13.5/8" op circa 1200m (max temp: 250°C)
- Produceren door tubing of casing met tie-back
 - Putintegriteit
 - Corrosiebescherming
 - Levensduur
- J-shape, horizontaal, triplet



Business case



Dinantien

- Karst
- Breuk
- Natural fractured reservoir
- Poreuze matrix
- Tight matrix



Creëren operator(s)

Kandidaten

- Warmtevragers, warmte(netwerk)bedrijven
- 'Gewone' geothermiebedrijven, buitenlandse geothermiebedrijven, olie- en gasbedrijven, mogelijk EBN, investeerders

Kwalificaties

- Vereisten Mijnbouwwetgeving, toezichthouder SodM, Provincie
- Kennis en expertise ondergrond, voldoende kapitaalskrachtig
- Zekerheid warmte-afname



Creëren operator(s)

UDG Operator(s) JV

UDG als kernactiviteit

- 'Gewone' geothermie bedrijven, buitenlandse geothermiebedrijven, olie- en gasbedrijven, investeerders

UDG voor lokale warmtevoorziening

- Lokale warmtevragers
- Warmtebedrijven en netbeheerders
- Provincie, gemeenten

Non-operator (EBN)

Wellicht deelname 0-50% op commerciële basis, afhankelijk van benodigd risicodragend kapitaal

EZ

*SDE+
Wellicht bijdrage
UDG programma*

Contractors, consultants

Project 1

Project 2

Project 3

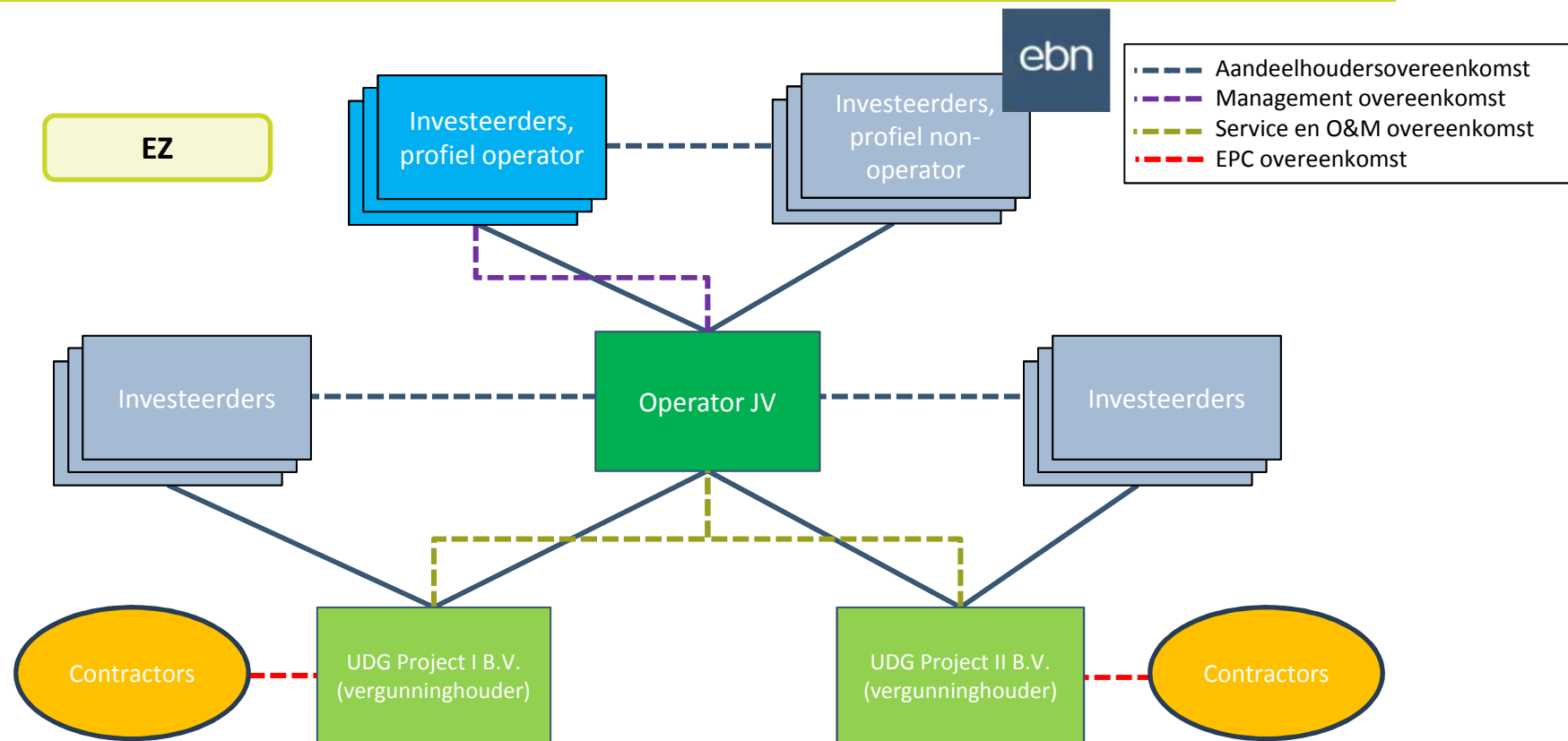
Project 4

Project 5

Project 6



Creëren operator(s)



Veilig en verantwoord

Veilig en verantwoord

- Risico's ondergrond en bovengrond benoemen en adresseren
 - Bijvoorbeeld over seismiciteit, stimulatie en leveringszekerheid warmte
- Integraal onderdeel UDG programma
- Wettelijke, beleids- en maatschappelijke kaders
- Afstemming met vergunningverlener (EZ), toezichthouder (SodM) en betrekken omgeving



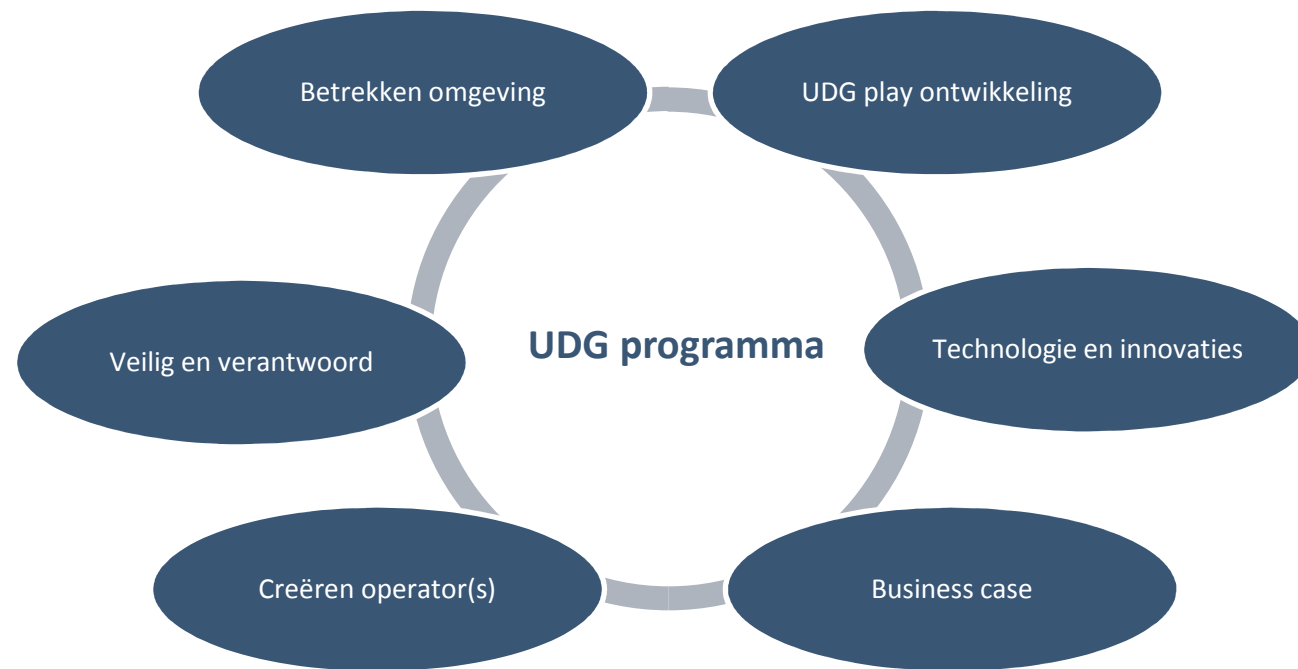
Betrekken omgeving

Betrekken omgeving

- Alle partijen betrekken zoals NGOs, IPO, VNG
- In de concrete projectruimte ook de leefgemeenschap en bewoners
- Dialoog, transparantie, begripsvorming
- Vragen, zorgen, wensen, mogelijkheden meenemen in ontwikkeling programma
- Voortdurend en vanaf allereerste begin
- Ondermeer via workshops en gesprekken



Samenhang



Vormgeving UDG programma

Wie

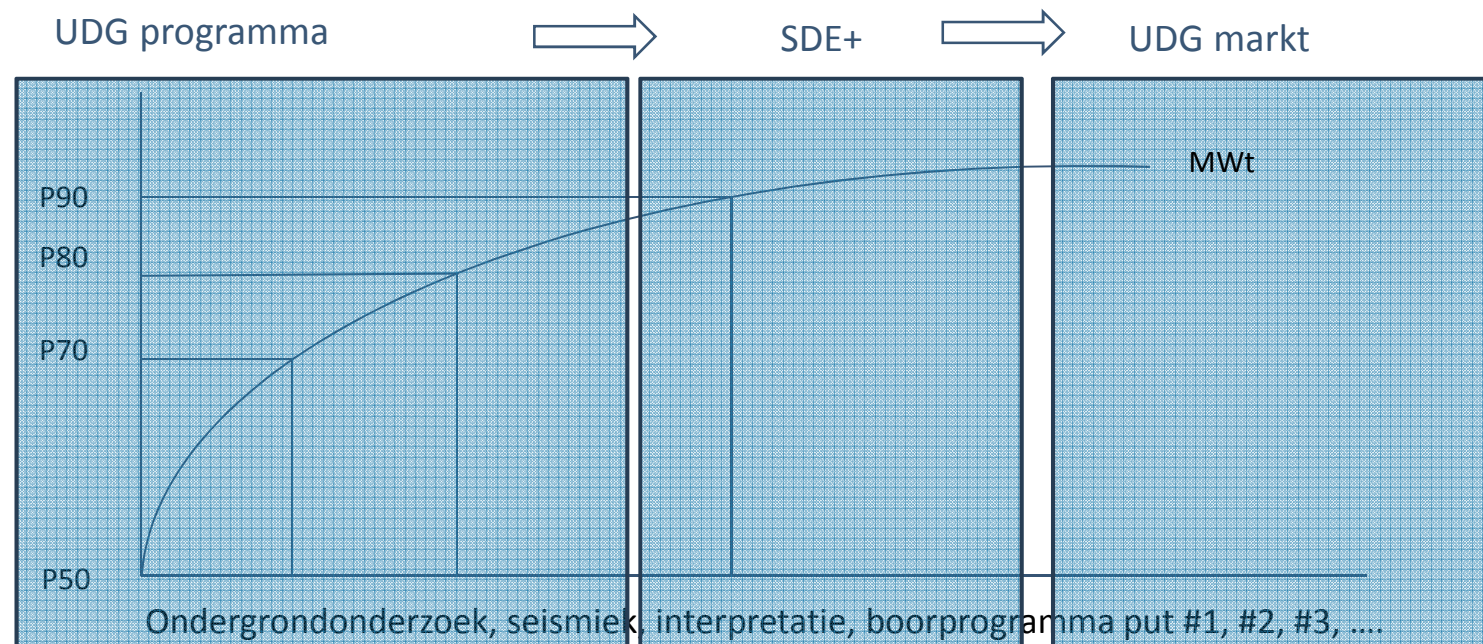
- Marktpartijen: Operators, warmtevragers, andere investeerders
- Het Ministerie van Economische Zaken, EBN, TNO

Wat

- Gezamenlijk ontwikkeld UDG programma
- Financiering stapsgewijs: van vooronderzoek tot en met boorprogramma
- Commitment stapsgewijs, afhankelijk voorwaarden programma
- Verdeling commitment onderwerp van analyse en gesprek
- Open instapmodel: later in proces kunnen partijen onder voorwaarden aansluiten
- Voorwaarden: open source, non-discriminatoir, niet marktverstrend



Vormgeving programma



Planning



Fase I: Voorbereiding, ontwikkeling UDG programma

- Workshops
- Ontwikkeling UDG programma
- Voorleggen voorstel UDG programma aan Minister (doel: September)

Fase II: Doorontwikkeling UDG programma en commitment

- Verdieping onderzoek, haalbaarheid, voorwaarden vervullen, commitment UDG programma

2017-2023: Uitvoering ontwerpfase, haalbaarheid business cases en boorprogramma

- Oprichting operator(s) JV, vooronderzoeksprogramma, uitvoering boorprogramma



Vragen?





UDG play ontwikkeling

*Thijs Boxem
Nora Heijnen*

9 Juni 2016

Vooraf

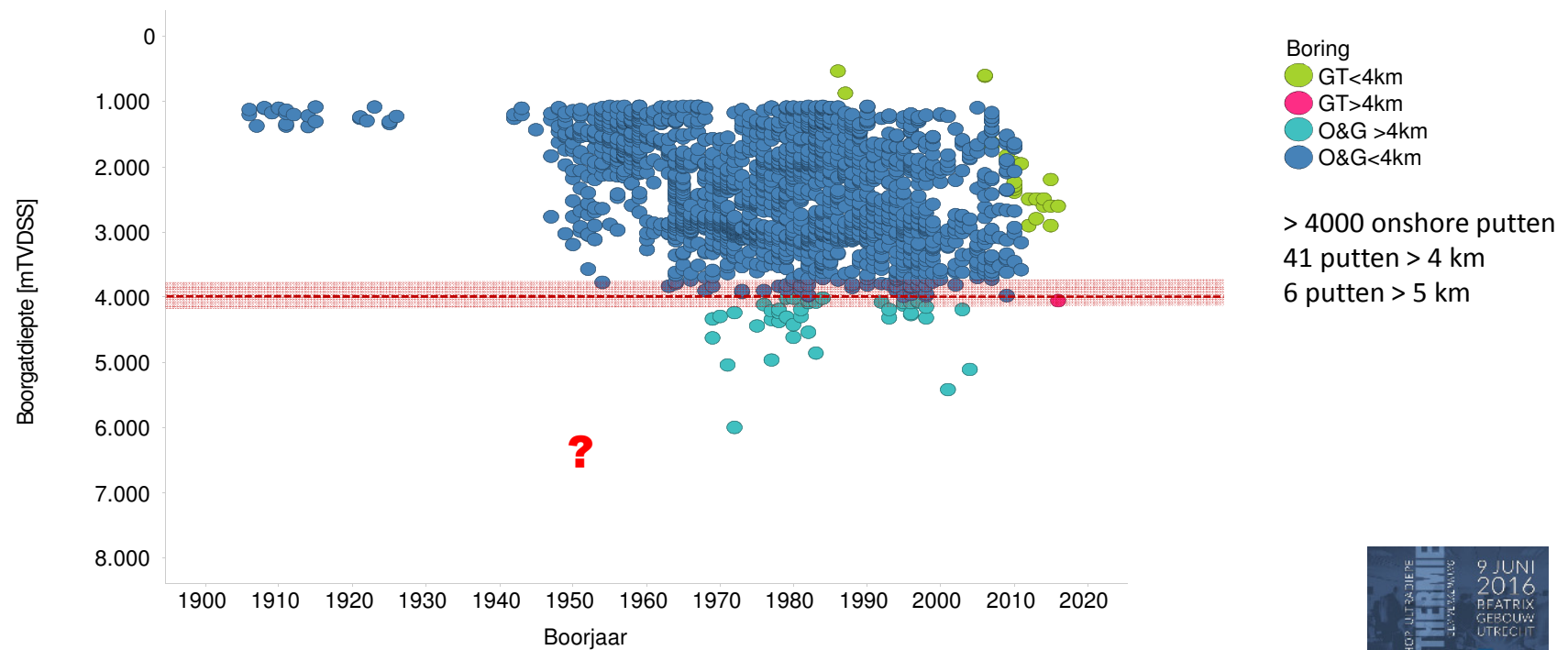
Leeswijzer en disclaimer

Deze presentatie was een onderdeel van de workshop 'Ontwikkeling UDG programma, een verkenning' van 9 juni 2016. De inhoud betreft conceptueel materiaal die was bedoeld om met de deelnemers van de workshop in een open discussie te bespreken, en deze waar mogelijk aan te vullen en te verdiepen.

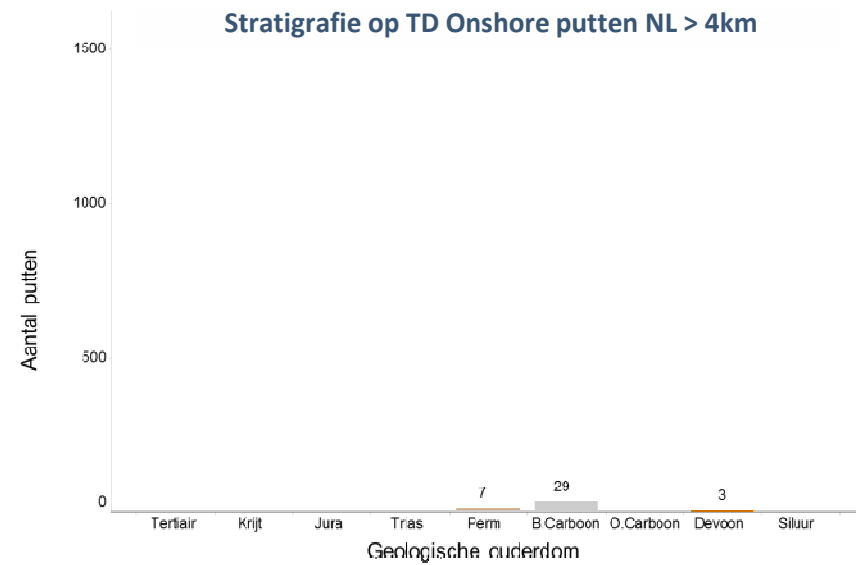
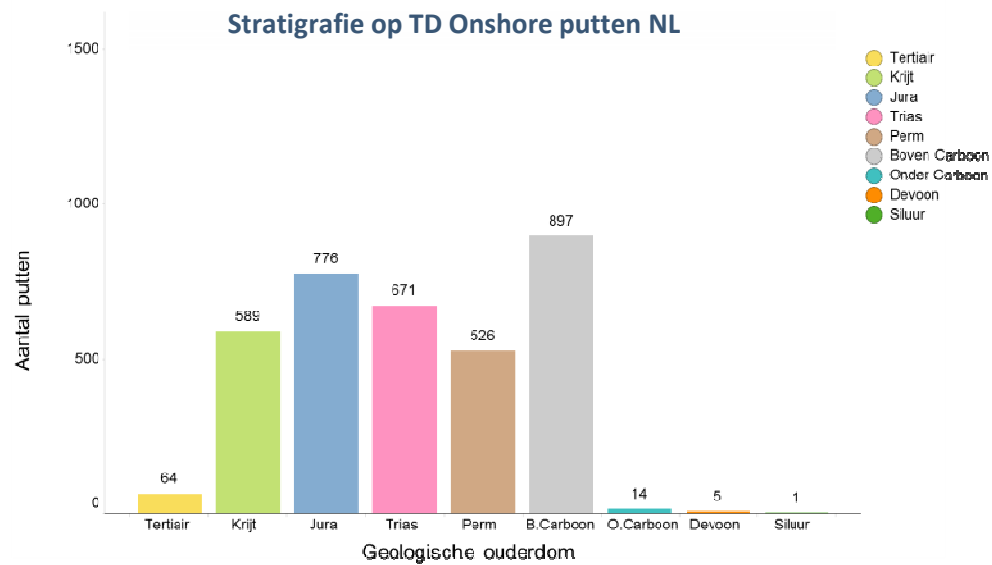
Aan de inhoud van deze presentatie kunnen geen rechten worden ontleend.



UDG ondergrond onbekend



Data is schaars



UDG play ontwikkeling

Definitie: ontwikkeling van geothermisch potentieel gebaseerd op vergelijkbare geologische omstandigheden en eigenschappen gegeven een bepaalde bovengrondse warmtevraag

Doel: zo'n groot mogelijk UDG potentieel de-risken voor vervolgprojecten

Hoe werkt het concept?

- Plays identificeren: diepte, temperatuur, doorlatendheid, debiet, omvang play
- Onzekerheden en datadichtheid identificeren
- Vergelijken met bestaande en potentiele warmtevraag
- UDG plays vergelijken
- Route play ontwikkeling: onderzoek, seismiek, interpretatie, boorprogramma



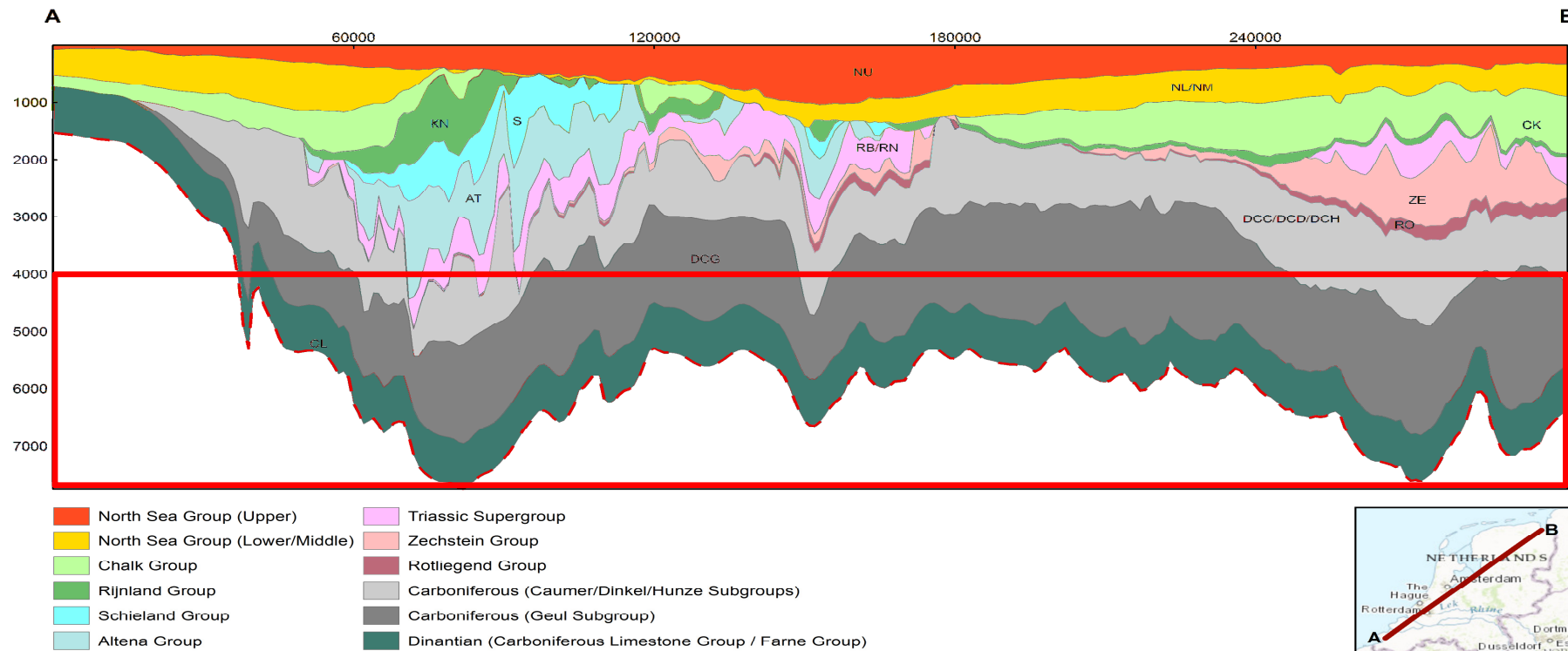
Voor een UDG project

UDG voorziet in een duurzame energiebehoefte, daarom zoeken we

De optimale temperatuur,
met voldoende flow,
tegen zo laag mogelijke kosten.



Ultradiepe ondergrond van Nederland



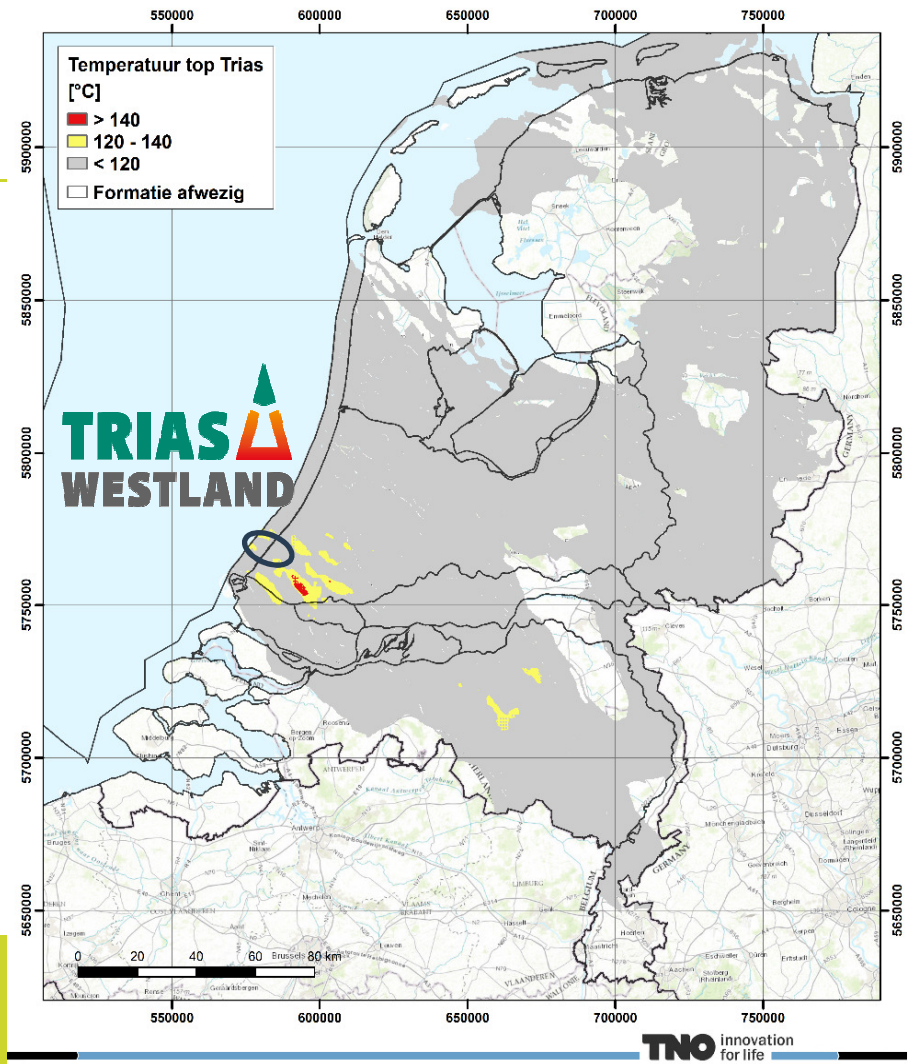
UDG plays

	Breuksystemen <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Karst <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Natural fractured reservoirs <i>Natuurlijk (gestimuleerd)</i>		Matrix <i>Gestimuleerd</i>	
Kalk	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon	Dinantien	Devoon
Zand	Trias	Rotliegend	Komt niet voor		Trias	Rotliegend	Trias	Rotliegend
	Carboon	Devoon			Carboon	Devoon	Carboon	Devoon
Klei	Carboon	Dinantien			Carboon	Dinantien	Carboon	Dinantien
	Devoon				Devoon		Devoon	

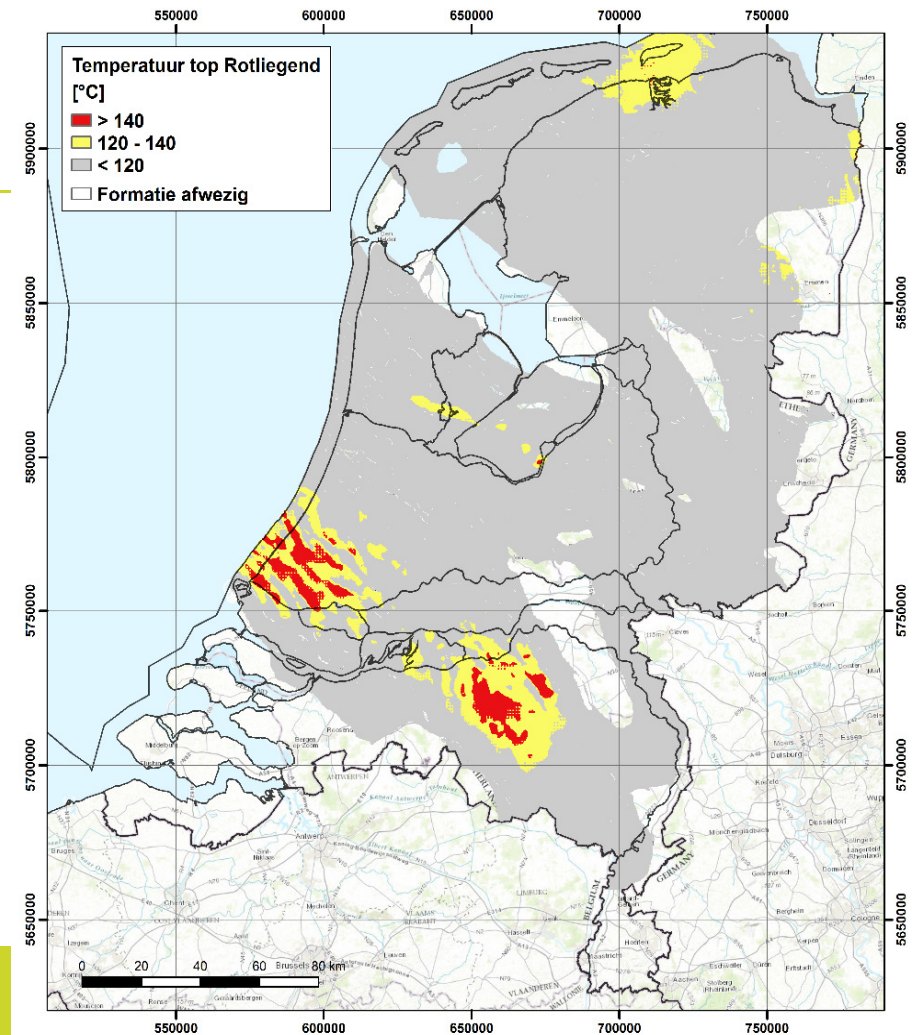
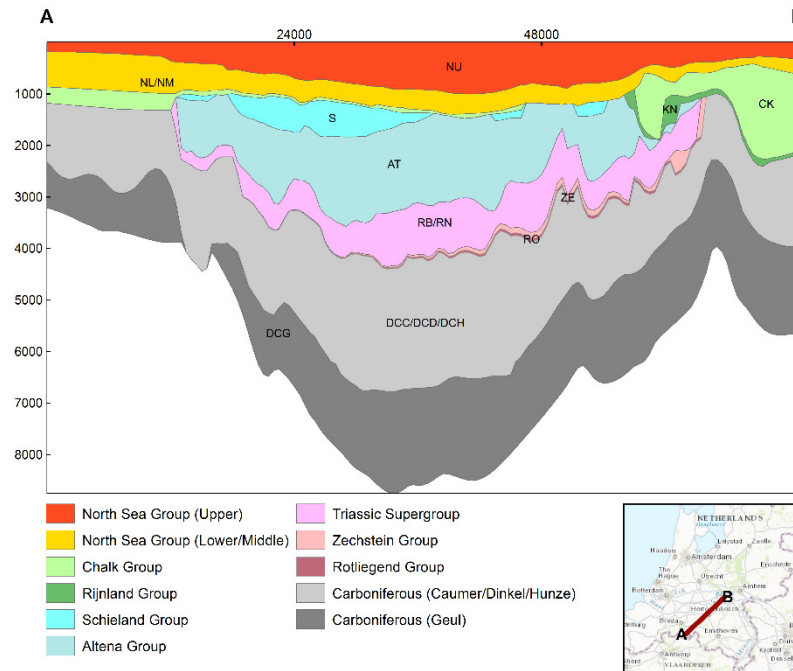
VAN 'JONG' NAAR OUD



Trias play



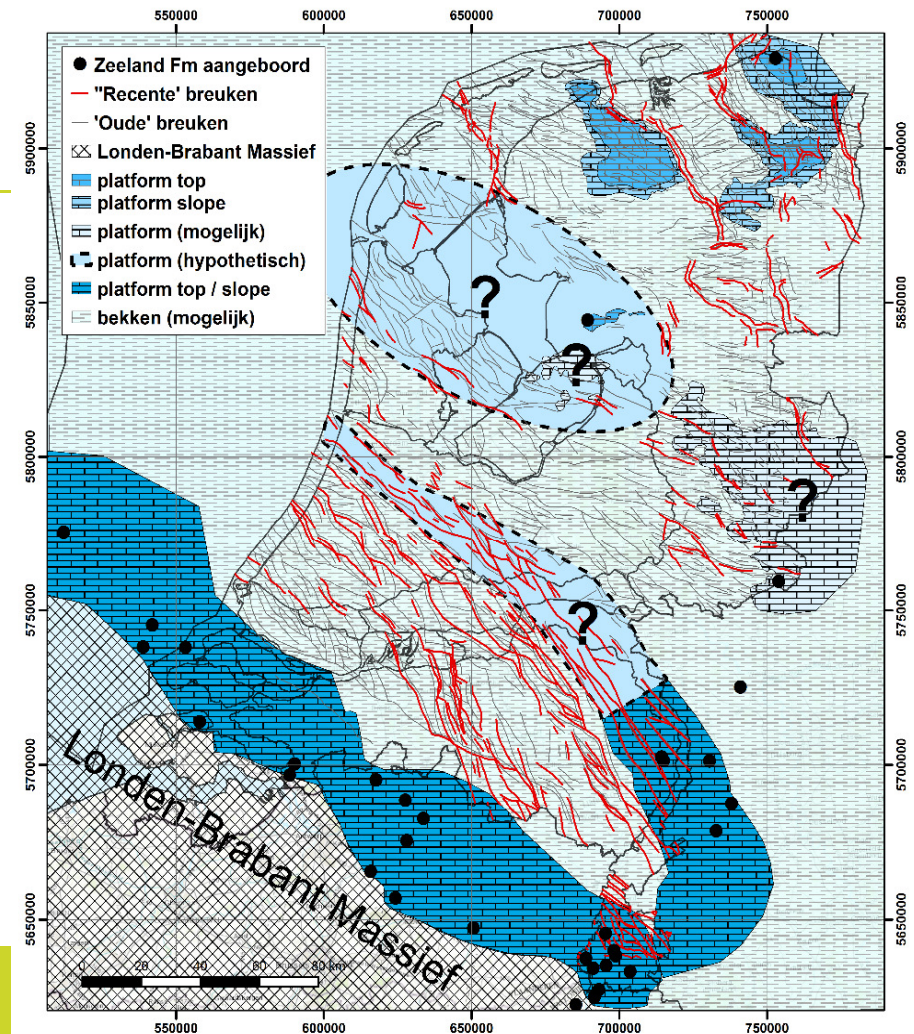
Rotliegend play



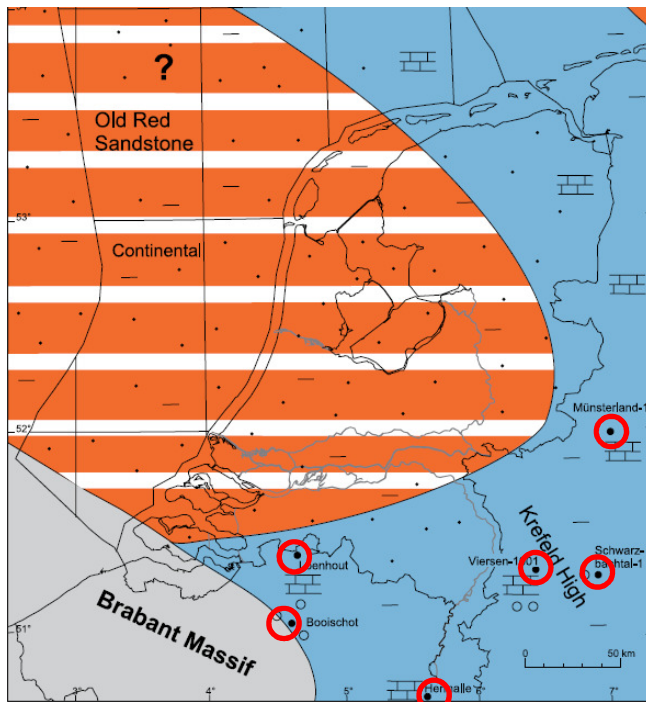
Dinantien play

Breed arsenaal aan play types

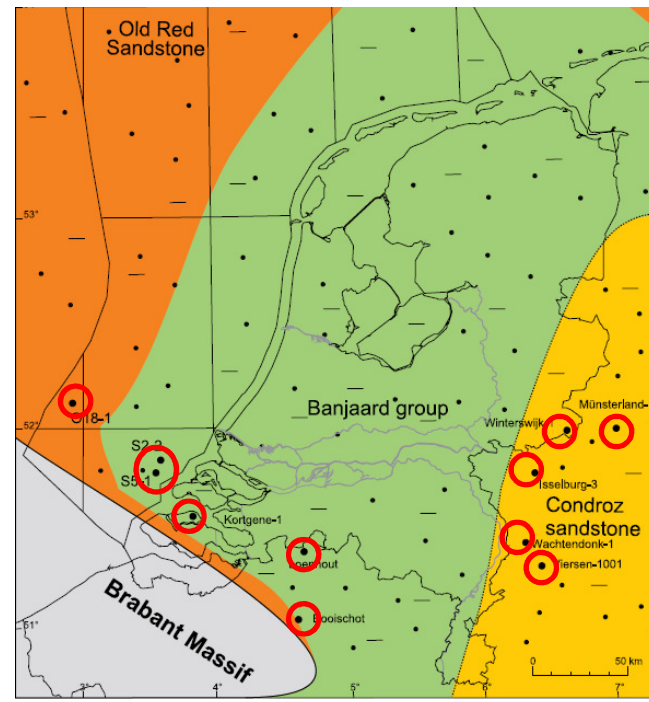
- Breuk
- Karst
- Natural fractured reservoirs
- Matrix
- Match warmtevraag belangrijk



Devoon plays



Middel – vroeg Laat Devoon



Laat Devoon

Geluk et al. (2007)



UDG plays

UDG plays vergeleken

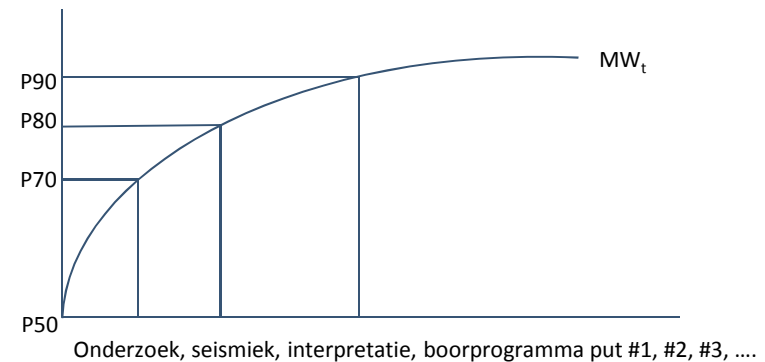
	Dinantien	Rotliegend	Trias	Carboon zand	Devoon
Temperatuur	Hoog	Middel	Middel	Hoog	Hoog
Omvang play	Groot	Beperkt	Beperkt	Onbekend	Onbekend
Doorlatendheid	Mogelijk	Mogelijk	Mogelijk	Onbekend	Onbekend
Ondergrondkennis	Beperkt	Bekend	Bekend	Beperkt	Onbekend
Match warmtevraag	Breed aanwezig	Aanwezig	Aanwezig	Onbekend	Onbekend



Toepassing technologie en innovaties

Ondergrond kennis vergroten en risico verkleinen

- Seismische data acquisitie, interpretatie (2D, 3D)
- Verdieping data, kennisopbouw geïdentificeerde plays
- Exploratieboringen (loggen, kernen, testen, ...)



Optimalisatie putontwerp, boorkosten, reservoir management

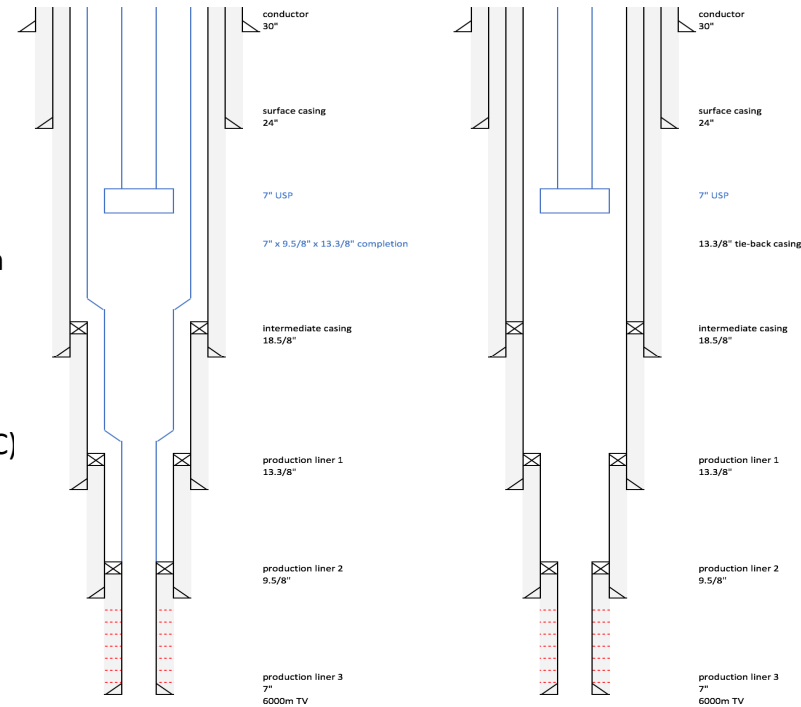
- Putontwerpen, boortechnologie, innovaties
- Verdiepen kennis mogelijkheden stimulatietechnologie
- Verdiepen kennis reservoir management, data-acquisitieprogramma, meet- en regelprotocollen



Toepassing technologie en innovaties

Mogelijke putontwerpen

- 5-6 km TV putprofiel
- 8 km met 1 – 3 km horizontaal onbekend terrein
- 7" reservoir liner (eventueel 5")
 - Cemented & perforated (stimuleren)
 - Slotted / WWS / alt.
- ESP in 13.5/8" op circa 1200m (max temp: 250°C)
- Producieren door tubing of casing met tie-back
 - Putintegriteit
 - Corrosiebescherming
 - Levensduur
- J-shape, horizontaal, triplet



Toepassing technologie en innovaties

Mogelijke stimulatietechnieken

	Karst	Breuk	Natural fractured reservoirs I	Natural fractured reservoirs II	Poreuze matrix	Tight matrix
Permeabiliteit	100 – 1000 mD	100 – 1000 mD	0.01 – 1000 mD	< 0.01 mD	6 – 20 mD	< 0.01 mD
Stimulatietechniek	Zuur	Zuur	Hydraulisch	Hydraulisch	Proppant	Proppant
Doel stimulatie	Verbinden	Verbinden	Verbinden	Creëren	PI/II Verhoging	Creëren
Haalbaar debiet	150 – 450 m3/h	150 – 300 m3/h	90 m3/h en hoger (tot 300 m3/h)	180 m3/h (20 fracs)	150 – 450 m3/h doublet met 6 fracs	60 - 180m3/h triplet met 20 fracs
horizontale sectie (km)	0	0	0-3	1-3	0-3	3
Kosten (€ mln)	0,1	0,1	0,5-5	5	15	45



Thema's innovatie

1. Ondergrond karakterisatie
2. Boor- en stimulatietechnieken
3. Optimalisatie en monitoring
4. Risicobeheersing
5. Maatschappelijk draagvlak, participatie
6. Systeemintegratie

EU project	UDG relevantie	NL partners
IMAGE	1	TNO, UU, TUD
DESTRESS	2,3,4,5	TNO, TUD, Trias Westland
SURE	2,3	TNO, TUD, coil services, ECW
GEOWELL	2,3	TNO, TUD, AQUIT, Wijnen, ECW



Vragen?



Back up slides



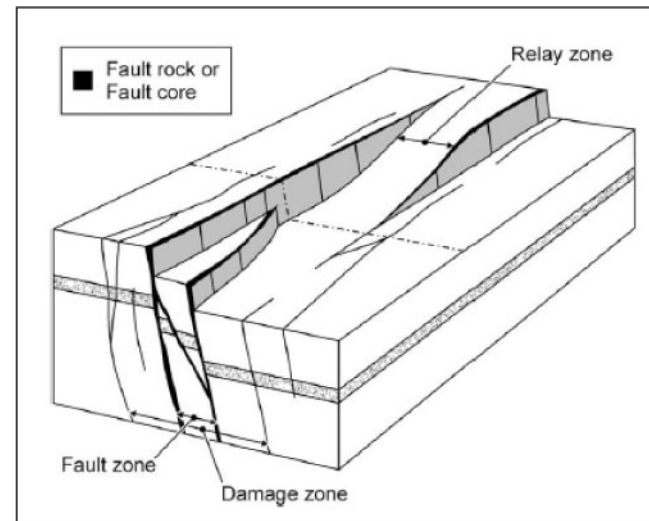
UDG plays

Natural fractures



Geen verplaatsing

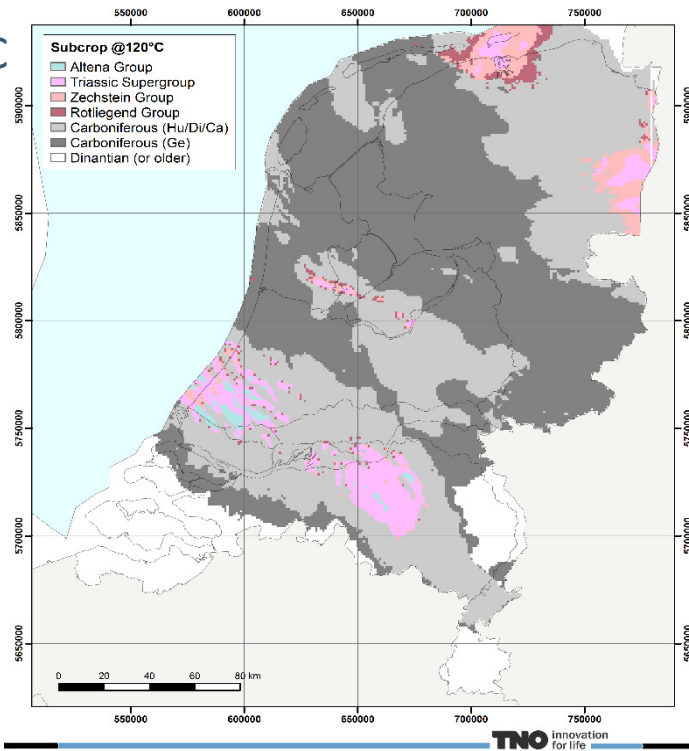
Breuksystemen



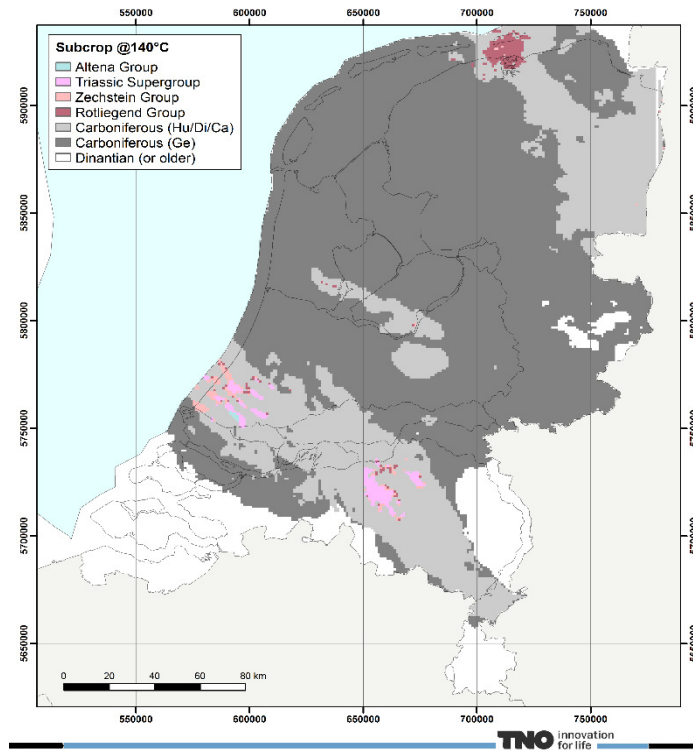
Wel verplaatsing

Subcrop kaarten

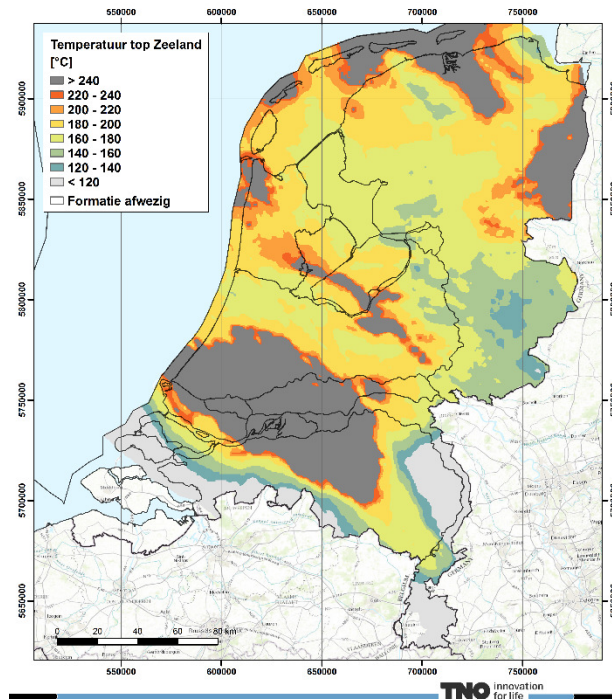
120 °C



140 °C



Temperatuur top Dinantien



Play ontwikkeling fase 1

Verkennen UDG play

- Niveau leercurve: play

Stappen:

1. Inventarisatie kennis Dinantien en opstellen referentiemodel
2. Identificeren lacunes, strategisch ontbrekende data/seismiek invullen
3. Verbeteren/updates referentiemodel



Play ontwikkeling fase 2

Eigenschappen geothermiebron

- Niveau leercurve: play en project

Stappen:

1. Temperatuur
2. Doorlatendheid
3. Stimulatie
4. Optimale locatieselectie
5. Bepalen van het temperatuur-diepte optimum met daarbij de uitstralingspotentie voor de leercurve van de play



Play ontwikkeling fase 3

Optimalisatie ontwikkelscenario's

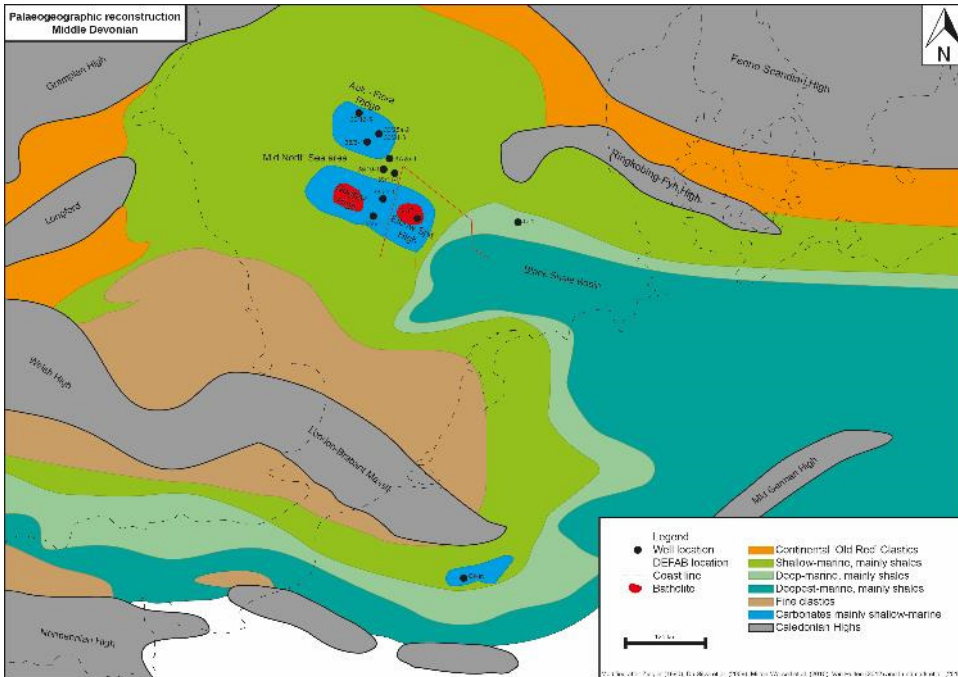
- Niveau leercurve: project

Stappen:

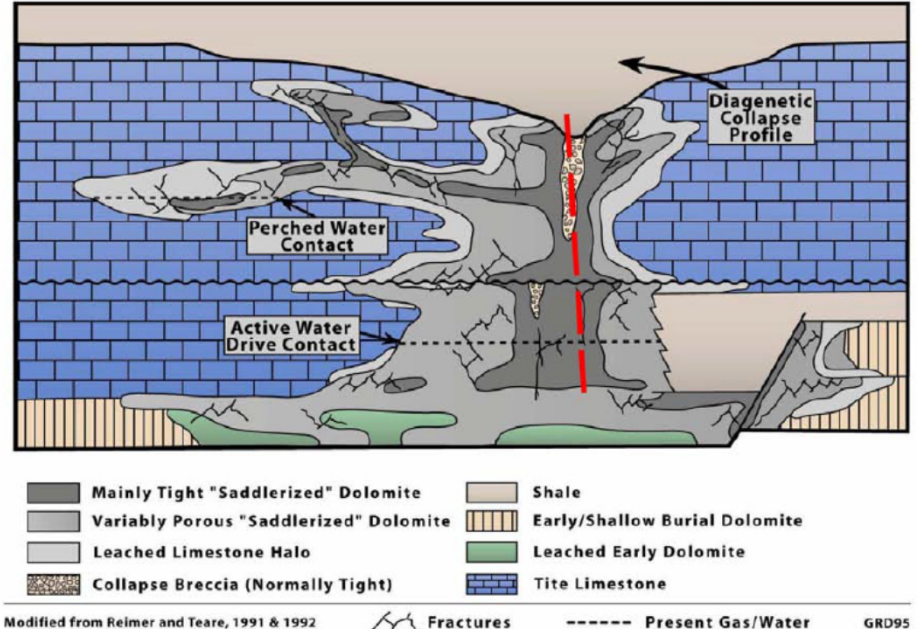
1. verdieping fase 2 voor specifieke locatie
2. Boorontwerp
3. Stimulatie ontwerp
4. Boren
5. Terugkoppeling lessen, data en kennis voor aanscherping andere projecten



Verbreiding Mid-Laat Devoon Carbonaten



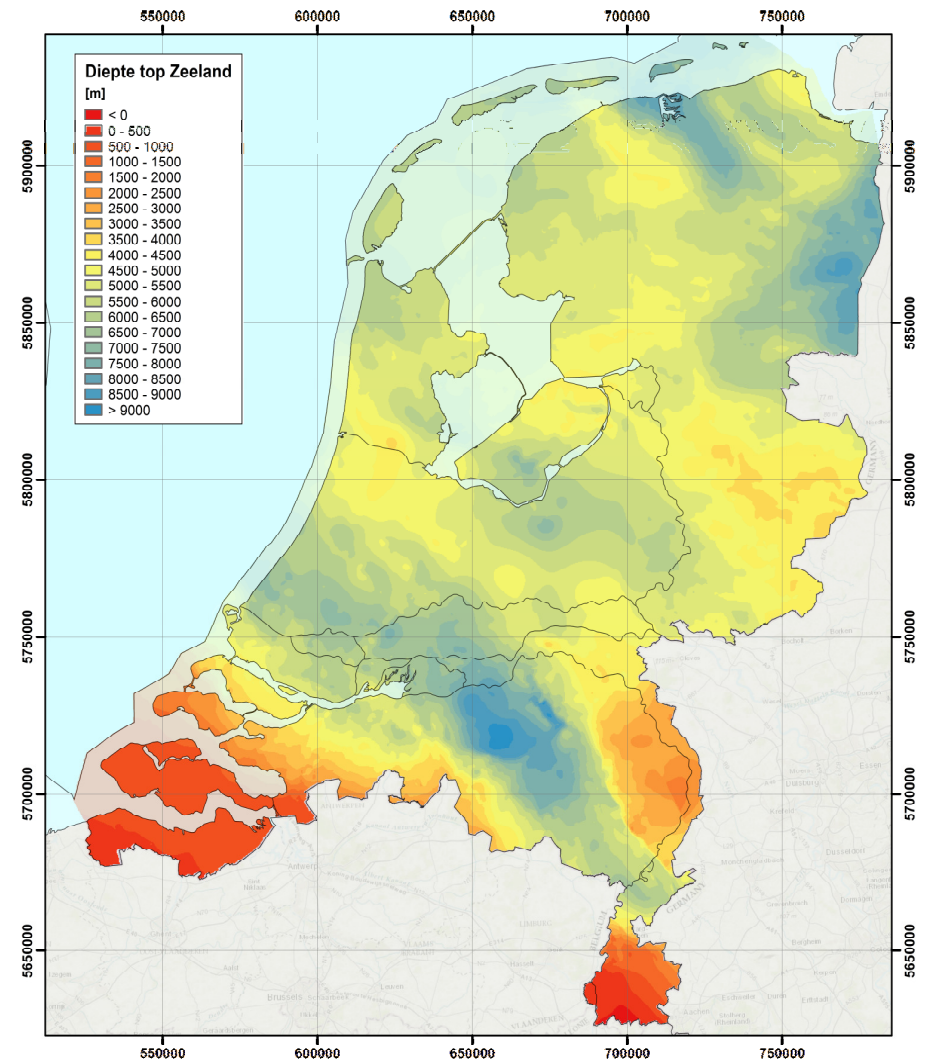
Paleogeographic reconstruction Middle Devonian, De Jong et al. (2016)



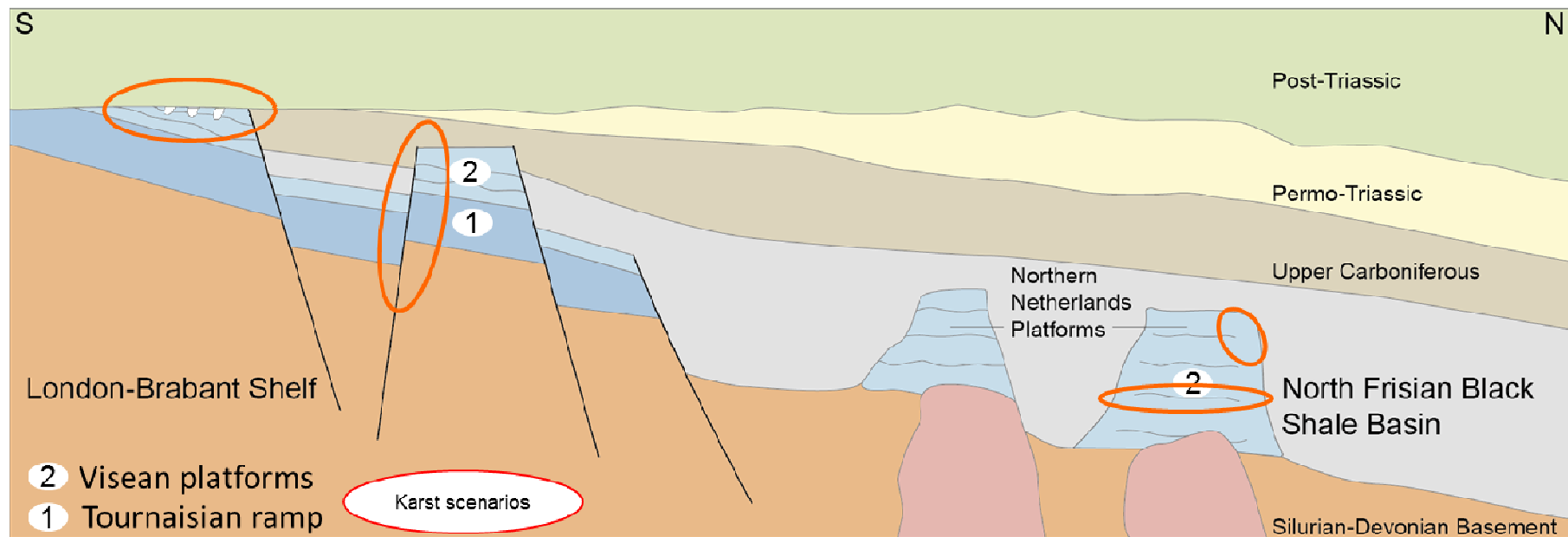
Grammer et al (2010), Devonian Slave Point reservoir Canada



TOP Dinantian diepte

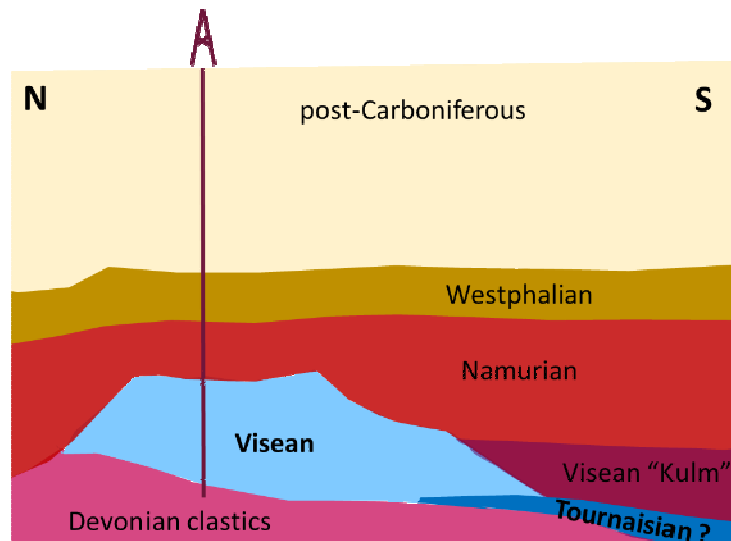


Dinantian platform carbonates – conceptueel



Geologisch model Dinantien carbonaten

Noord Nederland



- Geïsoleerde platformen op devonische clastica
- Tournaisian ramp waarschijnlijk aanwezig downflank van de hogen
- Dieper marine "Kulm" facies in bekkens
- Dikke Namuur sectie bovenop Dinantien
- Devonische graniet kern?



Voorbeeld platform in noord Nederland



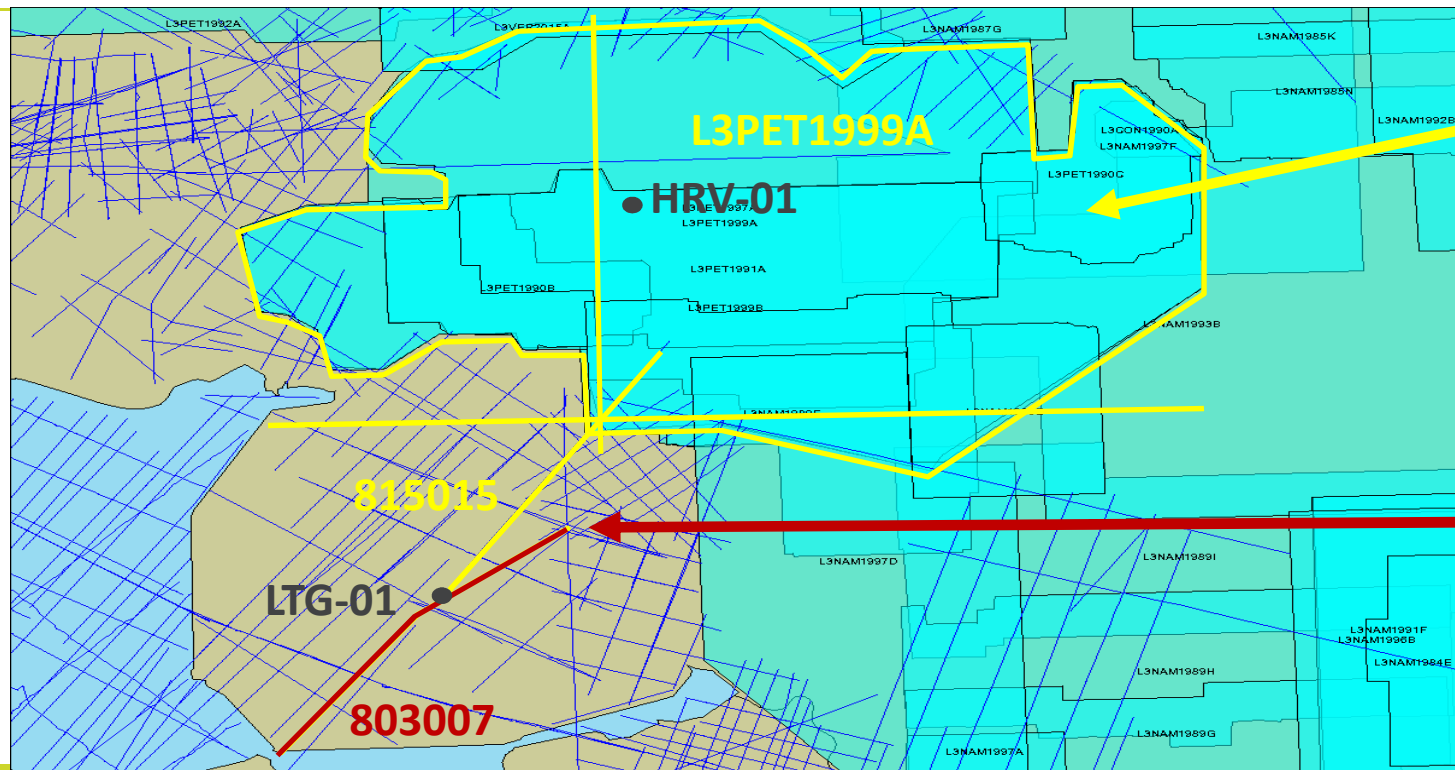
Carbonaat Platforms

onder gebied Heerenveen/ Lutteleest
Heeft zowel beschikbare seismiek als well-tie

- Coverage van vintage seismiek voor grote delen van Nederland
- Well-ties met 2D en 3D seismische data beschikbaar tot +/- 5 km diep, uitgezonderd Devoon



Seismische dekking carbonaat platform



3D seismiek
over HRV platform

2D seismiek
over LTG platform



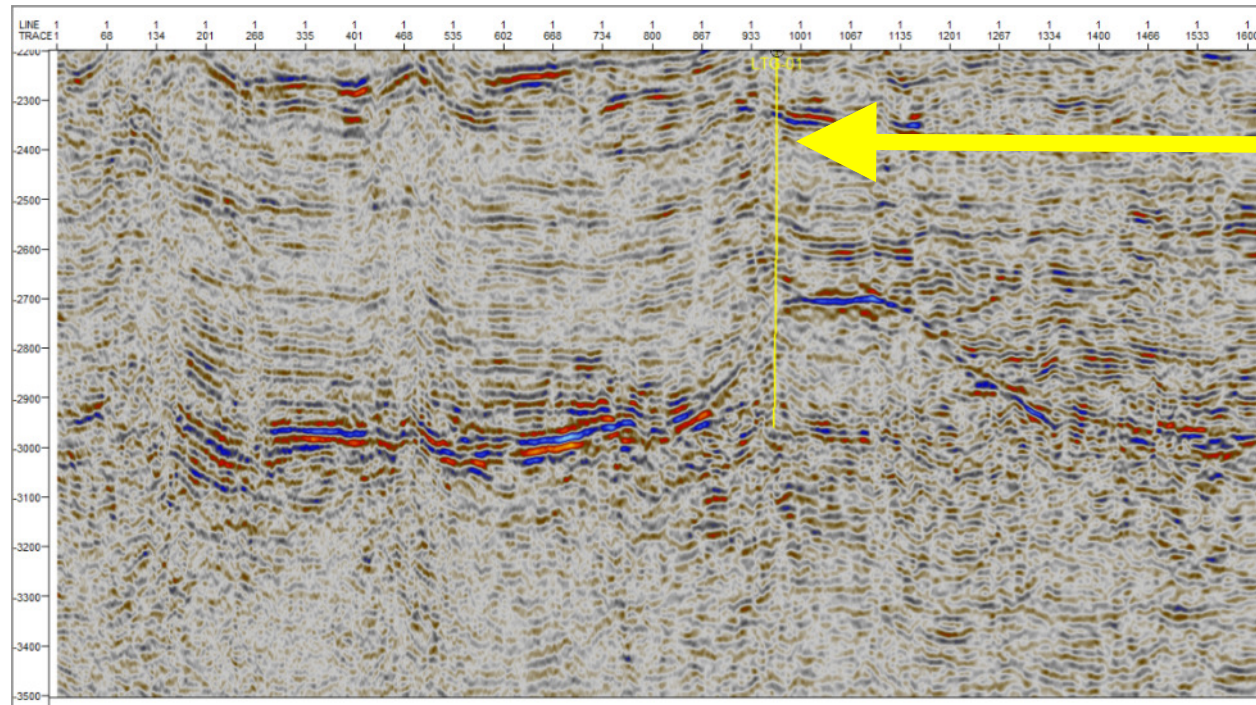
Ontwikkeling kennis geothermische plays

Luttelgeest carbonate platform

- Geïntegreerde case-study voor UDG: repro seismic, wells, logs, core data, thermal modeling
- Interpretatie Top Dinantian carbonate platform heeft revisie nodig, bottom moet gepicked worden
- Interne en platform bounding breuken onbekend, cruciaal voor UDG performance
- LTG-01 well tie-in met repro 2D data, extrapolatie van interpretatie naar 3D cube in Friesland province
- Top en bottom horizons leiden tot dikte-kaarten, samen met permeabiliteit estimates -> transmissivity!



2D profile over LTG carbonate platform



LTG-01
geprojecteerd op
2D seismiek

Top LTG platform
Base LTG platform
- nieuw



Tools voor play ontwikkeling

- Nationwide 2D and 3D seismic data coverage from TNO and EBN databases
- Innovative reprocessing on 2D, 3D, poststack, prestack, offshore, onshore
- Next-generation reprocessing algorithms available at TNO: continuity enhancement, fault preserving
- Seismic data improved to 6 km depth including Triassic, Rotliegendes, Dinantian and Devonian plays
- New interpretation will be done on reprocessed dataset: contours of play reservoirs redefined
- Automatic interpretation of UDG reservoirs, fault/fracture identification and modeling is feasible
- Application of well-tie, seismic attributes, AVO, inversion feasible on repro data: reservoir properties
- Carbonate platform properties uncovered: primary/secondary porosity, fault control, thermal modeling
- Full waveform inversion for velocity modeling, depth control and reservoir monitoring
- Abundancy of repro 2D data can be interpolated to quasi-3D models, with 3D data as well
- Acquired 4D (timelapse) data suitable for monitoring of UDG reservoir and enhanced recovery
- Next generation of downhole (seismic) logging tools for near-well imaging and monitoring





Business case analyse

*Corné van Langen
Jan Diederik van Wees*

9 Juni 2016

Vooraf

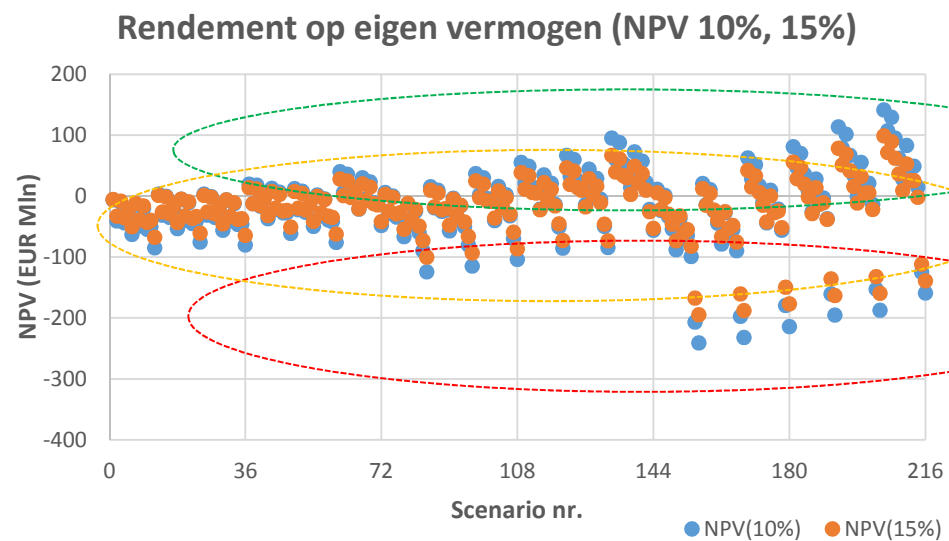
Leeswijzer en disclaimer

Deze presentatie was een onderdeel van de workshop 'Ontwikkeling UDG programma, een verkenning' van 9 juni 2016. De inhoud betreft conceptueel materiaal die was bedoeld om met de deelnemers van de workshop in een open discussie te bespreken, en deze waar mogelijk aan te vullen en te verdiepen.

Aan de inhoud van deze presentatie kunnen geen rechten worden ontleend.



Business case

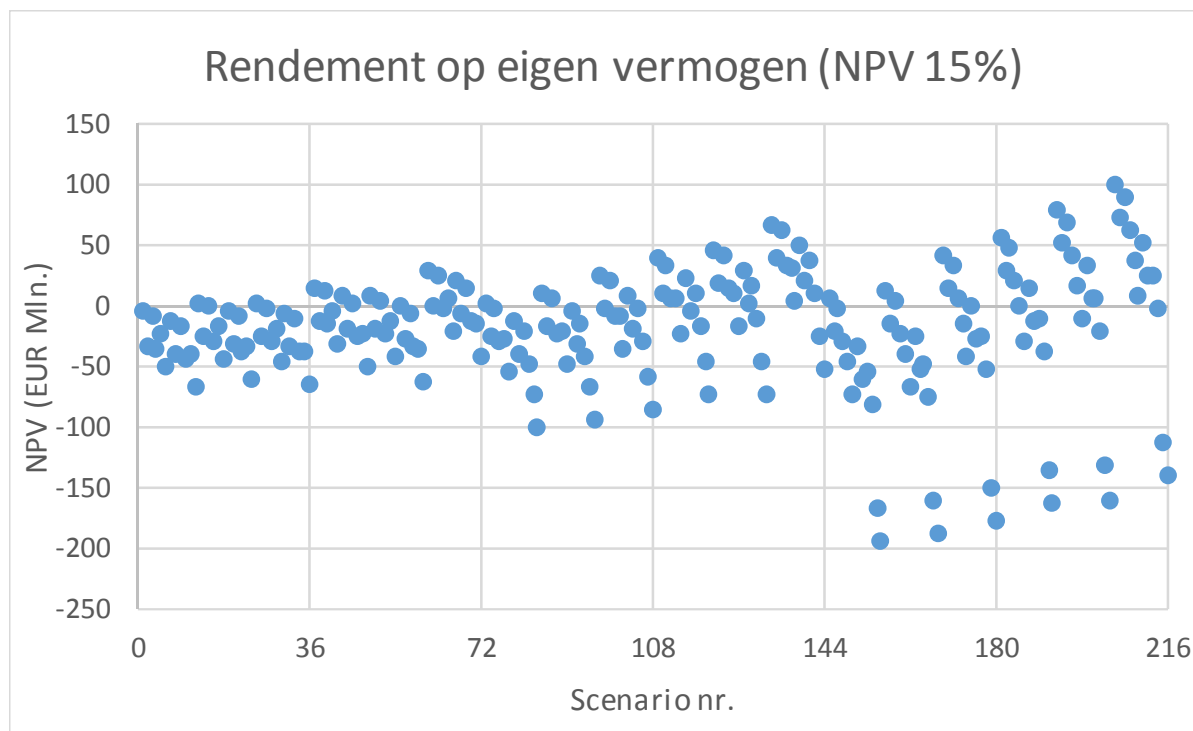


Dinantien

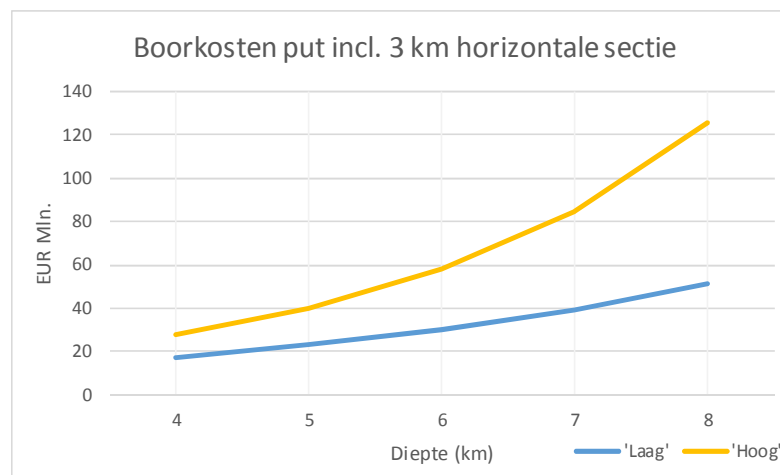
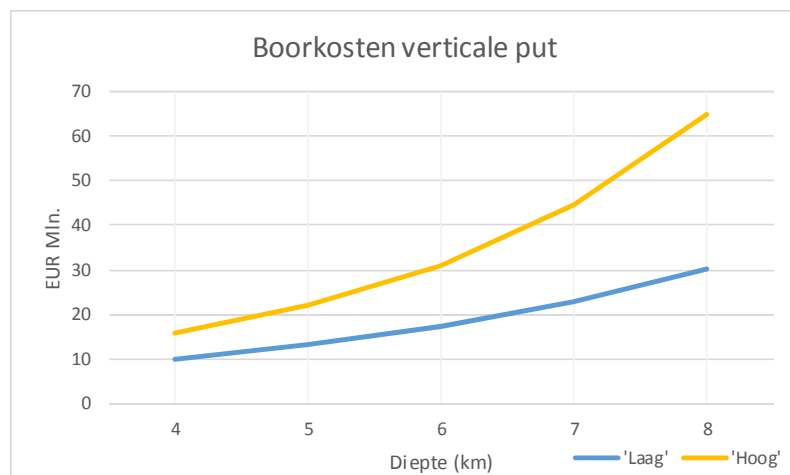
- Karst
- Breuk
- Natural fractured reservoir
- Poreuze matrix
- Tight matrix



Business case kent grote spreiding in waarde



Boorkosten

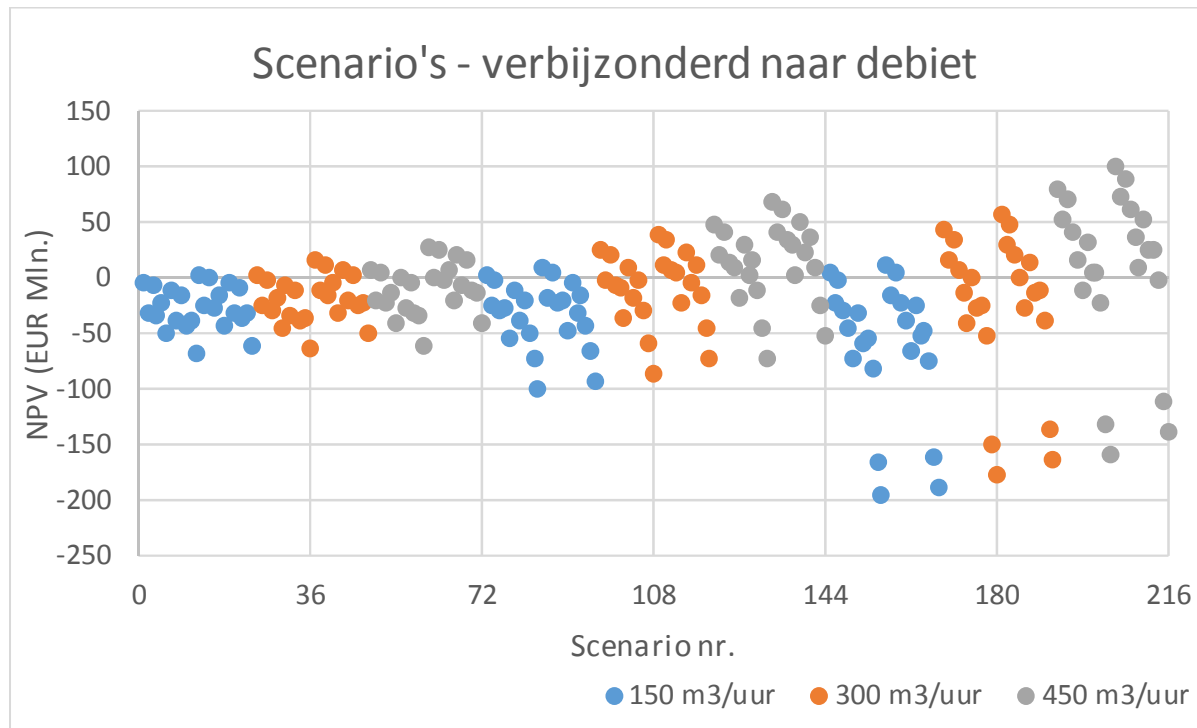


Business case neemt drie boorconcepten mee

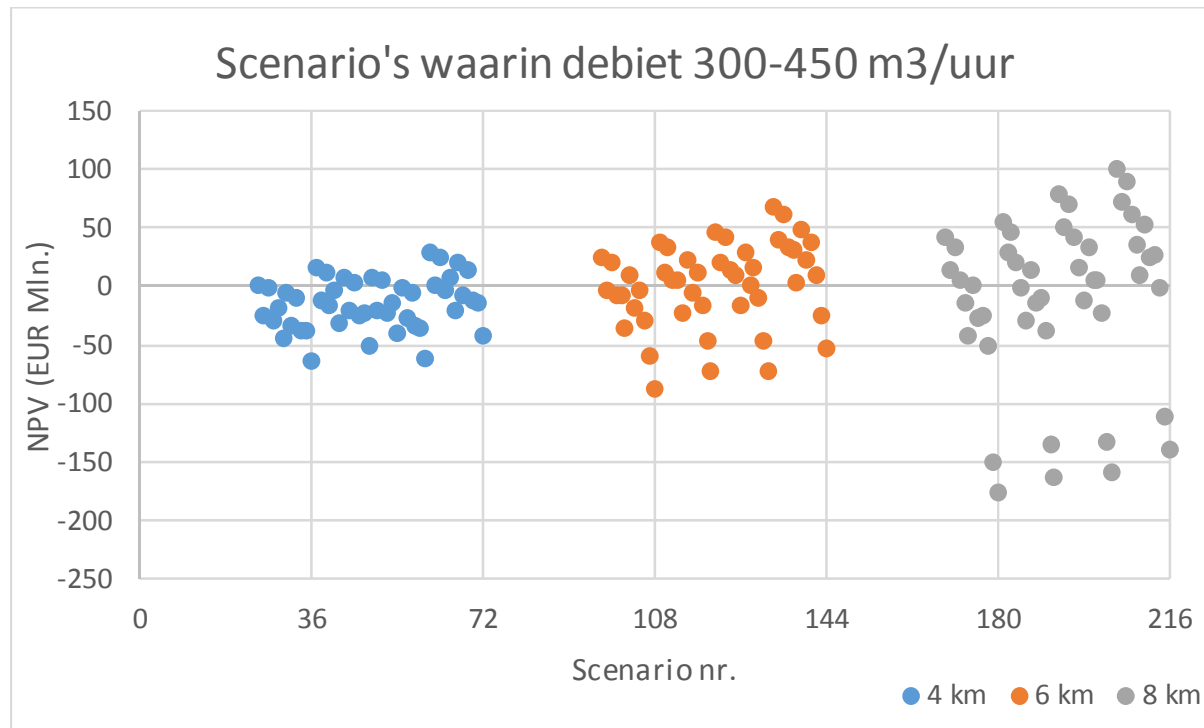
1. twee verticale putten
2. twee putten met 1 km horizontale sectie
3. drie putten met 3 km horizontale sectie



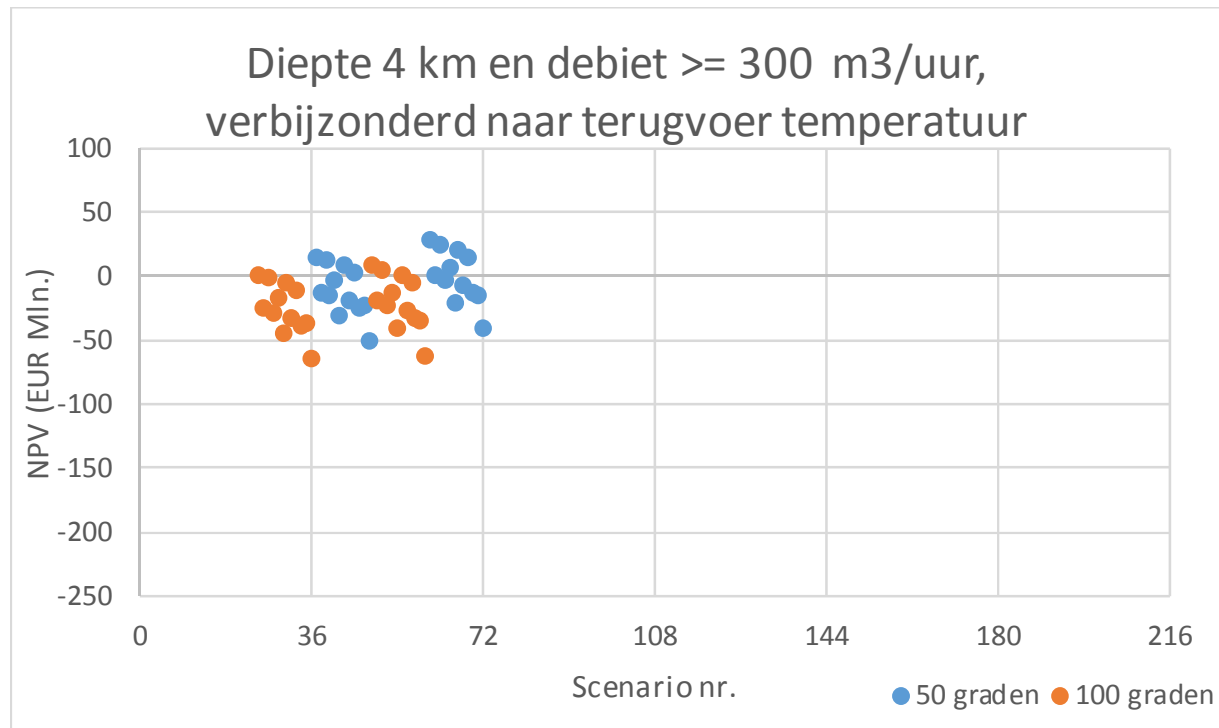
Debieten ≤ 150 m³/uur meestal negatieve NPV



Bij debiet ≥ 300 m³/uur, alle dieptes positief



Scenario's 4 km vragen 80°C delta-T



Conclusie (1)

Een geothermisch doublet op 4 km diepte zou economisch kunnen zijn, indien

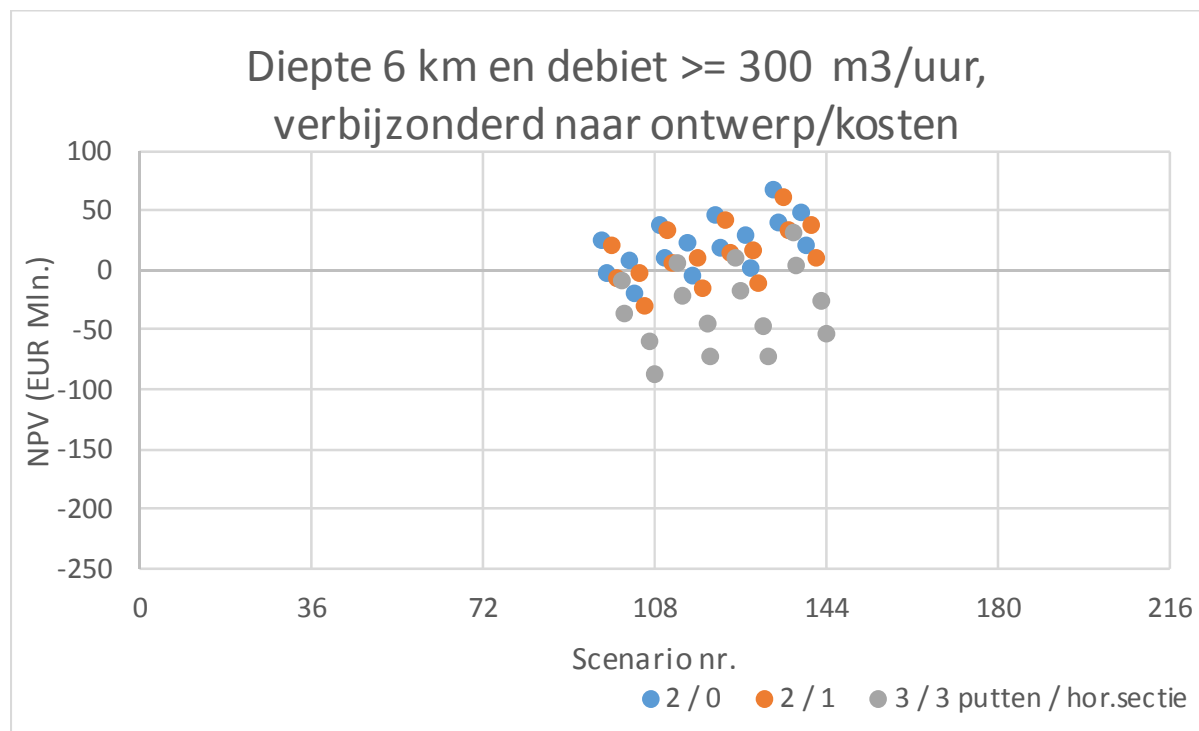
1. twee verticale putten
2. geen (significante) stimulatie
3. debiet minimaal 300 m³/uur
4. delta-T van 80°C

Dergelijke scenario's zijn denkbaar in de plays

1. breuk
2. karst
3. poreuze matrix



Scenario's 6 km mogelijk tenzij ontwerp complex



Conclusie (2)

Een geothermisch doublet op 6 km diepte zou economisch kunnen zijn, indien

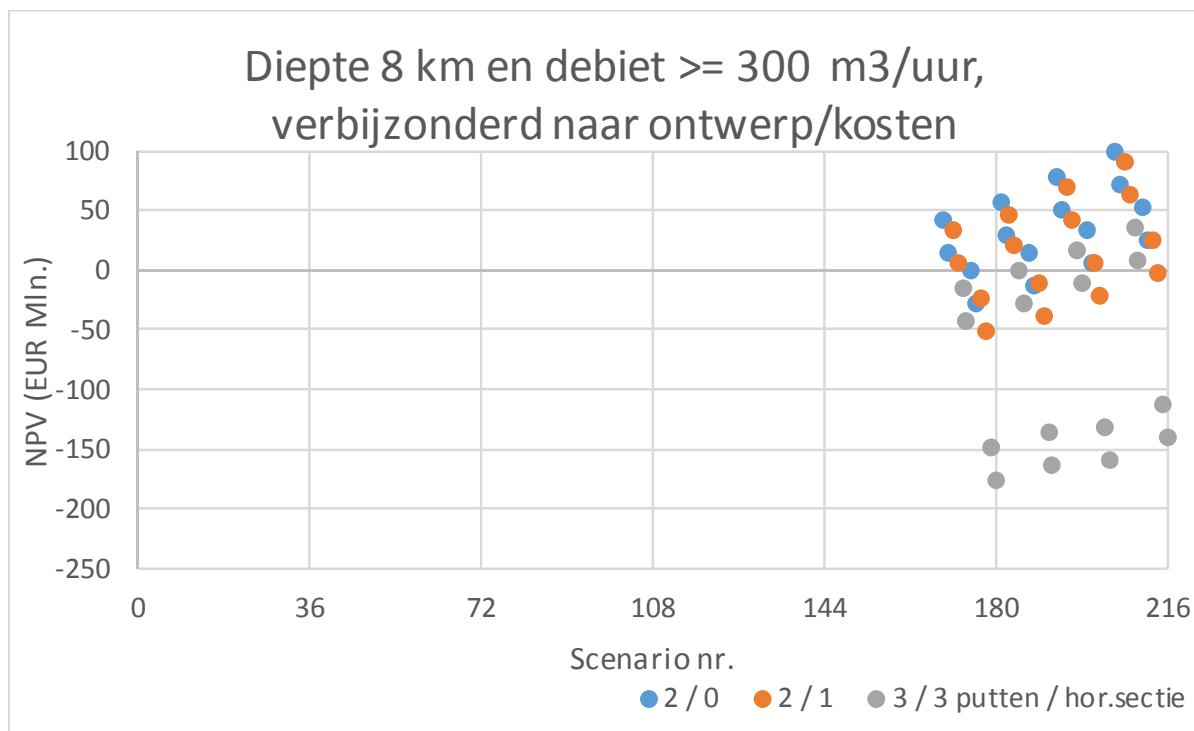
1. twee verticale putten, of beperkte (bijv. 1 km) horizontale sectie
2. geen (significante) stimulatie
3. debiet minimaal 300 m³/uur

Dergelijke scenario's zijn denkbaar in de plays

1. breuk
2. karst
3. natural fractured reservoir
4. poreuze matrix



Scenario's 8 km mogelijk tenzij ontwerp complex



Conclusie (3)

Een geothermisch doublet op 8 km diepte zou economisch kunnen zijn, indien:

1. twee verticale putten, of horizontale sectie max 2 km
2. geen (grootschalige) stimulatie
3. debiet minimaal 300 m³/uur
4. technisch haalbaar

Dergelijke voorwaarden zijn denkbaar in de plays

1. natural fractured reservoir
2. poreuze matrix

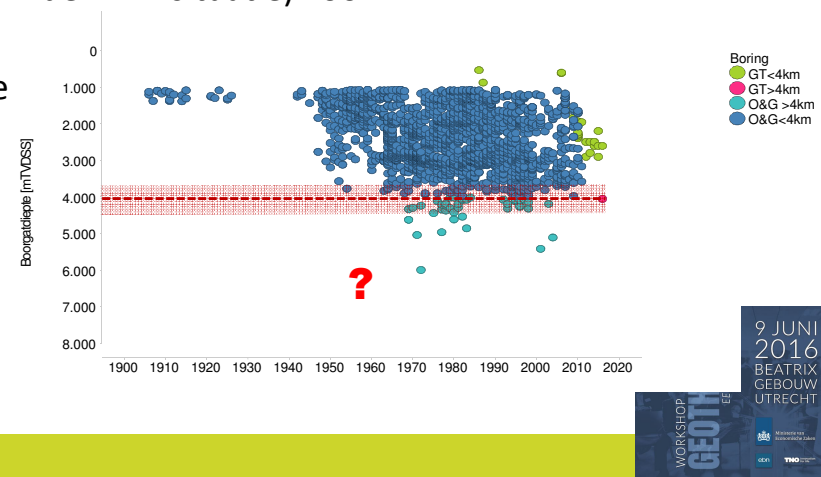


Voorlopige conclusies business case

Economisch ruimte UDG ontwikkeling initieel opportuun

- op 4 – 6 km diepte
- alwaar een doorlatend medium aangeboord kan worden
- waaruit met twee verticale putten een debiet van minimaal 300 m³/uur kan worden behaald
- waarvan de warmte industrieel en tevens (in elk geval in de 4 km situatie) voor ruimteverwarming wordt benut
- Uiteraard onder de voorwaarde dat de nog onbekende ondergrond meewerkt

Ontwikkelingen op grotere diepte naar complexere systemen zijn niet ondenkbaar, maar vragen o.a. meer duidelijkheid over de ondergrond, technologische mogelijkheden en hiermee gemoeide kosten



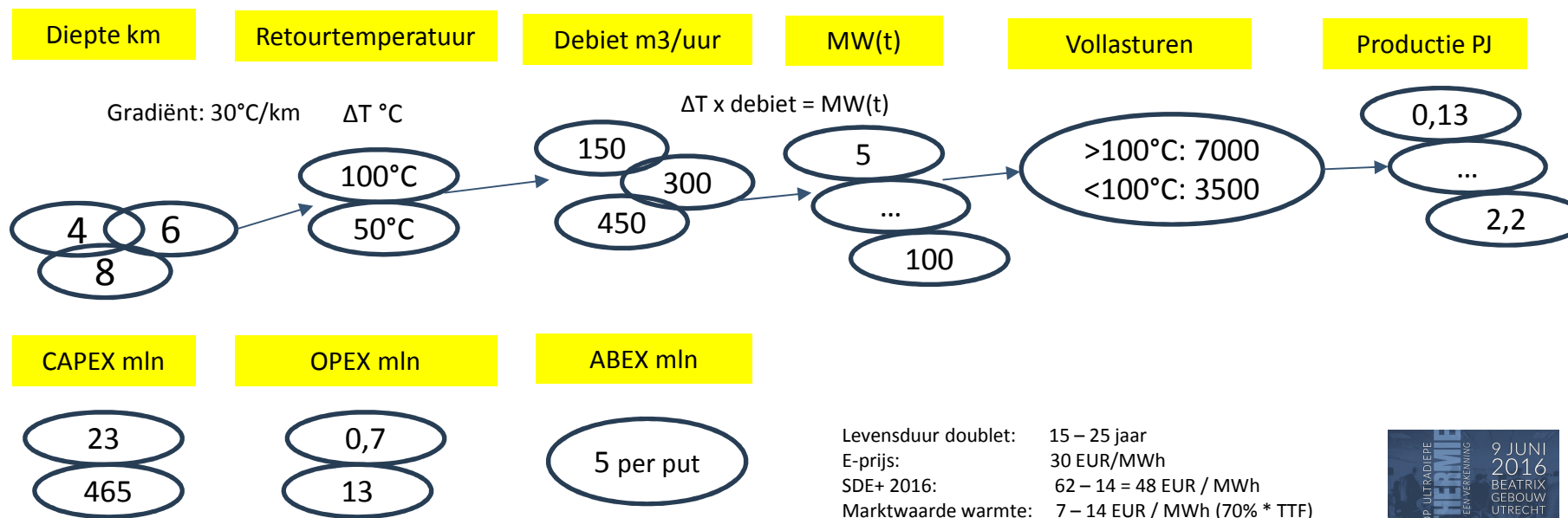
Vragen?



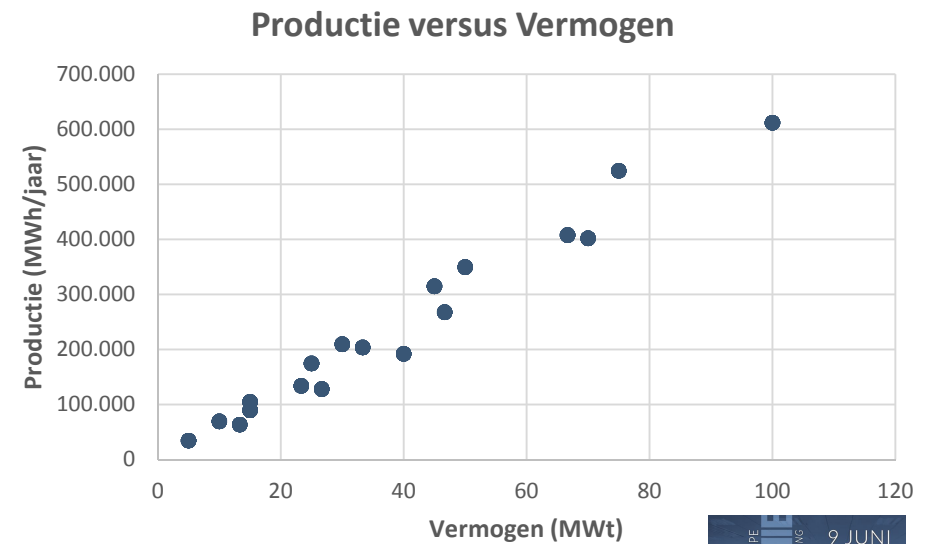
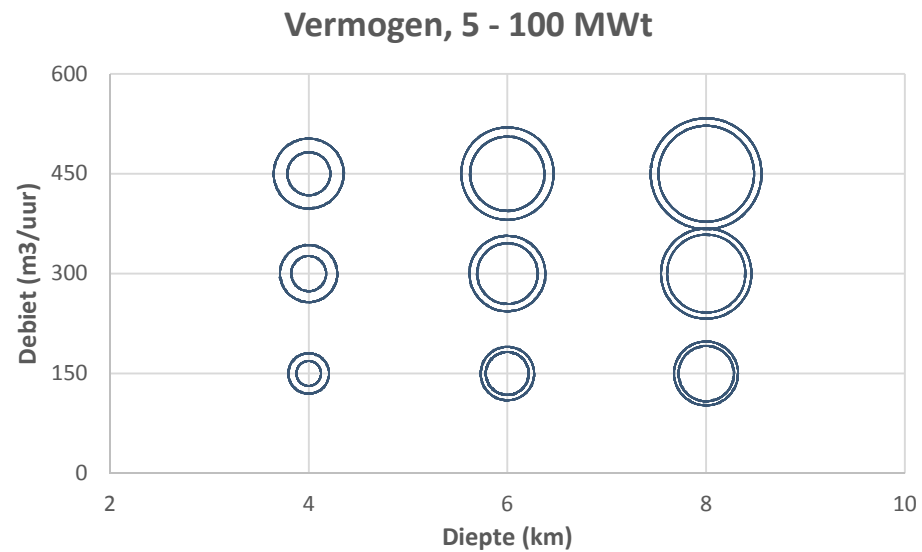
Back up slides



Is er een business case?

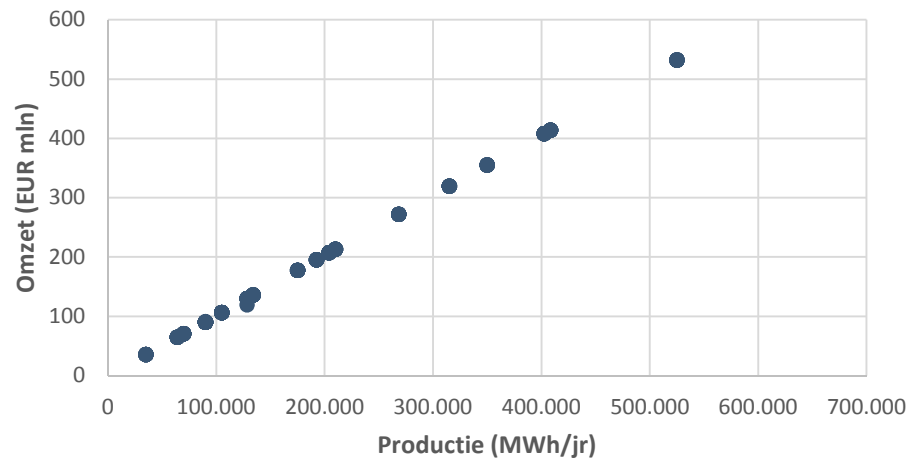


Is er een business case?

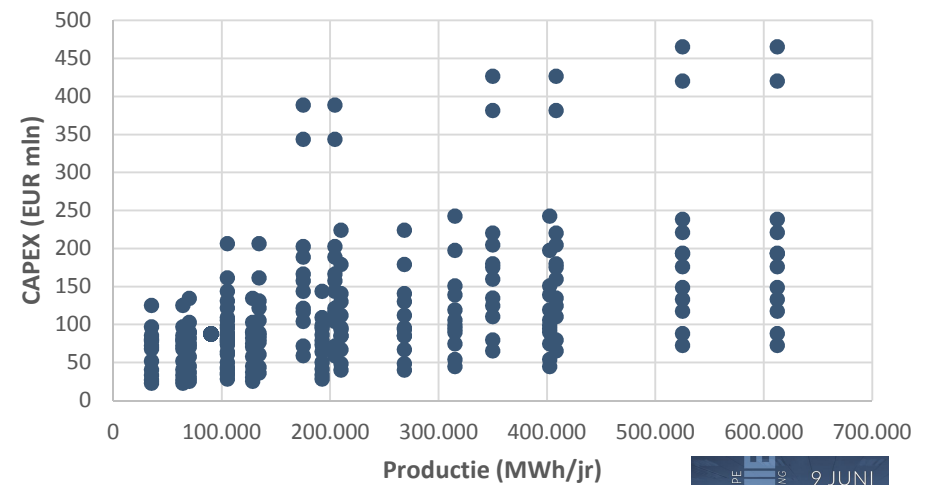


Is er een business case?

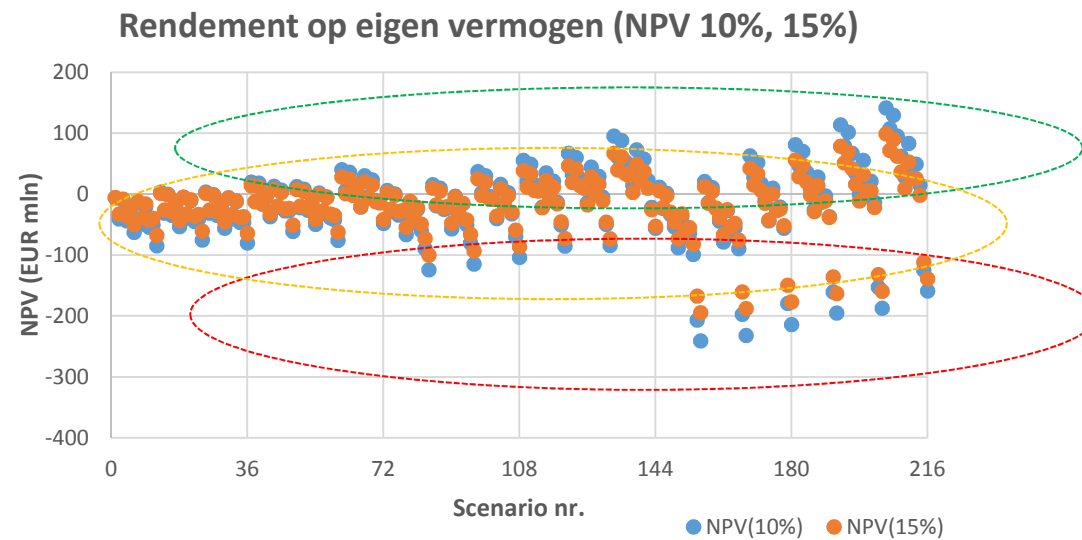
Omzet (cumulatief over looptijd) versus Productie (per jaar)



CAPEX versus Productie



Is er een business case?



Business case ruimte

Economisch

Debiet 450 (tenzij triplet + 3 km horiz. + stimulatie)

Als debiet 300 m³/uur:

Delta-T	max. CAPEX
80-90	ca. 50
140-150	ca. 100
200	ca. 150

Subeconomisch

Delta-T 30°C

Debiet 150 m³/uur

Triplet + 3 km horiz. + stimulatie

Op 6/8 km: hoge boorkosten (tenzij debiet 450)



Ter illustratie

Breuk/Karst ontwikkeling

• Diepte	4 km	• Ontwerp	2 verticale putten
• Delta-T	80 graden	• Stimulatie	NVT
• Debiet	300 m3/uur	• CAPEX	EUR 25 mln.
• Draaiuren	7000 / 3500	• Omzet	EUR 62 / MWht (48 SDE plus 14 markt)
• Vermogen	27 MWt	• Levensduur doublet	25 jaar

Deze ontwikkeling kent een NPV(15%) ter grootte EUR 15 mln. De NPV(15%) blijft positief indien:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • hogere CAPEX (EUR 37 mln.) | NPV(15%) = EUR 8 mln. |
| • lagere omzet (55 EUR/MWht) | NPV(15%) = EUR 11 mln. |
| • kortere levensduur (15 jaar) | NPV(15%) = EUR 14 mln. |



Ter illustratie

NFN(B) ontwikkeling

- | | | | |
|-------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| • Diepte | 6 km | • Ontwerp | 2 putten, 1 km horizontale sectie |
| • Delta-T | 140 graden | • CAPEX | EUR 54 mln. |
| • Debiet | 300 m ³ /uur | • Waarvan stimulatie | EUR 5 mln. |
| • Draaiuren | 7000 / 3500 | • Omzet | EUR 62 / MWht (48 SDE plus 14 markt) |
| • Vermogen | 47 MWt | • Levensduur doublet | 25 jaar |

Deze ontwikkeling kent een NPV(15%) ter grootte EUR 30 mln. De impact op de NPV(15%) van:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| • hogere CAPEX (EUR 90 mln.) | NPV(15%) = EUR 8 mln. |
| • lagere omzet (55 EUR/MWht) | NPV(15%) = EUR 23 mln. |
| • kortere levensduur (15 jaar) | NPV(15%) = EUR 21 mln. |
| • geen cascadering naar 50 graden | NPV(15%) = EUR 29 mln. |



Ter illustratie

NFN(G) ontwikkeling

- | | | | |
|-------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| • Diepte | 8 km | • Ontwerp | 2 putten, 2 km horizontale sectie |
| • Delta-T | 200 graden | • CAPEX | EUR 104 mln. |
| • Debiet | 300 m ³ /uur | • Waarvan stimulatie | EUR 10 mln. |
| • Draaiuren | 7000 / 3500 | • Omzet | EUR 62 / MWht (48 SDE plus 14 markt) |
| • Vermogen | 67 MWt | • Levensduur doublet | 25 jaar |

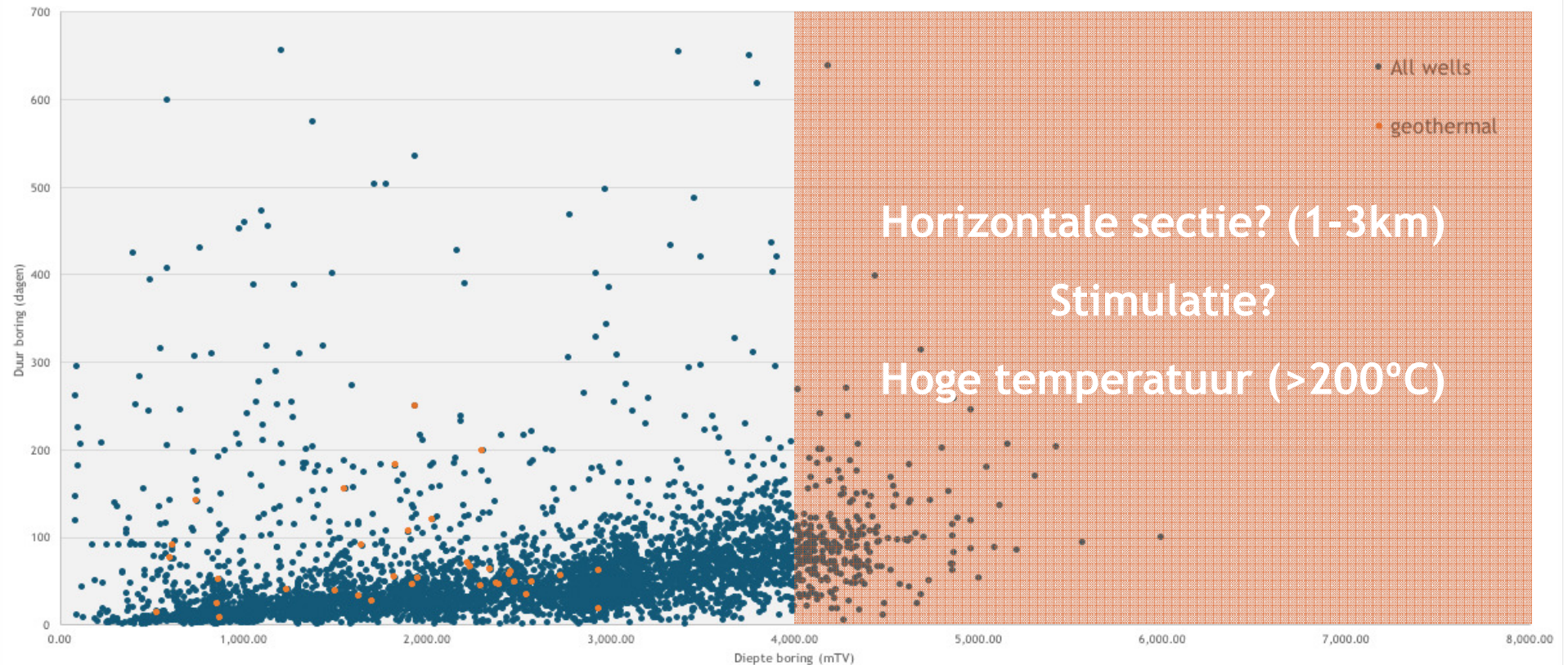
Deze ontwikkeling kent een NPV(15%) ter grootte EUR 32 mln. De impact op de NPV(15%) van:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| • hogere CAPEX (EUR 226 mln.) | NPV(15%) = EUR -41 mln. |
| • lagere omzet (55 EUR/MWht) | NPV(15%) = EUR 20 mln. |
| • kortere levensduur (15 jaar) | NPV(15%) = EUR 31 mln. |
| • geen cascadering naar 50°C | NPV(15%) = EUR 19 mln. |



UDG in NL: virgin territory?

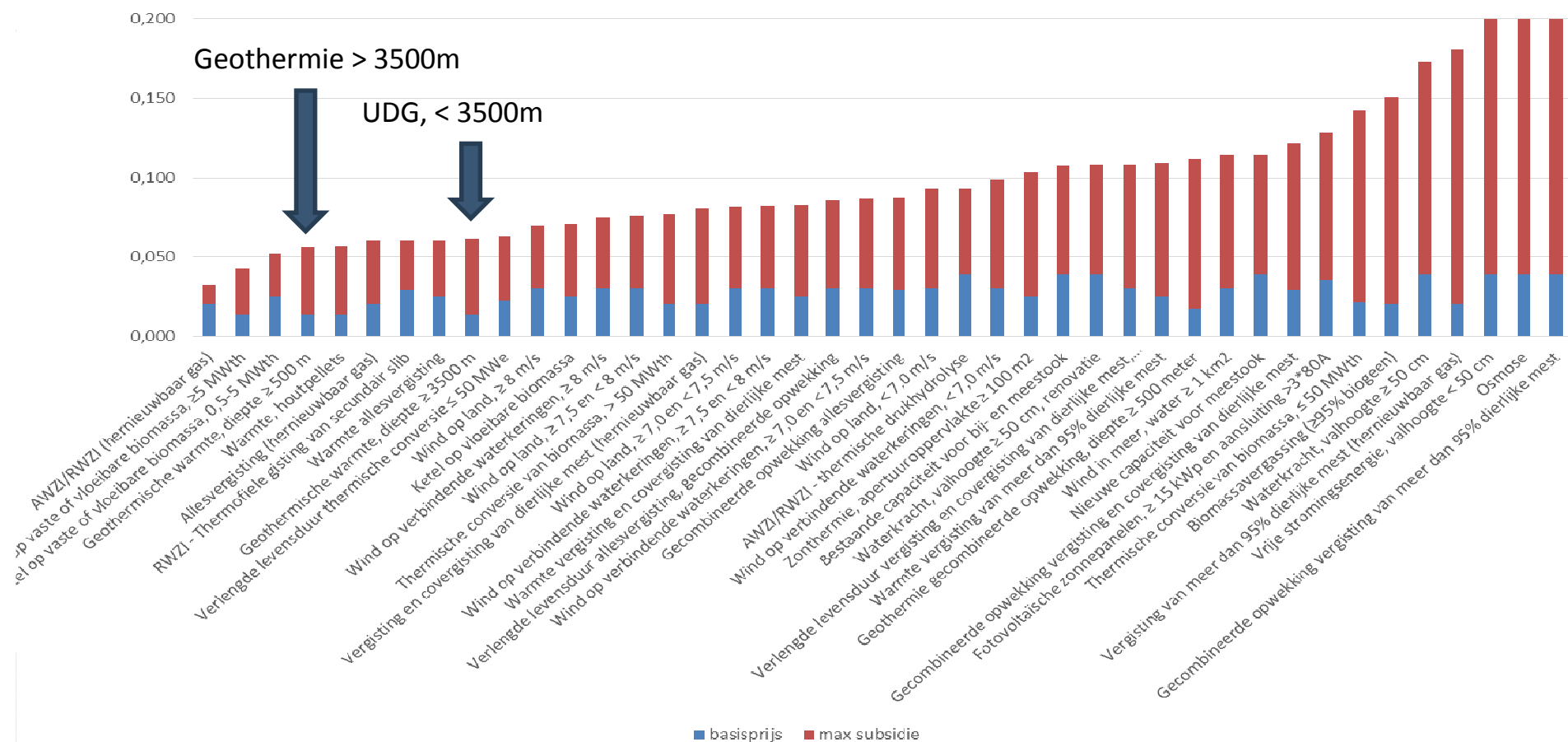
Aantal putten in NL sinds 1960 (on- en offshore)



(Eur/KWh)

opbouw basisbedrag

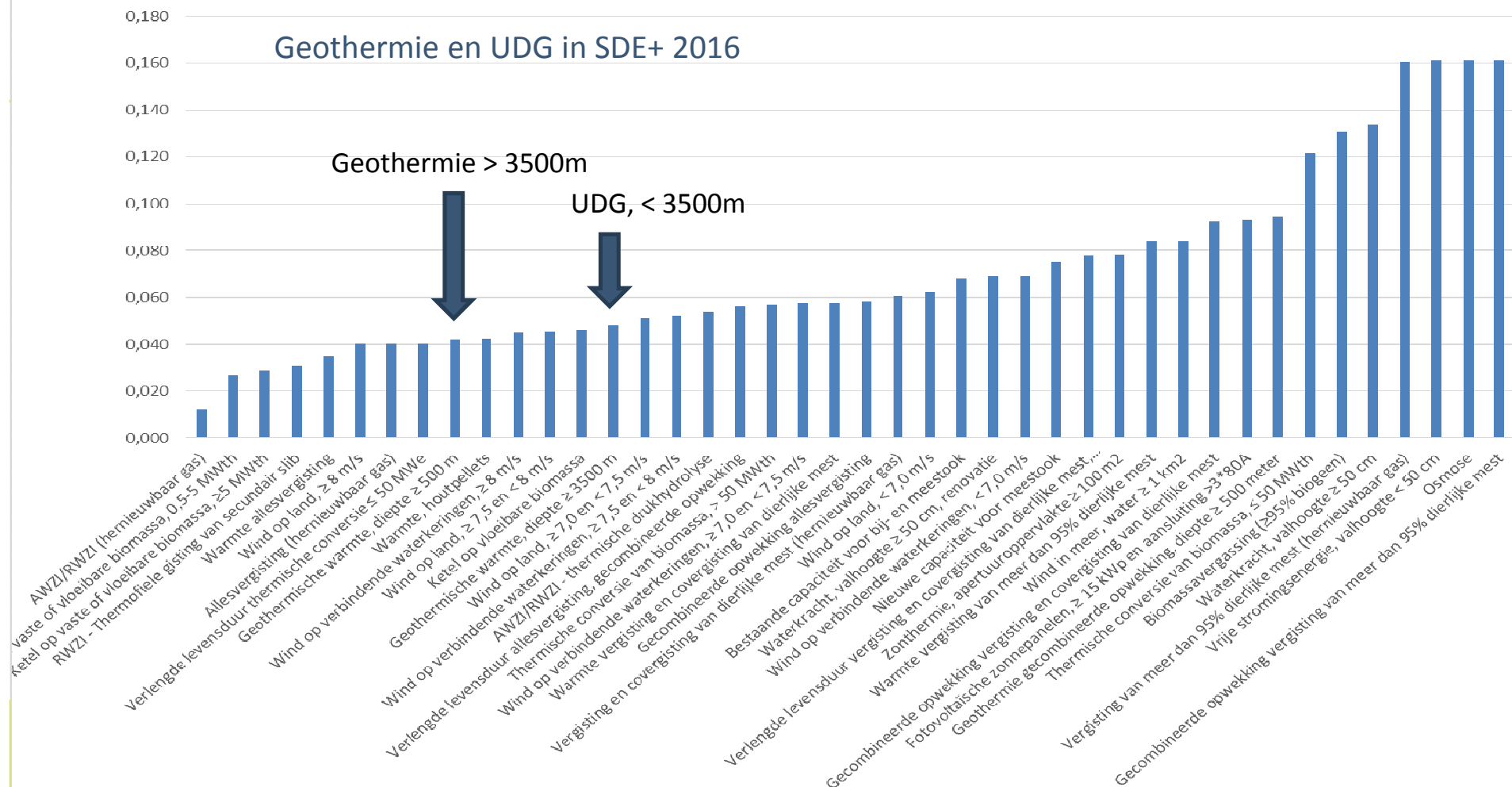
Geothermie en UDG in SDE+ 2016



(Eur/KWh)

max subsidie

Geothermie en UDG in SDE+ 2016





Structuur operator(s) JV, Committed UDG programma

*Roderick Verstegen
Sander de Jong*

9 Juni 2016

Vooraf

Leeswijzer en disclaimer

Deze presentatie was een onderdeel van de workshop 'Ontwikkeling UDG programma, een verkenning' van 9 juni 2016. De inhoud betreft conceptueel materiaal die was bedoeld om met de deelnemers van de workshop in een open discussie te bespreken, en deze waar mogelijk aan te vullen en te verdiepen.

Aan de inhoud van deze presentatie kunnen geen rechten worden ontleend.



Planning



Fase I: Voorbereiding, ontwikkeling UDG programma

- Workshops
- Ontwikkeling UDG programma
- Voorleggen voorstel UDG programma aan Minister (doel: September)

Fase II: Doorontwikkeling UDG programma en commitment

- Verdieping onderzoek, haalbaarheid, voorwaarden vervullen, commitment UDG programma

2017-2023: Uitvoering ontwerpfase, haalbaarheid business cases en boorprogramma

- Oprichting operator(s) JV, vooronderzoeksprogramma, uitvoering boorprogramma



Creëren operator(s)

Kandidaten

- Warmtevragers, warmte(netwerk)bedrijven
- 'Gewone' geothermiebedrijven, buitenlandse geothermiebedrijven, olie- en gasbedrijven, mogelijk EBN, investeerders

Kwalificaties

- Vereisten Mijnbouwwetgeving, toezichthouder SodM, Provincie
- Kennis en expertise ondergrond, voldoende kapitaalskrachtig
- Zekerheid warmte-afname



Creëren operator(s)

Wettelijk kader geothermie

- Mijnbouwwet, -besluit en -regeling
- Wat algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)
- Besluit algemene regels milieu mijnbouw (BARMM)
- Overige regelgeving
- Toezichthouder SodM



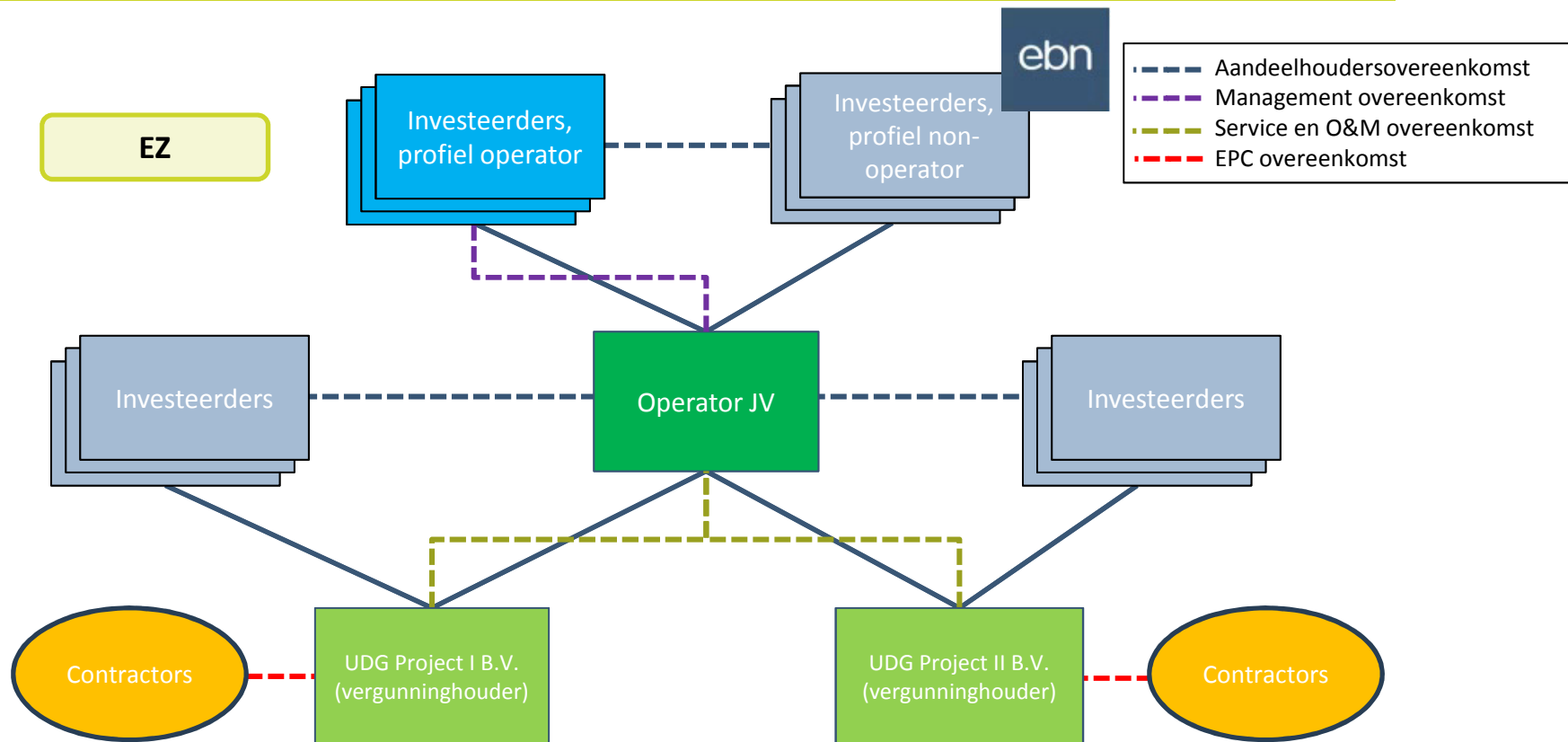
Creëren operator(s)

Kwalificaties Operator

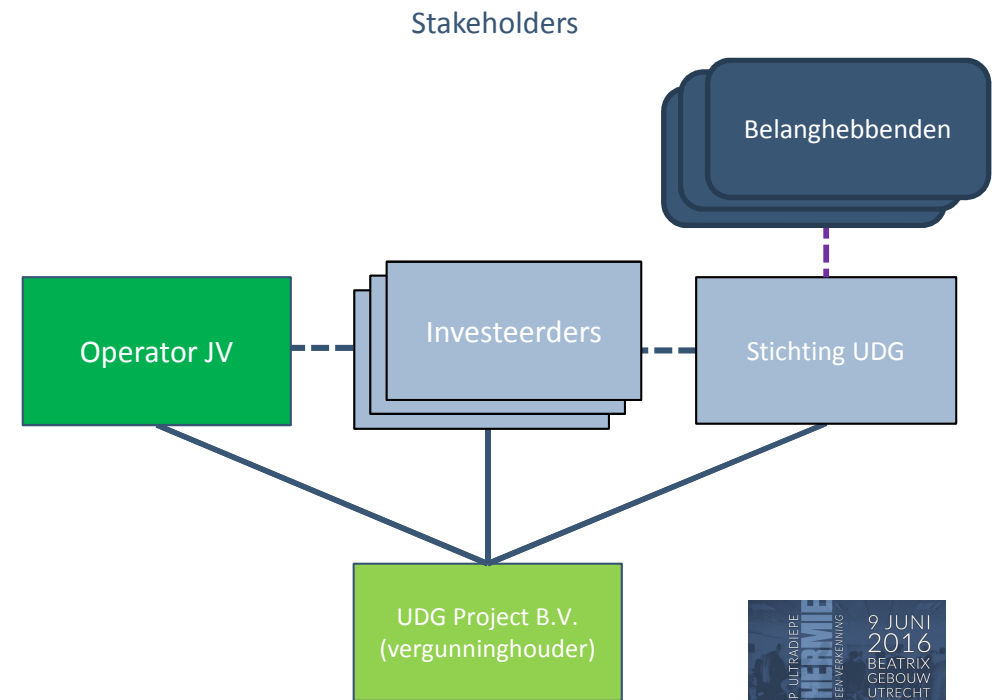
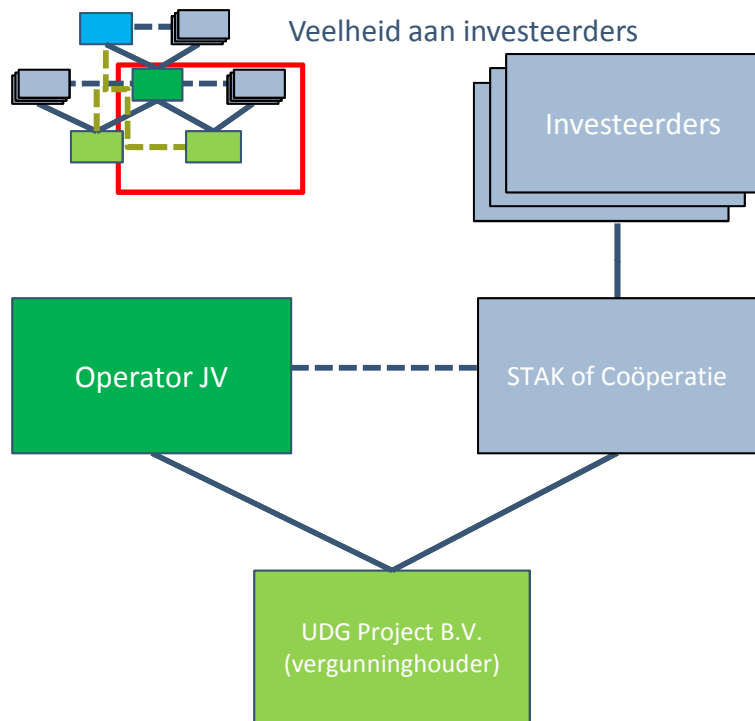
- Opsporings- en winningsvergunning
- Afwijzingsgronden
 - Financiële en technische mogelijkheden van de aanvrager
 - Wijze van uitvoering van de activiteiten
 - Gebrek aan efficiëntie en (maatschappelijke) verantwoordelijkheidszin
- Verplichtingen van de operator
 - Handelen als zorgvuldige operator
 - Aansprakelijk voor schade door bodembeweging
 - Ontmanteling van mijnbouwwerk, boorgaten, putten en leidingen
 - Verplichting metingen te verrichten na ontmanteling



Mogelijke structuren



Alternatieve structuren



Vragen?



Vormgeving UDG programma

Wie

- Marktpartijen: Operators, warmtevragers, andere investeerders
- Het Ministerie van Economische Zaken, EBN, TNO

Wat

- Gezamenlijk ontwikkeld UDG programma
- Financiering stapsgewijs: van vooronderzoek tot en met boorprogramma
- Commitment stapsgewijs, afhankelijk voorwaarden programma
- Verdeling commitment onderwerp van analyse en gesprek
- Open instapmodel: later in proces kunnen partijen onder voorwaarden aansluiten
- Voorwaarden: open source, non-discriminatoir, niet marktverstrend



Ontwikkeling UDG programma



Ontwikkeling UDG programma

go-no-go



Voorstel UDG programma

go-no-go



Vervolg vooronderzoek, invullen voorwaarden

go-no-go

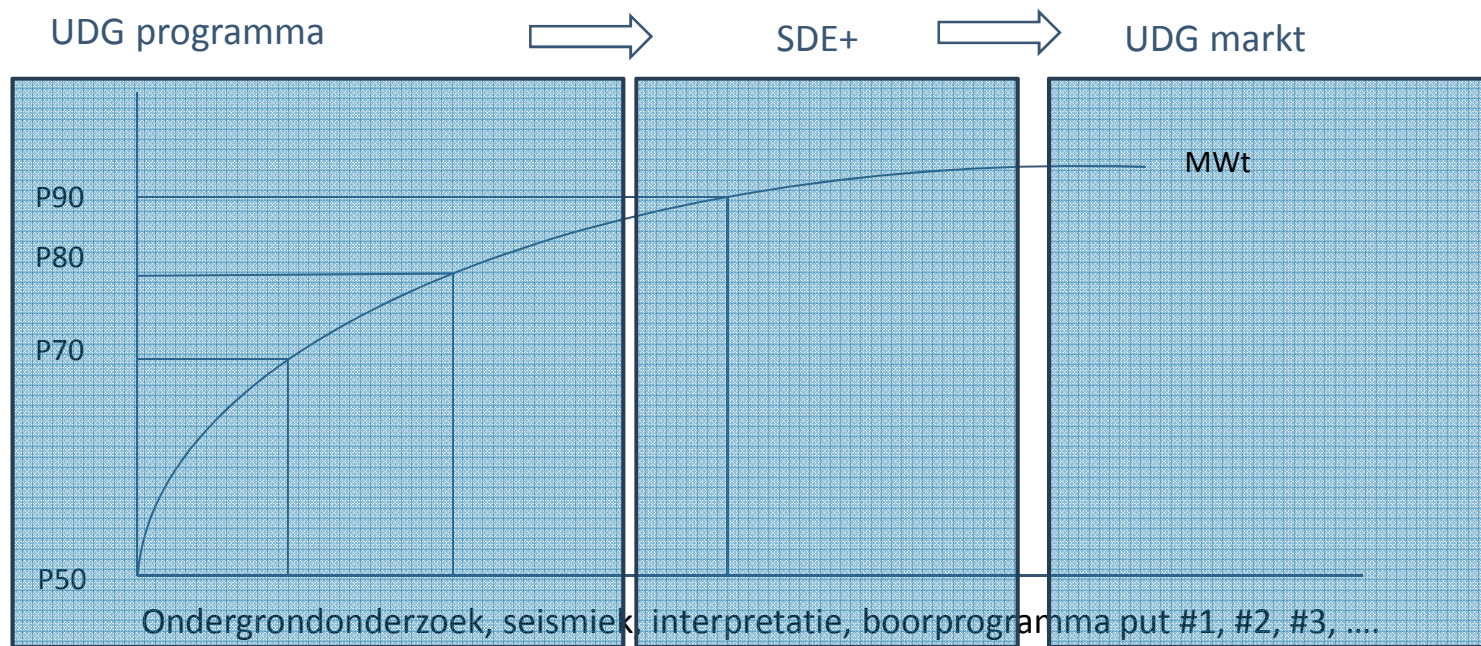


Commitment programma en uitvoering

Kosten, investeringen groeien,
Financieringsbehoefte groeit, commitment groeit,
Voorwaarden instappen en uitstappen veranderen mee



Vormgeving programma



Planning



Fase I: Voorbereiding, ontwikkeling UDG programma

- Workshops
- Ontwikkeling UDG programma
- Voorleggen voorstel UDG programma aan Minister (doel: September)

Fase II: Doorontwikkeling UDG programma en commitment

- Verdieping onderzoek, haalbaarheid, voorwaarden vervullen, commitment UDG programma

2017-2023: Uitvoering ontwerpfase, haalbaarheid business cases en boorprogramma

- Oprichting operator(s) JV, vooronderzoeksprogramma, uitvoering boorprogramma



Vragen?



Back-up slides



Bedrijfsmodel EBN

Projectevaluatie deelneming

- Integrale beoordeling investeringsprojecten
- Proactieve bijsturing projectontwikkeling
- Vergelijking 'best practices' projectontwikkeling

NOV management en strategie

- Beheer portfolio deelnemingen
- Risico- en budgetmanagement
- Integraal database management ondergrond, technologie, productie en economie projecten
- NOV management strategie: optimaliseren activiteitsniveau Operators



Overeenkomst van Samenwerking (OvS)

- Deelname EBN 40 – 50% in project Operator
- Verdeling opbrengsten, kosten investering
- Zeggenschapsverhouding en besluitvorming

Projectontwikkeling, strategie en mijnbouwklimaat

- Stimuleren innovatie en business development
- Ontdekken, opwerken van resources via plays en prospects naar economisch winbare reserves
- Roadmaps en NOV management strategie
- Versterken investeringsklimaat voor de mijnbouw

