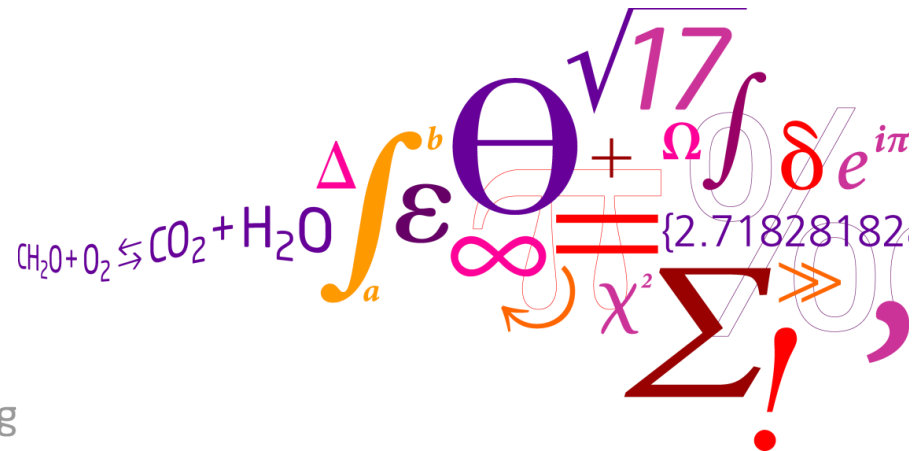
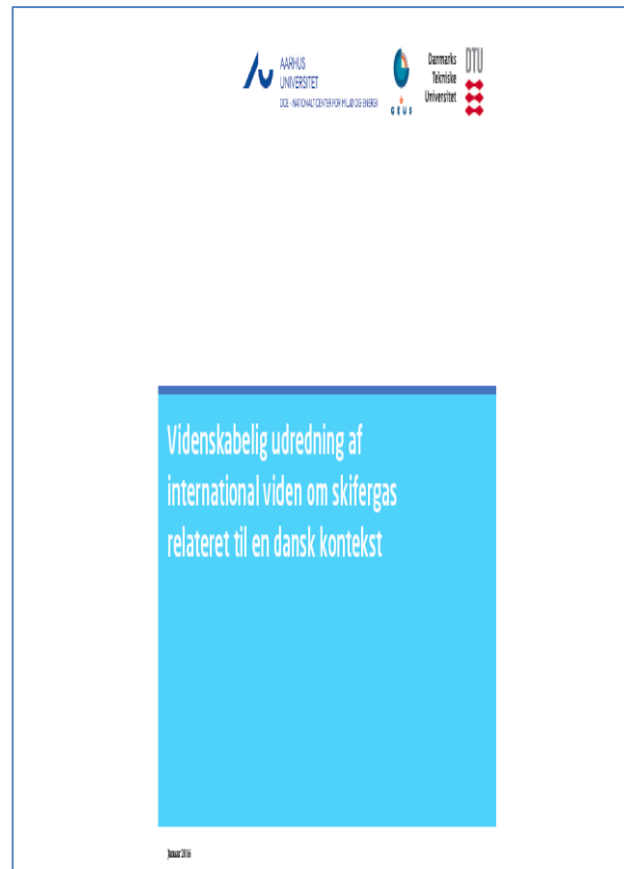


Overordnet beskrivelse/screening af risici og farer ved indvinding af skifergas i DK

Steffen Foss Hansen



Rapport som kom i Feb. 2016



Overordnet opgave

“Sæt eksisterende international viden om indvinding af skifergas på land i relation til specifikke forhold i Danmark”

Helt specifikt:

- Kortlæg eksisterende viden
- Afklar mulige afværgeforanstaltninger for at reducere negative miljøpåvirkninger
- Afklar om det er muligt at overføre international viden og erfaringer til danske forhold og
- Identificer, hvor der mangler viden

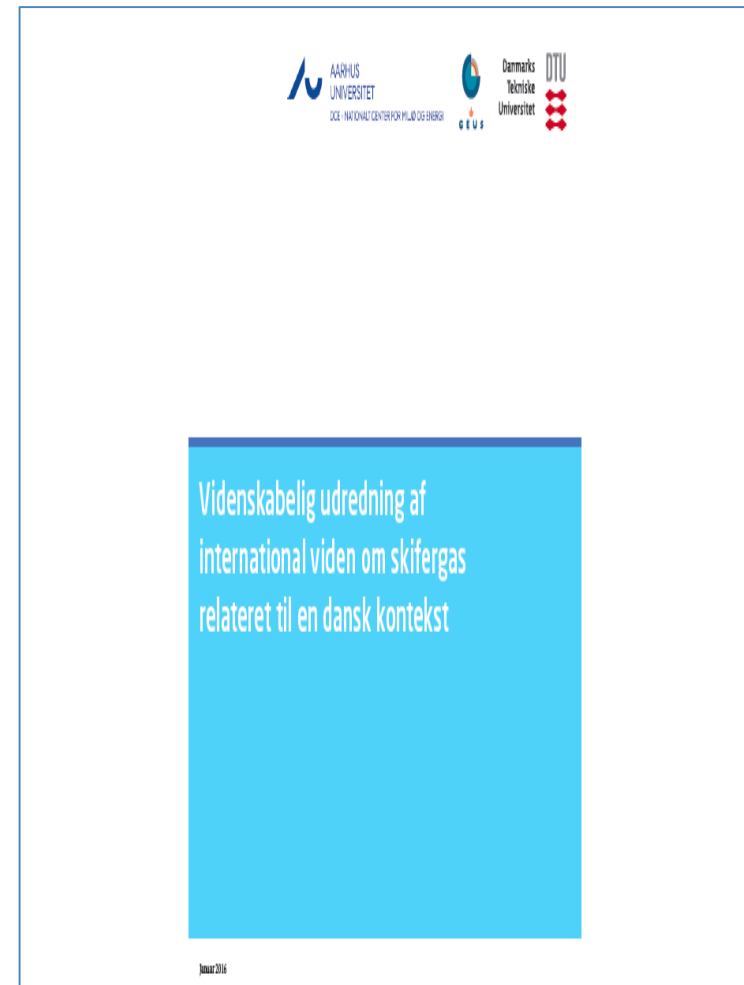
Afgrænsning

- Ingen human risikovurdering
- Ingen vurdering af folkelig accept
- Ingen vurdering af vibrationer
- Ingen risikovurdering af fraktureringskemikalierne – foretog en kvalitativ risikoscreening i stedet
- Ingen vurdering af vibrationer offshore aktiviteter
- Ingen komparativ vurdering af skifergas udvinding i forhold til andre energiformer fx vind



Indholdsfortegenerelse

1. Miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger ifm. skifergasproduktion
2. Skifergas og regional geologisk karakterisering
3. Boring og effekter af frakturering
4. Påvirkninger af miljø og vandressourcer
5. Effekter på landskab og trafik



Udslip af metan og andre klimagasser

Oliestoffer i dansk formationsvand

Mulige påvirkninger af overfladevand af udledning af spildevand fra frakturering

Affald i forbindelse med flowback vandet

Miljøfare ved radon

Potentiale udfordringer identificeret

Høj saltkoncentration i dansk formationsvand

Mængden af affald

Metan i drikkevandsboringer

Mængden af spildevand

Vandforbrug og vandressourcer

Mulige påvirkninger af jord ved spild

Sprækkedannelse

Pludseligt tab af brøndintegritet og blowouts

Mulige påvirkninger af uorganiske stoffer i grundvand

Spildevandsbehandling af organiske stoffer

Brud på brøndintegriteten over tid

Mulige miljøpåvirkninger af miljøfremmede organiske stoffer i grundvandsmagasiner

Potentiel grundvandsforurening

Induceret seismicitet og brøndintegritet

Spildevandsbehandling af uorganiske stoffer ekskl. radioaktive stoffer

Brøndintegritet efter nedlukning

Radioaktivitet i spildevand

Mulige påvirkninger af metan i grundvand fra skifergasproduktion

Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur

Affald i forbindelse med spildevandrensningensprocessen

Partikeltransport via overfladestrømning fra borepladsen

Risici forbundet med nedlukning af boreplads

Forventede betydning og miljøpåvirkninger

- Risici/farer, som skal adresseres før indvinding af skifergas
- Forventet minimale risici/farer
- Ingen forventet risici/farer
- Samlet vurdering ikke mulig

Nuværende vidensniveau

A = Nok viden til at lave en vurdering

B = Mere viden ønskværdigt

C = Mere viden afgørende nødvendig

Samlet vurdering

Risici/farer, som skal adresseres før indvinding af skifergas

A = Nok viden til at lave en vurdering

Tabel 2. Samlet vurdering af diverse identificerede potentielle risici og farer samt afværgeforanstaltninger. Det skal understreges, at tabel 2 er en oversigtstabel som er anvendelig til et hurtigt overblik, men det er afgørende nødvendigt at konsultere de specifikke afsnit, som er angivet i tabel 2, for at få det fulde overblik.

Potentiel risici/farer	Afværgeforanstaltning	Vidensniveau	Forventet betydning	Afsnit
Problemer med brøndintegriteten				
Pludseligt tab af brøndintegritet og blowouts	Tryktest af brønden før frakturering og installering af en blowout preventer.	A	●	3.4
Brud på brøndintegriteten over tid	Kontrol ved en cement-bond-log og andre logs.	B	●	

Pludseligt tab af brøndintegritet og blowouts	Tryktest af brønden før frakturering og installering af en blowout preventer.	A	●	3.4
---	---	---	---	-----

Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur	Undgå indvinding hvor vandløb er < 2 m brede, samt områder, hvor der er registreret grundvandsafhængig natur.	A	●	4.1.3-4
Sprækkedannelse	Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner.	C	●	3.2
Potentiel grundvandsforurening	1) For at undgå spild som kan nedsive, skal håndtering, blanding m.m. af fraktureringsvæsker ske på befestede arealer med afløb til lukket system 2) Undgå brud på brøndintegriteten.	C	●	4.2.4-6; 4.2.12-13
Mulige miljøpåvirkninger af miljøfremmede organiske stoffer i grundvandsmagasiner	1) Overvågning af brøndintegritet og hurtig aktion ved spild på jorden 2) Overvågning af udvalgte miljøfremmede stoffer i grundvand.	B	●	4.2.5-7; 4.2.12-13
Mulige påvirkninger af uorganiske stoffer i grundvand	1) Overvågning af brøndintegritet og hurtig aktion ved spild på jorden 2) Løbende online måling af elektrisk ledningsevne i grundvand, som vil afsløre uorganisk udslip/spild. Suppleret med målinger af udvalgte makroioner og spormetaller.	A	●	4.2.5-6; 4.2.8; 4.2.12-13
Metan i drikkevandsboringer	Særlig iltning/huftning af grundvand på vandværk	A	●	4.2.9
Mulige påvirkninger af metan i grundvand fra skifergasproduktion	1) Løbende måling af metan indholdet i grundvand 2) Advarsel om risiko ved metanindhold på over 10 mg/L 3) Krav om øjeblikkelig handling ved metanindhold på 28 mg/L.	B	●	4.2.9
Mulige påvirkninger af jord ved spild	1) Befestet areal med kontrolleret afløb 2) Sikkerhedsprocedurer for spild både på jord ifm. med borepladsen og jord ifm. transport.	B	●	4.2.5; 4.2.10
Mulige påvirkninger af overfladevand af udledning af	1) Krav om at stoffernes miljøprofil indgår i sammensætningen af	C	●	4.2.11-

Ingen forventet risici/farer

A = Nok viden til at lave en vurdering

spildevand fra frakturering	fraktureringsvæske 2) Anvendelse af BAT til at begrænse udledning af forurenende stoffer begrænses mest muligt 3) Fastsættelse af vilkår, så kvalitetskravene overholdes for det vandområde, der udledes til. Såfremt der er stoffer, hvor der ikke er fastsat et kvalitetskrav, skal et sådant fastsættes inden en udledning kan startes.			12
Partikeltransport via overfladestømning fra borepladsen	Indvindingsboringer placeres i god afstand fra vandløb og søer	B	●	4.2.11
Udslip af metan og andre klimagasser	1) Målinger af metan, m.m. for at sikre at brønden er tæt 2) Krav om anvendelse af "Reduced emissions completions" (RECs) også kendt som "Green completions".	B	●	4.5
Risici forbundet med nedlukning af boreplads	Overholdelse af Lovgivning for dekommissionering.	B	●	3.4; 4.5; 5.4.4
Spildevand og affaldshåndtering				

Spildevandsbehandling af organiske stoffer	At fraktureringsvæsken består af kemikalier som er bionedbrydelige i renseanlæg.	A	●	4.3
--	--	---	---	-----

Spildevandsbehandling af organiske stoffer	At fraktureringsvæsken består af kemikalier som er bionedbrydelige i renseanlæg.	A	●	4.3
Spildevandsbehandling af uorganiske stoffer ekskl. radioaktive stoffer	Krav om kontrolleret udfældning og behuftning af vand under oplagring.	B	●	4.2.3; 4.3
Affald i forbindelse med flowback vandet	1) Udførelse af udvaskningstests for deponering kan tillades 2) Generel karakterisering af affald indeholdende borespåner 3) Krav om at suspenderet materiale fra flowback vandet håndteres sammen med boreaffaldet.	C	●	4.3.2
Affald i forbindelse med spildevandrensingsprocessen	Eventuel forbehandling og deponering og afbrænding.	C	●	4.3.2
Mængden af affald fra boreprocessen indeholdende metan, organiske tilsætningsstoffer og uorganiske sporstoffer	Overholdelse af udvaskningsgrænseværdien for farligt affald i kystnært deponi.	C	●	4.3.2
Radioaktive stoffer				
Miljøfare ved radon	Ingen, da radon er en gas med kort halveringstid (3,8 dage).	A	●	4.4
Radioaktivitet i spildevand	Løbende overvågning og måling af radium og andre strålingskilder iht tilladelse fra myndighederne.	C	●	4.4
Spildevandsbehandling mht. radioaktive stoffer	1) Sedimentation af suspenderede partikler 2) Sulfatfældning af opløst radium 3) Behandling af udfældet radiumsulfat på egnede renseanlæg.	C	●	4.4

Samlet vurdering ikke mulig

Mere viden ønskværdigt

Udfældninger med indhold af radioaktive stoffer i installationer af rør, pumper, ventiler m.m.	Overvågning af udfældninger og behandling af disse som radioaktivt affald, hvis koncentrationerne overstiger undtagelsesniveauer i den danske lovgivning.	C	●	4.4
Løbende overvågning af radioaktiviteten i fast affald	Udarbejdelse af plan for overvågning, transport, behandling og opbevaring efter gældende regler og myndighedsbehandling.	C	●	4.4
Oplost radium og radon ført op mod grundvandsmagasiner af opadgående formationsvand	Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner.	C	●	3.1; 4.4
Radioaktive stoffer i grundvand og overfladevand	Etablering af et overvågningsprogram som muliggør detektion af forhøjede værdier af radioaktive stoffer i grundvandet og overfladevand.	C	●	4.4
Landskabspåvirkninger og trafik				
Påvirkningen på landskabet	1) Analyse af fremtidig synsmæssig oplevelse for boring igangsættes 2) Udnyttelse af multihorizontale brøndanlæg 3) Lokalisering af borerer tæt på overordnet vejnet 4) Analyse af borelandskabets betydning for landskabskarakteren	C	●	5.3
Visuel påvirkning	Kammulering af borepladsen ved at udnytte landskabets	B	●	5.4
Lys og støj	1) Lavtryksnatriumlamper, retning nedad, højden begrænses til 8 meter 2) Opsætning af støjskærme.	B	●	5.4.1
	3) Kørsel med tiere aksler på materiale-transporter til/tra borerer; 4) Kørsel med tunge køretøjer på veje der er bygget til det 5) Vandtilførsel via rør fra en lokal boring så tankbiler ikke skal levere vand			

A = Nok viden til at lave en vurdering; B = Mere viden ønskværdig; C = Mere viden afgørende nødvendig

● = Risici/farer som skal adresseres for indvinding af skiferogas; ● = Forventet minimale risici/farer; ● = Ingen forventet risici/farer; ● = Samlet vurdering ikke mulig

Resultat af risikoscreeningen

- Totalt identificeredes **36 farer og risici** fordelt på fem kategorier:
 - 1) kompromittering af brøndintegriteten
 - 2) miljøpåvirkninger
 - 3) spildevand og affaldshåndtering
 - 4) radioaktive stoffer og
 - 5) landskabspåvirkninger og trafik
- Vidensniveauet vurderes til at være tilstrækkeligt for **10** af disse
- Mere viden er ønskværdig for **12**
- Mere viden er afgørende nødvendig i de resterende **14** tilfælde

Risici som ikke forventes at udgøre en forventet fare

- 1) Metan i drikkevandsboringer
- 2) Oliestoffer i formationsvand
- 3) Spildevandsbehandling af organiske stoffer
- 4) Miljøfare ved radon

Mere viden nødvendigt for...

I en ikke-prioriteret rækkefølge:

- 1) Påvirkningen af landskabet
- 2) Potentiel grundvandsforurening
- 3) Mulige påvirkninger af overfladevand fra udledning af spildevand
- 4) Radioaktivitet (i spildevand, spildevandsbehandling, fast affald og udfældninger fra rør, pumper, ventiler m.m.)
- 5) Affalds-håndtering af borespåner m.m. samt
- 6) Risici forbundet med nedlukning af borepladser

Afværgeforanstaltninger

Tabel 2. Samlet vurdering af diverse identificerede potentielle risici og farer samt afværgeforanstaltninger. Det skal understreges, at tabel 2 er en oversigtstabel som er anvendelig til et hurtigt overblik, men det er afgørende nødvendigt at konsultere de specifikke afsnit, som er angivet i tabel 2, for at få det fulde overblik.

Potentiel risici/farer	Afværgeforanstaltning	Risikoeniveau	Forventet betydning	Afsnit
Problemer med brøndintegriteten				
Pludseligt tab af brøndintegritet og blowouts	Tryktest af brønden før frakturering og installering af en blowout preventer.	A	●	3.4
Brud på brøndintegriteten over tid	Kontrol ved en cement-bånd-log og andre logs.	B	●	
Induceret seismicitet og brøndintegritet	Brønde placeres væk fra kendte forkastninger, løbende seismisk monitoring under fraktureringen, øjeblikkeligt fraktureringsstop ved rystelser hvor $M_L > 1,7$.	B	●	3.3; 3.4
Brøndintegritet efter nedlukning	Overholdelse af Lovgivning for dekommissionering.	B	●	3.4
Miljøpåvirkninger				
Vandforbrug og vandressourcer	Hensyntagen til lokale hydrologiske forhold via basislinjestudier, modellering og monitoring.	B	●	3.1; 4.1.1-2
Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur	Undgå indvinding hvor vandløb er < 2 m brede, samt områder, hvor der er registreret grundvandsafhængig natur.	A	●	4.1.3-4
Sprækkedannelse	Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner.	C	●	3.2
Potentiel grundvandsforurening	1) For at undgå spild som kan nedslive, skal håndtering, blanding m.m. af fraktureringstvæsker ske på befæstede arealer med afløb til lukket system 2) Undgå brud på brøndintegriteten.	C	●	4.2.4-6; 4.2.12-13
Mulige miljøpåvirkninger af miljøfremmede organiske stoffer i grundvandsmagasiner	1) Overvågning af brøndintegritet og hurtig aktion ved spild på jorden 2) Overvågning af udvalgte miljøfremmede stoffer i grundvand.	B	●	4.2.5-7; 4.2.12-13
Mulige påvirkninger af uorganiske stoffer i grundvand	1) Overvågning af brøndintegritet og hurtig aktion ved spild på jorden 2) Løbende online måling af elektrisk ledningsevne i grundvand, som vil afsløre uorganisk udslip/spild. Suppleret med målinger af udvalgte makroioner og spormetaller.	A	●	4.2.5-6; 4.2.8; 4.2.12-13
Metan i drikkevandsboringer	Særlig iltning/hufning af grundvand på vandværk	A	●	4.2.9
Mulige påvirkninger af metan i grundvand fra skifegasproduktion	1) Løbende måling af metan indholdet i grundvand 2) Advarsel om risiko ved metanindhold på over 10 mg/L 3) Krav om øjeblikkelig handling ved metanindhold på 28 mg/L.	B	●	4.2.9
Mulige påvirkninger af jord ved spild	1) Befæstet areal med kontrolleret afløb 2) Sikkerhedsprocedurer for spild både på jord ifm. med borepladsen og jord ifm. transport.	B	●	4.2.5; 4.2.10
Mulige påvirkninger af overfladevand af udledning af	1) Krav om at stoffernes miljøprofil indgår i sammensætningen af	C	●	4.2.11-

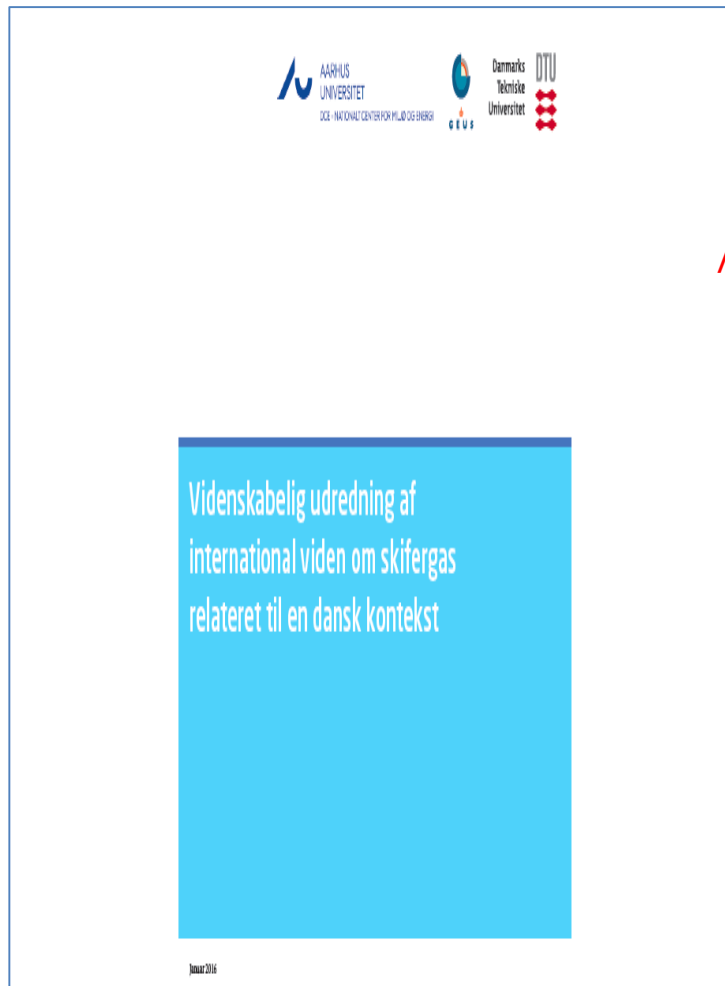
Afværgeforanstaltninger før en evt. boring

- Analyse af den **fremtidige synsmæssige oplevelse** af borepladsen og infrastruktur placeret i landskabet
- Bestemmelse af en basislinje for indholdet af relevante **uorganiske stoffer** og **miljøfremmede organiske stoffer** for overfladevand og grundvand
- Grundig **biologisk, fysisk og kemisk beskrivelse** af forholdene i de akvatiske økosystemer, der ligger i boringsområdet
- Baseline karakterisering og monitorering af **grundvandets indhold af metan** og denne metans kemiske og isotopiske sammensætning
- Detaljerede **kortlægninger af sprækker og forkastninger** i skifegasområderne
- Etablering af et **overvågningsprogram**, som bl.a. muliggør detektering af eventuelt **forhøjede værdier af radioaktive stoffer** i grundvand og overfladevand

Afværgeforanstaltninger under en evt. boring

- Anvendelse af såkaldte "**blowout preventers**", **tryktest af brønden og cement-bond-log (CBL)** til at undgå blowouts, kompromittering af brøndintegriteten)
- De **kemiske stoffers miljøprofil** bør indgå i valget af boremudder og fraktureringskemikalier
- **Behandling af spildevand** fra skifergasproduktion på anlæg, der kan håndtere høje salt koncentrationer
- Løbende **måling af radium og radon** i spildevandet
- Plan for **forbehandling af affald** før en endelig deponering

Tak for opmærksomheden



Download fra

<http://www.dtu.dk/Samarbejde/Raadgivning/Forskningsbaseret-raadgivning-til-staten/Faglige-omraader/Skifergas>



sfh@env.dtu.dk