

FRACKING und die Folgen für Mensch, Umwelt und Klima



GREENPEACE

Hintergrundpapier

Fracking und die Folgen für Mensch, Umwelt und Klima

1. Was genau ist Fracking?	3
1.1 Unterschiedliche Gasvorkommen	3
1.2 Fracking bleibt Fracking	4
2. Die Ist-Situation in Deutschland	5
2.1 Wo in Deutschland gibt es „frackbare“ Gasvorkommen?	5
2.2 Gesetzliche Vorgaben für Fracking in Deutschland	7
3. Mit Fracking einhergehende Risiken	8
3.1 Großflächige Industrialisierung	8
3.2 Chemikalieneinsatz, Bohrabwässer und Kontaminationsgefahr	9
3.3 Immenser Wasserverbrauch	11
3.4 Zusammenfassung Ressourcenverbrauch	12
3.5 Methanemissionen befeuern Erderhitzung	12
3.6 Erdbebenrisiko und Gebäudeschäden	13
3.7 Gesundheitsrisiken	14
4. Positionen internationaler Institutionen	14
5. Fazit: Fracking ist immer und überall eine schlechte Idee	16

Impressum Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg,
T 040 30618-0, mail@greenpeace.de, www.greenpeace.de **Politische**
Vertretung Berlin Marienstr. 19-20, 10117 Berlin, T 030 308899-0
V.i.S.d.P. Anike Peters **Autor** Andy Gheorghiu **Fotos** (2): Les Stone/Greenpeace
Produktion Ute Zimmermann **Stand** 02/2023; S 0434 1

Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Seit Ausbruch des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine sind Debatten über die Versorgung mit Energie und Rohstoffen neu entfacht. Hierzulande mehren sich auch die Stimmen derer, die den Einsatz der umstrittenen Fracking-Methode zur Förderung von Öl und Gas fordern. Dieses Hintergrundpapier erklärt, wie Fracking funktioniert, welche Auswirkungen und Risiken damit verbunden sind und warum das aktuelle Fracking-Verbot in Deutschland bestehen bleiben sollte.

1. Was genau ist Fracking?

Hydraulic Fracturing (abgekürzt Fracking) ist eine technische Methode, um Kohlenwasserstoffe (Öl und Gas) aus tiefen Gesteinsschichten zu fördern. Zunächst wird ein Bohrloch vertikal bis in die öl- oder gasführende Gesteinsschicht abgeteuft (d.h. gebohrt) und dann oftmals horizontal abgelenkt. Anschließend werden Millionen Liter Wasser, gemischt mit Quarzsand und Chemikalien, unter hohem Druck in die Gesteinsschicht verpresst, um Risse zu erzeugen. Erst durch die Schaffung dieser Risse oder Wegsamkeiten ist eine produktive Förderung von Öl und Gas möglich.¹ Fracking wird eingesetzt, um Kohlenwasserstoffe aus sogenannten unkonventionellen Lagerstätten² zu fördern.

1.1 Unterschiedliche Gasvorkommen

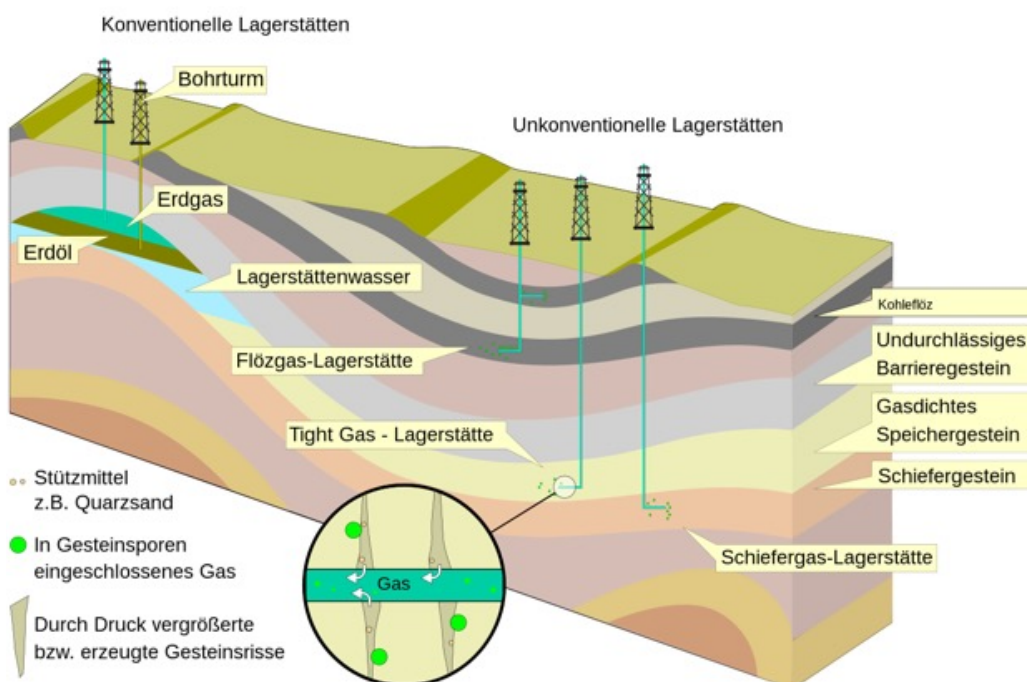


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der Öl-/Gasförderung in sogenannten konventionellen und unkonventionellen Lagerstätten³

In der öffentlichen Debatte wird häufig zwischen „konventionellen“ und „unkonventionellen“ Gas- und Ölvorkommen unterschieden. Das ist irreführend, denn alle Öl- und Gasvorkommen sind Kohlenwasserstoffe. „Unkonventionell“ bezieht sich nicht auf die Eigenschaften oder die Zusammensetzung des Öls oder Gases, sondern auf Lagerstätten und Gesteinsformationen, aus denen es gefördert werden könnte.

Sogenannte **konventionelle Vorkommen** sind Erdöl- und/oder Erdgasvorkommen in Formationen mit hoher Durchlässigkeit. Die Öl- und Gasvorkommen stammen aus einem sogenannten Muttergestein, sind aber mit der Zeit Richtung Oberfläche gewandert und wurden dann von einem undurchlässigen Deckgestein (sogenanntem Speicherstein) eingeschlossen. Die Gewinnung ist relativ leicht, ohne dass Fracking unbedingt erforderlich ist. Um jedoch die Produktion anzukurbeln, wird auch in solchen Lagerstätten durch „Mini-Fracking“ nachstimuliert.

Als **unkonventionelle Vorkommen** werden Öl- und Gasvorkommen bezeichnet, die in weniger oder schwer durchlässigen geologischen Formationen eingeschlossen sind. Dazu gehören Schieferöl und -gas, sogenanntes Tight Oil und Tight Gas (Öl und Gas in Sandsteinschichten) sowie Kohleflözgase (Coalbed Methane – CBM). Aufgrund der Porosität, der Durchlässigkeit, des Mechanismus zum Einschluss von Flüssigkeiten oder anderer Merkmale der geologischen Lagerstätte oder der tragenden Gesteinsformation ist hier eine Öl- oder Gasförderung nur mit speziellen Stimulierungstechniken wie Hydraulic Fracturing möglich. Sogenanntes „**unkonventionelles Gas**“ ist also der Sammelbegriff für Schiefergas, Tight Gas und Kohleflözgase.

1.2 Fracking bleibt Fracking

Mit der Fracking-Technik können also Erdgas wie auch Erdöl in verschiedenen Tiefen und Lagerstätten (z.B. Schiefer-/Sand- und/oder Kohleflözgesteine) erschlossen werden. Die damit verbundenen Gefährdungen und Risiken entstehen bei der Erdgas- und Erdölförderung und unabhängig von der Lagerstätte.

Seit Beginn der Debatte um Fracking in Deutschland und Europa haben u.a. das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW)⁴, der Wissenschaftliche Dienst des Europäischen Parlamentes⁵ und auch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)⁶ Tight-Gas-Lagerstätten als unkonventionelle Lagerstätten definiert.

Die Bundesregierung hat sich jedoch dafür entschieden, Fracking in Sandstein zur Tight-Gas-Förderung als „konventionelles Fracking“ zu definieren. Diese Definition entbehrt aber einer wissenschaftlichen Grundlage. Es gibt kein „konventionelles oder unkonventionelles Fracking“, das sich in Verbindung mit einer bestimmten Gesteinsschicht definieren ließe. Als „unkonventionell“ werden durchgängig Lagerstätten bezeichnet, die der Stimulation, d.h. des Frackings, zwecks Förderung der Kohlenwasserstoffe bedürfen. Aus diesem Grund wäre eine rechtliche Gleichbehandlung von Fracking in Sandstein zur Tight-Gas-Förderung geboten. Dies ist in Deutschland aktuell allerdings nicht gegeben.

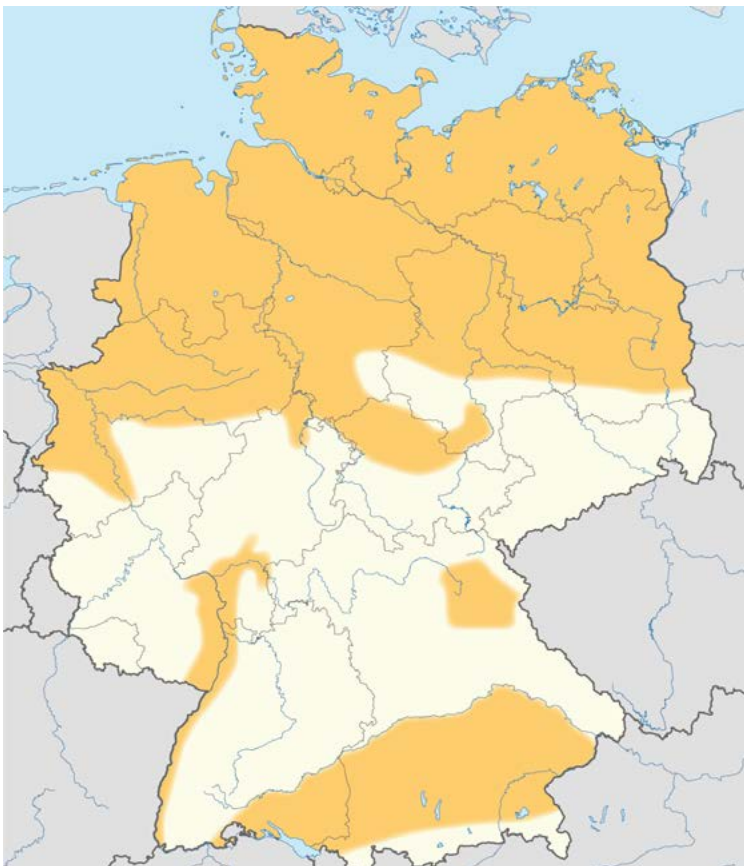
2. Die Ist-Situation in Deutschland

2.1 Wo in Deutschland gibt es „frackbare“ Gasvorkommen?

Wenn hier im weiteren Verlauf von Fracking, frackbaren Vorkommen und Ähnlichem die Rede ist, dann bezieht sich dies auf Fracking von Schiefergas.

Schiefergasschätzung 2012

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) schätzte 2012 in einem ersten Bericht das Erdgaspotenzial aus dichten Tongesteinen (Schiefergas im Unterkarbon, Posidonien-schiefer, Wealden) in Deutschland ein.⁷ Vor allem in Norddeutschland (Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein) wurden gewinnbare Mengen vermutet. Mögliche Schiefergasvorkommen wurden allerdings damals auch in anderen Bundesländern ausgewiesen (z.B. Sachsen-Anhalt, Hessen und Baden-Württemberg) und entsprechende Bergbauberechtigungen wurden erteilt. Zum damaligen Zeitpunkt waren große Landesflächen von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit Bergbauberechtigungen überdeckt - in NRW über 60 Prozent.⁸ Nach Einführung des Fracking-Verbotes in Deutschland (siehe Kapitel 2.2) wurden die meisten nicht mehr verlängert. Die BGR kam im Mittel auf technisch gewinnbare Vorkommen von 1,3 Billionen m³ in Tiefenlagen zwischen 1 und 5 km im Untergrund.



Karte 1: Gebiete mit Schiefergaspotenzialen in Deutschland nach BGR-Schätzung 2012

Schiefergasschätzung 2016

Eine aktualisierte Version des BGR-Berichtes wies vier Jahre später eine korrigierte förderbare Schiefergasschätzung im Mittel von 800 Mrd. m³ in Tiefenlagen von 1 – 5 km bzw. 940 Mrd. m³ in Tiefenlagen von 500 m – 5 km aus.⁹ Gegenüber dem früheren Bericht (geschätztes förderbares Schiefergasvorkommen 1,3 Billionen m³) sind die möglichen Vorkommen in der Fläche deutlich geschrumpft und betreffen nun vor allem Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, den Oberrhein-graben und Rügen in Mecklenburg-Vorpommern.

Bei einem aktuellen Verbrauch von rund 90 Mrd. m³ Gas jährlich würden diese vermuteten technisch förderbaren Mengen Deutschlands aktuellen Bedarf für ca. 10 Jahre decken.



Karte 2: Gebiete mit Schiefergaspotenzialen in Deutschland nach BGR-Schätzung 2016¹⁰

2.2 Gesetzliche Vorgaben für Fracking in Deutschland

Nach mehreren Jahren der intensiven Auseinandersetzung wurde Fracking in Schiefer- und Kohleflözgesteinsschichten im Jahr 2016 in Deutschland gesetzlich verboten (siehe § 13 a Wasserhaushaltsgesetz)¹¹. Das Errichten von Fracking-Anlagen und das Entsorgen von Fracking-Abwässern ist zudem in (allerdings nicht unterhalb von) Naturschutzgebieten (§ 23 Bundesnaturschutzgesetz) und Nationalparks (§ 24 Bundesnaturschutzgesetz) sowie Natura 2000-Gebieten (§ 33 Bundesnaturschutzgesetz) verboten. Fracking in Sandstein dagegen ist nach wie vor erlaubt. Laut dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Hannover (LBEG) fanden seit 1961 mehr als 320 Fracks (hauptsächlich in Sandsteinlagerstätten zur Tight-Gas-Förderung) statt. Die letzte Frack-Maßnahme wurde 2011 durchgeführt.¹²

Gleichzeitig wurden vier Fracking-Probebohrungen auch in Schiefer- und Kohleflözgesteinsschichten erlaubt. Die Erlaubnisse hierfür obliegen den Landesregierungen. Zudem setzte die Bundesregierung die Expertenkommission Fracking¹³ ein, die diese Probebohrungen wissenschaftlich begleiten und dem Bundestag die Erfahrungsberichte hierzu übermitteln sollte. Auf Grundlage dieser Erfahrungsberichte sollte der Bundestag den Rechtsrahmen im Jahr 2021 neu evaluieren. Da Probebohrungen allerdings nie beantragt wurden und die hauptsächlich in Frage kommenden Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen bis heute Fracking inklusive Probebohrungen ablehnen¹⁴, konnte die Expertenkommission lediglich Literaturrecherche betreiben. Den finalen Bericht legte die Kommission 2021¹⁵ vor, vernachlässigte darin jedoch wesentliche, mit Fracking verbundene Risiken. So thematisiert der Bericht weder die notwendige Industrialisierung, noch die Folgen des absehbaren Wasserverbrauchs oder die mit Fracking verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen. Das "Compendium of Scientific, Medical and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking"¹⁶ wird lediglich im Gutachten für Monitoringkonzepte für Grundwasser und Oberflächengewässer¹⁷ als Quelle hinzugezogen, die Erkenntnisse werden aber nicht prominent hervorgehoben. Dabei greift diese umfangreiche Analyse der Concerned Health Professionals of New York (CHPNY) auf über 2.000 Studien und wissenschaftliche Artikel aus den Jahren 2014 bis 2022 zurück, die negative Klima-, Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen von Fracking beleuchten. Die Concerned Health Professionals of New York sind eine Initiative von Gesundheitsfachleuten, Wissenschaftler:innen und medizinischen Organisationen, die wissenschaftlich fundierte Bedenken über die Auswirkungen von Fracking auf die öffentliche Gesundheit und Sicherheit äußern. CHPNY stellt Aufklärungsmaterial zur Verfügung und setzt sich dafür ein, dass die sorgfältige Berücksichtigung der Wissenschaft und der gesundheitlichen Auswirkungen in der Fracking-Debatte im Vordergrund steht.

3. Mit Fracking einhergehende Risiken

Fracking birgt eine Vielzahl von Risiken. Im folgenden Kapitel werden diese im Einzelnen betrachtet. Dabei wird zum einen auf Untersuchungen und Erfahrungen aus Ländern, in denen Fracking in großem Maßstab angewendet wird, zurückgegriffen. Zum Anderen wird auf die Ergebnisse vom Umweltbundesamt (UBA) eingegangen, das sich u.a. 2014 in einem sehr umfangreichen Gutachten explizit mit der Frage der Folgewirkungen und des notwendigen Ressourcenverbrauchs im Falle einer möglichen Förderung der vermuteten Schiefergasvorkommen in Deutschland auseinandersetzt.¹⁸

3.1 Großflächige Industrialisierung

Eine der wesentlichen Auswirkungen, die in der aktuellen Fracking-Debatte zumeist ausgeblendet wird, ist die notwendige großflächige Industrialisierung möglicher Fördergebiete, die sich größtenteils im ländlichen, aber dennoch dicht besiedelten Raum in Deutschland befinden.

Auf Grundlage des vom BGR geschätzten Schiefergaspotenzials aus dem Jahr 2012 hat das UBA 2014 errechnet, dass zur Förderung des vermutlich technisch förderbaren Volumens rund **48.000 Bohrungen auf rund 9.000 km²** Fläche benötigt werden. Zum Vergleich: Laut Jahresbericht des Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)¹⁹ wurden im Jahr 2012 insgesamt rund 60 Erdöl- und Erdgasbohrungen (Aufsuchungs- und Produktionsbohrungen) neu vorgenommen. Diese fanden mehrheitlich in Sandsteinschichten statt. Der Jahresbericht 2021 listet insgesamt weniger als 20 neue Bohrungen.

Das UBA hat daher in unterschiedlichsten Szenarien, die sich aus Bohrplatzabständen von 500, 1.200 und 3.000 Metern ergaben, die Umweltauswirkungen und den Ressourcenverbrauch in einem exemplarischen Erschließungsgebiet von 260 km² analysiert. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass von einem Bohrplatz aus mehrere Bohrungen abgeteuft werden können. Aus den USA sind sogenannte Cluster-Bohrplätze von 4 - 8 Bohrungen in der Marcellus Shale Formation bekannt, die Industrie spricht von Bohrplätzen, die über 20 Bohrungen ermöglichen und verweist auf einen Mega-Cluster-Bohrplatz, der künftig in der Permian-Formation über 60 Bohrungen ermöglichen soll.²⁰

Flächenverbrauch

Jeder Bohrplatz - so nimmt das UBA an - ist zwischen 5.000 und 10.000 m² groß. Dies entspricht in etwa der Größe eines Fußballplatzes (7.140 m²). Je nach Szenario geht das UBA von einem Flächenverbrauch von 87 bis 1456 Hektar in einem Erschließungsgebiet von 260 km² aus. 1456 Hektar entsprechen ungefähr der Fläche des Flughafens München. Das UBA verweist darauf, dass bei einer derart hohen Flächeninanspruchnahme der Verlust von Freiflächen die Wohnqualität in den betroffenen Gebieten beeinflussen würde.

LKW-Fahrten

Je Bohrplatz fallen schätzungsweise 24.000 – 48.000 LKW-Fahrten innerhalb von 5 - 30 Jahren an. Pro Erschließungsgebiet (260 km²) werden 1,4 – 17,5 Millionen Fahrten (hauptsächlich in den Frühentwicklungsphasen für den Transport von Wasser, Sand und Chemikalien sowie auch den Abtransport von Bohrabwässern und -schlämmen) angenommen.

3.2 Chemikalieneinsatz, Bohrabwässer und Kontaminationsgefahr

Der Bedarf an Additiven (Chemikalien) reicht von 700.000 bis 2.400.000 Litern je Bohrplatz. Für das angenommene Erschließungsgebiet könnten es je nach Szenario 100 – 500 Millionen Liter werden.

Laut dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) können Chemikalien - je nach Lagerstätte - 2 bis 5 Prozent der Gesamtflüssigkeit beim Fracking ausmachen - wobei in Deutschland maximal der Einsatz von "schwach wassergefährdenden" Substanzen erlaubt ist.²¹ FracFocus, die freiwillige US-Frackingchemikaliendatenbank gibt den Anteil der eingesetzten Chemikalien auf durchschnittlich 0,2 – 2 Prozent pro Fracking-Vorgang an.²² Das Gutachten der Expertenkommission Fracking zu den Monitoringkonzepten für Grundwasser und Oberflächengewässer verweist darauf, dass auch Additive zum Einsatz kommen, die u.a. in Haushaltsreinigern, Farben und Kosmetika verwendet werden. Gleichzeitig muss die Expertenkommission eingestehen, dass eine hohe Anzahl an Chemikalien eingesetzt wird, für deren Großteil eine finale Angabe zur Toxizität fehlt. Eine Untersuchung der Yale School of Public Health (Elliott et al., 2017) hat herausgefunden, dass 157 von 240 untersuchten Substanzen als reproduktionsstörend oder entwicklungsverzögernd gelten.²³

Die umfangreichste Sammlung der Auswirkungen von Fracking, das "Compendium of Scientific, Medical and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking" (publiziert von den Concerned Health Professionals of New York, den Physicians for Social Responsibility sowie dem Science & Environmental Network), verweist beim Thema Chemikalien auf folgende Erkenntnisse:

*"Dennoch sind von den mehr als 1.000 Chemikalien, die nachweislich in Fracking-Flüssigkeiten enthalten sind, schätzungsweise 100 als Umwelthormone bekannt und wirken als Fortpflanzungs- und Entwicklungstoxika, und mindestens 48 sind potenziell krebserregend. Hinzu kommen Schwermetalle, radioaktive Elemente, Sole und flüchtige organische Verbindungen (VOC), die in tiefen geologischen Formationen natürlich vorkommen und mit der Rückflussflüssigkeit aus der Fracking-Zone nach oben getragen werden können. In einer Studie aus dem Jahr 2020 wurden 1.198 Chemikalien in Öl- und Gasabwässern ermittelt, von denen für 86 Prozent keine ausreichenden Toxizitätsdaten für eine Risikobewertung vorlagen. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2021 ergab, dass hochgiftige Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS oder so genannte „forever chemicals“) zwischen 2012 und 2020 in mindestens 1.200 Öl- und Gasbohrungen in sechs Bundesstaaten Bestandteil von Fracking-Flüssigkeiten waren."*²⁴

Das Umweltbundesamt (UBA) verweist im 2014er Gutachten darauf, dass die chemischen Zusätze toxische, allergene, krebserregende und das Erbgut verändernde Substanzen enthalten können.²⁵ Auf eine schriftliche Anfrage hin²⁶ teilte das UBA im Oktober 2022 mit, dass die Empfehlung der Einführung eines verbindlichen Frackingchemikalienkatasters in Deutschland bislang nicht umgesetzt worden sei. Darüber hinaus gäbe es für Deutschland keine entsprechende Liste von Fracking-Chemikalien, die als maximal „schwach wassergefährdend“ bzw. „nicht wassergefährdend“ eingestuft seien.

Nach dem Frack-Vorgang und vor der eigentlichen Förderung der Kohlenwasserstoffe gelangen Bohrabwässer an die Oberfläche. Sie bestehen aus einem Anteil des verpressten Wassers, gemischt mit den Additiven (Chemikalien) sowie natürlich im Untergrund befindlichem toxischen Lagerstättenwasser²⁷ und werden meist durch Wiederverpressen in den Untergrund entsorgt. Diese Abwässer nennt man Flowback. Pro Bohrplatz fallen laut UBA-Berechnungen 12 – 38,4 Millionen Liter Flowback an. Das exemplarische Erschließungsgebiet von 260 km² würde 1,1 Milliarden – 8,7 Milliarden Liter zu entsorgendes toxisches Flowback generieren. Wissenschaftler:innen aus Deutschland, Österreich, den USA und Kanada verwiesen 2015 auf folgende wesentliche Aspekte der Förderabwässer:

„[...] Flowback- und Formationswasser treten weitgehend als Gemische auf und können nicht getrennt werden. Darüber hinaus sind die in Flowback und Formationswasser enthaltenen Chemikalien bei weitem noch nicht vollständig charakterisiert und verstanden. Selbst wenn Fracking-Zusatzstoffe vollständig deklariert würden, sind zusätzliche Forschungen erforderlich, um die Umwandlungsprodukte im Untergrund, die geogenen Stoffe und ihre Gesamttoxizität zu beschreiben, die alle standortspezifisch sind. Auch gibt es nicht immer bewährte oberirdische Lösungen für die Behandlung von Flowback-Wasser, insbesondere dann nicht, wenn Flowback zwangsläufig mit stark salzhaltigen Formationswässern vermischt wird.“²⁸

Insbesondere bei einer Zunahme von Bohrplätzen und LKW-Fahrten besteht das Risiko der Kontamination von Gewässern (durch Unfälle, Leckagen sowie einer erhöhten Menge an zu entsorgenden toxischen Abwässern). Eine NDR-Recherche²⁹ hat Ende 2022 nachgewiesen, dass aktuell in Deutschland rund 70 Prozent des Lagerstättenwassers aus der Erdgas- und Erdölförderung in Flüssen landet. Die Folge sind Salzgehalte, die teilweise drei Mal höher sind als ein guter Flusszustand erlauben sollte. Auch ein Zwischenfall im niedersächsischen Emlichheim verdeutlicht das reale Risiko: Zwischen 2014 und 2018 waren hier im Erdölförderfeld von Wintershall DEA unbemerkt bis zu 220 Millionen Liter Lagerstättenwasser ausgetreten.³⁰ Die Zahl solcher Vorfälle wird sich bei mehreren Hundert oder Tausend Bohrungen entsprechend erhöhen. Ein weiterer Risikofaktor sind Leckagen, die durch undichte Bohrungen verursacht werden und aus denen sowohl Methan als auch Chemikalien oder toxische Abwässer entweichen können.³¹

3.3 Immenser Wasserverbrauch

Je nach Standort und geologischen Gegebenheiten beträgt der angenommene Wasserverbrauch 10 – 20 Millionen Liter pro Fracking-Bohrung. Abhängig vom Szenario hat das UBA kalkuliert, dass der Wasserverbrauch pro Erschließungsgebiet 5,6 – 43,7 Milliarden Liter betrage. Bei einem durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch von rund 130 Liter pro Tag entspricht das dem Wasserverbrauch von rund 44 – 340 Millionen Menschen. In den USA sind sogar Wasserverbräuche von bis zu 42,5 Millionen Liter pro Bohrung dokumentiert worden.³²

Das Umweltbundesamt warnte bereits 2014 vor möglichen Auswirkungen:

„Der [...] Wasserbedarf bei der unkonventionellen Gasförderung (sowohl Schiefer- wie Tightgasförderung) übersteigt in einigen Regionen Niedersachsens den vielfach schon heute als kritisch angesehenen Wasserbedarf für die landwirtschaftliche Beregnung so deutlich, dass an dieser Stelle eine hohe Wahrscheinlichkeit von Nutzungskonflikten zwischen Erdgasförderung und Landwirtschaft zu konstatieren ist. Dies, zumal mit fortschreitendem Klimawandel und zunehmend trockeneren Sommern auch die Notwendigkeit von landwirtschaftlicher Beregnung in heute noch weniger dürregefährdeten Regionen zunehmen wird.“³³

Die Dürren der vergangenen Jahre haben die Situation massiv verschärft. Ein großflächiger Einsatz von Fracking in Deutschland dürfte die Problematik und die Konkurrenz mit der Landwirtschaft sowie der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung signifikant erhöhen und zu Spannungen führen.

3.4 Zusammenfassung Ressourcenverbrauch

Tabellarische Übersicht über die Auswirkungen von Fracking laut UBA-Gutachten 2014³⁴

Schiefergasförderung	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Gesamtgebiet der Erschließung in km ²	260 km ²	260 km ²	260 km ²
Bohrplatzabstand in m	500 m	1.200 m	3.000 m
Bohrplatzfläche in ha	1.456 ha	360 ha	87 ha
Anzahl Bohrungen	4.368	1.152	348
Wasserbedarf in m ³	43,7 Mio.	17,3 Mio.	5,6 Mio.
Gesamtadditivbedarf in m ³	0,5 Mio.	0,2 Mio.	0,1 Mio.
Gesamtflowback in m ³	8,7 Mio.	3,5 Mio.	1,1 Mio.
LKW-Fahrten	17,5 Mio	4,6 Mio	1,4 Mio

Szenarien und Ressourcenverbrauch in Verbindung mit Schiefergasfracking (basiert auf UBA 2014, Tab. 9, Arbeitspaket 7, AP7 - 36)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein „Hochfahren“ der Schiefergasförderung mittels Fracking innerhalb der nächsten Jahre mit erheblichen Ressourcenverbräuchen, Nutzungskonflikten und negativen Umweltauswirkungen verbunden wäre.

3.5 Methanemissionen befeuern Erderhitzung

Berücksichtigt man neben den beim Verbrennen entstehenden CO₂-Emissionen auch die bei Förderung, Transport und Lagerung anfallenden Methanleckagen, fällt die Klimabilanz von Erdgas – insbesondere von geacktem Erdgas – so schlecht wie die von Kohle aus.³⁵ Gemäß einer Studie des weltweiten Schiefergas-Methanexperten Prof. Howarth von der Cornell Universität ist die Schiefergas- und Ölförderung der letzten zehn Jahre in Nord-Amerika für mehr als die Hälfte aller weltweit gestiegenen Methan-Emissionen aus fossilen Brennstoffen in dieser Zeit verantwortlich. Gleichzeitig stiegen laut Howarth hierdurch die gesamten Emissionen aus allen Quellen weltweit in den letzten zehn Jahren um etwa ein Drittel.³⁶ Dies ergibt sich aus der besonders klimaschädlichen Wirkung von fossilem Methan, das über 20 Jahre bis zu 108-mal stärker wirkt als CO₂.³⁷ Eine weitere Methanquelle sind nicht mehr betriebene Bohrungen, die undicht sind. Eine Studie aus 2020 fand heraus, dass die jährlichen Methanemissionen aufgegebener Bohrungen signifikant unterschätzt werden - um das 20fache in den USA und das 150fache in Kanada.³⁸

Satellitendaten bestätigen insgesamt die Methanemissionsintensität in Nordamerika.³⁹ Damit trägt Fracking wesentlich zur Erderhitzung bei. Bei einer Methanleckagerate von rund 3 Prozent gilt fossiles Gas sogar als klimaschädlicher als Kohle.⁴⁰

Das von der deutschen Expertenkommission Fracking in Auftrag gegebene Gutachten zu Methanemissionen listet Studien mit Methanemissionsobergrenzen von bis zu 17 Prozent auf.⁴¹ In ihrem finalen Bericht geht die Kommission von durchschnittlichen Leckageraten von 2 bis 4 Prozent bei der Förderung von sogenannten unkonventionellen Vorkommen in Deutschland aus – womit die Klimawirksamkeit der gewonnenen Kohlenwasserstoffe mit der von Kohle gleichzusetzen wäre.

Methan trägt vor allem kurzfristig signifikant zur Erhitzung der Erde bei. Entsprechend ist die Reduktion der Methanemissionen eine der am schnellsten wirksamen Maßnahmen, um das Aufheizen der Atmosphäre einzudämmen und somit dazu beizutragen, dass Klimakippunkte – wie z.B. das Auftauen von Permafrostböden – nicht überschritten werden.

3.6 Erdbebenrisiko und Gebäudeschäden

Sowohl der Fracking-Vorgang selbst als auch das Verpressen von Fracking-Abwässern kann künstliche Erdbeben verursachen. In den USA, Kanada und Argentinien betragen die mit dem Fracking-Vorgang in Verbindung gebrachten größten Erdbeben Stärken von rund 4 auf der Richterskala. Das Entsorgen von Abwässern produzierte in den USA sogar Erdbeben mit einer Stärke von rund 6.⁴² Durch Fracking-Vorhaben ausgelöste Erdbeben töteten 2019 in China zwei Menschen und verletzten weitere zwölf Personen – massive Proteste waren die Folge.⁴³

Gebäudeschäden durch Erdbeben und Bodenabsenkungen sind auch ohne Einsatz von Fracking eine Folge von Gasförderung. So führte die jahrelange Produktion im niederländischen Groningen dazu, dass 80 Prozent der Häuser infolge der Gasförderung beschädigt sind.⁴⁴ Wissenschaftliche Studien machen in diesem Zusammenhang auf die immensen negativen sozialen Auswirkungen wie Vertrauensverlust in die Politik und durch Stress verschlechterte Gesundheit seit Jahren aufmerksam.⁴⁵ Im Kontext der Debatte wird dieser Aspekt allerdings oft vernachlässigt.

Auch in Deutschland kam und kommt es zu Erdbeben und Absenkungen infolge von Gasförderung.⁴⁶ Laut dem vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) im Jahr 2020 veröffentlichten Bericht wurden allein am Erdgasfeld Völkersen seit 2008 insgesamt 21 Erdbeben registriert, die allesamt auf die Gasförderung zurückzuführen sind.⁴⁷ Bürger:innen in Niedersachsen können sich bei Schäden aufgrund von Bergbauaktivitäten seit 2014 an die Schlichtungsstelle Bergschaden wenden.⁴⁸

Weitere Erdbeben (entweder durch den Fracking-Vorgang selbst oder durch die Verpressung von toxischen Abwässern), verbunden mit Gebäudeschäden und möglicherweise langfristigen sozialen Auswirkungen sind absehbar, falls das Fracking-Verbot aufgehoben werden sollte.

3.7 Gesundheitsrisiken

Die Expertenkommission ignoriert die mittlerweile durch mehrere Studien gut dokumentierten negativen Gesundheitsauswirkungen von Fracking.⁴⁹

So sind u.a. Frauen und Kinder von den negativen Auswirkungen des Frackings betroffen. Studien an Müttern, die in der Nähe der Öl- und Gasförderung leben, stellen durchweg eine beeinträchtigte Gesundheit von deren Säuglingen fest, insbesondere erhöhte Risiken für ein niedriges Geburtsgewicht und Frühgeburt. Auch eine erhöhte Fallzahl von Fehlentwicklungen im embryonalen Nervensystem, angeborene Herzfehler sowie Asthma, Krebs und Leukämie-Erkrankungen wurden dokumentiert.⁵⁰

Eine Analyse aller Original-Forschungsarbeiten, die zwischen 2016 und 2018 zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Fracking veröffentlicht wurden, ergab, dass 90 Prozent der Studien einen Zusammenhang zwischen Fracking und Schäden oder potenziellen Schäden feststellten.⁵¹

Auch in Niedersachsen wurde eine ungewöhnlich hohe Krebsrate in den Erdgas- und Erdölfördergebieten festgestellt. Eine vom niedersächsischen Sozialministerium beauftragte und 2019 publizierte Studie, die Krebshäufungen in Wohnnähe zur Erdgasförderung untersucht, kommt u.a. zu dem Schluss, dass ein Zusammenhang möglich ist. Genauere Erkenntnisse können jedoch nur weitere Erhebung von Daten und ein konsequentes Monitoring bringen.⁵²

Die dokumentierten negativen Gesundheitsauswirkungen im Zusammenhang mit Fracking sowie Erdgasförderung stellen – neben möglicher Wasserkontamination, Luftverschmutzung und einem immensen Wasserverbrauch gerade im Hinblick auf zunehmende Dürren – Menschenrechtsverletzungen dar.

4. Positionen internationaler Institutionen

Internationale Institutionen bestätigen die Erkenntnisse über negative Auswirkungen von Fracking seit Jahren.

Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP)

Bereits 2012 veröffentlichte das Umweltprogramm der Vereinten Nationen einen globalen Umweltalarm und kam zu dem Schluss, *„dass Fracking selbst bei ordnungsgemäßer Durchführung Umweltauswirkungen haben kann und dass die bestehenden Vorschriften unzureichend sind.“*⁵³

Permanentes Völkertribunal

Nach über vierjähriger Untersuchung (mit entsprechender Beweismittelführung, Anhörungen von Expert:innen und Betroffenen und Zwischentribunalen) kamen die Richter:innen des Permanenten Völkertribunals zu Fracking, Menschenrechten und Klimawandel im Jahr 2019 zu einer abschließenden Beurteilung.

In der vorläufigen Erklärung der Richter in 2018 heißt es:

„Die Beweise zeigen deutlich, dass die Fracking-Prozesse erheblich zu anthropogenen Schäden, einschließlich des Klimawandels und der globalen Erwärmung, beitragen und mit massiven Verstößen gegen eine Reihe von [...] Menschenrechten einhergehen. [...] Die Beweise zeigen auch, dass die Regierungen im Allgemeinen ihrer Verantwortung nicht nachgekommen sind, die Industrie zu regulieren, um Menschen, Gemeinschaften und die Natur zu schützen. Darüber hinaus haben sie es versäumt, schnell und effektiv auf die Gefahren des Klimawandels im Zusammenhang mit Fracking zu reagieren.“⁵⁴

In der abschließenden Stellungnahme empfehlen die Richter „Fracking zu verbieten“ und „den UN-Sonderberichterstatter für Menschenrechte und Umwelt zu bitten, die Verletzungen der Rechte von Mensch und Natur durch die unkonventionelle Öl- und Gasförderindustrie zu untersuchen“.⁵⁵

Andere internationale Institutionen teilen die Erkenntnisse.

UN-Ausschuss für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (CESR)

Im Oktober 2018 gab der UN-Ausschuss für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (CESR) eine offizielle Warnung bezüglich des Frackings von Schiefergas in Argentinien heraus. Im Abschlussbericht heißt es: „Der Ausschuss ist besorgt darüber, dass das Hydraulic Fracturing-Projekt den Verpflichtungen des Vertragsstaats zum Pariser Abkommen widerspricht – mit negativen Auswirkungen auf die globale Erwärmung und die wirtschaftlichen und sozialen Rechte der Weltbevölkerung und künftiger Generationen“.⁵⁶

Frauenrechtskonvention

Im März 2019 forderte der Ausschuss der Vereinten Nationen zur Beseitigung der Diskriminierung der Frau (Frauenrechtskonvention - CEDAW) die britische Regierung auf, „die Einführung eines umfassenden und vollständigen Verbots von Fracking in Betracht zu ziehen“⁵⁷, um insbesondere Frauenrechte im ländlichen England zu schützen.

UN-Sonderberichterstatter für Menschenrechte und Umwelt

In seinem 2019 erschienenen Safe Climate Bericht empfahl der UN-Sonderberichterstatter für Menschenrechte und Umwelt „die Ausweitung der umweltschädlichsten Arten der Gewinnung fossiler Brennstoffe zu verbieten, einschließlich Öl und Gas, das mittels Hydraulic Fracturing (Fracking), gewonnen wird“.⁵⁸

UN-Menschenrechtsrat

Im Juni 2019 veröffentlichte der UN-Menschenrechtsrat einen Bericht über Klimawandel und Armut, in dem deutlich hervorgehoben wurde, dass „fossile Brennstoffunternehmen der Haupt-

treiber des Klimawandels sind“ und dass „die belegte Bilanz der fossilen Brennstoffeindustrie deutlich macht, dass blindes Vertrauen in gewinnorientierte Akteure Menschenrechtsverletzungen geradezu garantieren würde“.⁵⁹

Irish Centre for Human Rights

Im Mai 2021 hat das Irish Centre for Human Rights in einem Sonderbericht die Menschenrechtsauswirkungen von Fracking dokumentiert und auf die Notwendigkeit eines Verbotes verwiesen.⁶⁰ Der Bericht hebt auch die Bedeutung der im Laufe der Jahre von den Concerned Health Professionals of New York gesammelten und dokumentierten Beweise im Compendium of Scientific, Medical and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking (8. Auflage erschienen im April 2021) hervor.⁶¹ Es ist erstaunlich, dass diese maßgebliche Quelle in der benutzten Literatur für die Berichte der Expertenkommission kaum bis keine Beachtung fand.

5. Fazit: Fracking ist immer und überall eine schlechte Idee

“Unsere Untersuchung hat keinen Beweis dafür erbracht, dass Fracking auf eine Weise praktiziert werden kann, die die menschliche Gesundheit nicht direkt bedroht oder ohne die Klimastabilität zu gefährden, von der die menschliche Gesundheit abhängt.”

Diesem eindeutigen Fazit des “Compendium of Scientific, Medical and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking” ist eigentlich nicht viel hinzuzufügen.

Fast zwei Jahrzehnte des sogenannten Schiefergasbooms haben weltweit tiefe Spuren hinterlassen. Vor allem in Nordamerika, Argentinien, Australien, teilweise auch in China und Russland wurden ganze Landstriche industrialisiert. Die Folgen:

- **Der hohe Wasserverbrauch** gefährdet die Wasserversorgung der Fördergebiete
- Die **Konkurrenz um die kostbare Ressource Wasser** wird generell verstärkt und wird sich bei zunehmenden Dürren weiter verschärfen
- **Klimaschädliches Methan** tritt aus und heizt die Atmosphäre auf
- Hunderte bis **Tausende von Bohrplätzen** nebst Zufahrtsstraßen zementieren Natur und Bodenflächen zu
- Der **Schwerlastverkehr** erhöht sich massiv und mit ihm erhöht sich das Risiko für Verkehrsunfälle
- Das Risiko der **Kontamination von Grundwasser sowie Ober- und Fließgewässern** steigt
- **Erdbeben und Erdabsenkungen**, die mit Gebäudeschäden einhergehen, haben teilweise Langzeitfolgen für die betroffenen Besitzer:innen

- Die **Gesundheit**, insbesondere der Menschen, die in der Nähe von Öl-/Gasförderanlagen leben, wird bedroht und leidet
- Dokumentierte und voraussichtliche **Menschenrechtsverstöße** veranlassten UN-Institutionen die Notwendigkeit des Verbots von Fracking hervorzuheben

Ein deutscher Einstieg in diese Technik wäre, egal aus welcher Perspektive betrachtet, absurd. Denn in der aktuellen Lage kann das Fracking von deutschen Gasvorkommen keinen signifikanten Beitrag leisten. Viel zu aufwendig sind die vorher notwendigen Sondierungs- und Vorbereitungsarbeiten und der Aufbau der notwendigen flächendeckenden Infrastruktur. Um nennenswerte Mengen an Fracking-Gas zu fördern, müssten hunderte, wenn nicht tausende Bohrlöcher hergestellt werden. Dies könnte bis zu 10 Jahre dauern.⁶² Bis dahin muss und wird der Bedarf an fossilem Gas aber schon stark gesunken sein, schließlich ist es Ziel der Bundesregierung, dass Deutschland bis 2045 klimaneutral ist.

Durch Fracking gewonnenes fossiles Gas geht immer auch mit signifikanten Mengen an klimaschädlichen Treibhausgasemissionen einher. Der notwendige Gasausstieg ist also ein wichtiger Schritt hin zu einer Priorisierung von Energieeffizienzmaßnahmen, Reduktion des Verbrauchs fossiler Brenn- und Rohstoffe und Versorgung mit hundert Prozent erneuerbaren Energien. Um die Emissionen entsprechend der Ziele des Pariser Klimaabkommens zu senken, muss Europa und folglich Deutschland als größter Gasverbraucher bis zum Jahr 2035 aus der Nutzung fossilen Gases aussteigen.⁶³

Vor diesem Hintergrund ist außerdem der allgemeine Ressourcenverbrauch und die energie- und rohstoffintensive (Über)Produktion bestimmter Güter (wie Einwegplastik oder Kunstdünger) grundsätzlich in Frage zu stellen.⁶⁴

Anstatt neue, langfristige Gas-Infrastrukturen für Fracking oder Flüssigerdgasimporte (LNG) aufzubauen, sollte die Bundesregierung also einen vollständigen Gasausstieg bis 2035 beschließen und alle Kraft und Investitionen in Verbrauchsreduktion, Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien lenken.

Quellen

- 1 <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-fracking>
- 2 https://commons.wikimedia.org/w/index.php?lang=de&title=File%3A%28Non%29_Conventional_Deposits.svg, CC BY-SA 4.0, MagentaGreen/wikimedia
- 3 Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Unkonventionelle Gasressourcen unerwartet groß. 2010. Link: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.357509.de/10-24-3.pdf
- 4 European Parliament. Unconventional gas and oil in North America. 2014. Link: https://www.europarl.europa.eu/RegData/bibliotheque/briefing/2014/140815/LDM_BRI%282014%29140815_REV1_EN.pdf
- 5 https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Projekte/abgeschlossen/NIKO/FAQ/faq_inhalt.html
Bundesgenossenschaft für Geowissenschaften und Rohstoffe. Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. 2012. Link: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/BGR_Schiefergaspotenzial_in_Deutschland_2012.pdf%3F__blob%3DpublicationFile
Bundesgenossenschaft für Geowissenschaften und Rohstoffe. Schieferöl und Schiefergas in Deutschland. 2016. Link: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht_13MB_Schieferoelgaspotenzial_Deutschland_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- 6 Bundesgenossenschaft für Geowissenschaften und Rohstoffe. Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. 2012. Link: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/BGR_Schiefergaspotenzial_in_Deutschland_2012.pdf%3F__blob%3DpublicationFile
- 7 <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-wasser/grundwasser/grundwasserschutz/hydraulic-fracturing-fracking>
- 8 https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Gebiete_mit_Schiefergaspotenzialen_in_Deutschland_%28Karte%29.png (Karte nach Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.): Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. Hannover 2012, Creative Commons - Maximilian Dörrbecker (Chumwa)
- 9 Bundesgenossenschaft für Geowissenschaften und Rohstoffe. Schieferöl und Schiefergas in Deutschland. 2016. Link: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht_13MB_Schieferoelgaspotenzial_Deutschland_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- 10 BGR: Schieferöl und Schiefergas in Deutschland - Potenziale und Umweltaspekte (2016). Seite 29. Abbildung 2.3-2. Link: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht_13MB_Schieferoelgaspotenzial_Deutschland_2016.pdf;jsessionid=55BE-6A111AE1B5EF88BA4DE83144E2FC.2_cid331?__blob=publicationFile&v=5
- 11 <https://www.bundestag.de/webarchiv/textarchiv/2016/kw25-de-fracking-429014>
- 12 <https://lbeg.info/?pgId=37&WilmaLogonActionBehavior=Default>
- 13 <https://expkom-fracking-whg.de/start>
- 14 Koalitionsvertrag NRW 2022-2027 (Seite 31). Link: https://gruene-nrw.de/dateien/Zukunftsvertrag_CDU-GRUeNE_Vorder-und-Rueckseite.pdf
Koalitionsvertrag Niedersachsen 2022-2027 (Seite 12). Link: <https://www.gruene-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2023/01/Koalitionsvertrag-Sicher-in-Zeiten-des-Wandels-2022-2027.pdf>
- 15 Expertenkommission Fracking. Bericht. 2021. Link: https://expkom-fracking-whg.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/C5D4DD128BEF7FDBE0537E695E86475A/live/document/Bericht_ExpertenkommissionFracking_2021.pdf
- 16 Concerned Health Professionals of New York (CHPNY). Compendium of Scientific, Medical, and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking and Associated Gas and Oil. 2022. Link: <https://concernedhealthny.org/wp-content/uploads/2022/04/CHPNY-Compendium-8-FINAL.pdf>
- 17 https://expkom-fracking-whg.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/BD8E0A0916A314E3E0537E695E86049F/live/document/Studie_Monitoringkonzepte.pdf (Seite 111).
- 18 UBA. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten. 2014. Nachfolgende Zahlen zu finden unter: 3 Betrachtungsszenarien, Tab. 1, Seite 10
Arbeitspaket 7 - Konkurrierende Nutzungen und Naturschutz (PDF-Seite 465 ff.). Tab. 9: Szenariorahmen zur Ermittlung der Umweltwirkungen für die Förderung von Erdgas, AP7 - 36
Link: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_53_2014_umweltauswirkungen_von_fracking_0.pdf

- 19 <https://www.lbeg.niedersachsen.de/erdoel-erdgas-jahresbericht/jahresbericht-erdoel-und-erdgas-in-der-bundesrepublik-deutschland-936.html>
- 20 <https://wvsoro.org/multiple-horizontal-wells-centralized-well-pads/>
<https://adi-analytics.com/2019/11/12/enter-mega-pads-in-shale-drilling/>
- 21 <https://lbeg.info/?pgId=10&WilmaLogonActionBehavior=Default>
- 22 <https://www.fracfocus.org/learn/what-is-fracturing-fluid-made-of>
- 23 Expertenkommission Fracking. Gutachten Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten: Monitoringkonzepte Grundwasser und Oberflächengewässer. Kap. 5.3.12 Verwendung von chemischen Stoffen und Wasser (S. 75 ff.). Link: https://expkom-fracking-whg.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/BD8E0A0916A314E3E0537E695E86049F/live/document/Studie_Monitoringkonzepte.pdf
- 24 Concerned Health Professionals of New York (CHPNY). Compendium of Scientific, Medical, and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking and Associated Gas and Oil. 2022. Seite 122. Link: <https://psr.org/wp-content/uploads/2022/04/compendium-8.pdf>. Eigene Übersetzung (basierend auf DeepL.com)
- 25 UBA. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten. 2014. Arbeitspaket 7 - Umweltauswirkungen von Fracking - Konkurrierende Nutzungen und Naturschutz. AP7 - 12. Link: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_53_2014_umweltauswirkungen_von_fracking_0.pdf
- 26 E-Mail UBA an Rene Wabel (Ökonews Österreich -<https://www.oekonews.at/>) vom 11.10.2022
- 27 Lagerstättenwasser ist salzhaltig und kann je nach Bohrstelle und geologischer Formation unterschiedlich hohe Anteile von Benzol, Schwermetalle wie Quecksilber und auch radioaktive Stoffe enthalten. LBEG zu Lagerstättenwasser. Link: <https://lbeg.info/?pgId=111&WilmaLogonActionBehavior=Default>
- 28 Elsner et al. Comment on the German Draft Legislation on Hydraulic Fracturing: The Need for an Accurate State of Knowledge and for Independent Scientific Research. 2015. Link: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.5b01921>. Eigene Übersetzung (basierend auf DeepL.com).
- 29 <https://www.tagesschau.de/investigativ/panorama/abwaesser-fluesse-101.html>
<https://www1.wdr.de/nachrichten/landespolitik/salz-fluesse-lagerstaettenwasser-gasfoerderung-entsorgung-100.html>
- 30 <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Strengere-Regeln-fuer-Erdoel-und-Erdgasfoerderung,erdgas398.html>
- 31 <https://concernedhealthny.org/wp-content/uploads/2022/04/CHPNY-Compendium-8-FINAL.pdf> (Seite 43)
- 32 Kondash, Lauer, Vengosh. The intensification of the water footprint of hydraulic fracturing. 2018. Link: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aar5982>
- 33 UBA. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten. 2014 (Arbeitspaket 7 - Konkurrierende Nutzungen und Naturschutz, AP7 - 52). Link: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_53_2014_umweltauswirkungen_von_fracking_0.pdf
- 34 UBA. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten. 2014. Arbeitspaket 7: Konkurrierende Nutzungen und Naturschutz (PDF-Seite 465 ff.). Tab. 9: Szenariorahmen zur Ermittlung der Umweltwirkungen für die Förderung von Erdgas, AP7 - 36. Link: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_53_2014_umweltauswirkungen_von_fracking_0.pdf
Ausmaß der Flächeninanspruchnahme und mögliche Reichweite direkter oder indirekter Auswirkungen auf den Naturhaushalt, Landschaftsbild und die biologische Vielfalt anhand mehrerer Szenarien. Die Szenarien beruhen auf Annahmen, die aus unterschiedlichsten Studien heraus resultieren - u.a. spielt die Länge der Horizontalbohrstrecken eine Rolle.
- 35 <http://priceofoil.org/2018/06/11/debunked-g20-clean-gas-myth/Howarthlab.org>
- 36 Howarth. Ideas and perspectives: is shale gas a major driver of recent increase in global atmospheric methane. 2019. Link: <https://bg.copernicus.org/articles/16/3033/2019/>
- 37 IPCC. Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Tabelle 7.15, Seite 1017, PDF-Seite 1034. Fossiles CH₄ = GWP von 82,5 (auf 20 Jahre) +/- 25,8. Link: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- 38 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c04265>
- 39 <https://www.kayrros.com/blog/u-s-methane-emissions-from-fossil-fuels-at-risk-of-worsening-in-2022-extending-2021-trend/>

- 40 Alvarez et. al. Greater focus needed on methane leakage from natural gas infrastructure. 2012. Link: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3340093/>
- 41 Expertenkommission Fracking. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten: Methanemissionen und Szenarien. 2020. Link: https://expkom-fracking-whg.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/BB5BFF920205486DE0537E695E8681F3/live/document/2021_AB_Umweltauswirkungen_Fracking.pdf (Anlage 3: Datengrundlage für die statistische Auswertung von Methanemissionsraten)
- 42 Expertenkommission. Induzierte Seismizität bei der Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten. 2021. S. 7. Link: https://expkom-fracking-whg.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/BF72FB64A7EC14E8E0537E695E862A2F/live/document/2021_Studie_induzierteSeismizitaet.pdf
- 43 <https://www.insidescience.org/news/2019-year-fracking-earthquakes-turned-deadly>
- 44 <https://www.dutchnews.nl/features/2021/06/between-rubble-and-rebirth-overschild-residents-greet-unequal-rebuild-with-frustration>
- 45 Van der Voort, Vanclai. Social impacts of earthquakes caused by gas extraction in the Province of Groningen, The Netherlands. 2015. Link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925514000766>
<https://www.rug.nl/news/2021/06/gas-extraction-in-groningen-not-just-houses-but-people-and-relationships-are-also-badly-damage>
<https://www.rug.nl/news/2022/01/nieuw-onderzoek-gronings-perspectief-toename-stress-door-schade-en-versterking-in-gaswinningsge>
- 46 <https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/titel-124217.html>
<https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/nach-erdbeben-bei-langwedel-lbeg-veroeffentlicht-einwirkungsreich-205837.html>
<https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/landkreis-cloppenburg-lbeg-registriert-schwaches-erdbeben-der-magnitude-2-2-215062.html>
<https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/landkreis-verden-lbeg-registriert-erdbeben-der-magnitude-2-9-204081.html>
- 47 <https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/erdbeben-im-landkreis-verden-lbeg-veroeffentlicht-bericht-188047.html>
- 48 <https://www.lk-row.de/portal/seiten/schlichtungsstelle-bergschaden-1365-23700.html>
- 49 <https://www.ehn.org/health-impacts-of-fracking-2634432607.html>
Gorski, Schwartz. Environmental Health Concerns From Unconventional Natural Gas Development. 2019. Link: <https://oxfordre.com/publichealth/display/10.1093/acrefore/9780190632366.001.0001/acrefore-9780190632366-e-44;jsessionid=84C1286BE63AA2559834D-7FC3E483E49>
- 50 <https://concernedhealthny.org/compendium/>
<https://e360.yale.edu/features/fracking-gas-chemicals-health-pennsylvania>
- 51 Concerned Health Professionals of New York (CHPNY). Compendium of Scientific, Medical, and Media Findings Demonstrating Risks and Harms of Fracking and Associated Gas and Oil. 2022. Page 5. Link: <https://psr.org/wp-content/uploads/2022/04/compendium-8.pdf>
- 52 https://www.ms.niedersachsen.de/startseite/uber_uns/presse/presseinformationen/studie-zur-wohnnahe-in-zusammenhang-mit-krebs-haufungen-und-der-erdgasforderung-179753.html
- 53 <https://sdg.iisd.org/news/unep-global-environment-alert-raises-concerns-about-gas-fracking/>. Eigene Übersetzung basierend auf Deepl.com.
- 54 <https://www.tribunalonfracking.org/judges-statements/>
- 55 Permanent Peoples' Tribunal. Session on Human Rights, Fracking and Climate Change. 2018. Link: <http://permanentpeopletribunal.org/wp-content/uploads/2019/04/AO-final-12-APRIL-2019.pdf>. Eigene Übersetzung basierend auf Deepl.com.
- 56 CESCR - International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. E/C/12/ARG/CO/4. 2018. Seite 3. Link: https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2FC.12%2FARG%2FCO%2F4&Lang=en; Eigene Übersetzung basierend auf Deepl.com.
- 57 CEDAW - Concluding observations on the eight periodic report of United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. C/GBR/CO/8. 2018. Seiten 13 und 14. Link: https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=CE-DAW%2FC%2FGBR%2FCO%2F8&Lang=en. eigene Übersetzung basierend auf Deepl.com.
- 58 UNEP. Safe Climate. A Report of the Special Rapporteur on Human Rights and the Environment. 2019. Seite 36. Link: <https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Environment/SREnvironment/Report.pdf>

- 59 UN Human Rights Council. Climate Change and Poverty: Report of the Special Rapporteur on extreme poverty and human rights. 2019. Seite 10. Link: https://srpovertyorg.files.wordpress.com/2019/06/unsr-poverty-climate-change-a_hrc_41_39.pdf. Eigene Übersetzung basierend auf Deepl.com.
- 60 Irish Centre for Human Rights. International Human Rights Impacts of Fracking Report. 2021. Link: <https://www.universityofgalway.ie/media/irishcentreforhumanrights/files/reports/ICHR-Report-International-Human-Rights-Impacts-of-Fracking.pdf>.
- 61 <https://concernedhealthny.org/compendium/>
- 62 <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/fracking-deutschland-gasfoerderung-plusminus-101.html>
- 63 <https://blog.policy.manchester.ac.uk/posts/2017/11/natural-gas-beyond-2035-is-not-compatible-with-our-climate-commitments/>
- 64 <https://energytransition.org/2022/10/winter-is-coming-plastic-must-go/>
<https://www.energiezukunft.eu/umweltschutz/europas-energiefresser-plastik/>