

## *UFZ Discussion Papers*

Department of Urban and Environmental Sociology

3/2019

### **Technologieentwicklung in der Rohstofferkundung – Soziologische Perspektiven**

*Mona Gerhold, Annabel Sophie Glum, Pauline Häßler, Maximilian Hemmerling,  
Anja Kinner, Lukas Kühl*

April 2019

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	2
1. Einleitung.....	3
2. Methodik .....	5
3. Neuer Handlungsspielraum durch Fernerkundungstechnologien.....	7
4. Veränderungen in den Praktiken von Forschung und Technologieentwicklung .....	13
5. Soziale Ferne und Nähe bei der Technologieentwicklung für Fernerkundung.....	19
6. Verantwortung und Legitimation in Exploration und Bergbau.....	26
7. Fazit .....	38
8. Literatur .....	40
9. Anhang.....	42

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Modellbeschreibung „Neuer Handlungsspielraum durch Fernerkundungstechnologien“ .....	8
Abbildung 2	Modellbeschreibung „Veränderungen in den Praktiken von Forschung und Technologieentwicklung“ .....	14
Abbildung 3	Modellbeschreibung „Soziale Ferne und Nähe bei der Technologieentwicklung für Fernerkundung“ .....	20
Abbildung 4	Modellbeschreibung „Verantwortung und Legitimation in Exploration und Bergbau“ .....	29

## Vorwort

In den letzten Jahren haben Ressourcengewinnungstechnologien das Interesse der Forschung auf sich gezogen. Das drückt sich unter anderem bei Fernerkundungstechnologien für Rohstoffexploration aus, bei denen mehr und mehr auf luftgestützte, bildgebende Verfahren und moderne Datenverarbeitung gesetzt wird. Dieses Papier greift diese Thematik auf und untersucht anhand von vier Themen, wie sich das Handlungsfeld im Bereich der Fernerkundung für die Rohstofferkundung durch neue Technologien verändert. Die vier Themen, das ist das Besondere am vorliegenden Diskussionspapier, wurden in einem Forschungspraxisseminar an der Friedrich-Schiller-Universität Jena mit Studierenden im Fachbereich Umweltsoziologie erarbeitet. Ziel dieses Formates ist es, die Studierenden an Forschungsprozesse heran zu führen und die Anwendung des im Studium erworbenen theoretischen und methodischen Wissens anhand einer eigenen Forschungstätigkeit zu ermöglichen. Das Format ist auf die Dauer eines Semesters angelegt, so dass ein Forschungsprozess nur skizzenhaft durchlaufen und der Umfang und Tiefe insbesondere qualitativer sozialwissenschaftlicher Forschung nicht erreicht werden kann. Zudem stellte die behandelte Materie für die Studierenden thematisches Neuland dar. Vor diesem Hintergrund sind die in diesem Diskussionspapier präsentierten Forschungsergebnisse zu interpretieren.

Der Umgang mit qualitativen Daten war ein wesentlicher Bestandteil des Seminars. Empirische Datengrundlage waren leitfadengestützte Interviews mit drei Experten, die sich mit der Entwicklung von Fernerkundungstechnologien befassen. Die Daten wurden von den Studierenden ausgewertet und mit Hilfe eines theoriebildenden Verfahrens analysiert und interpretiert. Den dokumentarischen Abschluss dieser Forschungspraxis bildet dieses Diskussionspapier, das auf der Leistung der Studierenden beruht. An dieser Stelle möchten es sich die Lehrenden nicht nehmen lassen, den Interviewten für ihre wertvolle Unterstützung und den Studierenden für diese spannende Zusammenarbeit zu danken!

*Alena Bleicher und Martin David*

# 1. Einleitung

*Lukas Kühl und Maximilian Hemmerling*

Heutzutage erfordert der steigende globale Bedarf an Rohstoffen, angetrieben von Bevölkerungswachstum, wachsendem Lebensstandard der westlichen Industrienationen und aufstrebenden Industrien aber auch zunehmender Technisierung eine technische Höchstleistung auf Seiten der Bergbauunternehmen. Beispielsweise prognostizieren Halada et al. (2008), dass sich allein der Metall-Verbrauch der BRICS-Staaten und der sechs bevölkerungsstärksten Länder der EU bis 2050 verfünffachen wird. Einige globale Bergbauunternehmen scheinen auf diese Entwicklungen zu reagieren und beginnen allmählich mit einer fundamentalen Umstrukturierung ihres technischen Selbstverständnisses, wie einer Studie von Roberts (2018) zu entnehmen ist. Laut Aussage der im Rahmen der Studie befragten Unternehmen könnten aus der Ferne überwachte Arbeitsprozesse, durchgeführt von einer fahrerlosen Flotte autonomer Fahrzeuge, bereits in einigen Jahren den Bergbau prägen und sich dadurch sowohl Effizienz als auch Sicherheit in der Rohstoffgewinnung erheblich steigern lassen (Roberts, 2018).

Zu klären bleibt hierbei, welche Folgen der technische Wandel im Bergbau in Bezug auf Umwelt, Arbeit und Soziales nach sich zieht. Die Techniksoziologin Degele (2002) führt an, dass die gesellschaftliche Verunsicherung angesichts der maßgeblich von Technik angetriebenen Modernisierung im vergangenen Jahrhundert das konstitutive Moment der Soziologie als Krisenwissenschaft darstellte. Es sei Aufgabe der Techniksoziologie, sich der Aufklärung und Analyse von Technikwirkungen zu widmen (Degele 2002, S. 11). Das hier dokumentierte Lehrforschungsprojekt möchte der Aufforderung nachkommen und einen Beitrag dazu leisten, etwas Licht in den von der Soziologie wenig erforschten Bereich der Technologieentwicklung für die Rohstoffgewinnung zu werfen.

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen eines Forschungspraxis-Seminars mit dem Thema „Umwelt, Technologien und Konflikte – Das Beispiel Ressourcengewinnung“ durchgeführt. Der thematische Fokus lag auf dem Bereich der Rohstofferkundung. Den Ausgangspunkt der Untersuchung bildete die leitende Forschungsfrage: wie verändern technologische Trends im primären Bergbau das Verhältnis von Nähe und Ferne sozialer Beziehungen? Im Zuge der Auseinandersetzung mit dem empirischen Material entwickelten die Autor\*innen eigene

Teilfragestellungen und Thesen, die jeweils für sich spezifische Forschungsrichtungen darstellen.

Die Untersuchung gliedert sich wie folgt: Zunächst wird das methodische Vorgehen geschildert, mit dem das empirische Material erhoben, strukturiert und analysiert wurde (Abschnitt 2). Daran schließt – entsprechend der jeweiligen Teilfrage – die Präsentation der Analyseergebnisse an (Abschnitte 3–6). Dabei wird jeweils zuerst auf die zugrundeliegende Literatur als theoretische Hinführung auf die Teilfragestellung eingegangen und anschließend das auf Grundlage der Analyse des empirischen Materials entwickelte Erklärungsmodell vorgestellt und im Detail erläutert.

Die erste Teilfrage beschäftigt sich mit dem Problem, wie neue Technologien Handlungsspielraum – d.h. ein Repertoire an Handlungsmöglichkeiten in Rohstofferkundungsprojekten – schaffen. Hierbei sind Zukunftsvorstellungen der Akteure relevant, die sowohl durch die Grenzen der Technik, als auch durch Triebkräfte der technologischen Entwicklung bezeichnete Einflussfaktoren spezifiziert und begrenzt werden.

Die sich anschließende Teilfrage adressiert Veränderungen in der Forschung und Technologieentwicklung und fragt, wie genau Technologien, Methoden und Prinzipien die Praktiken der geophysikalischen Forschung verändern. Dabei rückt zum einen die Konkretisierung der Antriebsfaktoren der Veränderung in den Vordergrund und zum anderen die Art und Weise der realen Veränderungen in den Praktiken.

Im Zuge der dritten Teilfrage wird auf die Dimension von Nähe und Ferne expliziter eingegangen, indem danach gefragt wird, in welchem Kontakt bzw. welcher Distanz sich die Technologieentwickler\*innen zur Zivilgesellschaft befinden, wenn es darum geht, mit den Auswirkungen der Erkundungstechnologien umzugehen. Hier werden insbesondere jene Handlungsweisen und Argumentationsstrategien untersucht, die zu einer Konstruktion von sozialer Nähe bzw. Ferne der jeweiligen Akteursgruppen führen.

Die Beantwortung der letzten Teilfrage soll verdeutlichen, wie das Verantwortungsverständnis der Technologieentwickler\*innen ihre Legitimationsstrategien erklärt. Das Erklärungsmodell zu dieser Fragestellung umfasst eine Darstellung der Auswirkungen der Erkundungstechnologien, wie eine Erläuterung des Zusammenhangs zwischen Verantwortungsverständnis und Legitimationsstrategien.

Den Schluss bildet sodann ein Fazit, das die gewonnenen Erkenntnisse zusammenführt und reflektiert.

## 2. Methodik

*Pauline Häßler und Mona Gerhold*

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen, das den Forschungen im Rahmen des Seminars zugrunde lag, beschrieben und begründet.

Das Projekt basierte auf einem Design der qualitativen Sozialforschung, das durch geringe Fallzahlen gekennzeichnet ist und darauf abzielt, empirisch gestützte theoretische Hypothesen zur Erklärung der sozialen Wirklichkeit zu entwickeln. Dieses Design der qualitativen Herangehensweise ist für bisher wenig erforschte Themenfelder wie das soeben Beschriebene besonders gut geeignet, da es schon auf Grundlage geringer Fallzahlen und Datenquellen Erklärungsansätze für komplexe Zusammenhänge bietet.

Die Daten wurden mithilfe explorativer, qualitativer Expert\*innen-Interviews erhoben. Diese wurden auf Grundlage eines teilstrukturierten Leitfadens geführt, welcher anhand von theoretischen Vorüberlegungen zu dem Nähe- und Ferne-Verhältnis in der Rohstofferkundung erstellt wurde.<sup>1</sup> Diese Vorüberlegungen wurden vor allem an die Ausführungen von Almklov 2011, Banks 2009, Doorn 2012, Granovetter 1983, Jackisch et. al 2018, Lehman 2018, Salehi et al. 2018, Swierstra & Jelsma 2006 und Upchurch 2016 angelehnt.

Trotz bereits im Vorfeld definierter Teilfragestellungen, wie zum Beispiel die Verantwortungsfrage oder die Frage um technologische Trends, wurde dem „Prinzip der Offenheit“ (Rosenthal 2014, S. 140) gefolgt. Die Interviews definierten sich also durch eine offen gehaltene Gesprächsführung, die den Interviewer\*innen Spielraum in der Gestaltung der Interviewsituation gab. Somit ermöglichten die halbstrukturierten Leitfadeninterviews „einen an den Äußerungen des Interviewten orientierten Gesprächsverlauf“ (ebd.) und räumten den Befragten damit die Möglichkeit zur Perspektiventfaltung ein.

Der Leitfaden ist wie folgt aufgebaut: Zu Anfang steht eine in das Thema einleitende Frage, die zum Erzählen auffordert und das Themenfeld der technischen Innovationen im Bereich der Rohstofferkundung aus der Luft genauer benennen soll (s. Anhang). Es handelt sich hierbei auch um eine Teilfrage unserer Forschung. Die nächste Frage zielt auf die weiteren Teilfragen ab, die sich mit den Veränderungen durch diese Innovationen beschäftigen. Das Forschungsinteresse fokussiert auf die Wirkung dieser Veränderungen auf die Bereiche ,Er-

---

<sup>1</sup> Die genauen theoretischen Vorüberlegungen zu den jeweiligen Hypothesen können in den Kapiteln, die sich mit der Auswertung ebenjener Hypothesen beschäftigen, nachgelesen werden.

kenntnis & Wissensgenese' und ‚Technologie & Gesellschaft‘. Daher werden diese nach den Einstiegsfragen in zwei Blöcken abgehandelt (s. Anhang). Block 1 (Erkenntnis & Wissensgenese) beinhaltet Fragen bzgl. der Auswirkungen der Innovationen auf die Art und Weise der wissenschaftlichen Forschung und auf den Forschungsprozess. Block 2 (Technologie & Gesellschaft) umfasst neben Fragen bzgl. des Einflusses der neuen Erkundungstechnologien und der Reaktionen aus Bevölkerung, Politik, Industrie und Forschung auch die Verantwortungsfrage, also Fragen bzgl. der Herausforderungen im Umgang mit diesen neuen Technologien.

Für die Erhebung wurden drei Interviewpartner im Bereich der Rohstofferkundung befragt, um einen Eindruck von Veränderungen durch neue Fernerkundungstechnologien und mögliche Auswirkungen auf verschiedene Akteure gewinnen zu können. Die Interviewten sind in der Forschung zu Fernerkundungstechnologien tätig und forschen dazu in unterschiedlichen Institutionen; aus Datenschutzgründen wird im Folgenden in anonymisierter Form von dem Unternehmen/den Institutionen sowie den Befragten geschrieben. Daher kann auch nur auf allgemeine Informationen wie den Tätigkeitsbereich der ausgewählten Interviewpartner eingegangen werden. Der Arbeitsschwerpunkt der Befragten ist im Allgemeinen der Bereich der Geofernerkundung, insbesondere der Einsatz von Drohnen und moderner Sensorik. Die Befragten kommen aus Abteilungen für angewandte Geophysik und Erkundungstechnologien.

Die Interviews wurden im Zeitraum vom Mai 2018 bis Juni 2018 durchgeführt. Eines der Interviews wurde Face to Face geführt, die beiden anderen wurden einmal per Skype und einmal per Telefon geführt und dauerten jeweils etwa 60min. Hintergrund dieses Vorgehens war, unterschiedliche Arten der Interviewführung miteinander vergleichen zu können und ihre Vor- und Nachteile im Seminar zu diskutieren.

Ausgewertet wurden die Daten im Anschluss in Anlehnung an die von Barney Glaser und Anselm Strauss entwickelte Grounded Theory (Böhm, 2008; Przyborski & Wohlrab-Sahr 2010). Mit der „Logik des Verallgemeinerns am Einzelfall“ (Rosenthal 2014, S. 13) sollen in dieser Untersuchung die durch technische Innovationen in der Fernerkundung initiierten Dynamiken und unvorhersehbaren Entwicklungen sowie der gesellschaftliche Umgang damit analysiert werden.

Die von uns genutzte Methode der Datenanalyse konzentrierte sich hierbei hauptsächlich auf die Anwendung der für Grounded-Theory-Methoden typischen drei Arten des Kodierens:

dem offenen, axialen und selektiven Kodieren (Böhm, 2008; Przyborski & Wohlrab-Sahr 2010). Zunächst wurden dabei aus dem Material heraus noch wenig theoriegeleitet verschiedenste Codes erstellt und erste Kategorien gebildet. Daraufhin wurden diese Kategorien in Ober- und Unterkategorien geordnet, sowie ihre inhaltlichen Verbindungen analysiert. Im letzten Schritt wurde dann für jede Teilfragestellung eine Kernkategorie identifiziert und alle anderen Kategorien zu dieser in Bezug gesetzt. Durch diese Herangehensweise entstanden nach und nach zu jeder Teilfragestellung immer dichter werdende Theorienetze, die in den folgenden Kapiteln vorgestellt werden.

Kritisch ist anzumerken, dass bei der von uns vorgenommenen Analyse mit großer Sicherheit noch keine theoretische Sättigung erreicht werden konnte. Dies erklärt sich vor allem aus dem auf ein Semester beschränkten Zeitrahmen dieser Studie. Daher sind die vorgestellten Ergebnisse als erste Hypothesen über Zusammenhänge in der sozialen Wirklichkeit zu lesen, deren Gültigkeit in weiterer Forschung zu überprüfen wäre.

### 3. Neuer Handlungsspielraum durch Fernerkundungstechnologien

*Lukas Kühl*

Inspiziert wurde dieses Kapitel von den jüngst publizierten Artikeln von Jackisch et al. (2018) und Salehi et al. (2018). Die Wissenschaftler\*innen bieten darin einen guten Einblick in die aktuellen technischen Entwicklungen der Fernerkundung. Das Team um Robert Jackisch (2018) diskutiert den Beitrag des Einsatzes leichter Drohnen zur Erfassung und Überwachung des Phänomens *Acid Mine Drainage*<sup>2</sup> am Beispiel einer tschechischen Bergbauregion. Salehi et al. (2018) hingegen beschreiben die Ergebnisse eines vom Schiff aus an der Küste Grönlands getesteten Messverfahrens, das die Vorzüge der mineralischen Kartographie mittels mobiler unbemannter Messsysteme in schwer zugänglichen Regionen hervorhebt.

Diese Fernerkundungsinnovationen und auch die Vorstellungen der Interviewpartner, dass der Trend beispielsweise in Richtung Schwärme von Drohnen (Interview 3) oder Drohnen mit autonomen Flugmodus (Interview 2) gehen könnte, machen deutlich, dass sich wesentliche Veränderungen in der Rohstofferkundung abzeichnen. Die aktuellen technologischen Trends aus soziologischer Sicht zu betrachten ist das Anliegen dieses Kapitels. Die eingeführten Arti-

---

<sup>2</sup> Acid Mine Drainage ist ein natürlicher Nebeneffekt, der im Kontext von Kohle- und Erzabbau im Tagebau auftreten kann. Die Oxidationsprodukte von freigelegten sulfidhaltigen Mineralien vermengen sich mit Wasser zu einem saurem Gemisch, das ein massives Problem für die Umwelt darstellt (Jackisch et al., 2018, S. 1).



kel dienen als Ausgangspunkt, um auf diesen Teilaspekt der übergeordneten Forschungsfrage - welchen Einfluss haben technologische Trends der Rohstoffenerkundung auf das Verhältnis von Nähe und Ferne sozialer Beziehungen - näher einzugehen. Es soll darum gehen, die „soziale[n] Prozesse, die [die Technologie] verkörpert, vermittelt oder auslöst“ (Weyer, 2008, S. 12) sichtbar zu machen und zu deuten.

Die hier zu verfolgende Teilforschungsfrage lautet: Wie entsteht neuer Handlungsspielraum in der Rohstofferkundung? Unter Handlungsspielraum wird das Repertoire an technologiebasierten Vorgehensweisen der Explorationsdienstleister bei Rohstofferkundungsprojekten verstanden. Ein aus dem Interviewmaterial gewonnenes Erklärungsmodell gibt hierauf eine vorläufige Antwort.

Das Kapitel ist in drei Schritte aufgeteilt: Eingangs werden in groben Zügen der Aufbau des Erklärungsmodells, die zugehörigen Kategorien und ihre Wirkungszusammenhänge beschrieben. Sodann folgt die Fundierung des Modells anhand des Interviewmaterials. Dafür werden exemplarisch Interviewausschnitte herangezogen und analysiert. Den Schluss bildet ein Resümee der Befunde im Hinblick auf das oben erläuterte Forschungsinteresse.

### 3.1. Modellbeschreibung

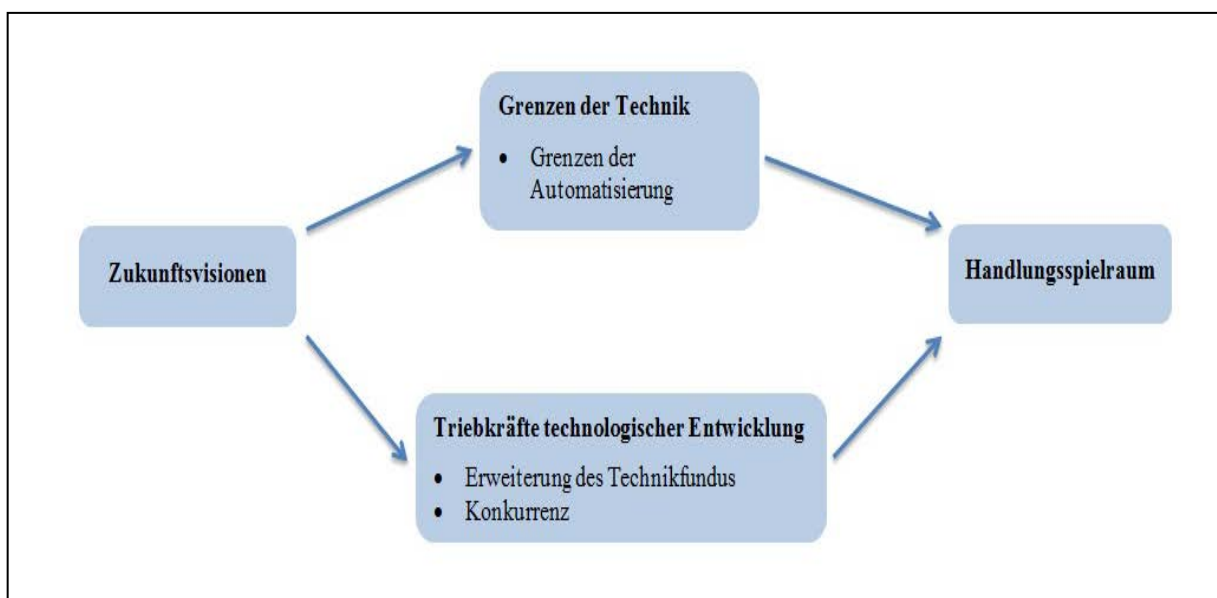


Abbildung 1

Das Erklärungsmodell (Abb. 1) spiegelt den vorläufigen Erkenntnisstand hinsichtlich der hier zu verfolgenden Teilforschungsfrage nach einmaliger Datenerhebung wider. Gemäß der Arbeitsschritte der *Grounded Theory* wurde das Interviewmaterial systematisch untersucht, in

Kategorien überführt und diese zu einem sinnhaften Geflecht verbunden, das nun überblicksartig vorgestellt wird.

Die Kategorie *Handlungsspielraum* stellt den Knotenpunkt des Modells dar, auf den die anderen Kategorien ursächlich wirken. Die *Zukunftsvisionen* sind dabei die treibenden Kräfte, die den *Handlungsspielraum* ideell bereichern und gestalten. Die Verwirklichung dieser *Zukunftsvisionen* hängt wiederum von zwei anderen Kategorien ab. Auf der einen Seite werden die *Zukunftsvisionen* von den *Triebkräften technologischer Entwicklung* beeinflusst (entweder ermöglichend oder begrenzend). Auf der anderen Seite filtern die *Grenzen der Technologie*, inwieweit *Zukunftsvisionen* den *Handlungsspielraum* tatsächlich prägen können.

### 3.2. Herleitung des Modells auf der Basis der empirischen Daten (Interview)

Im Folgenden werden die einzelnen Kategorien des Modells vorgestellt und anhand exemplarischer Interviewstellen veranschaulicht. Das spezifische Zusammenspiel der Kategorien wird dabei ebenfalls detailliert herausgestellt.

Mit der Kategorie *Zukunftsvisionen* wird erfasst, wie die Interviewpartner eine mehr oder weniger weit entfernte technische Zukunft der Rohstofferkundung skizzieren. Zwei von drei Interviewpartnern konstatieren, dass der Einsatz von Drohnen in der Rohstofferkundung zukünftig eine entscheidende Rolle spielen wird (Interview 2; Interview 3). An einer entsprechenden Interviewstelle heißt es, „[es] wird verstärkt ... in Richtung der Airborne-Systeme, also der luftgestützten Systeme gehen. Wir sind uns ziemlich sicher, dass es dort auch weg von den Groß-Systemen<sup>3</sup> hin zu kleineren Systemen gehen wird, also Kategorie Drohnen“ (Interview 2).

In den Technikvisionen der Interviewten werden zwei Aspekte deutlich. Zum einen soll die Rohstofferkundung billiger werden. Ein Interviewpartner führt zu den Kostenfaktoren einer Erkundung folgendes aus:

*„Wenn Sie ein Team haben, was am Boden läuft, das muss bestimmte Vorarbeiten leisten, das ... kostet einfach Zeit ... [Da] können Sie das System als solches nicht benutzen. [D]ie Systeme ... verursachen relativ hohe Kosten und wenn Sie diese Kosten drücken können zum Beispiel indem Sie mit einem Hubschrauber oben über das Gelände drüber hinweg fliegen (...) dann sparen die Bergbauunternehmen [und] Explorationsdienstleister natürlich Kosten. Und das ist – muss schon*

---

<sup>3</sup> Mit Groß-Systemen sind vor allem die auf geophysikalischen Methoden (z.B. elektromagnetische Verfahren) basierenden Erkundungstechnologien gemeint, die aufgrund ihrer Größe und Gewicht (noch) auf Hubschrauber angewiesen sind (Interview 3).

*Ziel und Zweck der ganzen Geschichte sein und von daher werden diese luftgestützten Sachen immer stärker in den Vordergrund kommen“ (Interview 2).*

Der Interviewpartner betont also das nicht-invasive Potential der luftgestützten Erkundung, die es ermöglichen würde, zumindest im ersten Teil der Exploration auf Bodenpersonal, die Schaffung von Infrastrukturen und Logistik verzichten zu können.

Zum anderen liegt den Visionen der Gedanke zu Grunde, Umwelteingriffe zu minimieren. Als Beispiel hierfür kann die folgende Interviewstelle dienen:

*„[A]lso das ist die Zukunft, von der aktiven zur passiven Geophysik zu gehen ... Also die Idee ... [ist] Instrumente, die schon existieren zu nutzen, um zusätzliche Informationen zu bekommen ... [A]lso ... in der Zukunft in dem Bereich ... so wenig wie möglich aktiv zu sein, sondern viel mehr passiv und zu versuchen, so wenig wie möglich Umwelt, Menschen zu stören“ (Interview 3).*

Eine „aktive“ Erkundung scheint für den Interviewpartner ein Handeln zu sein, das fortwährend Umweltprobleme produziert. Eine „passive“ Erkundung, die ihre Informationen anhand bereits existierender Infrastruktur – der Interviewpartner nennt hier beispielsweise Kanalisationswege, Strommasten und Glasfaserkabel – gewinnt, böte hingegen eine geeignete Maßnahme Umwelteinflüsse zu minimieren. Das nachfolgende Zitat desselben Interviewpartners zeigt, dass es sogar Überlegungen gibt auf die beste Informationsquelle zugunsten der Umwelt zu verzichten:

*„Wir möchten ... so wenig wie möglich die Umwelt ... stören. ... [M]an versucht Alternativmethoden zu finden, die nicht unbedingt die Beste[n] [sind], aber wenig Nebenwirkung haben w[erden] ... Die beste Information für Erkundung ist Bohren. Wir wollen vermeiden, dass gebohrt wird. Das heißt, man muss dann in Kauf nehmen, dass man nicht unbedingt die besten Informationen kriegt“ (ebd.).*

Die ausgewählten Zitate machen deutlich, dass die Interviewten ein zukünftiges Handeln in Erkundungsprojekten antizipieren, das über die gegenwärtigen Möglichkeiten hinausgeht. Die technischen Ideen, Wünsche und Hoffnungen definieren eine kontingente Zukunft der Rohstofferkundung, sie stecken gewissermaßen das zukünftige Feld des Handlungsraums in der Rohstofferkundung ab.

Sie werden allerdings durch das Feld der technologischen Entwicklung „geerdet“ denn dort wirken die *Triebkräfte der technologischen Entwicklung* auf sie ein. Laut Aussagen eines Interviewpartners ist das Bestehen auf dem Markt für viele Erkundungsdienstleister ein ökonomischer Kampf ums Überleben. Angetrieben durch die *Konkurrenz* seien die Unternehmen gezwungen ihre Wirtschaftlichkeit zu erhöhen, indem sie versuchen, ihre „Erkundungslücken und methodische Lücken“ (Interview 1) zu schließen. Da sich der Prozess der Bergwerkser-

schließung sehr langwierig und kostenintensiv gestaltet, scheint sich der Konkurrenzkampf im Bereich der vorgeschalteten Rohstofferkundung vor allem darauf zu konzentrieren, wer den Geldgebern einerseits am schnellsten Daten zu lukrativen Förderorten bereitstellt und wer andererseits Sicherheit durch zuverlässige und gesicherte Daten bietet (ebd.). Der Interviewpartner erklärt, dass die Explorationsdienstleister

„[...] gegebenenfalls ganz viel Geld in die Hand [nehmen], um etwas zu entwickeln, was nicht unbedingt in Wissenschaftszentren entwickelt wird, weil die eine ganz spezifische Fragestellung haben und die haben gegebenenfalls eine ganz spezifische Technologie im Auge das hinzukriegen ... Das ist eben die eine Sparte, in der ganz gezielt Technologien neu entwickelt werden, um tatsächlich Geldgeber zu finden, die dann auch Millionenbeträge da rein investieren [...]“ (ebd.).

Für die Realisierung der *Zukunftsvisionen* und letztendlich auch für die Schaffung neuen Handlungsspielraums bedeutet das Folgendes: Sofern die Visionen von den Explorationsdienstleistern als lukrativ und förderlich für den Verkauf von Explorationsdaten wahrgenommen werden, steht ihrer Entwicklung aus dieser Sicht nichts im Weg. Wird ihnen dagegen dieses Potential nicht zugesprochen, werden sie mit großer Wahrscheinlichkeit verworfen oder müssen entsprechend angepasst werden.

Auf dieselbe Weise, nur unter anderen Ausschlusskriterien wirkt auch die Triebkraft der Entwicklung, die im Modell als *Erweiterung des Technikfundus* aufgeführt wird. Derselbe Interviewpartner erläutert, dass es ein Forschungsmotiv gibt, das auf eine Art allgemeine Erweiterung des geophysikalischen „Werkzeugkoffer[s]“ (ebd.) abzielt. Technische Ideen, die teilweise auch von anderen Wissenschaftsbereichen übernommen werden, werden auf ihre Anwendbarkeit getestet und für die angewandten Geowissenschaften modifiziert sowie empfohlen (ebd.). Dieses Vorgehen ist jedoch an die Bedingung gekoppelt, dass solche neuen Methoden „weitere Aufschlüsse zul[assen] oder Lücken tatsächlich schließ[en]“ (ebd.). Das Interviewmaterial lässt den Schluss zu, dass das Motiv eines den praktischen Geowissenschaften gewidmeten Entwicklungsinteresses zur *Erweiterung des Technikfundus* auch als Gegenspieler zu dem Motiv der *Konkurrenz* verstanden werden kann. Beide Motive werden von einem Interviewpartner als die „zwei Seiten der Methodenentwicklung [Wissenschaft vs. Industrie]“ (ebd.) gegenübergestellt.

Neben den Triebkräften wirken auch die *Grenzen der Technik* limitierend auf die Realisierung der *Zukunftsvisionen*. Unter dieser Kategorie sind Interviewstellen subsumiert, die auf eine wahrgenommene Begrenzung der Reichweite von Technologien hinweisen. Die Interviewpartner sind beispielsweise der Auffassung, dass der Arbeitsprozess der luftgestützten

Erkundung nur bedingt automatisiert werden könne – hier als Unterkategorie *Grenze der Automatisierung* charakterisiert. Ein Interviewpartner führt aus, dass es

*„ [...] sehr kleinräumige Strukturen [gibt], die auch wirklich sehr kleinräumige Untersuchungen erfordern, da kann ich nicht im Kilometermaßstab drüber fliegen, wenn ich was finden will, da muss ich eher oberflächennah und mit feinem Raster suchen. Aber das ist immer noch eine Arbeit, die nicht komplett automatisiert werden kann, wo man also tatsächlich am Boden ... noch einen guten Explorationsgeologen braucht“ (Ebd.).*

Dieses Zitat legt nahe, dass sich die *Zukunftsvisionen* auch an den wahrgenommenen Grenzen der Technik, dem technisch maximal Machbaren orientieren. Im zitierten Beispiel muss sich also die Vorgehensweise der Explorationsdienstleister am Einsatzort orientieren; nicht in jeder Situation werden es Maschinen ermöglichen in feiner Auflösung verwertbare Daten zu generieren. Ob die Tätigkeit der Explorationsgeolog\*innen überhaupt durch Maschinen ersetzt werden kann, ist fraglich.

Aus einer weiteren Interviewstelle geht hervor, dass aus Sicht des Interviewten die Fernerkundung niemals auf Vorort-Untersuchungen auf Grund von Datendefiziten bzw. Datenunsicherheiten verzichten könne (Interview 2). Eine völlig nicht-invasive Erkundung aus der Ferne sei nicht möglich – oder in anderen Worten, eine direkte Nähe zum Forschungsgegenstand im Laufe des Arbeitsprozesses unumgänglich.

### 3.3. Zukunftsvisionen und Handlungsspielräume im Spannungsfeld technologischer Grenzen und Möglichkeiten

Mit Blick auf die Teilfragestellung kann nun resümiert werden, dass sich neuer Handlungsspielraum aus den Zukunftsvisionen der Akteure im Forschungsfeld ergibt. Dabei bestimmen einerseits die wahrgenommenen Triebkräfte der Entwicklung (diese prüfen die Zukunftsvisionen auf ihr wirtschaftliches Potential sowie auf ihre sinnvolle Anwendbarkeit im Feld), aber auch die wahrgenommenen Grenzen der Technik (was erscheint technisch nicht möglich), inwieweit die Zukunftsvisionen letztendlich als konkrete Vorgehensweisen der Explorationsdienstleister bei Erkundungsprojekten Kontur annehmen.

Trotz der vorläufigen Erkenntnisse ist ein „Wiedereintauchen“ in die Empirie im Sinne der *Grounded Theory* unumgänglich, um die konstatierten Zusammenhänge des Erklärungsmodells zu festigen oder gegebenenfalls neu zu entwerfen. Zudem muss auf diese Weise geprüft werden, ob das Modell um weitere ursächliche Kategorien, vermittelnde Kategorien oder Unterkategorien ergänzt werden muss.

## 4. Veränderungen in den Praktiken von Forschung und Technologieentwicklung

*Pauline Häßler*

Nachdem erklärt wurde was die neuen Fernerkundungstechnologien sind, und wie diese technisch die Rohstofferkundung verändern, soll nun erläutert werden, welche Veränderungen die neuen Fernerkundungstechnologien in Forschung und Technologieentwicklung hervorrufen. Die Teilfragestellung, mit der sich dieses Kapitel beschäftigt, lautet daher: Wie genau ändern die Technologien/Methoden/Prinzipien die Praktiken der (geophysikalischen) Forschung? Das folgende Kapitel stellt die Analyseergebnisse und ein Wirkungsmodell vor.

Die hier adressierte Fragestellung ist vor allem von Texten von Jessica Lehman (2018), sowie Petter Almklov und Vidar Hepsø (2011) inspiriert. Erstere beschreibt in ihrem Artikel „From ships to robots: The social relations of sensing the world ocean“ die Veränderungen des wissenschaftlichen Arbeitens in der Ozeanografie (Lehman, 2018). Eine der wichtigsten Neuerungen ist dabei die Hinwendung zu datenbasierter Fernerkundung, die zunehmend an die Stelle der körperlichen Arbeit direkt auf dem Ozean tritt (Lehman, 2018). Daraus ergeben sich laut Lehman abstraktere Beziehungen zwischen Forschenden und ihrem Untersuchungsgegenstand, was es wiederum ermöglicht, ein größeres Augenmerk auf Forschung als Gemeinschaftsprodukt zu legen, anstatt sie als die Arbeit einzelner zu betrachten (Lehman, 2018). Daraus kann, wie Jessica Lehman sich auf Naomi Oreskes (1996) beziehend darlegt, eine gerechtere wissenschaftliche Praxis entstehen, die unter anderem die sozialen Ungleichheiten bezüglich beispielsweise Geschlecht oder Klasse in der Wissenschaft zu vermindern vermag. Almklov und Hepsø stellen ebenfalls eine Entfremdung zwischen den Forschenden und deren Erkenntnisobjekten fest (Almklov & Hepsø, 2011). Sie stellen den schwindenden körperlichen Zugang der Forschenden zu ihren Erkenntnisobjekten jedoch als negativ dar, eine größere Ferne bedeutet hier einen Verlust an Expert\*innenwissen, das nur durch die Nähe direkt im Feld angewandt und erworben werden kann (Almklov & Hepsø, 2011). Zudem geben sie zu bedenken, dass auch quantitative Daten stets qualitativ interpretiert werden müssen (Almklov & Hepsø, 2011). Das Hauptaugenmerk liegt also nicht auf der Frage nach der sozialen Gerechtigkeitsdimension von Wissenschaft wie bei Lehmann, sondern in der Nähe zum Erkenntnisobjekt und zu anderen Forschenden.

Orientiert an diesen literaturgeleiteten Ausführungen soll nun das erhobene Material empiriegeleitet im Kontext der Teilfragestellung dieses Kapitels untersucht werden. Dabei steht im Vordergrund, wie genau die Technologien, Methoden und Prinzipien<sup>4</sup> die Praktiken der (geophysikalischen) Forschung ändern. Es soll also herausgearbeitet werden, welche Faktoren aus Sicht der Interviewten auf welche Weise zu Veränderungen in der (geophysikalischen) Erkundungsforschung führen.

Orientiert an den Überlegungen der soeben genannten Autor\*innen wird ein besonderer Fokus auf die Veränderungen im Verhältnis der Forschenden zum Erkenntnisobjekt gelegt.

#### 4.1. Modellbeschreibung

Um die Frage zu beantworten, wie genau die Technologien/Methoden/Prinzipien die Praktiken der (geophysikalischen) Forschung ändern, muss in zwei Schritten vorgegangen werden. Zuerst muss geklärt werden, welches die für die Forschungspraxis relevanten neuen Technologien, Methoden oder Prinzipien, sind, die etwas verändern könnten. Danach muss geklärt werden, wie die realen Veränderungen der Praktiken aussehen. Daraus sollen im Anschluss Schlussfolgerungen bezüglich des Nähe-Ferne-Verhältnisses der Forschenden zu ihrem Erkenntnisobjekt gezogen werden. Das Erklärungsmodell das ausgehend von der Teilfragestellung entwickelt wurde, lässt sich folgendermaßen illustrieren:

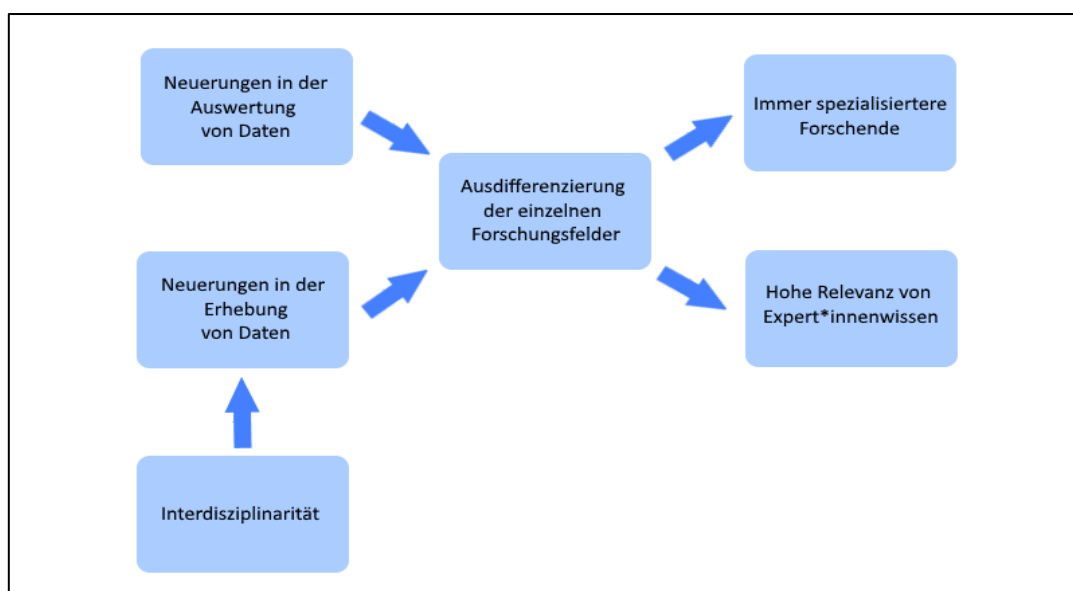


Abbildung 2

<sup>4</sup>Es wurde sich hier nicht nur auf Technologien beschränkt, da nicht ausgeschlossen werden soll, dass auch nicht-technische Neuerungen, sondern auch bestimmte Vorgehensweisen Veränderungen in Forschung und Technologieentwicklung bewirken können.

## 4.2. Herleitung des Modells auf der Basis der empirischen Daten (Interview)

Im Folgenden wird das Modell im Detail erläutert. Bei der Beantwortung der Teilfrage des ersten Schrittes lässt sich aus den geführten Interviews Folgendes erkennen: Nach Aussage der Interviewpartner scheint es in den letzten Jahrzehnten keine massiven technischen Neuerungen im Bereich der Geofernerkundung gegeben zu haben. Einer der Befragten äußerte sich dazu folgendermaßen:

*„Also zunächst, Rohstofferkundung aus der Luft hat es jetzt schon seit 50,60 Jahren gegeben, und die großen Quantensprünge kommen jetzt erst wieder so ein bisschen, weil bestehende Technologien einfach verfeinert werden. Die Physik hat sich nicht verändert, dass ist immer die Gleiche geblieben, es ist jetzt nur so, dass bestimmte Sensorik noch einmal angefasst worden ist, und neue Technologien in eigentlich nur geringen Teilen dazu gekommen sind.“ (Interview 1, 2018)*

Als Beispiel für diese neueren, verfeinerten Technologien, die heutzutage in der Geofernerkundung relevant sind, wurden von zwei der Befragten hier SQUIDs<sup>5</sup> genannt. Das sind Sensoren zur präzisen Messung extrem geringer Magnetfeldänderungen im Bereich der Magnetfeldmessung (Kleiner & Buckel, 2013). Es fällt auf, dass sich sowohl SQUID-Messungen, als auch andere von den Befragten genannten neue Technologien auf Verfeinerungen der Datenerhebung oder auf die Datenauswertung beziehen. Ein Beispiel dazu aus einem Interview:

*„Wenn Sie es so wollen, sind, wenn Sie die geostationären Geschichten haben, zumindest die stationären Systeme keine kontinuierlichen Systeme, wohingegen die Befliegungssysteme durchweg kontinuierlich Daten aufzeichnen können. Auch schnell genug, also gerade die SQUIDs sind hervorragend dafür geeignet, weil sie eben wirklich schnell genug die Daten aufzeichnen können also eine sehr hohe Auflösung haben, was die Fläche betrifft, als auch was die Intensität der Daten letzten Endes betrifft.“ (Interview 2, 2018)*

Als Beispiele für Neuerungen in der Auswertung der Daten werden neue Datenprozessalgorithmen angegeben. Zudem wird gesagt, dass genau in diesem Bereich, also dem Bereich der Datenverarbeitung, noch weitere Innovationen und Fortschritte zu erwarten sind, und gebraucht werden, um den Erkenntnisgewinn und die Technologieentwicklung voranzutreiben. Sowohl die beiden Befragten aus den Forschungsinstituten, als auch der Befragte aus dem Unternehmen, gaben direkt oder indirekt an, dass Veränderungen in der Arbeit mit Daten ein wichtiger Faktor des Forschens und der Technologieentwicklung ist.

---

<sup>5</sup>

Superconducting quantum interference device (zu Deutsch: supraleitende Quanteninterferenzeinheit)



Zu den Auswirkungen dieser neuen Technologien auf den Forschungsprozess lässt sich folgendes sagen: Durch diese Neuerungen in den Erhebungs- und Auswertungsmethoden braucht es zur Ausübung der Forschungs- und Technologieentwicklungspraktiken beispielsweise immer spezialisierter Forschende, die im Auswerten der Daten, die durch verfeinerte Technologien gewonnen werden, Expertise besitzen. Der Schwerpunkt des Forschens liegt also trotz der teilweise hochtechnologisierten Datenerhebung weiterhin auf den menschlichen Forschenden, und deren Expert\*innenwissen. Einer der Interviewten erläutert das wie folgt:

*„Wenn Sie vorher sich selber nur die Rohdaten angucken, dann werden Sie nichts verstehen davon. Und das ist aber ein Prozess, der noch lange nicht abgeschlossen ist, dazu brauchen wir auch noch die Expertisen. Also wir haben selber keine Geophysiker im Unternehmen, dass wir diese Expertise hier hätten und in irgendeiner Art und Weise einbringen können. Das erfolgt also zwangsweise von extern und da haben wir eben sehr gute Kooperationen mit Explorationsdienstleistern, die genau dieses Knowhow haben.“ (Interview 2)*

Die Ausdifferenzierung und Verfeinerung der einzelnen Forschungsfelder bedeutet zwar für den oder die Spezialisierte\*n einen größeren Wissensgewinn, für fachfremde Forschende entstehen jedoch immer mehr nicht-interpretierbare Daten.

Auch macht das Zitat die von mehreren der interviewten Personen geteilte Auffassung deutlich, dass reine Datenmengen, ohne eine menschliche Person, die sie interpretieren kann, bislang nicht aussagekräftig sind. Die Interpretation der Daten, die von den vor Ort operierenden Fernerkundungstechnologien erhoben wurden, kann auch im weit vom Erhebungsort entfernten Büro stattfinden. Wie auch in den Ausführungen von Lehman (2018) ist die körperliche Arbeit direkt im Feld durch die Datenerhebungstechnologien im Bereich der (luftgestützten) Rohstofferkundung immer seltener Teil des methodischen Instrumentariums von Forschung und Technologieentwicklung. Jedoch kann diese Entwicklung nicht vollständig von den interviewten Experten bestätigt werden: Zwar bestätigen sie die Notwendigkeit von Auswertungsalgorithmen, um mit der Menge und Vielfalt an Daten umgehen zu können, die durch die neuen Technologien und Erhebungsmethoden produziert werden. Wichtig ist den Interviewten aber auch das menschliche Element in der Forschung. Hierzu:

*„So, man muss eben immer noch mit Expertenwissen und Expertensachverstand [da heran gehen], das wird nie der Fall sein, dass man das komplett ausschalten kann. [...] Die [Daten] müssen eben tatsächlich durch Expertenwissen an dieser Stelle zusammengeführt und bewertet werden. Und dann wird ausgewählt welches Modell tatsächlich wahrscheinlicher ist als das andere, und dann ganz zum Schluss bleiben nur noch wenige Modelle übrig, über die man dann sich noch mal*

*herzlich streiten kann. [...] Da muss man dann am Ende tatsächlich weggehen und nachgucken, und bohren, und sehen, wie der Untergrund sich dann tatsächlich verhält.“ (Interview 1)*

Hier kann man erkennen, dass auch die Arbeit vor Ort, also im Forschungsfeld, trotz aller neuen Messtechniken immer noch relevant ist und sich zumindest momentan noch nicht ersetzen lässt. Dies lässt Grenzen der aktuellen Technologien sichtbar werden.

Als Zukunftsvision bezüglich der Methoden der angewandten Geophysik wird angegeben, dass es ein Ziel der Technologieentwicklung ist, mehr Daten durch passive Methoden der Geofernerkundung zu gewinnen. Damit sind Methoden gemeint, bei denen die Fernerkundungstechnologien keine eigenen Strahlungen aussenden, um etwas zu messen, sondern beispielsweise die Sonnenstrahlung aufnehmen und auswerten, die von der Erdoberfläche reflektiert wird. Der fächerübergreifende Datenaustausch, sowie die Kommunikation zwischen verschiedenen Forschungsdisziplinen, sprich interdisziplinäre Zusammenarbeit scheint dabei ein wichtiger Einflussfaktor auf die Generierung von Daten zu sein. Illustriert werden kann diese hohe Interdisziplinarität mit dem folgenden Zitat. Hier erläutert der Interviewte, welche neuen Daten und Forschungserkenntnisse sich durch die interdisziplinäre Verknüpfung bereits bekannter Techniken erlangen ließen:

*„Das ist jetzt gerade dezent der Fall für die nuklearmagnetische Resonanz, das wird von den Menschen schon lange angewandt, in Krankenhäusern, da werden sie in einen Tomographen gesteckt und dann einmal 3D durchgescannt und dann findet der Arzt hoffentlich wo der Knoten steckt oder auch nicht. Das ist eben auch eine Erkundung, von der Physik her ist es der Physik selber komplett egal, wenn ich einen Menschen absceane und dreidimensional erkunde, oder ob ich es mit der Erdoberfläche zu tun habe. Also wir müssen-, da gibt es links wie rechts jetzt tatsächlich interessante Erkundungen, das wir zum Teil aus der Medizintechnik einiges übernehmen und in der Frühzeit hat dann eher die Medizintechnik aus den Geowissenschaften das eine oder andere mitübernommen. Infraschall und solche Dinge wurden tatsächlich erst mal kurzzeitig in der Geophysik erprobt und das hat sich dann auch wechselseitig bestärkt zwischen den medizinischen und den geowissenschaftlichen Zweigen.“ (Interview 1)*

Sowohl in diesem, als auch in den anderen beiden Interviews wird die Notwendigkeit der Zusammenarbeit von angewandter Geophysik mit anderen Disziplinen wie der Mathematik, Biologie, Ozeanografie oder Informatik benannt.

### 4.3. Datentechnologien – die entscheidende Neuerung für die Forschungspraxis zur Rohstofferkundung

Insgesamt lässt sich das Modell zur Erklärung der Frage „Wie genau ändern die Technologien/Methoden/Prinzipien die Praktiken der (geophysikalischen) Forschung?“ also folgendermaßen zusammenfassen: Die für die Forschungspraxis relevanten Faktoren sind vor allem die Veränderungen und Neuerungen in der Arbeit mit Daten; im genaueren Verfeinerungen der Datenerhebung, oder computerbasierte Verbesserungen der Datenauswertung. Für die Entwicklung ersterer scheint fächerübergreifende Zusammenarbeit von Nutzen zu sein. Die neu gewonnenen Datenmengen führen durch ihre inhaltliche Vielfalt und Komplexität zu einer Ausdifferenzierung von Forschungsfeldern. Dadurch werden immer spezialisiertere Forschende gebraucht, die die gewonnenen Daten auch interpretieren können, und deren Expert\*innenwissen damit Relevanz in der (geophysikalischen) Forschung erhält.

In Bezug auf Verhältnis der Forschenden zum Erkenntnisobjekt, kann man daraus zweierlei ableiten. Erstens, durch die immer stärkere Spezialisierung der einzelnen Forschenden sind diese gezwungen, sich immer intensiver mit den einzelnen Forschungsobjekten auseinander zu setzen, und ihre Expertise zu vertiefen, um sie zu durchdringen und weiter untersuchen zu können. Dadurch rücken die Forschenden psychisch an einzelne Forschungsobjekte heran. Zweitens sind die Fernerkundungstechnologien in der Lage, vielfältige Daten zu erheben. Diese können jedoch (noch) nicht ohne menschliches Zutun ausgewertet werden. Es kommt also zu einer größeren physischen Ferne der Forschenden zu ihrem Erkenntnisobjekt, da die Datenauswertung auch fern des realen Forschungsobjektes geschehen kann, eine Verbindung der Forschenden zum Erkenntnisobjekt bleibt jedoch bestehen.

Damit lassen sich aus den geführten Interviews also sowohl Hinweise auf eine größere Nähe, als auch auf eine größere Ferne der Forschenden zu ihren Erkenntnisobjekten erkennen. Jedoch liegen diese auf verschiedenen Ebenen: Psychisch, also aus Sicht der sich spezialisierenden Wissensproduktion deutet sich eine größere Nähe an, physisch, also bei der Datenerhebung und -auswertung, jedoch eine größere Ferne. In den Interviews wurde darauf hingewiesen, dass die physische Anwesenheit von Forschenden im Feld noch immer wichtig ist, um die gewonnenen Datenauswertungsergebnisse endgültig abzusichern. Eine weitere Entfernung der Forschenden zum Erkenntnisobjekt könnten nur neue Datentechnologien bringen, die die menschliche Interpretation unnötig machen. Dies könnten etwa besondere Algorithmen leisten, die ohne weiteres menschliches Zutun sinnvolle Modelle erstellen kön-

nen, und somit eine Betrachtung oder Interpretation der realen Verhältnisse im Feld überflüssig machen können. Diese Art von künstlicher Intelligenz ist jedoch nach Aussagen der Interviewpartner momentan noch nicht realisierbar.

In Bezug auf die zu Anfang erwähnten Analysen von Lehman (2018) sowie Almklov und Hepsø (2011) lässt sich sagen, dass sich im untersuchten Material durch die neuen Technologien, Methoden und Prinzipien in der Geofernerkundung durchaus eine größere, beispielsweise physische, Ferne der Forschenden zu ihren Erkenntnisobjekten feststellen lässt, die man den Argumenten der Autor\*innen folgend als Entfremdung, oder zumindest als abstraktere Beziehungen werten könnte (Almklov & Hepsø, 2011; Lehman, 2018). Zudem lässt sich Almklovs und Hepsøs These, dass auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft auch quantitative Daten stets qualitativ interpretiert werden müssen, in den Aussagen der interviewten Experten wiederfinden (Almklov & Hepsø, 2011).

Ob die abstrakteren Beziehungen der Forschenden zu ihrem Untersuchungsgegenstand jedoch letztendlich wirklich sozial gerechtere Forschung ermöglichen, wie Lehman (2018) es als Möglichkeit beschreibt, oder ob diese Entfernung vom Untersuchungsobjekt eher negativ zu bewerten ist, weil die physische Anwesenheit der Forschenden im Feld für den Erkenntnisgewinn wichtig ist<sup>6</sup>, so wie es Almklov und Hepsø festhalten, muss erst noch untersucht werden (Almklov & Hepsø, 2011; Lehman, 2018).

## 5. Soziale Ferne und Nähe bei der Technologieentwicklung für Fernerkundung

*Mona Gerhold und Maximilian Hemmerling*

Moderne Fernerkundung zur Rohstoffexploration steht in Verbindung zur Gesellschaft. Das bringt diverse Effekte mit sich, welche sich im Umgang mit den Auswirkungen der Technologienutzung widerspiegeln können. Da technologische Trends der Rohstofffernerkundung und ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft aus sozialwissenschaftlicher Sicht bisher wenig beleuchtet wurden, wird in diesem Kapitel das Augenmerk darauf gelegt.

In der Literatur zu Erkundungstechnologien werden abgesehen von Rohstofferkundung

---

<sup>6</sup>

Also eine größere physische Ferne den Verlust von Expert\*innenwissen, das nur durch physische Nähe zum Untersuchungsobjekt abgerufen werden kann, bedeutet.

auch andere Einsatzbereiche für Fernerkundungstechnologien genannt. So werden heutzutage bspw. insbesondere unbemannte Flugobjekte oder Drohnen auch beim Grenzschutz, der Katastrophenhilfe, der Erhebung von Umweltdaten, der Strafverfolgung, militärischen Einsätzen und Truppenübungen, aber auch in der Landwirtschaft eingesetzt (Upchurch 2016).

Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen mit wachsender Gewinnerzielung durch die Verwendung einer zunehmenden Anzahl an Drohnen mit einem daraus resultierenden schnelleren Zugang zu Luftbildern und anderen nützlichen Daten bilden dabei maßgebliche Vorteile – auch in anderen industriellen Bereichen ( Upchurch 2016).

Die im Rahmen des Seminars befragten Experten im Bereich der Technologieentwicklung für Fernerkundung im Rohstoffbereich beschreiben das Verhältnis der Technologieentwicklung für die luftgestützte Rohstofferkundung zur Zivilgesellschaft. In diesem Verhältnis zeigten sich unterschiedlich begründete Nähe bzw. Ferne. Diese Muster sind im folgenden Modell beschrieben.

### 5.1. Erklärungsmodell zur Forschungsfrage

Das Modell bildet ab, wie Technologieentwickler von Fernerkundungstechnologien in Bezug auf deren Auswirkungen eine soziale Nähe oder Ferne zur Zivilgesellschaft konstruieren.

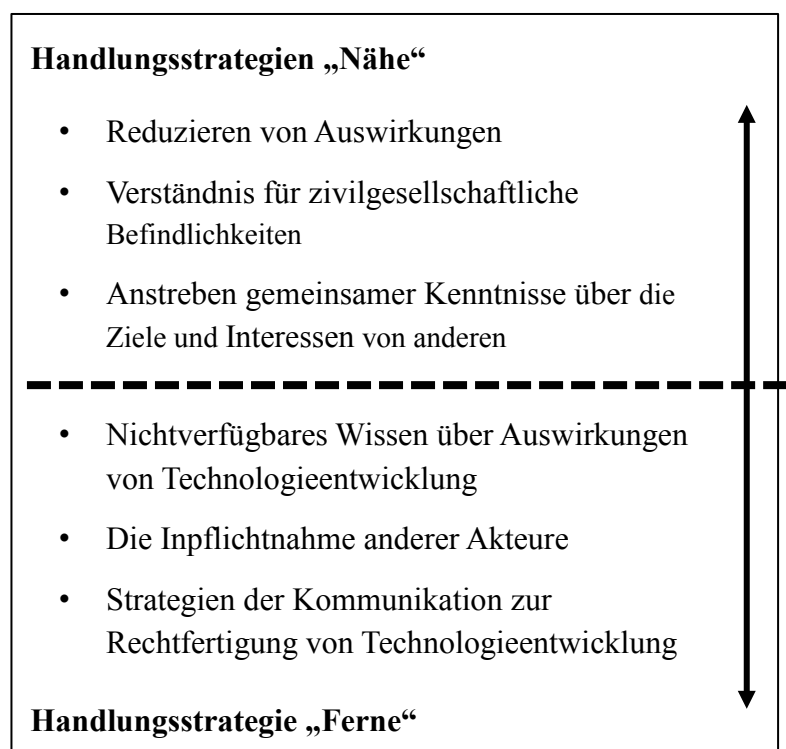


Abbildung 3

Hintergrund der Teilfragestellung dieses Abschnitts ist die Feststellung, dass Fernerkundungstechnologien, die für die Erkundung von Rohstoffen eingesetzt werden, Auswirkungen<sup>7</sup> auf Umwelt und Gesellschaft haben. Mit diesen Auswirkungen setzen sich Experten (Technologieentwickler) in bestimmter Art und Weise auseinander, die entweder eine Nähe oder eine Distanz zwischen Technologieentwicklung und Gesellschaft herstellt. Daher ist die Teilfragestellung dieses Abschnitts: Wie argumentieren Technologieentwickler hinsichtlich der Auswirkungen von Fernerkundungstechnologien auf die Zivilgesellschaft? Der Blick in das Datenmaterial lässt verschiedene Argumentationen erkennen, die entweder eine Nähe oder eine Ferne zwischen Technologieentwicklung und Gesellschaft herstellen. In diesem Abschnitt werden Nähe und Ferne als Folge von Handlungsstrategien bei der Technologieentwicklung und Anwendung konzeptionalisiert.

Handlungsstrategien, auf die in den Interviews verwiesen wird und die auf eine Nähe zwischen Technologieentwicklung und Gesellschaft verweisen, sind das *Reduzieren von Auswirkungen* auf die Zivilgesellschaft, das *Eingehen auf zivilgesellschaftliche Bedürfnisse*, also das Verständnis der zivilgesellschaftlichen Befindlichkeiten sowie das *Anstreben gemeinsamer Kenntnisse über die gegensätzlichen Interessen und Ziele* sowie die damit in Verbindung stehende Kommunikation zum beidseitigen Verständnis. Ferne dagegen wird in Aussagen der Interviewten deutlich, die die Verantwortung für Aspekte der Technologieentwicklung und Anwendung auf anderen Ebenen, bei anderen Akteuren verortet. In folgenden Strategien wird diese Haltung deutlich: *Verweis auf nicht verfügbares Wissen über Auswirkungen von Technologieentwicklung, die Inpflichtnahme anderer Akteure von anderen* sowie die *Begründung der Notwendigkeit von (Technologieentwicklung und) Rohstoffgewinnung* und entsprechende Kommunikation von Auswirkungen gegenüber der Zivilgesellschaft. Im Folgenden werden diese Kategorien anhand des erhobenen Interviewmaterials veranschaulicht.

---

<sup>7</sup> Zu den Auswirkungskategorien, die von den befragten Experten thematisiert werden, zählen u.a. Ökologie, Ökonomie, Politik & Recht und innerhalb dieser Kategorien diverse Belange der Bevölkerung wie z.B. Fragen von Wohlstand, Arbeit, und Sozialstruktur.

## 5.2. Konstruktion von Nähe und Ferne beim Umgang mit der Zivilgesellschaft

In diesem Abschnitt gilt es, aus den Antworten der Interviewpartner Argumente und Strategien zu identifizieren, mit deren Hilfe die Experten eine Nähe oder Ferne im Umgang mit der Zivilbevölkerung konstruieren.

Eine *Nähe* zur Zivilgesellschaft wird beispielsweise in den Momenten deutlich, in denen die Befragten die eigene Verantwortung gegenüber bestimmten Gesellschaftsbelangen hervorheben. Verantwortung und Rücksichtnahme gegenüber der Umwelt werden durch die Interviewpartner als zivilgesellschaftliches Interesse identifiziert. Indem die Interviewpartner es als eine Aufgabe der Technologieentwicklung benennen, Umweltbelange in ihrer Arbeit zu berücksichtigen und explizit zu adressieren (z.B. wenig invasive Technologien zu entwickeln), konstruieren sie eine Nähe zur Gesellschaft. Beispielsweise werden „nicht nur in der beginnenden Erschließung, sondern auch schon in der Erkundung [...] Umweltverträglichkeitsstudie[n]“ (Interview 1) durchgeführt, um möglichst früh eventuelle Folgeauswirkungen abschätzen und möglicherweise *reduzieren* zu können oder um erkennen zu können, wo auf eine geplante Erschließung zum Wohl der Umwelt verzichtet werden sollte. Zukünftig sollte daher eine Rohstofferkundung „so wenig wie möglich aktiv sein, sondern viel mehr passiv und [...] versuchen, so wenig wie möglich Umwelt [und] Menschen zu stören“ (Interview 3). Die auf diese Weise zum Ausdruck gebrachte Strategie übersetzt sich in die Handlungsabsicht, wirtschaftlich tätig zu sein und gleichzeitig Umweltwirkungen zu reduzieren. Das kommt in folgendem Zitat zum Ausdruck (Interview 3, 2018):

*„Also wir wollen so wenig wie möglich auf das Gelände gehen. Wir wollen die Umwelt schonen und wir wollen vor allem nicht unbedingt in Felder, in Wälder, in Gärten von Menschen da mit großen LKWs oder Autos, jedenfalls versuchen wir das schon zu machen.“*

Diese aktive Rücksichtnahme wird auch im nächsten Textausschnitt deutlich (Interview 1):

*„[...] dass wir dann versuchen auf bestimmte Zeiten und Gebiete da zurückzuziehen, wo wir dann da nicht so örtlich so viel Schaden anrichten, obwohl wir ja eigentlich außer Krach nicht so viel machen an der Stelle, aber in anderen Gebieten wo wir auch marin unterwegs sind und uns angucken, was wir auch mit anderen Fernerkundungsmethoden, die ja nicht nur oberhalb der Erdoberfläche sondern auch unterhalb der Erdoberfläche unterwegs sind.“*

Diese Handlungsabsicht bezieht sich also auf eine ganze Reihe unterschiedlicher Ökosysteme. Die Interviewpartner sehen die Einbeziehung zivilgesellschaftliche *Bedürfnisse* und *Ansprüche* in ihrer Arbeit als wesentlichen Aspekt in der Gestaltung der „Bergbauindustrie der

Zukunft“ (Interview 3). Ein umfassendes *Verständnis* der zivilgesellschaftlichen *Befindlichkeiten* wird als notwendig angesehen um zu verstehen, warum Menschen (Nicht-Experten) so stark gegen den Bergbau reagieren (Interview 3). Dabei geht es insbesondere darum, ein Einfühlungsvermögen herzustellen, „um diese Emotionen zu verstehen“ (Interview 3) und damit nachvollziehen zu können, warum Teile der Zivilgesellschaft sich gegen die Bergbauindustrie positionieren. Die Interviewpartner verweisen darauf, dass diese Frage im Rahmen von aktuellen Technologieentwicklungsprojekten thematisiert wird, indem „sehr viele Interviews im Rahmen der Soziologie zu den unterschiedlichen Stakeholders genau in [...] drei Länder[n] – Deutschland, Spanien und Finnland“ durchgeführt werden (Interview 3). Ziel ist es, verschiedene Meinungen und Positionen von Akteuren der Öffentlichkeit kennenzulernen und abzubilden: „Wie unterschiedlich sehen Stakeholder die Erkundung, zum Beispiel Fernerkundung, und was ist der Impact auf ihre Wahrnehmung für Mineralrohstoffe, Exploration?“ (Interview 3). Der letzte Teil dieser Frage deutet bereits auf die Konstruktion von Nähe durch gewählte Handlungsstrategien von Technologieentwicklern: ein *gemeinsamer Kenntnisstand* der jeweiligen Interessen und Ziele wird angestrebt, wie der folgende Textausschnitt untermalt (Interview 2):

*„[...] wir versuchen ja im Rahmen dieses so genannten INFACT-Projektes genau das herauszufinden, wie kann man diesen ersten Schritt der Exploration so offen kommunikativ, insbesondere mit den regionalen Gesellschaften diskutieren. Mit den Leuten, die Leute einbeziehen in die ganzen Diskussionen.“*

Ziel ist offensichtlich eine Handlungsstrategie die den Einsatz von Erkundungstechnologien und den Umgang mit deren Auswirkungen gleichermaßen betrachtet und auf Kommunikation und Austausch setzt. Das wird in den Interviews durch ein bestimmtes Vokabular deutlich, wobei z.B. Worte wie „Umgang“, „Kommunikation“, „Diskussion“ betont und wiederholt werden (Interview 3). Auf der anderen Seite soll aber auch vermittelt werden, warum „eine hochentwickelte Gesellschaft [...] in der Lage sein [sollte], mindestens vorübergehend in die Erde einzugreifen.“ (Interview 3). Auf dieser kommunikativen Grundlage fußen die in den Interviews erläuterten Strategien wie das Anstreben gemeinsamer Kenntnisse, die Notwendigkeit, ein Verständnis gegenüber den zivilgesellschaftlichen Ansprüchen zu entwickeln und auf sie einzugehen.

Neben diesen Handlungsstrategien, die eine Nähe konstruieren, lassen sich auch Strategien identifizieren, welche eine gewisse *Entfernung* zur Zivilgesellschaft herstellen. So wird beispielsweise mit dem Verweis darauf, dass *Wissen* über bestimmte Wirkungszusammenhänge



*nicht vorhandenen* ist eine Ferne konstruiert. Beispielsweise wird die Frage, inwieweit die Anwendung bestimmter Erkundungstechnologien zur Exploration von Rohstoffressourcen „auf die regionale Gesellschaft dann Auswirkungen hat“ damit beantwortet, dass dies „immer ganz schwer zu eruieren“ sei (Interview 2). Es können lediglich Vermutungen über diese Auswirkungen angestellt werden, da „damit noch keine Erfahrung gesammelt“ worden sei und man „einfach nicht in dem Bereich“ (Interview 2) arbeite.

Eine andere Formulierung spiegelt die Vermutung wider, dass Rohstoffindustrien Umweltverantwortung übernehmen, die sie als Anliegen der Zivilgesellschaft rahmen:

*„Ob und inwieweit jetzt diejenigen, die letzten Endes die Rohstoffe Ausbeuten – ist vielleicht der falsche Begriff – aus dem Erdinneren gewinnen, sich hinterher auch – oder insgesamt auch – um die Umwelt kümmern, lasse ich mal dahingestellt.“ (Interview 2).*

In diesem Zitat wird deutlich, dass auch andere Akteure in der Pflicht gesehen werden, sich mit den Umweltfolgen des Bergbaus, an dessen Beginn die Fernerkundung steht, auseinanderzusetzen. Das wird durch die Formulierung „diejenigen, die letzten Endes die Rohstoffe ... (...) ausbeuten“ angezeigt. Ähnliche Hinweise finden sich auch in den anderen Interviews. Man könnte demnach von einer Inpflichtnahme anderer Akteure sprechen: aus Perspektive der gesamten Rohstoffkette kann Technologieentwicklung nicht allein für Probleme haftbar gemacht werden.

In den Handlungsstrategien, auf die den Interviewpartnern zufolge im Umgang mit der Zivilgesellschaft zurückgegriffen werden soll, drückt sich eine Ferne aus. Offensichtlich sind es insbesondere *Kommunikationsstrategien*, die gewählt werden sollten, um mit der Zivilgesellschaft, die teils als problematisch wahrgenommen wird, in Kontakt zu treten. Interessant ist, dass ein wichtiger Bestandteil dieser Kommunikation die Begründung der Notwendigkeit von Rohstoffgewinnung und ihren Auswirkungen ist (Interview 3):

*„Ok, ihr seid dagegen. Ehm aber ihr müsst auch verstehen, dass wir das brauchen und ihr müsst vielleicht eh akzeptieren, dass für die nächsten Generationen, dass es nicht unbedingt so schön sein wird, aber dafür kriegt ihr ein Job, kriegt ihr ein besseres Leben.“ (...) Und nach dreißig Jahren werden wir versuchen, es noch viel schöner zu machen als es jetzt ist, aber die Wissenschaft wird auch ein Benefiz davon kriegen.“*

In diesem Zitat wird deutlich, dass ein Verständnis der Gesellschaft gegenüber der Notwendigkeit der Rohstoffgewinnung erwartet wird. Das Muster der Begründung der Auswirkungen von Anwendungen der Erkundungstechnologien findet sich im Material an vielen Stel-

len. Es wird beispielsweise formuliert, dass „ja eigentlich außer Krach nicht so viel“ gemacht werde, oder dass der auf den Erkundungen basierende Rohstoffabbau hinsichtlich der Umweltwirkungen „den deutlichen höheren Anteil“ (Interview 2) hat. Weitenhin stellt der Vergleich zu dem wesentlich invasiveren Erkundungstechnologien der Vergangenheit eine Rechtfertigung neuer und innovativer Technologien dar. Es findet eine Sublimierung der gegenwärtigen Explorationsmethoden statt: „Also früher ist man hingegangen und hat erst mal, damit man irgendwas finden konnte, weggeholt.“ (Interview 2).

Der Argumentation liegt die Überlegung zugrunde, dass die Auswirkungen von Fernerkundungstechnologien unter der Annahme hingenommen werden müssen, dass das Bedürfnis bzw. die Notwendigkeit besteht, diverse rohstoffintensive Güter zu besitzen: „Ihr nutzt ja zurzeit Skype, ihr habt einen Laptop, ihr habt bestimmt auch ein Handy. Ich sehe, Sie haben einen Ohrring – das kommt nicht von Nichts.“ (Interview 3). Das wird auch an anderer Stelle deutlich:

*„Wenn wir keine Rohstoffe liefern können, oder wir keine Rohstoffe mehr finden können, wird es dazu führen, dass derartige Dinge limitiert werden, was bestimmt für die Gesellschaft auch nicht schön ist.“ (Interview 2).*

Oder: „[...] das trotzdem zu gewinnen, weil es ist wirklich ein Schatz und das sollten wir für die Menschheit nicht eh sag mal so eh weglassen, wenn es eine Möglichkeit gibt“ (Interview 3). Diese Begründung scheint auf den ersten Blick wie ein „Entweder-Oder“, das auf eine gewisse Alternativlosigkeit dieser Situation darstellt.

Die Entwicklung im Rohstoffsektor in den vergangenen Jahrzehnten führte zu einer Abgabe der Kontrolle über den Rohstoffgewinnungsvorgang (Interview 3).

*„Entweder wir sagen: ok, es wird [...] in China [abgebaut] und wir werden das nur kaufen und das bedeutet, dass wir keinen Einfluss haben, über wie das abgebaut wird. Oder wir sagen: wir sind verantwortlich. [...] Wir müssen das wieder recyceln. Wir müssen sehen, dass das wieder wird. Und das können wir nur tun, wenn das bei uns ist.“*

Offensichtlich ist mit der Verlagerung der Rohstoffgewinnung auch das Verständnis verbunden, dass auch die Verantwortung für die Auswirkungen auch bei anderen Akteuren liegt. Die Interviewpartner gehen aber davon aus, dass diese Verantwortung weniger intensiv wahrgenommen wird, als wenn sie in der eigenen Hand liegen würde

### 5.3. Die Veränderung der gesellschaftlichen Einbettung von Technologien am Beispiel von Nähe und Ferne

Um die Analyse der sozialen Nähe bzw. Distanz von Technologieentwicklern zur Zivilgesellschaft anhand der Auseinandersetzung mit den Auswirkungen von Erkundungstechnologien vornehmen zu können, wurde eine Verbindung hergestellt zwischen den Effekten der Nutzung von Erkundungstechnologien und der konstruierten Nähe und Ferne zur zivilen Bevölkerung, die in den Interviews zum Ausdruck gebracht wurde. Dabei wurden zunächst die Auswirkungen anhand von Beispielen differenziert beleuchtet und kategorisiert. Bezugnehmend dazu wurden Kommunikationsweisen, Argumentationsmuster und Handlungsstrategien identifiziert, die zum Umgang mit den Effekten der Technologien von den Interviewpartnern angewandt wurden oder angewandt werden sollten. Die Kommunikationsweisen, Argumentationsmuster und Handlungsstrategien tragen zur Konstruktion von sozialer Nähe und Ferne bei.

Zusammenfassend kann aus den hier vorgestellten Analysen festgestellt werden, dass im Zusammenhang mit potentiell störenden Eingriffen in die Umwelt und Gesellschaft durch Erkundungstechnologien sowohl Argumentationsmuster verwendet werden, die eine Nähe zur Gesellschaft herstellen als auch Argumentationsmuster, die eine Ferne konstruieren.

Es soll auch reflektiert werden, welche Probleme sich im Zuge der Analyse ergaben. Zum einen resultieren aus der Analyse Fragen, die nur durch weitere Interpretationen des vorliegenden Materials und auf Grundlage zusätzlichen empirischen Materials beantwortet werden könnten. Zum anderen bleibt die Frage bestehen, welche Ursachen sich dafür finden lassen, dass bestimmte Auswirkungen mit bestimmten Strategien adressiert werden, die sich entweder mit Nähe oder Ferne in Verbindung bringen lassen und dementsprechend, warum welche Strategien für welche Auswirkungen angewandt wurden.

## 6. Verantwortung und Legitimation in Exploration und Bergbau

*Annabel Sophie Glum und Anja Kinner*

Da Unternehmen bzw. Institutionen soziale Akteure sind stellt sich im Zusammenhang mit neuen fernerkundungsbasierten Technologien zur Rohstofferkundung zum einen die Frage nach der Verantwortung und zum zweiten die Frage nach der Legitimation von Forschungs-

entscheidungen. Diese Fragen sind insbesondere dann relevant, wenn Handlungen und Entscheidungen potenzielle oder tatsächliche negative Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt haben können. Um sich dem Thema zu nähern, soll nun zunächst ein Blick in die Literatur erfolgen, um herauszuarbeiten, wie Verantwortung in der Technologieentwicklung konzeptualisiert werden kann. Auf dieser Grundlage erfolgt anschließend die Entwicklung einer Teilforschungsfrage, die basierend auf der Analyse des Interviewmaterials mit Hilfe eines empirischen Erklärungsmodells beantwortet werden soll.

Die Bauingenieurin, Philosophin und Juristin Neelke Doorn (2012) stellt drei verschiedene Zuschreibungsarten von Verantwortung vor, die in der technologischen Forschung Anwendung finden: die *wertebasierte*, die *rechtebasierte* und die *konsequentialistische* Zuschreibung.

In der *wertebasierten* Zuschreibung steht die Frage im Mittelpunkt, wer verantwortlich ist. Damit wird ein Verständnis von Schuld impliziert und der Fokus auf die potenziell Schuldigen gelegt. Es findet eine Konzentration auf bereits Geschehenes statt (Doorn, 2012). Doorn erklärt, dass in diesem Zusammenhang folgende fünf Kriterien ausschlaggebend sind (Doorn, 2012):

1. Ist der\*die Akteur\*in prinzipiell zu moralischen Handlungen fähig?
2. Wurde freiwillig bzw. ohne äußere Zwänge gehandelt?
3. Waren die Konsequenzen der Handlung absehbar?
4. Besteht zwischen Konsequenzen und den Handlungen eine Kausalität?
5. Wurde eine Norm verletzt?

Da die Verantwortung nach Doorn hier auf der Individualebene zugeschrieben wird, stelle hier insbesondere das „problem of many hands“ (Doorn, 2012, p. 80, 83), also das Handeln in Kollektiven, ein Problem dar, da so die Teilhandlungen von Einzelnen innerhalb des Kollektivs nicht trennscharf voneinander zu differenzieren seien. Dies führe dazu, dass letzten Endes das gesamte Kollektiv für die Fehler eines Mitgliedes verantwortlich zu machen wäre, oder aber niemandem die Schuld zugesprochen werden könnte, da ersteres gemeinhin als ungerecht empfunden werden würde (vgl. Doorn, 2012).

Im Gegensatz dazu konzentriert sich die rechtebasierte Zuschreibung auf die Interessen potenzieller Opfer von Folgen technologischer Forschung. Die Grundverantwortung liegt nach diesem Verständnis darin, dass durch die Forschung bzw. durch die Technologien niemandem geschadet werden darf, bzw. die Betroffenen über die Risiken informiert werden müs-

sen. Doorn erklärt, dass auch dieser Ansatz auf vergangene Entwicklungen und Ereignisse ausgerichtet sei, weshalb er auch primär auf finanzielle Kompensation statt auf Technologieverbesserung hinauslaufe.

Da sowohl die wertebasierte als auch die rechtebasierte Verantwortungszuschreibung nach Doorn den Fokus auf bereits Geschehenes legen, beinhalten sie eher wenig Potential, nachhaltig auf die Richtung technologischer Forschung Einfluss zu nehmen. Doorn führt eine dritte Form der Verantwortungszuschreibung ins Feld, die *konsequentialistische*, welche sie als teils bereits intuitive Praxis von Ingenieuren beschreibt. Im konsequentialistischen Verantwortungsverständnis wird davon ausgegangen, dass Technologien und auch die betreffende Forschung der Gesellschaft dienen müssen bzw. ihr zumindest nicht schaden dürfen. Basis für eine Bewertung im Sinne des konsequentialistischen Ansatzes stellt der Fokus auf die Wirksamkeit von Verantwortungszuschreibungen dar. Das beinhaltet, dass an Stelle der Schuldfrage einerseits die Frage nach der generellen bzw. zukünftigen Vermeidbarkeit von Schaden tritt und andererseits die Frage, welcher moralische Akteur hierbei im Sinne der Wirksamkeit am sinnvollsten bzw. effektivsten einzusetzen wäre. Positiv sei hier, dass dies den größten und unmittelbaren Einfluss der Ethik auf die technologische Forschung ermöglichen könnte (vgl. Doorn, 2012) Doorn betont, dass trotz des Wirksamkeitsfokus' aber auch eine Art „allgemeingültige Intuition“ und ein „grundlegendes Gerechtigkeitsempfinden“ integriert werden sollten (Doorn, 2012, p. 85-86).

## 6.1. Erklärungsmodell

Die folgende Teilforschungsfrage steht im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses dieses Kapitels: Wie erklärt das Verantwortungsverständnis der Technologieentwickler\*innen ihre Legitimationsstrategien? Um diese zu adressieren, wurde auf der Grundlage dreier Experteninterviews ein empiriegeleitetes Erklärungsmodell entwickelt, welches im Folgenden erläutert wird:

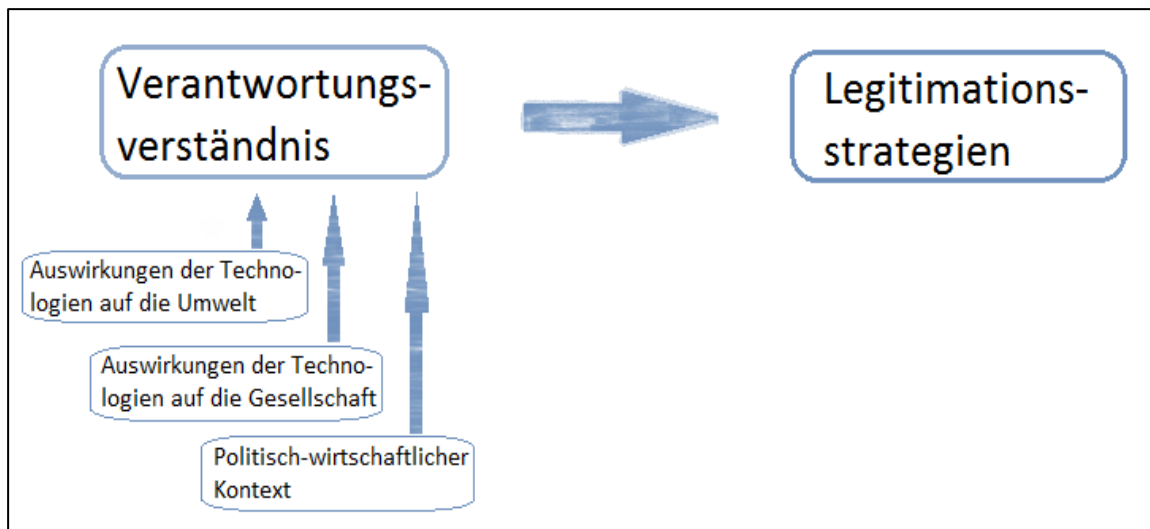


Abbildung 4

Zunächst wurde analysiert, welches Verständnis von Verantwortung die interviewten Technologieentwickler haben. Es wurde deutlich, dass die befragten Akteure sowohl die potenziellen Auswirkungen auf die Gesellschaft als auch die potenziellen Auswirkungen ihrer Entscheidungen auf die Umwelt als Teil ihrer Verantwortung verstehen. Sie sind sich darüber bewusst, dass ihr Handeln die Frage der Verantwortung für die Umwelt, bzw. Umweltfolgen aufwirft. Folglich wurden jeweils die *Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt* als Codes in der Analyse berücksichtigt. Insbesondere der *politisch-wirtschaftliche Kontext* wirkt auf das Verantwortungsverständnis ein, weswegen dieser als Code ebenfalls erfasst wurde. Auf Grundlage des individuellen Verantwortungsverständnisses entwickeln die Technologieentwickler bestimmte Strategien zur Legitimierung ihrer Handlungen und Entscheidungen. Die vorgestellten Kategorien bilden die Grundlage zur Entwicklung eines theoretischen Erklärungsmodells, das helfen soll, die eingangs gestellte Teilforschungsfrage zu beantworten. Im Folgenden werden die Kategorien zunächst einzeln vorgestellt und anschließend miteinander in Beziehung gesetzt.

## 6.2. Herleitung des Modells auf der Basis der empirischen Daten

Hinsichtlich der *Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt* kann zwischen den Folgen der fernerkundungsbasierten Exploration und den Auswirkungen des Bergbaus als Ganzes differenziert werden (siehe Kapitel 5). In allen Interviews werden die Umweltschäden infolge von Explorationen explizit erwähnt und detailliert beschrieben, wobei insbesondere die Lärm-

und Luftbelastung durch Hubschrauber und Flugzeuge genannt werden. Die Interviewten verweisen darauf, dass diese Auswirkungen im Vergleich zum eigentlichen Rohstoffabbau geringere Umweltschäden darstellen. Generell werden auch die Vorteile der fernerkundungsbasierten Technologien für die Umwelt betont, beispielhaft sei hier Interview 1 zitiert: „Und das führt wirklich dazu, dass der Untergrund in den ersten Metern – das sind tatsächlich 100m, 200m, 300m, je nachdem wie tief man gucken will – jetzt völlig zerstörungsfrei erkundet werden kann, mit Methoden, die auch wirklich keinen Schaden anrichten“ (Interview 1). Die Wirkungen des eigenen Handelns im eigenen Arbeitsfeld – Entwicklung von Explorationstechnologien – werden demnach reflektiert und sind bei allen drei Interviewten zentraler Bestandteil des Verantwortungsverständnisses.

Die Verantwortungsverständnisse unterscheiden sich im Hinblick auf die Rolle, die Umweltfolgen des Bergbaus im eigenen Handeln zugeschrieben wird. Einer der Interviewten weist detailliert auf die mit dem Bergbau einhergehenden Belastungen von Flora, Fauna und Bodenphysik hin und erläutert auch, welche Maßnahmen getroffen werden, um Umweltauswirkungen erfassen und berücksichtigen zu können. Diese Maßnahmen werden „nicht nur in der beginnenden Erschließung, sondern auch schon in der Erkundung selber eine Art von Umweltverträglichkeitsstudie“ (Interview 1) integriert, sodass absehbare Konsequenzen erkannt werden können. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass für diesen Akteur nicht nur die direkten Wirkungen seiner Handlungen in der Rohstoffexploration, sondern auch die indirekten Folgen in der Rohstoffgewinnung, die auf die Exploration folgt, Teil des Verantwortungsverständnisses sind. Andererseits definiert der Interviewpartner auch die Grenze, die seine Verantwortungsübernahme beschränkt. So befasst er sich mit Belangen der Umwelt, verweist jedoch bei Entscheidungen auf die Politik. Deutlich wird dies in folgendem Zitat: „Und das ist am Ende immer eine Situation, in der wir fachlich sagen können: „Ja, [...] das ist erschließbar“ und dann ist es aber am Ende immer eine Entscheidung der Politik“ (Interview 1). Die Beschreibung seiner Aufgabe, „wirklich ganz neutral zu beraten“ (ebd.) kann daher auch als die (notwendige) Abgrenzung des Verantwortungsbereiches gelesen werden. Mit der Definition des eigenen Handlungsbereichs geht daher eine Beschränkung der möglichen Verantwortungsübernahme auf eben diesen einher.

In den beiden anderen Interviews wird stärker zwischen den Auswirkungen von Explorationstechnologien und Wirkungen des Bergbaus getrennt. Die Folgen des Bergbaus werden

angesprochen, aber gar nicht oder nicht detailliert erläutert. So beschreibt beispielsweise Interviewpartner 2:

*„Wenn mit unserer Technologie Rohstoffvorkommen gefunden wurden, wird es möglicherweise irgendwann zu einem Eingriff in die Umwelt kommen. Ob und inwieweit dieser positiv ist, das lassen wir mal dahingestellt. [...] Überall haben Sie da eine nicht geringe Auswirkung auf die Umwelt. Die Frage ist, inwieweit die Explorationstechnik, also das, was wir bereitstellen, einen Einfluss darauf hat.“  
(Interview 2)*

Es wird sehr deutlich die Grenze der eigenen Einflussmöglichkeiten als Entwickler von Explorationstechnologien aufgezeigt, indem beispielsweise darauf verwiesen wird, dass es unsicher ist, ob eine Exploration tatsächlich zu einem Rohstoffabbau führt. Dennoch sei es auch Ziel ihrer Technologieentwicklungen, "die Eingriffe, die am Anfang dieser Kette sind, [...] die Anzahl der erforderlichen Bohrungen so weit wie möglich einzugrenzen. Das heißt wiederum, die Umweltauswirkungen schon in gewisser Weise zu beschränken. Zumindest was den Bereich der Exploration betrifft" (Interview 2). Gleichwohl verweist der Interviewpartner auf die Tatsache, dass es im Rahmen des Ressourcenabbaus „mehrere Stationen [gibt] und jede, insbesondere die letzte, hat den deutlich höheren Anteil, als die, die wir haben“ (ebd.). Diese Zitate machen deutlich, dass die Folgen des eigenen Handelns im Bereich der Rohstofferkundung und die Umweltfolgen des Bergbaus getrennt betrachtet werden. Auf diese Weise werden die Grenzen des Einfluss' des eigenen Handelns, und damit auch die ihm zuschreibbare Verantwortung, aufgezeigt. Der dritte Interviewte spricht sich deutlich für die Verwendung „passiver Methoden“ in der Exploration aus, was den Eingriff und damit die Schädigung der Natur ebenfalls deutlich minimieren soll: im Rahmen einer Exploration mit passiven Methoden sollen bereits existierende Daten und bisher dafür ungenutzte, schon vorhandene Erhebungsinstrumente genutzt werden, anstatt neue Technologien zu entwickeln. Ein solches, wesentlich umweltfreundlicheres Vorgehen geht zwar mit einer größeren Ungenauigkeit und erhöhtem Arbeitsaufwand, sowie entsprechend höheren wirtschaftlichen Kosten einher, dies sei aber im Interesse zukünftiger Generationen hinzunehmen. Dieser Interviewte geht auch auf die Motivation ein, die aktuellen (technologischen) Entwicklungen im Bergbau zugrunde liegt:

*„[Die] Idee ist, dass es an der Oberfläche keine Nebenwirkungen geben wird. Es wird unterirdisch abgebaut; es wird teilweise unterirdisch prozessiert und es wird entlang eines langen Tunnels, vier Kilometer lang, etwas aus der Erde herausgeholt. Es wird prozessiert und wieder hineingetan, was nicht gebraucht wird. Die Idee ist, dass man das an der Oberfläche überhaupt nicht sieht. Man wird einen*



*Tunnel sehen und LKWs, die da herausgehen, aber es wird keine Nebenwirkungen haben.“ (Interview 3)*

Ziel ist es also, dass an der Oberfläche keinerlei Anzeichen für den Bergbau mehr sichtbar sind. Die „Unsichtbarkeit“ unterirdischen Bergbaus bedeutet jedoch nicht, dass keine Umweltwirkungen existieren. Diese werden von dem Interviewten nicht thematisiert. Die Ursache dafür ist möglicherweise darin zu suchen, dass der Fokus der Interviews auf Erkundungstechnologien lag und Abbautechnologien nur am Rande thematisiert wurden. Gleichzeitig bestätigt diese Beobachtung die Vermutung, dass das Verantwortungsverständnis auf die Wirkungen des eigenen Handelns fokussiert ist und durch den Einflussbereich des eigenen Handelns begrenzt wird. Der Akteur reflektiert die Folgen des eigenen Handelns und macht deutlich, dass es Kern seiner Entwicklungsarbeit ist, sich aktiv mit Möglichkeiten zu befassen, die Umweltauswirkungen von Erkundungstechnologien minimieren.

Zusammenfassend lässt sich im Hinblick auf die Kategorie *Auswirkungen der Technologien auf die Umwelt* Folgendes sagen. Wie diese Darstellungen zeigen, unterscheidet sich das Verantwortungsverständnis der Akteure im Hinblick darauf, wie Umweltwirkungen der tatsächlichen Rohstoffgewinnung thematisiert und als Teil der eigenen Verantwortung gesehen werden. Alle Technologieentwickler heben die positiven Umweltwirkungen neuer fernerkundungsbasierter Technologien hervor und stellen dar, dass sie an dieser Entwicklung aktiv beteiligt sind. Im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten übernehmen sie daher eine Verantwortung für die Umweltbedingungen zukünftiger Generationen.

Bemerkenswert ist der deutliche Verweis auf die Grenzen des eigenen Einflusses der Interviewten, mit dem auch die Grenze der eigenen Verantwortung herausgestellt wird. In zwei der Interviews wird deutlich gemacht, dass die Schäden, die beim Abbau von Rohstoffen infolge einer Exploration stattfinden, außerhalb der eigenen Handlungsmöglichkeiten und damit auch Verantwortung liegen. Einer der Interviewpartner schließt die Folgen des Bergbaus in seinen Verantwortungsbegriff ein. Er begrenzt seine Verantwortung ebenfalls, setzt die Grenze jedoch an anderer Stelle, indem er seine Aufgabe als die eines neutralen Beraters definiert. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Interviewten ihre Verantwortungsübernahme auf ihren Handlungsbereich beschränken und damit auf verschiedene Arten ihre Verantwortung begrenzen.

Wie schon in den vorangegangenen Darstellungen angedeutet wurde, nehmen die Auswirkungen von Technologien auf Umwelt und auf Gesellschaft wechselseitig aufeinander Ein-

fluss. Dies wird in den Ausführungen der Interviewpartner zu einem Forschungsprojekt deutlich, in das alle drei Interviewpartner involviert sind. Dieses Projekt hat die Entwicklung von innovativen, nicht-invasiven Explorationstechnologien, die Etablierung moderner Bergbaugebiete und die Optimierung der Kommunikation zwischen den verschiedenen Interessengruppen zum Ziel. Einer der Interviewpartner betont, dass es auch für Explorationsdienstleister wichtig und erstrebenswert ist, eine „offene, nachvollziehbare Kommunikation insbesondere mit den lokalen Gesellschaften“ (Interview 2) zu führen, da häufig Unsicherheit, Sorge und Ablehnung gegenüber Bergbau- und Explorationsmaßnahmen auftreten. Diese Überlegung gibt einen Hinweis darauf, dass offensichtlich die lokale Bevölkerung auch Explorationsdienstleister in der Verantwortung für negative Auswirkungen eines Ressourcenabbaus sieht (und nicht nur die Bergbauunternehmen).

Verantwortung für die Gesellschaft zu übernehmen, bedeutet für die Interviewpartner, die aus ihrer Sicht unabdingbare Notwendigkeit des Bergbaus der Bevölkerung zu vermitteln, und auf diese Weise öffentliche Akzeptanz und Legitimation ihrer Arbeit zu erreichen. Unter der Prämisse, dass Bergbau immer notwendig sein wird, gilt es aus Sicht der Interviewpartner herauszufinden, „was [...] die Schmerzgrenze [ist]. Warum reagieren die Menschen zu stark gegen Bergbau?“ (Interview 2). Weiterhin, so die Argumentation, gilt es, die Balance zwischen Kosten und Nutzen zu wahren. Vor diesem Hintergrund stellt sich für die Interviewpartner die Frage, was der Öffentlichkeit gegeben werden muss, um die negativen Auswirkungen auszugleichen. Als problematisch empfindet einer der Interviewpartner, dass „diese Themen [...] nicht rational, sondern emotional“ (Interview 2) von der Öffentlichkeit aufgenommen und diskutiert würden.

In den Gesprächen wird deutlich, dass sich Interviewte einerseits der Belastung durch fernerkundungsbasierte Technologien für den Menschen bewusst sind. Andererseits machen die Interviewpartner aber auch deutlich, dass die positiven Auswirkungen des Bergbaus auf die Gesellschaft für sie von hoher Priorität sind. Damit sind sowohl der wirtschaftliche Zugewinn als auch die Sicherung des gesellschaftlichen Bedarfs an modernen Technologien gemeint, die nur durch die Gewinnung und Bereitstellung von Rohstoffen ermöglicht werden kann. So beschreibt einer der Interviewpartner, sich auf moderne Kommunikationstechnologien beziehend, dass „Sinn, Ziel und Zweck der Technologien ist, das Leben der Menschen und damit der Gesellschaft, so einfach wie möglich zu gestalten (Interview 2). Ein anderer Gesprächspartner macht darüber hinaus deutlich, dass zukünftige Generationen nicht nur be-

zätzlich einer lebenswerten Umwelt Berücksichtigung finden müssen, sondern ihnen auch die Vorteile einer Hightech-Gesellschaft zu wünschen sind (Interview 3).

Es kann zusammengefasst werden, dass die Interviewpartner ihr Handeln und dessen Auswirkungen auf Mensch und Gesellschaft reflektieren, indem sie ihre Argumentation auf den ökonomischen Vorteile und der grundlegenden Notwendigkeit des Bergbaus für die Gesellschaft aufbauen. Das Verständnis von Verantwortung gegenüber der Gesellschaft beinhaltet, Mittel zu finden, die die Akzeptanz in der Gesellschaft für Bergbaumaßnahmen erhöhen. Anders als in der Argumentation zu den Umweltwirkungen wird die Rohstoffexploration in dieser Argumentation zu einem (kleinen) Teil des „notwendigen Bergbaus“. Während also im Hinblick auf die (eher negativen) Umweltwirkungen klar zwischen Explorationstechnologie und Technologie zur Rohstoffgewinnung unterschieden wird, verwischt diese Grenze im Hinblick auf die (positiven) Wirkungen in der Gesellschaft.

Die Interviewpartner beschreiben ihre Arbeit als in einen politisch-ökonomischen Kontext eingebettet und in Abhängigkeit von diesem. Aus den Darstellungen wird deutlich, dass dieser Kontext auf ihr Verständnis von Verantwortung auf verschiedene Art und Weise Einfluss nimmt. So schildert einer der Interviewpartner beispielsweise, dass die Explorationseinsätze abhängig sind von der Präsenz wirtschaftlicher Unternehmen, sowie von aktiver Rohstoffgewinnung in fraglichen Gebieten. Damit werden das Handeln von Explorationsdienstleistern indirekt auch von den Weltmarktpreisen für Rohstoffe beeinflusst. Ähnliches berichtet auch ein anderer Interviewpartner:

*„Die Technologien, die wir entwickeln, dienen in erster Linie, ich sag mal den Rohstoffherzeugern. Wenn mehr Rohstoffe potenziell zur Verfügung stehen, sprich höhere Mengen, dann kann zwar der Markt bedient werden, wenn aber zu viele Rohstoffe da sind, dann wird das dazu führen, dass die Rohstoffpreise wieder verfallen [...]. Deswegen hat man ja auch insbesondere im Rohstoffbereich diesen Schweinezyklus: sehr schnell rauf, sehr schnell runter, und das ist nicht wirklich förderlich, weil wenn so ein Minenbetreiber aufgebaut wurde, im Rahmen als die Rohstoffe teuer waren, [und] auf einmal rentiert sich das für ihn nicht mehr, dann lässt er [es] halt so stehen und liegen, wie es ist. Da wird sich keiner mehr darum kümmern, oder keiner mehr Geld in die Hand nehmen, zu gucken, das möglichst umweltverträglich aufzubereiten. Das heißt, das sind definitiv negative Folgen, [...] aber nicht, weil die Technologie verfügbar ist [...]. Also, von daher ist [es] immer schwierig zu sagen, [...] ,die Technologie, die wir machen, hat entsprechende Auswirkungen auf die Gesellschaft.“ (Interview 2)*

In diesem Zitat wird gut erkennbar, wie sich die Technologieentwickler in den (welt-) wirtschaftlichen Zusammenhang eingebunden sehen und dabei bemüht sind, ihren Verantwortungsbereich zu definieren.

Im dritten Interview tritt ein weiterer Aspekt des Einflusses des politisch-wirtschaftlichen Kontextes auf das Verantwortungsverständnis zutage. Der Interviewte plädiert dafür, auch in Deutschland wieder mehr Abbau zu betreiben, statt die Rohstoffe aus anderen Staaten zu importieren. Dies verbindet er mit der Möglichkeit der größeren Kontrolle über die Art und Weise des Abbaus und der Umweltwirkungen, die in anderen Staaten deutlich weniger gegeben ist:

*„Entweder wir sagen: [...] wir werden das nur kaufen und das bedeutet, dass wir keinen Einfluss haben, darüber, wie das abgebaut wird. Oder wir sagen: wir sind verantwortlich. [...] Wir müssen sehen, dass das wieder wird. Und das können wir nur tun, wenn das bei uns ist. Wenn die ganzen Gesetze auch damit verbunden sind.“ (Interview 3)*

Er bewertet folglich die aktuelle politisch-ökonomische Situation im Bergbau als für den Umweltschutz nachteilig. Diese Situation gilt es zu verändern, damit die Verantwortung für die Umwelt – in diesem Fall abgesichert durch die Gesetzgebung in Deutschland – übernommen werden kann. Damit bringt der Interviewte zum Ausdruck, dass er die politische Ebene in der Verantwortung sieht, grundlegende Rahmenbedingungen für einen umwelt- und gesellschaftsverträglichen Bergbau zu schaffen, da aus seiner Sicht seine eigene Möglichkeit, Verantwortung zu übernehmen, begrenzt ist.

So zeigt sich insgesamt bezüglich dieser Kategorie, dass sich die Technologieentwickler in den politisch-wirtschaftlichen Kontext eingebunden sehen, in dem sie handeln. Aus Sicht der Interviewpartner begrenzt der politisch-wirtschaftliche Kontext ihre Möglichkeiten, Verantwortung übernehmen zu können.

Auf den vorangegangenen Seiten wurden die einzelnen Kategorien des Verantwortungsverständnisses der Technologieentwickler dargelegt. Auf dieser Basis soll im Folgenden der Einfluss des Verantwortungsverständnisses *auf die Legitimationsstrategien* ergründet werden.

Die Interviewten legen der Legitimation ihrer Handlungen die Prämisse zu Grunde, dass Bergbau an sich notwendig und unumgänglich ist und auch zukünftig sein wird. Das verdeutlicht etwa folgendes Zitat: „Das ist nicht meine Arbeit, eine Meinung zu haben, ob Bergbau notwendig ist oder nicht oder gut oder nicht, aber notwendig ist er“ (Interview 3). Daher

steht in den Ausführungen der Interviewpartner die Frage nach den Bedingungen, unter welchen abgebaut werden soll, im Zentrum. Das veranschaulicht unter anderem folgendes Zitat aus demselben Interview:

*„Und wenn wir eine hochentwickelte Gesellschaft haben wollen, weil wir Krankenhäuser haben wollen, weil unsere Kinder auch eine Chance haben [sollen], Hochtechnologie zu nutzen, dann müssen wir in der Lage sein, mindestens vorübergehend in die Erde einzugreifen und die Frage ist, wie sollen wir das tun?“  
(Interview 3)*

Das Argument des gesellschaftlichen Fortschritts und der industriellen Entwicklung, sowie des daraus resultierenden Bedarfs an Rohstoffen wird in allen Interviews sehr betont und legt die Interpretation nahe, dass die Kategorie *Auswirkungen auf die Gesellschaft* einen entsprechend hohen Einfluss auf das Verantwortungsverständnis der Akteure hat. Offensichtlich dient diese Kategorie als primäre Strategie, um Handlungen und Entscheidungen des Bergbaus und der Exploration, die Umwelt und Gesellschaft (negativ) beeinflussen, zu legitimieren.

Die Kategorie *Auswirkungen auf die Umwelt* ist für das Verantwortungsverständnis der Interviewpartner relevant, scheint aber weniger wichtig zu sein als die Kategorie *Auswirkungen auf die Gesellschaft*. Im Zusammenhang mit dieser Kategorie werden Handlungen über zwei Muster legitimiert: Einerseits werden die umweltschonenden Eigenschaften der fernerkundungsbasierten Technologie in der Exploration betont und das Ziel bekräftigt, an dieser Entwicklung festzuhalten und mitzuwirken. Andererseits wird der eigene Verantwortungsbereich definiert und abgegrenzt, indem mit Hilfe verschiedener Argumente der Unterschied zwischen Exploration und Rohstoffgewinnung herausgestellt wird oder Forschungsentscheidungen auf die Ebene der Politik und damit aus dem eigenen Handlungsbereich heraus verlagert werden.

Auch der Einfluss des *politisch-ökonomischen Kontexts* auf das Verantwortungsverständnis der Akteure konnte zuvor deutlich gemacht werden: es wurde offensichtlich, dass die Interviewpartner ihre Einbindung in den größeren politisch-wirtschaftlichen Kontext wahrnehmen und thematisieren. Dieser Kontext wird als begrenzend für den eigenen Handlungsspielraum wahrgenommen, woraus eine eingeschränkte Möglichkeit zur Verantwortungsübernahme abgeleitet wird.

Zusammengefasst kann man also sagen, dass die Legitimationsstrategie darin besteht, einerseits die Notwendigkeit des Bergbaus zu betonen und die damit einhergehenden Umwelt-

wirkung als zwangsläufige Folge zu rahmen, und andererseits die eigene Verantwortung im klar abgegrenzten Wirkungsbereich herauszustellen.

Verbindet man diese Analyseergebnisse mit dem eingangs eingeführten Konzept von Doorn, so lässt sich erkennen, dass die Akteure sowohl auf wertebasierte, als auch auf konsequentialistische Argumentationsweisen zurückgreifen. Im Rahmen der Kategorie *Auswirkungen auf die Umwelt* wird stark konsequentialistisch argumentiert, wenn es darum geht, dass letzten Endes umweltschonende Maßnahmen nach bestem Können eingesetzt werden und damit auch an den Stellen Verantwortung übernommen wird, wo es wirkungsvoll möglich ist. Andererseits kommt gerade in der deutlichen Abgrenzung von Exploration und Abbau eine wertebasierte Argumentation zum Tragen, indem beispielsweise auf die einschränkenden Rahmenbedingungen verwiesen wird. Der Verweis auf die Wirkung der Rahmenbedingungen kann so interpretiert werden, dass die Nicht-Freiwilligkeit des Handelns hervorgehoben wird. Dem wertebasierten Verantwortungsansatz zufolge würde das bedeuten, dass das Kriterium der *Freiwilligkeit* nicht erfüllt und damit die Grundvoraussetzung für das Übernehmen von Verantwortung nicht gegeben ist.

### 6.3. Veränderungen von Verantwortungsverständnis und Legitimationsstrategie im Kontext von Fernerkundungstechnologieentwicklung

Die in diesem Kapitel bearbeitete Teilfragestellung lautete: Wie erklärt das Verantwortungsverständnis der Technologieentwickler\*innen ihre Legitimationsstrategien?

Schlussendlich kann festgehalten werden, dass das Verantwortungsverständnis der Interviewpartner die Basis für die von ihnen gewählte Legitimationsstrategie bildet. Insbesondere die Argumente der Wirtschaftlichkeit und des gesellschaftlichen Wohlstands werden zur Rechtfertigung der eigenen Handlungen herangezogen.

Es konnte festgestellt werden, dass sich Elemente verschiedener Verantwortungsverständnisse (nach Doorn) im Verständnis der Interviewpartner finden. So finden sich wertebasierte Argumentationen, wenn es darum geht, dass die Verantwortung für die Folgen des eigenen Handelns aufgrund der Rahmenbedingungen eingeschränkt ist. Beispielsweise, wenn über Umweltschäden infolge von Rohstoffgewinnung gesprochen wird, der immer eine Erkundung vorausgeht. Andererseits ließen sich konsequentialistische Argumentationsweisen identifizieren. Beispielsweise dann, wenn darauf verwiesen wird, dass die eigenen Handlungen im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Einsatz umweltschonender Maßnah-

men und Explorationstechnologien stehen. Sie ließen sich jedoch identifizieren, wenn Handlungen nicht im direkten Zusammenhang mit dem konkreten Rohstoffabbau stehen. In dieser Argumentation haben Bergbauunternehmen den relevanteren Anteil an Umweltbeeinträchtigungen, so dass es – konsequentialistisch gedacht - viel wirkungsvoller wäre, wenn diese die Verantwortung übernehmen würden.

Aus den Ausführungen der Interviewpartner wird deutlich, dass alle befragten Akteure die Legitimität ihrer Handlungen von der Bevölkerung in Frage gestellt sehen und einen Rechtfertigungsdrang verspüren. Daraus könnte man schlussfolgern, dass die gewählten Legitimationsstrategien unzureichend sind.

## 7. Fazit

*Annabel Sophie Glum und Anja Kinner*

Das Ziel des Seminars Forschungspraxis war es, einen Forschungsprozess von der Lektüre theoretischer Texte über die Entwicklung einer Fragestellung und die Auswahl von Erhebungsmethoden, das Design eines Leitfadens, der Erhebung selbst und die Aufbereitung der Daten bis hin zur Auswertung basierend auf einer Methode der qualitativen Sozialforschung durchzuführen. Ergebnis dieser Forschungsarbeit sind vier Teilfragestellungen zu denen jeweils ein empiriebasiertes Modell entwickelt wurde, das erste Hypothesen zur Erklärung der sozialen Wirklichkeit liefert. Die erste Teilfragestellung fragte nach Handlungsspielräumen und Handlungsmöglichkeiten, die im Zuge der Technologieentwicklung im Kontext der Fernerkundung zur Rohstoffexploration entwickelt werden. Danach wurde die Teilfrage adressiert, wie sich Forschungspraktiken und Forschungsmethoden sowie ihre Prinzipien verändern. In einem dritten Teil des Papiers wurde der Frage nachgegangen, wie Technologieentwicklung Prinzipien von Nähe- und Ferne verändern und die vierte Teilfrage beschäftigte sich mit der Verantwortung und Legitimation und mit entsprechenden Argumentationsmustern im Kontext der Technologieentwicklung. Basierend auf den Interviews konnte gezeigt werden, wie sich der Handlungsspielraum von Technologieentwicklern anscheinend aus den Zukunftsvisionen generiert. Die Analyse wurde anhand der Kategorien Grenzen der Technik und Triebkräfte technologischer Entwicklung strukturiert. Insbesondere konnte die Bedeutung der Neuerungen im Bereich Fernerkundungstechnologien im Sinne der Kategorie Zukunftsvisionen herausgestellt werden. Hier zeigte sich, dass neben der Wirtschaftlichkeit

auch die Eigenschaft des verringerten Eingreifens in die Umwelt eine Rolle spielt, was auch zukünftig mit dem Ausbau passiver Methoden verfolgt wird. Die Bedeutung dieses Motivs wurde anhand von Aussagen der Interviewpartner heraus gestellt, die darauf verweisen, dass ein Informationsverlust in Kauf genommen wird, den innovative Fernerkundungstechnologien gegenüber der herkömmlichen, invasiven Explorationsmethoden haben, wenn sie nur weniger die Umwelt beeinträchtigen.

Die Auswirkungen auf Prinzipien und Methoden der geophysikalischen Forschung wurden analysiert. Darauf aufbauend wurde heraus gearbeitet, wie sich durch neue Technologien und dadurch verändernden Praktiken das Verhältnis der Forschenden zum Erkenntnisobjekt verändert. Deutlich wurde, dass die Neuerungen überwiegend in der Erhebung von Daten und ihrer Auswertung bestehen. In der Folge steigt der Grad der Spezialisierung von Expert\*innen und eine verstärkte interdisziplinäre Zusammenarbeit wird nötig. Das Verhältnis der Forschenden zum Erkenntnisobjekt weist zweierlei Veränderungen auf. Die Ergebnisse können so interpretiert werden, dass eine voranschreitende fachliche Spezialisierung der Forschenden eine psychische Annäherung an den Forschungsgegenstand nach sich zieht, durch die Spezialisierung eine mentale Annäherung stattfindet. Demgegenüber ermöglicht die Gewinnung von und Arbeit mit Daten mittels moderner Fernerkundungstechnologie auch eine größere physische Distanz.

Eine weitere Fragestellung beschäftigte sich mit der Konstruktion von sozialer Nähe und Ferne gegenüber der Zivilgesellschaft. Hierbei zeigte sich, dass die interviewten Experten soziale Nähe konstruieren, indem sie Verantwortung übernehmen und versuchen, auf gesellschaftliche Bedürfnisse eingehen. Demgegenüber standen Strategien der Kommunikation und Begründung, die eher auf eine wahrgenommene Ferne zur Zivilgesellschaft hindeuteten. Schließlich befasste sich die vierte Teilfragestellung mit der Frage der Verantwortungsübernahme und –abgrenzung (Definition) durch die Interviewten: Auf der Basis der Verantwortungsverständnisse der Interviewten wurden deren Legitimationsstrategien für die eigene Arbeit analysiert. Auch hier konnten Strategien der Neuverhandlung von Verantwortung identifiziert werden- Dabei liegt der Fokus auf gesellschaftlichen Zwängen und den politisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Im Sinne der ersten Teilfrage, wie neue Technologien Handlungsspielräume schaffen, konnte in den Abschnitten 1 und 2 der Auswertung herausgearbeitet werden, dass eine Grenze der Technisierung der Fernerkundung gesehen wird. Insofern, als dass die völlige Abwesenheit



von Expert\*innen vor Ort ist nicht möglich ist: sowohl vor der (automatisierten) Exploration wie auch bei der Auswertung der gewonnenen Daten benötigt es die physische Anwesenheit von Forschenden im Feld. Die Bearbeitung der zweiten Teilfragestellung zeigte hingegen, dass sich der Einsatz und die Entwicklung fernerkundungsbasierter Technologien auf das Verhältnis von Nähe und Ferne sozialer Beziehungen auswirken – sowohl innerhalb der Forschung wie auch das Verhältnis zur Gesellschaft betreffend. In den Analysen konnten auch Strategien herausgearbeitet werden, auf die die Interviewten zurückgreifen, um ihre Verantwortung gegenüber anderen Verantwortungsbereichen abzugrenzen. In beiden Fällen wurde dies als gezielte Herstellung sozialer Nähe zur Gesellschaft interpretiert: die Konstruktion sozialer Nähe zeigt sich in der zweiten Analyse als Inhalt derjenigen Legitimationsstrategien, die auf die Steigerung gesellschaftlicher Akzeptanz ausgerichtet sind – wie also bspw. bei dem beschriebenen Projekt, welches die Interviewten gemeinsam betreiben.

Zu beachten ist, dass die Analysen und Ergebnisse – den Rahmenbedingungen eines universitären Forschungspraxisseminars geschuldet – keine theoretische Sättigung erreichen. Das bedeutet in erster Linie, dass die Ergebnisse als erste Hypothesen und Annahmen über soziale Wirkungszusammenhänge verstanden werden müssen. Sie könnten als Anregungen für zukünftige Untersuchungen dienen, um Fragen der Verantwortung, des gesellschaftlichen Umgangs mit den ökologischen und sozialen Folgen des Bergbaus sowie einer verantwortungsvollen Technologieentwicklung zu beforschen.

## 8. Literatur

ALMKLOV, P., 2011. Between and beyond data How analogue field experience informs the interpretation of remote data sources in petroleum reservoir geology. *Social Studies of Science*, 41 (4), S. 539-561.

BANKS, G., 2009. Activities of TNCs in extractive industries in Asia and the Pacific: Implications for development. *Transnational Corporations* 18(1), S. 43-58.

BÖHM, A., 1994. Grounded Theory - wie aus Texten Modelle und Theorien gemacht werden. In: BÖHM, A., MENGEL, A. & MUHR, T. (Hrsg.): *Texte verstehen: Konzepte, Methoden, Werkzeuge*, Gesellschaft für Angewandte Informationswissenschaft (GAIK) e.V.. Konstanz: Univ.-Verl. Konstanz, S. 121-140.

DEGELE, N., 2002. Einführung in die Techniksoziologie. München: Fink.

- DOORN, N., 2012. Responsibility ascriptions in technology development and engineering: Three perspectives. *Science and Engineering Ethics*, 18(1), S. 69-90.
- GRANOVETTER, M., 1983. The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited. *Sociological Theory*. 1(1): S. 201-233.
- HALADA, K., Shimada, M., Ijima, K., 2008. Forecasting of the Consumption of Metals up to 2050. *Materials Transactions*, Vol. 49, S. 402-410.
- JACKISCH, R., LORENZ, S., ZIMMERMANN, R., MÖCKEL, R., GLOAGUEN, R., 2018. Drone-Borne Hyperspectral Monitoring of Acid Mine Drainage: An Example from the Sokolov Lignite District. *Remote Sensing*, 10(3), S. 1-23.
- LEHMAN, J., 2018. From ships to robots: The social relations of sensing the world ocean, *Social Studies of Science*, 48 (1), 57-79.
- PRZYBORSKI, A. und WOHLRAB-SAHR, M., 2010. Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch. München: Oldenbourg Verlag.
- ROBERTS, R., 2018. Technology central to future of mine asset management. *Mining Journal*, S. 1-6.
- ROSENTHAL, G., 2014. Interpretative Sozialforschung. Eine Einführung. 4. Aufl. Weinheim: Beltz Juventa.
- SALEHI, S., LORENZ, S., SORENSEN, E. , ZIMMERMANN, R., FENSHOLT, R., HEINCKE, B., KIRSCH, M., GLOAGUEN, R., 2018. Integration of Vessel-Based Hyperspectral Scanning and 3DPhotogrammetry for Mobile Mapping of Steep Coastal Cliffs in the Arctic. *Remote Sensing*. 10(175), S. 1-26.
- SWIERSTRA, T., JELSMA, J., 2006. Responsibility without Moralism in Technoscientific Design Practice. *Science Technology, & Human Values*. 31(3), S. 309-332.
- UPCHURCH, E., 2016. Drone On The Farm: The Benefits And Controversies Surrounding The Future Of Unmanned Aircraft Systems In Agriculture. *Drake Journal Of Agricultural Law*. 22(2), S. 309- 336.
- WEYER, J. (2008): Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme. München: Juventa Verlag.

## 9. Anhang

### Leitfaden Umwelt, Technologien und Konflikte – Das Beispiel Ressourcengewinnung

#### **EINLEITUNG**

- **Worum geht es?**
  - Kurze Vorstellung: Soziologie-Studierende; Seminar zum Thema Umwelt, Technologien und Konflikte
  - Ziel des Interviews: neue Technologien => Veränderungen in Rohstoff-Fernerkundung
- **Datenschutz**
  - Einverständnis: Aufzeichnung Interview (für spätere Verarbeitung; Aufnahme pausierbar)
  - Anonymisierung
  - Inhalt nur für Seminarteilnehmer und Forschungsabschlussbericht (Hinweis auf mögl. wissenschaftliche Publikation, nur nach vorheriger Einsicht und Zustimmung)
- **Gliederung Interview**
  - 2 Hauptthemen: Auswirkung neuer Technologien auf die Schaffung (Genese) von Wissen (z.B. Datenerhebung) und auf die Gesellschaft (z.B. Fragen des Datenschutzes)
  - Dazu: Ihre Expertenmeinung
    - Ihre Perspektive wichtig, nehmen Sie sich gerne Zeit bei der Beantwortung
- **Haben Sie noch Fragen?**

#### **EINSTIEGSFRAGEN**

1. **Sie arbeiten ja im Bereich X und an der Entwicklung von Technologie Y. Was sind aus Ihrer Sicht die technischen Innovationen im Bereich der Rohstofferkundung aus der Luft?**
2. **Was verändert sich durch diese Innovationen aus Ihrer Sicht?**
  - ...was nicht?
  - ...aktuell/in Zukunft?

#### **BLOCK 1: ERKENNTNIS & WISSENSGENESE**

1. **Was denken Sie: Welche Auswirkungen haben die technischen Innovationen auf die Art und Weise der wissenschaftlichen Forschung?**
  - ... Verändern sich Prozesse der Datenerhebung und -auswertung?  
*(unser Verständnis: Methoden, Werkzeuge und Betrachtungsweisen für/von Datenformen; aber: Was verstehen Sie darunter?)*
  - ... Verändern sich/werden sich die Erhebungs-/Auswertungsinstrumente und -methoden verändern?
  - ...Welche neuen Möglichkeiten der Datenerhebung/-auswertung bieten die Technologien?

**2. Welchen Einfluss hat die Verwendung der neuen Technologien beziehungsweise Methoden auf den Forschungsprozess?**

...kurzfristige/langfristige Auswirkungen? Z.B. auf Art und Weise der Veränderung methodischer Auswertung?

...Auswirkungen auf Zusammenarbeit verschiedener Forschungsbereiche?

...Schwierigkeiten, Komplikationen, Konflikte?

**3. Müsste sich innerhalb der wissenschaftlichen Forschung/Praxis Ihrer Meinung nach etwas verändern, damit die Technologien angewandt werden? Was genau?**

...was nicht?

...was ist an herkömmlichen Methoden gut/schlecht und wieso?

...sollten sie ersetzt werden?

## **BLOCK 2: TECHNOLOGIE & GESELLSCHAFT**

**1. Was denken Sie, welche Auswirkungen haben die von Ihnen angesprochenen technologischen Innovationen auf die Gesellschaft?**

...auf die Umwelt?

...z.B. ein Drohneneinsatz auf die lokale Bevölkerung einer Region?

**2. Gibt es bereits Reaktionen bzgl. dieser technologischen Innovationen? Wer nimmt die Innovationen wahr?**

...konkrete Anfragen Bevölkerung / Politik / Industrie / Forschung?

**3. Mit welchen konkreten Herausforderungen im Umgang mit neuen Technologien ist Ihrer Meinung nach zu rechnen?**

...z.B. Umgang mit Datenschutz?

...Wer setzt sich mit Herausforderungen auseinander? Wer sollte?

...Inwiefern spielen d. Herausforderungen in Ihrer alltäglichen Arbeit eine Rolle?

...konkreter Ablauf d. Auseinandersetzens mit Herausforderungen?

## **SCHLUSS**

- **Dank für Teilnahme**
- **Hinweis:**
  - Verwendung Daten im Seminar
  - bei Interesse Zusendung
- **Erinnerung:**
  - möglicherweise wissenschaftliche Publikation
  - dann Informierung & Option drüber zu lesen und ggf. Dinge zu ändern
  - Kontakt: Rückfragen okay?
- **Haben Sie sonst noch Fragen?**