

GAIA

2 | 2016

ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY
ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT



- FORSCHUNG FÜR UND ÜBER TRANSFORMATION
- FRACKING UND LANDSCHAFT
- NACHHALTIGKEIT ALS FORM DES NIESSBRAUCHS

GAIIA

ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR
SCIENCE AND SOCIETY
ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR
WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT

CONTENTS | INHALT 2 | 2016

EDITORIAL

- 73 **Jochen Jaeger, Ulrich Walz**
Fracking und Zersiedelung. In welchen Landschaften
wollen wir leben?

MAGAZINE | MAGAZIN

- 76 GAIASKOP
77 TOOLKITS FOR TRANSDISCIPLINARITY #4
78 12 QUESTIONS TO ... Jorgen Randers

FORUM

** double-blind peer review*

- 80 **Matthias Fischer**
The Growth-Welfare Dialectic: What Might Hegel Say?
- 84 **Ingrid Krau**
Ein Wort geht um: Verdichtung
- 86 **Hugo Caviola, Andreas Kläy, Hans Weiss**
Verdichtung: diskursanalytisch beleuchtet

BEILAGENHINWEIS

WBGU: *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*

Verschiedene Autor(inn)en

FORSCHUNG FÜR UND ÜBER TRANSFORMATION

Nachhaltige Entwicklung braucht beides: erstens
Forschung *über* die Transformation, also über
die Treiber des gesellschaftlichen Wandels.
Und zweitens Forschung *für* die Transformation,
also darüber, wie Forschung und Lehre den
gesellschaftlichen Wandel befördern können.



88–93, 110–116, 139–141

- 88 **Uwe Schneidewind, Karoline Augenstein**
Three Schools of Transformation Thinking.
The Impact of Ideas, Institutions, and Technological
Innovation on Transformation Processes *

- 94 **Shonil A. Bhagwat, Anastasia Economou,
Thomas F. Thornton**
The Idea of Climate Change as a Belief System.
Why Climate Activism Resembles a Religious
Movement *

- 99 **Ulrich Walz, Jochen Jaeger**
Folgen von Fracking: Ein neuer Schub der
Landschaftsfragmentierung ist zu erwarten *

- 105 **Adrian Muller, Markus Huppenbauer**
Sufficiency, Liberal Societies and Environmental Policy
in the Face of Planetary Boundaries *

RESEARCH | FORSCHUNG

** double-blind peer review*

- 110 **Larissa Krainer, Verena Winiwarter**
Die Universität als Akteurin der transformativen
Wissenschaft. Konsequenzen für die Messung der
Qualität transdisziplinärer Forschung *

Ulrich Walz, Jochen Jaeger

FRACKING UND LANDSCHAFT

Mit Fracking greift der Mensch erheblich in die Landschaft ein: Die unkonventionelle Erdgas- und Erdölförderung verstärkt Landschaftsfragmentierung und -zerschneidung. Dies wirkt sich negativ auf Pflanzen- und Tierpopulationen aus. Zudem konkurriert Fracking mit anderen Landnutzungen.



73, 99–104

Jens Soentgen

NACHHALTIGKEIT ALS FORM DES NIESSBRAUCHS

Unter nachhaltiger Waldnutzung versteht eine Forstwirtin etwas anderes als ein Ökologe, weil beide die wesentlichen Eigenschaften eines Waldes unterschiedlich definieren. Das Konzept des Nießbrauchs lenkt den Blick auf diese Eigenschaften und ermöglicht es, Nachhaltigkeit neu zu begreifen.



117–125

- 117 Jens Soentgen
Nachhaltigkeit als Nießbrauch. Das römische Rechtsinstitut des *usus fructus* und seine systematische Bedeutung für das Konzept der nachhaltigen Nutzung*

BOOKS | BÜCHER

- 126 Simone Helmle bespricht:
Nikola Patzel: *Symbole im Landbau. Zur spirituellen Naturbeziehung in der Schweizer Agrarkultur*

- 127 NEW PUBLICATIONS

COMMUNICATIONS | MITTEILUNGEN

- 128 saguf
Urban Agriculture: Passing Fad or New Prospects for Agriculture and Cities?
- 131 MWK Baden-Württemberg
Co-design und co-production im Reallabor Wissensdialog Nordschwarzwald
- 133 Sozial-ökologische Forschung
Nachwuchsgruppen in der Sozial-ökologischen Forschung

- 135 Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS
Smart meter intelligent nutzen
- 137 DGH
DGH international – Sommeruniversität 2016 und SHE-Konferenzen

- 139 Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich
Transformationsforschung als Beispiel für *responsible science*

- 142 NaWis
Den Kohlekonsum befördern. Zum aktuellen Beitrag der transformativen Nachhaltigkeitsforschung

- 144 IMPRESSUM

COVER PICTURE

© HG Esch

China's megacities are growing at a breathtaking pace. Often enough, new residential and office blocks are being erected in direct vicinity to traditional architecture, as seen here in Xian. This development is not exclusive to China, however, as urbanization is impacting society and the environment on a massive scale the world over. In his *Cities Unknown* series, photographer HG Esch focusses on major Chinese cities, mostly unfamiliar to the Western world, instead of Beijing or Shanghai.

Fracking und Zersiedelung

In welchen Landschaften wollen wir leben?

Fracking and Urban Sprawl: In What Sorts of Landscapes Do We Want to Live?



Dr. Jochen Jaeger, Associate Professor
Concordia University Montreal |
Department of Geography,
Planning and Environment |
Montreal | Kanada | E-Mail:
jochen.jaeger@concordia.ca



Prof. Dr. Ulrich Walz
Hochschule für Technik und
Wirtschaft (HTW) Dresden | Fakultät
Landbau, Umwelt, Chemie |
Dresden | Deutschland | E-Mail:
ulrich.walz@htw-dresden.de

Der deutsche Bundestag hat am 24. Juni 2016 den von der Koalition ausgehandelten Kompromiss zum Thema Fracking mit großer Mehrheit angenommen. Die neuen Vorschriften setzen der hochumstrittenen Technologie in Deutschland engere Grenzen als bisher. Ein Moratorium für mindestens fünf Jahre verbietet „unkonventionelles“ Fracking. Konventionelles Fracking gibt es in Deutschland seit Jahrzehnten. Fracking soll stärker eingeschränkt werden als von der Regierung im Gesetzesvorschlag vom April 2015 zunächst vorgesehen. Unter anderem soll es in Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten sowie in Einzugsgebieten von Mineralwasservorkommen verboten werden. Daneben soll es strengere Regeln für die Flüssigkeiten geben, die in den Boden gepresst werden. Das ist zunächst ein großer Erfolg für den Umweltschutz und erhöht die Rechtssicherheit.

Doch auch in den nächsten Jahren werden Tests in unkonventionellen Erdgaslagerstätten „nur zu wissenschaftlichen Zwecken“ möglich sein, wenn die betroffenen Bundesländer zustimmen. 2021 wird der Bundestag das Verbot überprüfen. Dann kann die Tür für kommerzielles Fracking wieder geöffnet werden, wie es in England der Fall ist.

In der öffentlichen Diskussion warnen Aktivisten und Lobbyverbände vor Rückständen in Grund- und Trinkwasser; die deutschen Brauer etwa wollen das Wasser für die Bierherstellung schützen. Andere Folgen von Fracking wurden bisher vernachlässigt. Dies sind insbesondere die drastischen Auswirkungen auf die Landschaft.¹ Allen politischen Zielsetzungen für eine „Trendumkehr bei der Zerschneidung und Zersiedelung der Landschaft“² zum Trotz haben Zerschneidung und Zersiedelung in allen Ländern Europas zugenommen, auch in Deutschland. Das zeigt der im Juni veröffentlichte Bericht *Urban Sprawl in Europe*.³ Er belegt, dass allein zwischen 2006 und 2009 die Zersiedelung in Europa um fünf Prozent zugenommen hat. Damit erhält die Frage, wie wir mit unserer Landschaft umgehen wollen, zunehmende Bedeutung.

Um einen weiteren Anstieg der Zersiedelung zu vermeiden, braucht es keine Hochhäuser. Eine maßvolle Verdichtung bestehender Siedlungsflächen ist die vielversprechendste Lösung. Wenn die Zersiedelung aber weiter voranschreitet und sich der Druck auf die Landschaft ab 2021 durch Fracking noch weiter erhöht, wird sich die Kluft zwischen den politischen Zielen und der realen Entwicklung rasch weiter vergrößern.

Eine wissenschaftliche Untersuchung der Folgen von Fracking auf die Landschaft ist dringend nötig – und eine wachere Diskussion dieser Folgen in der Öffentlichkeit. Denn Fracking wirft nicht nur die Frage auf, welches Wasser wir und unsere Nachkommen trinken werden – sondern auch die, in welchen Landschaften wir künftig leben wollen. Die Diskussion dieser Frage hat in Deutschland gerade erst begonnen; sie wird hoffentlich dazu führen, dass bei der Überprüfung des Verbots von unkonventionellem Fracking im Jahr 2021 die Landschaft angemessen berücksichtigt wird. Transformative Wissenschaft ist gefragt, zu dieser Diskussion einen Beitrag zu leisten.⁴

Jochen Jaeger, Ulrich Walz

© 2016 J. Jaeger, U. Walz; licensee oekom verlag.
This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>),
which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Folgen von Fracking: Ein neuer Schub der Landschaftsfragmentierung ist zu erwarten

Mit Fracking greift der Mensch erheblich in die Landschaft ein, vor allem in dicht besiedelten Ländern wie Deutschland. So trägt der Flächenbedarf der unkonventionellen Erdgas- und Erdölförderung stark zur Landschaftsfragmentierung und -zerschneidung bei – mit negativen Folgen für Pflanzen- und Tierpopulationen. Zudem konkurriert Fracking mit anderen Landnutzungen wie der Landwirtschaft und dem Naturschutz. Bei der Prüfung der Genehmigungsfähigkeit von Fracking müssen die Folgen für die Landschaft künftig dringend einbezogen werden.

Ulrich Walz, Jochen Jaeger

Fracking Is a Significant Driver of Landscape Fragmentation | GAIA 25/2 (2016): 99–104

Keywords: cumulative effects, fracking, hydraulic fracturing, landscape character, landscape fragmentation, land use conflicts, spatial planning, wildlife

Bislang dreht sich die öffentliche Diskussion um Fracking hauptsächlich um die Risiken der eingebrachten chemischen Substanzen für Umwelt und Gesundheit. Die direkten und indirekten Auswirkungen dieses Verfahrens der Erdöl- und Erdgasgewinnung *auf die Landschaft* spielen erstaunlicherweise kaum eine Rolle. Dabei können sich Fragmentierung und Zerschneidung erheblich auf das Landschaftsbild und den Landschaftscharakter auswirken und Landnutzungskonflikte und Kumulationseffekte mit anderen Raumnutzungen auslösen. Diese Folgen sind aber bislang kaum untersucht und diskutiert worden.

Fracking bezeichnet ein Verfahren, mit dem man bisher nicht zugängliche Erdgas- und Erdölvorkommen aus meist großer Tiefe fördern kann. Das Erdgas oder Erdöl ist feinverteilt in Gesteinsschichten eingeschlossen; um es zu nutzen, sind Bohrungen notwendig. Danach wird das Gestein – meist Schiefer, daher auch „Schiefergas“ – durch unterirdische Sprengungen zerrüttet („gefrackt“). Dabei können an jedem Bohrpunkt mehrere Bohrungen erfolgen, die sich in der Tiefe horizontal verteilen und so eine möglichst große Fläche abdecken (*hydraulic fracking* oder *high-volume fracking*). Anschließend wird mit chemischen Substanzen vermischtes Wasser durch die Bohrungen gepresst, um die nutzbaren fossilen Vorräte auszuspülen und nach oben zu fördern.

Die wenig erforschten Wirkungen auf die Landschaft

Fracking erfordert auf der Fläche eines Erdgasfelds eine Vielzahl von Bohrungen. In den USA befindet sich in der Regel etwa alle 32 Hektar eine Bohrstelle, teils liegen sie sogar noch näher beieinander (Gény 2010). Demnach werden Bohrstellen mit einem Abstand von 570 Metern und mit entsprechenden Zufahrtswe-

gen eingerichtet. Durch sogenannte Cluster-Bohrplätze soll der Flächenverbrauch zwar gesenkt werden, dennoch liegt er erheblich über dem konventioneller Erdgas- oder Erdölförderanlagen (Dannwolf und Heckelsmüller 2014). Charakteristisch für die Ausbeutung von unkonventionellen Erdgasfeldern ist außerdem das relativ rasche Absinken der Fördermenge (oft bereits innerhalb mehrerer Monate oder weniger Jahre). Dadurch werden weitere Bohrungen notwendig, die das Netz der Bohrstellen verdichten (Dannwolf und Heckelsmüller 2014). Alternativ müssen die Felder ausgeweitet werden. Diese anhaltenden Neubohrungen führen zu kontinuierlich steigender Landschaftsbeanspruchung und erhöhtem Bauverkehr (Runge 2015, Runge et al. 2016). In Regionen, die reich an Schiefergas sind, werden sehr große Flächen durch eine Vielzahl von Bohrungen in Anspruch genommen (Abbildung 1, S. 100). In Deutschland schätzt man die Fläche, auf der Schiefergas gewonnen werden kann, auf 9 300 Quadratkilometer (Runge 2015, S. 43). Auf dieser Fläche, die etwa der Hälfte der Landesfläche von Sachsen entspricht, könnten rund 48 000 Bohrstellen aufgebaut werden.

Bei Frackingprojekten entsteht durch Zufahrtswege zu den Bohr- und Entnahmestellen ein engmaschiges Netz von techni-

Kontakt: Prof. Dr. Ulrich Walz | Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden | Fakultät Landbau, Umwelt, Chemie | Pillnitzer Platz 2 | 01326 Dresden | Deutschland | Tel.: +49 351 4623015 | E-Mail: ulrich.walz@htw-dresden.de

Dr. Jochen Jaeger, Associate Professor | Concordia University Montreal | Department of Geography, Planning and Environment | Montreal | Kanada | E-Mail: jochen.jaeger@concordia.ca

© 2016 U. Walz, J. Jaeger; licensee oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

schen Anlagen, Wegen und Pipelines. Dies führt zur Fragmentierung und Zerschneidung von Lebensräumen. Vor allem Säugtierarten, die große Lebensräume benötigen, werden dadurch beeinträchtigt (Linley 2011, S. 9). Aber auch für das Landschaftsbild hat ein solch dichtes Netz von Bohrstellen, Wegen und Röhren erhebliche Folgen: Die Landschaft wird technisiert, Urlaubs- und Erholungslandschaften verlieren erheblich an Wert.

Sollte Fracking auch in Deutschland eingeführt werden, würde sich die Landschaft deutlich verändern, auch wenn es gelänge, die Abstände zwischen den Bohrstellen auf etwa ein bis 1,5 Kilometer zu vergrößern (Broderick et al. 2011, S. 16 f., Runge 2015). Ehe man über eine Genehmigungsfähigkeit solcher Felder nachdenkt, sollten daher die Auswirkungen auf die Landschaft untersucht werden.

Studien aus Deutschland, Europa und weltweit

Im Folgenden stellen wir verschiedene Frackingstudien vor, die wir auf Landschaftsfragen hin ausgewertet haben.

Deutschland

In Deutschland wurde das Thema Fracking und Landschaft lange Zeit stark vernachlässigt. In einer Studie des Umweltbundesamts (UBA) aus dem Jahr 2012 taucht das Stichwort Landschaft nicht einmal auf (Meiners et al. 2012). Es findet sich lediglich der Hinweis, dass „im Unterschied zur Gasförderung bedeutend mehr Bohrungen und damit mehr Bohrplätze für eine flächen-

deckende Ausbeutung einer unkonventionellen Lagerstätte benötigt (werden)“. Auch eine Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) nennt zwar den Flächenverbrauch als mögliches Problem (Andruleit et al. 2012), ansonsten findet das Thema Landschaft jedoch keine Erwähnung.

Der *InfoDialog Fracking*¹ hat das Thema Landschaft erstmals in einer eigenen Studie behandelt. Neben der direkten Flächeninanspruchnahme durch Bohrplatz und Wegenetz, für Gastrocknungs- und Verdichterstationen sowie Gebäude und Anlagen zur Wasseraufbereitung werden dort auch Zerschneidungswirkungen erwähnt (Abbildung 2). Als weitere Auswirkungen auf die Landschaft werden Lärm, höheres Verkehrsaufkommen, Lichtemissionen, Erschütterungen, Luftschadstoffe und Gerüche, Ableitung und Entsorgung von Oberflächenwasser, Wasserbedarf und Entsorgung des *backflow* beim Fracking sowie der leitungsgebundene Gastransport und der Transport von Lagerstättenwasser genannt. Allerdings gilt es zwischen Bohrphase und Regelbetrieb zu unterscheiden, da beim Regelbetrieb, der 15 bis 30 Jahre dauern kann, wesentlich weniger Beeinträchtigungen auftreten. Negative Auswirkungen auf die Landschaft wie Zerschneidung bleiben aber in der Regelbetriebsphase bestehen.

Eine Studie für Nordrhein-Westfalen (Meiners 2012, S. 29) sieht die Folgen von Fracking in der Überbauung und Versiege-

¹ <http://dialog-erdgasundfrac.de>. Diesen öffentlichen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Dialogprozess hatte die deutsche Tochter des Konzerns Exxon-Mobil initiiert und getragen (Schneble et al. 2012, siehe auch Ewen et al. 2012).

ABBILDUNG 1: Ein Frackingfeld in Texas, USA, zeigt die Dichte der Bohrungen. Die Bohrflächen sind deutlich als helle Flächen erkennbar.



lung, der Veränderung des Landschaftsbilds, im Verlust von Landschaftselementen und in der Flächenzerschneidung. Der deutsche Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) weist in seiner Stellungnahme aus dem Jahr 2013 auf die Folgen für Boden und Fläche hin und sieht Schutzgüter wie Wasser, Boden, Biodiversität und Lokalklima gefährdet (SRU 2013). Auch eine Studie der Heinrich-Böll-Stiftung befürchtet erhebliche Auswirkungen und Konflikte: Fracking beeinträchtigt aufgrund der großen Anzahl von Bohrlöchern eine enorme Fläche. Jedes Bohrloch verfüge über mehrere Bohrköpfe, Abwasserschlammbetten für die Lagerung von Rückflüssen und Wasser, Speichertanks und Verdichterstationen. Der Flächenverbrauch könne in Europa, wo die Bevölkerungsdichte höher ist als in den USA, zu Konflikten führen (Simon et al. 2013, S. 42 f.).

Die Folgestudie des UBA von 2014 (Dannwolf und Heckelsmüller 2014) bespricht das Thema Landschaft, Flächenverbrauch und Naturschutz auf Basis einer Literaturstudie etwas ausführlicher als der Vorgänger von 2012. Hier werden Raumnutzungskonkurrenzen mit der Siedlungs- und Verkehrsstruktur, der Land- und Forstwirtschaft, der Wasserwirtschaft und dem Gewässerschutz, der Erholungsnutzung, dem Landschafts- und Ortsbild sowie potenzielle Konflikte mit dem Arten- und Biotopschutz behandelt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass sich zu Ur-

sache-Wirkungs-Beziehungen unkonventioneller Erdgasförderung mit Raumnutzungen und Umweltgütern noch keine ausreichend fundierten Aussagen treffen lassen (Dannwolf und Heckelsmüller 2014).

Für Deutschland fasst Runge (2015) die aktuelle Situation folgendermaßen zusammen: Wahrscheinlich sind zahlreiche erhebliche Umweltwirkungen und Nutzungskonkurrenzen und in einem so dicht besiedelten Land wie Deutschland ist ein sehr langer „Rattenschwanz“ unerwünschter und unumkehrbarer Umweltfolgen zu erwarten. Er verdeutlicht, dass der volle Umfang der kumulativen Wirkungen erst aus regionalen Raumwiderstands- und Umweltprüfungen ersichtlich wird, die daher aus fachlicher Sicht zwingend erforderlich sind, bisher aber völlig fehlen.

Europa und weltweit

In anderen europäischen Studien taucht das Thema Landschaft etwas früher auf. So kommt bereits 2010 eine Studie des Oxford Institute for Energy Studies (Gény 2010) zu dem Schluss, dass die Flächeninanspruchnahme und die bestehenden räumlichen Einschränkungen wesentliche Schwierigkeiten für das Fracking in Deutschland sind. Die Studie nennt die begrenzte Fläche, hohe Bevölkerungsdichten sowie Vorschriften des Natur- und Umweltschutzes als wesentliche Restriktionen. Zudem zeigt sie, dass

>

ABBILDUNG 2: Fracking beansprucht Fläche durch Bohrplatz und Wegenetz, für Gastrocknungs- und Verdichterstationen sowie für Gebäude und Anlagen zur Wasseraufbereitung. Außerdem zerschneiden Straßen und Zufahrtswege die Landschaft, wie das Foto einer Frackinganlage in Wisconsin, USA, zeigt.



in Europa zwar insgesamt genug Wasserressourcen zur Verfügung stehen, Wasser aber in den Ländern knapp ist, die für die Exploration interessante Schiefergasvorkommen besitzen. Es müsste daher über erhebliche Distanzen transportiert werden.

Eine Studie im Auftrag der Europäischen Kommission von 2012 greift den Flächenverbrauch und die Fragmentierungseffekte durch Zufahrtstrassen und Pipelines auf. Außerdem hält sie fest, dass nach Beendigung des Fracking nicht alle Flächen vollständig wiederhergestellt werden können, etwa solche in Gebieten mit sensitiven landwirtschaftlichen, ökologischen oder kulturellen Werten (Broomfield 2012). Insgesamt seien die Risiken in den Bereichen Flächeninanspruchnahme und Auswirkungen auf die Biodiversität sehr hoch (Broomfield 2012).²

Das New York State Department of Environmental Conservation wies bereits 2011 auf die Degradierung, Fragmentierung und den Verlust von Lebensräumen als Folge von Fracking hin (NYS-DEC 2011). Mit den landschaftlichen Konsequenzen in Pennsylvania beschäftigte sich der amerikanische geologische Dienst United States Geological Survey (USGS): Er sieht Beeinträchtigungen der Flächen und die Fragmentierung der Landschaft allgemein sowie der Wälder im Speziellen voraus (Slonecker et al. 2012). Eine kanadische Studie aus Quebec zeigt ebenfalls die erhebliche Fragmentierung von Freiräumen auf, vor allem von Wäldern (Racicot et al. 2014). Besonders stark zerschneidet Fracking bislang noch zusammenhängende „Kernbereiche“ von Wäldern durch Frackinganlagen, Straßen und Pipelines.

Doch auch in den genannten Studien fehlen konkrete Aussagen dazu, wie sich Fracking auf die Landschaft sowie auf Menschen, Tiere und Pflanzen auswirkt. Immerhin zeigen sie, dass schon allein aufgrund der Größe der Felder und der hohen Anlagendichte erhebliche Eingriffe zu erwarten sind – gerade auch im Zusammenhang und im Zusammenwirken mit den bereits vorhandenen Anlagen und Nutzungen.

Fragmentierung und Zerschneidung

Die Fragmentierung und Zerschneidung von Landschaften ist ein wesentliches Umweltproblem in Europa und Nordamerika (EEA und FOEN 2011, Watts et al. 2007). Fragmentierung bezeichnet die Zerteilung oder Zerstückelung eines ehemals zusammenhängenden Lebensraums, etwa eines Waldgebiets, in immer kleinere Flächen. Zerschneidung bedeutet darüber hinaus, dass wesentliche funktionale Beziehungen durch Barrieren unterbrochen oder gehemmt werden, zum Beispiel Wanderbewegungen von Tieren durch den Bau einer Straße. Relevante Prozesse, die zur Fragmentierung und Zerschneidung beitragen, sind der Bau neuer Straßen und Bahntrassen, die Zersiedelung und Verstädterung der Landschaft, derzeit auch neue Flächeninanspruchnahmen für den Bau von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien (Windräder, Wasserkraftwerke, Solarfelder) und Fracking.

Vor dem Hintergrund der Arbeiten, die wir zum Thema Landschaftsfragmentierung und -zerschneidung durchgeführt haben (Walz und Schauer 2009, Walz et al. 2011, 2013, Jaeger 2002, 2004,

Jaeger et al. 2007, EEA und FOEN 2011), und der dabei gewonnenen Erkenntnisse befürchten wir negative Entwicklungen durch Fracking auf die Landschaft in Deutschland. Die raumgreifende Wirkung von Fracking in der Landschaft würde in Kombination mit den genannten gleichzeitig ablaufenden Prozessen der Zersiedelung zu einer Kumulation und einem erheblichen neuen Schub der Landschaftsfragmentierung und -zerschneidung in Deutschland führen.

Ferner halten wir neue Nutzungskonkurrenzen und Konflikte mit der Landwirtschaft und anderen Landnutzungsansprüchen für wahrscheinlich. Dies könnte die Raumplanung voraussichtlich nur teilweise bewältigen, da in einem dicht bevölkerten Land wie Deutschland viele begrenzende Randbedingungen bestehen. Die Flächen zwischen Siedlungen, Trink- und Heilwasserschutzgebieten, Flächen für den Naturschutz, die Sicherheitsabstände zu Straßen oder Hochspannungsleitungen reichen kaum für das dichte und flächendeckende Netz von Bohrstellen aus, das für einen rentablen Betrieb notwendig ist. Daher müssten vermutlich die Abstände zu Wohngebieten verringert sowie Schutzgebiete beschnitten werden – das landschaftsökologische Gefüge wäre stärker gefährdet. Infolgedessen würde der Druck auf den Naturschutz steigen, die „Verlärmung“ der offenen Landschaft und von Wohngebieten zunehmen und der Erholungswert der Landschaft sinken. Aber *wollen* wir künftig in solchen Landschaften leben (Rodewald 2008)?

Vermutlich müssten sich die Anlagen auf die offenen Landwirtschaftsflächen konzentrieren (Gény 2010, S. 74), was zu noch höherem Druck auf die Landwirtschaft führen würde. Doch bereits jetzt beklagen Landwirte den hohen Verlust an Ackerflächen und wertvollen Böden durch Straßen und Siedlungen – zu Recht.

Aufgrund der Irreversibilität der Beeinträchtigung der Räume und ihrer Funktionen sowie der Nichtvereinbarkeit mit den Klimaschutzziele hat zum Beispiel das Land Nordrhein-Westfalen im Entwurf des Landesentwicklungsplans Frackingvorhaben in unkonventionellen Lagerstätten ausgeschlossen (Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen 2015).

Auch der aktuelle Entwurf des *Regelungspakets zum Fracking*³ der Bundesregierung (Deutscher Bundestag 2015) räumt ein, dass „unmittelbare und mittelbare Auswirkungen auf Natur und Landschaft“ bestehen, doch wird hier das Thema Landschaft allein auf Einzelaspekte wie Flächeninanspruchnahme, Vegetationsverlust oder Bodenversiegelung hin betrachtet. Zudem schließt der Entwurf Fracking nur in Naturschutzgebieten und Nationalparks aus, in *Natura-2000*-Gebieten wird es lediglich „weitgehend verboten“. Dies öffnet Fracking selbst in diesen Schutzgebieten einen Spielraum. Außerhalb dieser Gebiete soll zwar die bestehende Gesetzgebung zum Biotop- und Artenschutz und zur Eingriffsregelung angewendet werden, doch der Notwendigkeit, Landschaft als Gesamtgefüge zu bewerten und zu schützen, wird dies nicht gerecht.

2 Auch das Tyndall Centre (Broderick et al. 2011) aus England weist auf Auswirkungen auf die Landschaft hin.

3 www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Rohstoffe-und-Ressourcen/fracking.html

Keine nachhaltige Wasser- und Energieversorgung mit Fracking

Neben der direkten und indirekten Flächeninanspruchnahme durch Fracking sind weitere Ansprüche an die Landschaft relevant, zum Beispiel der erhöhte Wasserbedarf. Da die lokalen Wassermengen oft nicht ausreichen, müssten Wasserreservoirs gebaut oder Grundwasser entnommen werden. Deutschland gehört zu den europäischen Ländern, die pro Kopf über die geringsten erneuerbaren Wasserressourcen verfügen (Gény 2010). Demzufolge müsste wahrscheinlich Wasser über Pipelines aus den Nachbarstaaten importiert werden, was wiederum neue Eingriffe in die Landschaft bedingen würde. Weiterhin müssten neue Kläranlagen gebaut werden, um das genutzte Wasser zu reinigen, ehe es in den Untergrund geleitet werden kann.

Außerdem leistet Fracking keinen Beitrag zu einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Energieversorgung, denn das gewonnene Gas stellt keine erneuerbare Energiequelle dar und bei seiner Nutzung entsteht CO₂. Bestenfalls kann Fracking eine Brückentechnologie für wenige Jahre oder Jahrzehnte sein, die aber erhebliche Eingriffe in der Landschaft hinterlässt. Ungeklärt ist bisher, was nach der Ausbeutung der Felder mit den Anlagen passiert und ob diese wirklich komplett zurückgebaut werden. Bestimmte Eingriffe wie Bodenverdichtung, Grundwasserabsenkungen oder das Versiegen oberirdischer Gewässer durch das Durchstoßen von Grundwasserleitern sind wahrscheinlich gar nicht oder nur über sehr lange Zeiträume (Jahrhunderte) reversibel.

Insgesamt gibt es eine ganze Reihe möglicher Auswirkungen von Fracking auf die Landschaft und auf Landschaftsfunktionen (siehe Box).

Schlussfolgerungen

Es ist fraglich, ob ein dichtes Infrastrukturnetz an Bohrstellen, das für eine wirtschaftliche Nutzung von Fracking notwendig wäre, mit den vielen Restriktionen in Deutschland und Mitteleuropa vereinbar ist. Die Flächeninanspruchnahme, die strukturellen Veränderungen der Landschaft und der sehr hohe Wasserbedarf hätten erhebliche Konsequenzen, unter anderem:

- für die Lebensräume von Tieren und Pflanzen durch eine noch weiter erhöhte Fragmentierung,
- auf die Landschaftsästhetik, die gerade in Tourismusregionen sehr wichtig ist,
- für die Lärmbelastung von bisher ruhigen Landschaftsteilen durch die Bohrungen, Kompressoren im Dauerbetrieb, Zufahrtsverkehr und Baufahrzeuge.

Bei der weiteren Prüfung der Genehmigungsfähigkeit von Fracking in Deutschland und in der EU müssen die Auswirkungen auf die Landschaft einbezogen und vertieft untersucht werden, vor allem die kumulativen Wirkungen. In einer zukünftigen Gesamtbewertung muss Landschaft angemessen berücksichtigt werden, genauso wie Gesundheitsrisiken, Landnutzungskonkur-

BOX:

Auswirkungen von Fracking auf die Landschaft und auf Landschaftsfunktionen

Flächeninanspruchnahme

- Inanspruchnahme von Fläche für die Bohrplätze, Straßen und Zufahrtswege sowie Pipelines
- Böden werden verdichtet und versiegelt
- Geomorphologie wird verändert
- geringere Qualität von Erholungsgebieten aufgrund von Verkleinerung geschlossener Waldflächen, Zerschneidung, Lärm und visuellen Beeinträchtigungen

Lokales Klima

- zum Beispiel im Wald: Rodung/Lichtung mit versiegelter Fläche führt zu erhöhter Erwärmung der Umgebung im Sommer und zu erhöhter Staunässe im Winterhalbjahr
- Veränderung der Lichtverhältnisse (Bohrplätze sind auch in der Nacht beleuchtet)
- veränderte Windverhältnisse durch Schneisen im Wald

Emissionen

- Staub, Lärm, Licht und andere aus Bohrbetrieb und Verkehr während der Bauphase
- während der Betriebsphase geringere Emissionen durch Verkehr und Beleuchtung, Pumpen könnten tieffrequente Geräuschemissionen verursachen
- Risiken bei Unfällen, etwa im Umgang mit Chemikalien

Wasser

- Belastung von Grund- und Oberflächenwasser durch Chemikalien
- Wasserentnahme und -zuführung: Zuleitungen, Speicherbecken, neue Bohrungen für Grundwasserzugänge
- Grundwasserabsenkungen und Auswirkungen auf Oberflächengewässer
- Übernutzung der Wasserressourcen in Deutschland mit Folgewirkungen für Vegetation und Landschaftsqualität

Landschaft/Landschaftsstruktur

- Kumulation mit anderen Nutzungen (Siedlungen, Straßen) führt zu weiterer Fragmentierung und Zerschneidung der Landschaft
- Flächennutzungskonflikte: zum Beispiel mit der Landwirtschaft; naturnahe Flächen, die nicht streng genug geschützt sind, werden für Fracking genutzt

Landschaftsbild/-ästhetik

- stärkere Technisierung der Landschaft
- technische Durchdringung der Landschaft durch Bohrtürme, neue Straßen, Wege und Pipelines für Gas/Öl und Wasser
- Beeinträchtigung des Landschaftsbilds
- Änderung des Landschaftscharakters und der Landschaftsidentität

Flora und Fauna

- Verringerung und Verlust von Habitatflächen
- große einheitliche Flächen werden mit Hindernissen durchsetzt (negative Folgen für Grünlandarten/Wiesenbrüter wie den Brachvogel)
- Barriereeffekte von Zufahrtswegen und Pipelines für Tierarten
- mehr Verkehr, Straßentod

renzen und die Kompatibilität mit übergeordneten energie- und klimapolitischen Zielen.

Literatur

- Andruleit, H. et al. 2012. *Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Broderick, J. et al. 2011. *Shale gas: An updated assessment of environmental and climate change impacts*. Manchester: Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Broomfield, M. 2012. *Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*. Harwell, UK: AEA Technology.
- Dannwolf, U., A. Heckelsmüller. 2014. *Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten: Teil 2 – Grundwassermonitoringkonzept, Frackingchemikalienkataster, Entsorgung von Flowback, Forschungsstand zur Emissions- und Klimabilanz, induzierte Seismizität, Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt*. UBA-Texte 53/2014. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA).
- Deutscher Bundestag. 2015. *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung wasser- und naturschutzrechtlicher Vorschriften zur Untersagung und zur Risikominimierung bei den Verfahren der Fracking-Technologie*: Drucksache 18/4713.
- EEA (European Environment Agency), FOEN (Swiss Federal Office for the Environment). 2011. *Landscape fragmentation in Europe*. EEA report 2/2011. Luxemburg: Publications Office of the European Union. doi:10.2800/78322.
- Ewen, C., D. Borchardt, S. Richter, R. Hammerbacher. 2012. *Risikostudie Fracking: Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Quellen*. http://dialog-erdgasundfrac.de/sites/dialog-erdgasundfrac.de/files/Ex_Risikostudie_Fracking_120518_webansicht.pdf (abgerufen 07.06.2016).
- Jaeger, J. A. G. 2002. *Landschaftszerschneidung: Eine transdisziplinäre Studie gemäß dem Konzept der Umweltgefährdung*. Stuttgart: Ulmer.
- Jaeger, J. A. G. 2004. VII-12 Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege und Siedlungsgebiete. In: *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege: 14. Ergänzungslieferung*. Herausgegeben von W. Konold, R. Böcker, U. Hampicke. Landsberg: Ecomed. 1–36.
- Jaeger, J. A. G., H.-G. Schwarz-von Raumer, H. Esswein, M. Müller, M. Schmidt-Lüttmann. 2007. Time series of landscape fragmentation caused by transportation infrastructure and urban development: a case study from Baden-Württemberg, Germany. *Ecology and Society* 12/1: 22.
- Gény, F. 2010. *Can unconventional gas be a game changer in European gas markets?* Oxford, UK: Oxford Institute for Energy Studies.
- Linley, D. 2011. *Fracking under pressure: The environmental and social impacts and risks of shale gas development*. Boston, MA: Sustainalytics. www.sustainalytics.com/sites/default/files/unconventional-fossil-fuel-shalegas_final.pdf (abgerufen 07.06.2016).
- Meiners, G. 2012. *Fracking in unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten in NRW. Kurzfassung zum „Gutachten mit Risikostudie zur Exploration und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in Nordrhein-Westfalen (NRW) und deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt insbesondere die öffentliche Trinkwasserversorgung“*. Aachen.
- Meiners, G. et al. 2012. *Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten: Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen. Gutachten*. UBA-Texte 61/2012. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- NYSDEC (New York State Department of Environmental Conservation). 2011. *Supplemental generic environmental impact statement on the oil, gas and solution mining regulatory program: Well permit issuance for horizontal drilling and high-volume hydraulic fracturing to develop the Marcellus Shale and other low-permeability gas reservoirs*. www.dec.ny.gov/energy/75370.html (abgerufen 04.05.2016).
- Racicot, A., V. Babin-Roussel, J.-F. Dauphinais, J.-S. Joly, P. Noël, C. Lavoie. 2014. A framework to predict the impacts of shale gas infrastructures on the forest fragmentation of an agroforest region. *Environmental Management* 53/5: 1023–1033.
- Rodewald, R. 2008. Welche Landschaft soll es sein? *GAIA* 17/2: 189–195.
- Runge, K. 2015. Zur Umweltverträglichkeit „unkonventioneller Gasförderung“: High Volume Fracking. *UVP-Report* 29/1: 40–45.
- Runge, K., D. Lummer, S. Heinrich, T. Kreuzberg. 2016. Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten. In: *Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP): Ergänzende Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und der Strategischen Umweltprüfung (SUP) für Behörden, Unternehmen, Sachverständige und die juristische Praxis mit Kommentar zum Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)*. Herausgegeben von P.-C. Storm, T. Bunge. Berlin: Schmidt. 1–77.
- Schneble, H., K. Weinem, I. Niethammer. 2012. Flächen- und Landschaftsbedarf sowie Lärm. Vortrag bei der Wissenschaftlichen Statuskonferenz *Die Fracking-Technologie zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Kriterien für Sicherheit und Umweltverträglichkeit*. Berlin, 6./7. März. <http://dialog-erdgasundfrac.de/fl%C3%A4chen-und-landschaftsbedarf-sowie-%C3%A4rm> (abgerufen 07.06.2016).
- Simon, A., G. Aitken, F. Flues, H. Mümmeler. 2013. *Ressourcenschwindel Schiefergas*. Ökologie 34. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- Slonecker, E., L. Milheim, C. Roig-Silva, G. Fisher. 2012. *Landscape consequences of natural gas extraction in Greene and Tioga Counties, Pennsylvania, 2004–2010*. U.S. Geological Survey Open File Report 2012-1220.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen). 2013. *Fracking zur Schiefergasgewinnung: Ein Beitrag zur energie- und umweltpolitischen Bewertung*. Stellungnahme 18. Berlin: SRU.
- Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen. 2015. *Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen: überarbeiteter Entwurf September 2015*. Düsseldorf.
- Walz, U., T. Krüger, U. Schumacher. 2011. Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung: Neue Indikatoren des IÖR-Monitors. In: *Flächennutzungsmonitoring III: Erhebung, Analyse, Bewertung*. Herausgegeben von G. Meinel, U. Schumacher. IÖR-Schriften 58. Berlin: Rhombos. 163–170.
- Walz, U., T. Krüger, U. Schumacher. 2013. Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – neue Indikatoren zur Flächennutzung. *Natur und Landschaft* 88/3: 118–127.
- Walz, U., P. Schauer. 2009. Unzerschnittene Freiräume als Schutzgut? Landschaftszerschneidung in Deutschland mit besonderem Fokus auf Sachsen. In: *Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung: Bilanz, aktuelle Herausforderungen und methodisch-instrumentelle Perspektiven*. Herausgegeben von S. Siedentop, M. Egermann. ARL-Arbeitsmaterial 349. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL). 46–70.
- Watts, R. D. et al. 2007. Roadless space of the conterminous United States. *Science* 316: 736–738.

Eingegangen am 20. Januar 2016; überarbeitete Fassung angenommen am 3. Mai 2016.

Ulrich Walz



Geboren 1967 in Stuttgart. Professor für Landschaftsökologie an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden. Zuvor Projektleiter am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden und Lehrbeauftragter an der TU Dresden und der Universität Rostock. Forschungsschwerpunkte: Landschaftswandel und Umweltauswirkungen, Indikatoren zur landschaftsstrukturellen Vielfalt.

Jochen Jaeger



Geboren 1966 in Eutin, Schleswig-Holstein. Studium der Physik, Promotion im Fach Umweltwissenschaften an der ETH Zürich. Seit 2007 am Department für Geografie, Planung und Umwelt der Concordia University in Montréal, Kanada. Forschungsschwerpunkte: Landschaftsökologie, Landschaftszerschneidung und -zersiedelung, Straßenökologie.