

Annelie
Pentenrieder
*Algorithmen
im Alltag*

Eine
praxistheoretische
Studie zum
informierten
Umgang mit
Routenplanern

Algorithmen im Alltag

Annelie Pentenrieder, Dr. phil., ist Kulturwissenschaftlerin und forscht am Institut für Innovation und Technik Berlin.

Annelie Pentenrieder

Algorithmen im Alltag

Eine praxistheoretische Studie zum informierten
Umgang mit Routenplanern

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Zugleich Dissertation an der Universität Paderborn (2019) unter dem Titel: »Algorithmisierte Entscheidungsketten. Alltägliche Plausibilisierungsstrategien zum informierten Umgang mit Routenplanern«

ISBN 978-3-593-51308-9 Print

ISBN 978-3-593-44565-6 E-Book (PDF)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Copyright © 2020 Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main

Umschlaggestaltung: Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main

Gesetzt aus der Garamond

Druck und Bindung: CPI buchbücher.de, Birkach

Gedruckt auf Papier aus zertifizierten Rohstoffen (FSC/PEFC).

Printed in Germany

www.campus.de

Inhalt

I. Start

- 1. Algorithmisiertes Wegfinden im Straßenverkehr..... 9

II. Werkzeuge & Verfahren

- 2. Neue Blickfelder für algorithmische Arbeitsarchitekturen 31
 - 2.1 Code/Spaces:
Algorithmisch geregelte Schranken und Zugänge 35
 - 2.2 Algorithmische Autoritäten in logistischen Arbeitskon-
texten 46
- 3. Plausibilisierungsstrategien im Umgang mit Algorithmen:
Ein praxistheoretischer Ansatz..... 63
 - 3.1 »Profitabel wird's erst mit dem autonomen Fahren«:
Zur unsichtbaren Arbeit professioneller Fahrer 63
 - 3.2 Mitfahren und Mitwarten im Fahreralltag:
Zur ethnografischen Methodik dieser Forschung 68
 - 3.3 Mensch-Maschine-Rekonfigurationen: Plausibilisierungs-
strategien in der Interaktion mit KI-Technologien 85
- 4. Algorithmische Wegfindungen statt Navigationen:
Eine Begriffsentwerrung westlicher Wissensansprüche..... 101
 - 4.1 Wegfindungen in der Epoche der Technowissenschaften.. 102
 - 4.2 Von Navigationen zu Wegfindungen 107

III. Aus den Situationen

5. Interaktionen im Straßenverkehr: Kooperationen und Konkurrenzen zwischen Fahrern und Algorithmen 121
 - 5.1 Die »springende«Route als Wegfindungsmittel:
Zur Nutzung der dynamischen Positionierung 122
 - 5.2 Wie munitioniert man eine »Weapon of Choice«?
Aushandlungen mit einem Anweisungsalgorithmus 131
 - 5.3 »Nach Zuhause«: Anpassungsroutinen mit Updates und
»lernenden«Softwaredynamiken 145
6. Zur Konstruktion von Eindeutigkeit: Soziale Aushandlungen
und materielle Eigensinnigkeiten in Navigationssoftware 167
 - 6.1 Rigide Dynamik: Zur Logik des A*-Algorithmus 174
 - 6.2 Grenzen im Graphen durch Korridore und Layer 187
 - 6.3 Zum Wert einer Straße:
Produktionsketten für unveränderliche Elemente 196
 - 6.4 Der Mix zur optimalen Route:
Kundenwünsche und Profile in Kostenfunktionen 206
 - 6.5 Unschärfen und Fehlerbewältigungen:
Mit dem Fehlerticket Karten reparieren 213

IV. Ziel

7. Zukünfte algorithmisierter Entscheidungsketten 223

V. Anhang

- Abbildungen 243
- Literatur 245
- A*-Algorithmus in mathematischen Einzelschritten 265
- Dank 271

I. Start

1. Algorithmisiertes Wegfinden im Straßenverkehr

»Algorithmic technologies that rely on data don't necessarily support a social world that many of us want to live in. We must grapple with the biases embedded in and manipulation of these systems, particularly when so many parts of society are dependent on sociotechnical systems.«
danah boyd, re:publica 2018

Software, Algorithmen und Daten durchdringen heute beinahe jede Faser des gesellschaftlichen Lebens. Sie sind längst nicht mehr nur ein Hilfsmittel, um Alltagspraktiken oder Arbeitsroutinen vermeintlich einfacher zu gestalten. Wenn Algorithmen mit berechneten Vorschlägen, Aufforderungen und Empfehlungen eine Vorauswahl für unsere Entscheidungen treffen, bestimmen diese neuen Technologien vielmehr ganz wesentlich mit, wie, was oder sogar warum wir etwas tun: Musikstreamingdienste wie Spotify überraschen mit dem Hinweis auf neue Alben fast vergessener Lieblingsbands und Facebooks News-Feed lenkt die Aufmerksamkeit auf unerwartete Neuigkeiten entfernter Bekannter. Doch Algorithmen wie diese bereiten längst nicht mehr nur kleine, willkommene Perspektivwechsel, auch können sie ein Leben prägen, wenn die Algorithmen von Job- oder Partnerbörsen auf Basis unbekannter Annahmen bestimmte Stellen oder PartnerInnen als passend empfehlen.

Während diese neue Generation an *Alltagsalgorithmen* aktuell im Fokus der Aufmerksamkeit steht,¹ haben sich andere algorithmische Assistenzen im täglichen Gebrauch bereits fest etabliert. Ihre Dienste sind nicht mehr überraschend, sondern selbstverständlich und vielmehr zu einer unverzichtbaren und »unsichtbaren Infrastruktur« (Star 1999) in gewöhnlichen Praktiken und Routinen geworden: Email-Spam-Filter oder Internet-Suchmaschinen beruhen auf Algorithmen, die mit komplexen Prozessen der Datenanalyse und Mechanismen des Rankings, des Clusters und des Auswählens unübersichtliche Informationen (aus)sortieren und dafür sorgen, dass manche Nachrichten oder

1 Für Facebook siehe Bucher, »Want to be on the top?«, 2012, für Musikstreamingdienste Seaver, »Captivating Algorithms«, 2018 und für Tinder Hess und Flores, »Simply More than Swiping Left«, 2018.

Informationen erst gar nicht in unser Blickfeld geraten.² Viele dieser Alltagsalgorithmen stammen aus den Forschungslaboren zu Künstlicher Intelligenz (KI) und ihre Entwicklungsgeschichten lassen sich weit ins 20. Jahrhundert zurückzuverfolgen, wo sie im Dienste von Expertensystemen oder Informationstechnologien entstanden sind und damals nur für eine kleine Zahl an ForscherInnen, WissenschaftlerInnen oder ComputerexpertInnen zur Verfügung standen.³ Heute wirken diese Algorithmen im Hintergrund ganz alltäglicher Entscheidungen mit. Ich entwickle darum in dieser Studie die These, dass alltägliche Entscheidungen zu *algorithmisierten Entscheidungsketten* werden, in denen sich situativ menschliche Überlegungen und algorithmische Berechnungen kompliziert ineinander verzahnen bzw. ›verketten‹.⁴ Der spezifische Einfluss, den die Algorithmen dabei auf die Entscheidungen im Einzelnen haben, kann von den NutzerInnen jedoch kaum hinterfragt werden.⁵

Auf eine solche bereits selbstverständlich gewordene algorithmisierte Alltagshilfe verweist auch Christian Bauckhage vom Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme auf der CeBIT 2018: »Jeder, der schon einmal einen Routenplaner benutzt hat, hat auch künstliche Intelligenz benutzt. Daran erkennt man doch, wie normal

2 Zum Email-Spam-Filter siehe Mackenzie, »The Production of Prediction«, 2015: »Sorting and prioritizing email and classifying them as ›spam‹ or ›ham‹ are canonical data mining and machine learning problems on which many different techniques and approaches have been tested, refined and implemented in the last 20 years.« (ebd., 2015, S. 430) Zur Suchmaschine siehe Mager, »Search Engines Matter«, 2012; Mager, »Algorithmic Ideology«, 2012 sowie Stalder, *Kultur der Digitalität*, 2016.

3 Siehe hierzu exemplarisch Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, 2008 [1976] sowie Heintz, *Die Herrschaft der Regel*, 1993.

4 Siehe ursprünglichen Titel dieser Dissertation. Unter Begriffen wie ›algorithmic decision making‹ (ADM) oder algorithmischen Entscheidungsfindungen werden aktuell hauptsächlich technische Komponenten gefasst. Siehe dazu den wichtigen politischen Beitrag von Spielkamp, *Automating Society. Taking Stock of Automated Decision-Making in the EU*, 2019. Mit dem Begriff der ›algorithmisierten Entscheidungsketten‹ füge ich dem Verständnis der technisch ablaufenden Entscheidungsfindungen den menschlichen Beitrag der NutzerInnen hinzu, der für eine funktionierende Entscheidungsfindung ebenso wesentlich ist. Ich untersuche darum Fahrer und Software gleichermaßen daraufhin, wie eine erfolgreiche, algorithmisierte Entscheidungsfindung gelingt.

5 Aktuelle Ansätze, die diesem Dilemma begegnen möchten, sind Initiativen zur KI-Zertifizierung wie etwa die des Fraunhofer Instituts IAIS: <https://www.iais.fraunhofer.de/de/kompetenzplattform-ki-nrw/ki-zertifizierung.html>, zuletzt abgerufen am 25. März 2019.

das schon ist. Wer stellt denn schon infrage, ob die angezeigte Route wirklich die beste ist?«⁶

Die algorithmisierte Wegfindung mittels Routenplanern für den Straßenverkehr steht im Zentrum der folgenden Studie. Seit bald 20 Jahren assistieren Algorithmen FahrerInnen bei der situativen Entscheidung, auf einer Autobahn zu bleiben und einen Stau zu riskieren oder bei der nächsten Ausfahrt abzufahren und einen längeren aber womöglich schneller befahrbaren Umweg zum Zielort zu nehmen. Mit ihren Handlungsempfehlungen greifen »Navis«⁷ damit wesentlich ins Verkehrsgeschehen ein, sie regeln Zugänge zu bestimmten Vierteln oder ziehen unsichtbare Grenzen zu Gebieten ein, die beispielsweise nicht in einer Kartendatenbank vermerkt sind, wie der Kartograph Manfred Buchroithner zu bedenken gibt: »Wer bei Google Maps oder ähnlichen Diensten nach irgendeinem Ort auf dieser Welt sucht, der bekommt nie die Antwort, haben wir nicht, kennen wir nicht, aber das bedeutet trotzdem nicht, dass man wirklich alles findet.«⁸

Wenngleich einer algorithmischen Routenempfehlung nicht verpflichtend gefolgt werden muss, so übt sie im Alltag einen großen Einfluss⁹ aus: Bereits bei einer ortskundigen Beifahrerin bedarf es eines gut überlegten Arguments, um ihren Routenvorschlägen zu widersprechen.¹⁰ Der Widerspruch gegenüber einer Softwareempfehlung wird jedoch davon erschwert, dass die Fahrerin nicht überprüfen kann, wie es zur Berechnung einer bestimmten Route kam. Ein »Wie kommst Du denn darauf?« entlockt womöglich einer Beifahrerin nicht aber der

6 <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/explainable-ai-auf-der-cebit-2018-wie-tickt-eine-kuenstliche-intelligenz-a-1213016.html>, zuletzt abgerufen am 22. Oktober 2018.

7 Wenn ich mich auf die Gespräche mit Fahrern und Ingenieuren beziehe, verwende ich die im Gespräch verwendete umgangssprachliche Begrifflichkeit *Navi*. Diese Kurzform transportiert eine Unschärfe, um welche Navigationssysteme, -geräte oder -applikationen es sich handelt. Diese Unschärfe ist für meine Untersuchungen hilfreich, da sich mein Fokus auf die Software im Gehäuse vielfältiger technischer Apparaturen bezieht.

8 Buchroithner und Kassel, *Kartografie. Die letzten weißen Flecken auf der Weltkarte*, 2016.

9 Mit dem Begriff ›Einfluss‹ bleibe ich bewusst uneindeutig, da ich mich auf die sozialwissenschaftliche Technikforschung beziehe, die in ihrer Forschungstradition Technik im kontinuierlichen Spannungsverhältnis zwischen Sachzwang und Gestaltbarkeit analysiert. Der Begriff des ›Einflusses‹ erlaubt ein uneindeutiges Changieren zwischen diesen Polen – von denen »[w]eder die eine noch die andere Verabsolutierung« zielführend wäre. (Degele, *Einführung in die Technikoziologie*, 2002, S. 22/23)

10 Laurier und B. Brown, »Rotating Maps and Readers«, 2008.

Software eine Erklärung zu ihren Ortsinformationen und zu ihren Annahmen über wichtige Aspekte, die eine bestimmte Route gegenüber alternativen Streckenoptionen als die geeignetere auszeichnet. Von welchen Einflussfaktoren die Route abhängt und welche vorausgehenden Prämissen und Schlussfolgerungen in sie eingeschrieben sind, bleibt aus der Sicht der AnwenderInnen intransparent und erschwert das Abwägen oder gar Verfassen von Gegenargumenten und Widersprüchen. Baukhages rhetorische Anmerkung, wer schon infrage stelle, ob die angezeigte Route tatsächlich die beste sei, hängt folglich auch damit zusammen, dass das Infrage-Stellen durch aktuelles Technikdesign nicht möglich ist bzw. erschwert wird.

Gerade weil algorithmische Empfehlungen einen wesentlichen Einfluss auf den heutigen Alltag ausüben aber nicht mit bekannten Mitteln reflektiert oder überprüft werden können, sind sie seit einigen Jahren in den Fokus geistes- und sozialwissenschaftlicher Untersuchungen gerückt. Die Medienwissenschaftlerin Taina Bucher beschreibt dieses Forschungsanliegen wie folgt:

»One reason algorithms are so powerful is that they have the capacity to produce new realities, without having to give much consideration to the particular source and context of the data on which they act. An important task for media studies is therefore to address not only how users generate content, but also how algorithms create certain stories and narratives by putting these data into new forms. Algorithms in this sense need to be addressed as *meaning engineers*, as opposed to merely being viewed as abstract tools created by engineers. The capacity of algorithms to tell stories turns them into self-evident objects for humanistic research.«¹¹

Gerade hier – an Algorithmen als »Bedeutungsingenieuren« bzw. als *ingenieurten Bedeutungen* – setzt meine Forschung an. Ich möchte wissen, welche produktiven Strategien es für die NutzerInnen einer Software gibt, um algorithmische Empfehlungen wie etwa eine »angezeigte Route« zu hinterfragen. Dazu untersuche ich, wie FahrerInnen im Alltag ihre Navigationsempfehlungen prüfen und Informationsleerstellen schließen, die bei einer algorithmischen Lösung des Wegfindungsproblems zwangsläufig auftreten. Im zweiten Schritt gehe ich der Frage nach, wie die Routenberechnung der Software funktioniert und nach welchen Prinzipien eine optimale Route berechnet wird. Warum schlägt

11 Bucher, »Programmed Sociality«, 2012, S. 203.

die Software die eine und nicht eine andere Route vor und wie bestimmen IngenieurInnen mit Kompromissen, Abwägungen und Annahmen mit, welche Route überhaupt gefunden werden kann? In dieser Arbeit verbinde ich damit die Perspektiven von NutzerInnen und IngenieurInnen, denn es geht zum Einen um die Frage, wie IngenieurInnen die Wegfindung inmitten von Straßen und Kreuzungen, Staus und Ampeln in ein mathematisches und ökonomisches Modell übersetzen und zum anderen darum, wie die algorithmische Wegfindung anschließend von den FahrerInnen auf spezifische Situationen übertragen bzw. angewandt und interpretiert wird. Auch diskutiere ich daran die Mythen, die mit einer optimalen, algorithmisch berechneten Route transportiert werden und gehe der Frage nach, welche Akteure und Interessen die Routenauswahl mitbestimmen (können).

Der besondere Reiz einer Analyse von Routenplanungssoftware ist, dass sie viele unterschiedliche Algorithmenlogiken in sich birgt, die auch in anderen Entscheidungsalgorithmen des Alltags vorkommen. Anders als andere Alltagsalgorithmen lassen sich Navigationsalgorithmen jedoch mithilfe von Ortskenntnis besonders gut auf ihre Plausibilität hin prüfen. Obwohl Routenplaner immer vielfältigere Einflussfaktoren in ihren Berechnungen berücksichtigen, beziehen die meisten FahrerInnen noch immer eigene Ortskenntnisse und Fahrerfahrungen ein oder ergänzen die Softwareempfehlung mit anderen Orientierungsmitteln, um eine Route zwischen zwei Orten finden. Die Wegfindung als algorithmisierte Alltagsentscheidung zeichnet sich auch dadurch aus, dass FahrerInnen im Laufe der Jahre ganz individuelle und vielschichtige Nutzerpraktiken entlang verschiedener oder bewährter Navigationssysteme entwickelt haben, um die Algorithmen passgenau in ihre Routenwahl einzubinden: Bereits AlltagsfahrerInnen oder PendlerInnen wissen, was zu tun ist, wenn ein Bahnhof nicht in den Sonderzielen gespeichert ist oder der Suchprozess des GPS-Signals die Adresseingabe in einer Garage verhindert. Auch kennen sie Straßenkreuzungen, an denen sie bei Staugefahr die Neuberechnung der Route per Knopfdruck manuell erzwingen müs-

sen, damit die aktualisierte Verkehrslage berücksichtigt wird.¹² Doch besonders für FahrerInnen im logistischen Arbeitskontext hat das Versprechen einer optimalen Route im Sinne der Zeit- oder Kraftstoffersparnis Relevanz. So entwickeln etwa Taxi- und FernfahrerInnen in besonderer Weise *Plausibilisierungsstrategien*, mit denen sie ihre Routenplaner daraufhin prüfen und verstehen lernen, an welchen Stellen sie der Softwareempfehlung bedenkenlos folgen können und wo sie aufgrund fehlerhaften Kartenmaterials oder ungünstiger Berechnungslogiken die eigene Ortskenntnis bevorzugen sollten. Denn selbst mit der Verwendung von Routenplanern tragen nach wie vor sie die Verantwortung dafür, eine geeignete Route für Waren oder Fahrgäste zu finden: Schlussendlich stehen sie bei KundInnen und Vorgesetzten unter dem Rechtfertigungsdruck, warum sie zu spät kommen oder sich für die eine und nicht eine andere Route entschieden haben. Aus diesem Grund liegt dieser Arbeit die Forschungsannahme zugrunde, dass sich gerade aus dem häufig übersehenen Erfahrungs- und Alltagswissen in Berufsfeldern, die aktuell unter dem Druck einer Vollautomatisierung im Kontext der Industrie 4.0 stehen¹³ und zu denen ich FahrerInnen im Logistiksektor hinsichtlich des Diskurses um das autonome Fahren zähle,¹⁴ ein emanzipativer Umgang mit Alltagsalgorithmen ableiten lässt.

12 Routenplanungssoftware wird stetig weiterentwickelt und selbst für ortskundige FahrerInnen immer nützlicher doch ebenso komplexer in der Nachvollziehbarkeit: Die Navigationsapplikation Waze empfiehlt auf Basis einer Datenerhebung in Echtzeit jeden Tag andere Schleichwege zur Arbeit, siehe dazu Hind und Gekker, »Outsmarting Traffic, Together: Driving as Social Navigation«, 2014, sowie Thielmann, »Auf den Punkt gebracht«, 2013. Solche Prozesse »lernender« und »sozialer« Navigation bringen aktuelle Verkehrsinformationen und tatsächlich gefahrene Geschwindigkeiten zeitnah in die Routenberechnungen ein, präzisieren Ankunftszeiten und ermöglichen die Auswahl aus unterschiedlichen Routenoptionen.

13 Siehe Jeschke, Andersch und Schulze, »Industrie 4.0 ante portas«, 2015, sowie Wagenknecht, M. Lee, Lustig u. a., »Algorithms at Work«, 2016.

14 Siehe dpa, »Autonomes Fahren: Diese Technologie kann Tausende Lasterfahrer arbeitslos machen«, 2018 sowie Häßler, »Autonome LKWs: Sichere Straßen, arbeitslose Trucker«, 2017.

Algorithmische Entscheidungsketten erforschen

Das empirische Material zur Erschließung der Plausibilisierungsstrategien professioneller Fahrer¹⁵ habe ich mit einer Auswahl an ethnografischen Methoden erhoben, die in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung bis heute ihre Anwendung finden.¹⁶ In einem Zeitraum von drei Jahren führte ich teilstandardisierte Interviews, informelle Gespräche, teilnehmende Beobachtungen und Alltagsbegleitungen mit Taxifahrern, Fernfahrern, Sanitätern, Fahrradkurieren und Lieferanten durch.¹⁷ Bei rund 30 Befragten traf ich nur auf zwei Fahrer, die in ihrem Arbeitssalltag keine digitalen Routenplaner verwendeten. Einige befragte Taxi- und Fernfahrer waren bereits seit den 80er Jahren in ihrem Beruf tätig und haben den Medienwandel vom analogen Kartenmaterial zu digitalen Routenplanern bewusst mitvollzogen.

Für das Erhebungsdesign und die anschließende Analyse des empirischen Materials habe ich mich am ethnografischen Werk »Human-Machine-Reconfigurations«¹⁸ der Technikforscherin Lucy Suchman orientiert. Suchman entwickelte ihren Ansatz bereits in den 80er Jahren am kalifornischen Forschungsinstitut Xerox PARC in der Forschungsum-

15 *Gendern in dieser Studie*: Das Sample befragter Fahrer und Ingenieure, auf das ich mich beziehe, besteht fast ausschließlich aus Männern mit Ausnahme einer Fernfahlerin, die ich im Dezember 2015 befragt habe. Diese homogene Auswahl ist nicht bewusst getroffen, sondern »eher den Zufälligkeiten und den Unplanbarkeiten einer solchen Feldforschung geschuldet«, wie es Käthe von Bose in ihrer Ethnographie so treffend formuliert. (von Bose, *Klinisch rein*, 2017, S. 15) Auch mir ging es vor allem um »die vertiefte Analyse eines konkreten Arbeitsraums und um das genaue Erfassen eines Ausschnitts aus dem *Mikrokosmos [Fabreralltag]*« und so bevorzugte ich den »ergiebig[e] Zugang zum Feld« an Stelle eines »auf äußere Kriterien ausgewogenes *Sample*«. (ebd., 2017, S. 15) Im Folgenden verwende ich bei einem konkreten Rückbezug auf das Sample nur die männliche Form, um keine geschlechterübergreifende Generalisierung herzustellen.

16 Siehe exemplarisch Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007; Rosenblat, »Methodology: How I Studied Uber«, 2018 und Bucher, »Programmed Sociality«, 2012.

17 Zur Methodik siehe Kapitel 3.2

18 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007.

gebung zu ›künstlich-intelligenten‹ Expertensystemen.¹⁹ Gerade dieser Entstehungskontext macht ihren Ansatz für meine Analysen besonders relevant, da die zentralen Algorithmen in heutiger Routenplanungssoftware für den Straßenverkehr zu großen Teilen aus der KI-Forschung der 60er Jahre stammen.²⁰ Suchman rückt bei ihrer Untersuchung von Mensch-Maschine-Interaktionen unbeachtete Alltagspraktiken in den Fokus und zeigt den wesentlichen Anteil, den NutzerInnen am erfolgreichen Funktionieren einer Software haben.²¹ Dazu verwendet sie Methodiken zur detailgetreuen und konzentrierten Beschreibung und Analyse einzelner Interaktionssequenzen, um »situitives«²² und damit »unsichtbares«²³ Wissen von Software-NutzerInnen analytisch zu erschließen und theoretisch fassbar zu machen.²⁴

Suchman ist eine der zentralen ForscherInnen der Science and Technology Studies (STS) und nicht nur methodisch beziehe ich mich auf diese interdisziplinäre Forschungsdisziplin, die sich seit den 70er Jahren aus einer interdisziplinären Perspektive mit der Technisierung unterschiedlicher Bereiche des Lebens beschäftigt.²⁵ Zwar bieten sich in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung zahlreiche Zugänge zur Analyse aktueller Technologien an,²⁶ doch vor allem die anglo-amerikanisch geprägten STS und insbesondere die feministischen STS haben bei der Analyse technowissenschaftlicher Praktiken und Diskurse die Fragen im Blick, wem diese technologischen Veränderungen nutzen und wie eine »lebbare, gerechte Welt in unserer heutigen Technowissenschaftskultur aussehen« könnte.²⁷ Auch beleuchten die feministischen STS die Wech-

19 »By the early 1980s Xerox PARC was an important node in the dense sociotechnical networks of Silicon Valley, then transitioning from semiconductor hub, to biotech hub, to software hub.« (Vertesi, Ribes, Forlano u. a., »Engaging, Designing, and Making Digital Systems«, 2017, S. 171) mit Verweis auf AnnaLee Saxenian: *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.

20 Hart, N. Nilsson und Raphael, »A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths«, 1968.

21 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007.

22 Haraway, »Situated Knowledges«, 1988.

23 Star und Strauss, »Layers of Silence, Arenas of Voice«, 1999.

24 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007, S. 125-175.

25 Siehe Felt, *The Handbook of Science and Technology Studies*, 2017; Bauer, Heinemann und Lemke, *Science and Technology Studies*, 2017 sowie Beck, Niewöhner und Sørensen, *Science and Technology Studies*, 2012.

26 Für einen Überblick siehe Degele, *Einführung in die Techniksoziologie*, 2002.

27 Weber, »Einführung in die feministische STS«, 2017, S. 340.

selbeziehungen zwischen algorithmischen Prozessen und menschlichen Praktiken mit Rücksicht auf die ontologischen Unterschiede zwischen Mensch und Maschine und bieten damit wesentliche Differenzkategorien, die für diese Arbeit grundlegend sind.²⁸

Dass algorithmische Berechnungen heute überhaupt zu einer Entscheidung im Straßenverkehr beitragen, zeugt von einer grundlegenden Neukonfigurierung von Alltagspraktiken in der sogenannten »technowissenschaftlichen Epoche«.²⁹ Um die Wegfindung technowissenschaftlich also beispielsweise algorithmisch zu lösen, muss eine Alltagspraktik zunächst intensiv modifiziert und an das angepasst werden, was technisch überhaupt umsetzbar ist: Algorithmen können Praktiken nur nach ganz bestimmten, standardisierten Regeln strukturieren, klassifizieren und berechnen. Dazu müssen menschliche Praktiken und Interaktionsbeziehungen wie die Erweiterung des Musikgeschmacks, die Partnersuche, der Austausch über Neuigkeiten im Freundeskreis oder eben die Wegfindung in formale, von Computern bearbeitbare Rahmen übersetzt wer-

28 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007.

Zum ontologischen Unterschied zwischen Mensch und Maschine siehe exemplarisch die Differenzsetzung zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz bei Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, 2008 [1976]: »Ich bin der Ansicht, daß ein in jeder Beziehung vereinfachter Begriff von Intelligenz sowohl das wissenschaftliche wie das außerwissenschaftliche Denken beherrscht hat, und daß dieser Begriff zum Teil dafür verantwortlich ist, daß es der perversen, grandiosen Phantasie der künstlichen Intelligenz ermöglicht wurde, sich derart zu entfalten. Ich behaupte dagegen, daß ein Organismus weitgehend durch die Probleme definiert wird, denen er sich gegenübersteht. Der Mensch muß Probleme bewältigen, mit denen sich keine Maschine je auseinandersetzen muß, die von Menschenhand gebaut wurde. Der Mensch ist keine Maschine. Ich werde behaupten, daß der Mensch zwar zweifelsohne Informationen verarbeitet, daß er dies jedoch nicht unbedingt in derselben Weise tun muß wie Computer. Computer und Menschen sind nicht verschiedene Arten derselben Gattung.

Es gibt wenige »wissenschaftliche« Theorien, die das Denken von Wissenschaftlern und Laien stärker in Verwirrung gestürzt haben als die des »Intelligenzquotienten« oder des »IQ«. Die Vorstellung, Intelligenz könne entlang einer simplen Linearskala quantitativ erfaßt werden, hat unserer Gesellschaft vor allem auf dem Gebiet des Erziehungswesens unsäglichen Schmerz zugefügt.« (ebd., 2008 [1976], S. 269)

29 Weber, »Einführung in die feministische STS«, 2017, S. 339.

»Feministische STS fragen danach, welcher Rationalität die Wissens- und Konstruktionsprozesse der neuen Technik beziehungsweise Technowissenschaften folgen und was innerhalb ihrer Logik und Weltsicht gewusst und wie gehandelt werden kann. Wie verändern sich unsere Welt- und Selbstwahrnehmung, unsere Sozialität und Körperlichkeit, unsere Hoffnungen und Ängste im Zeitalter der Technoscience?« (ebd., 2017, S. 341).

den.³⁰ Erst dann können diese Alltagsprobleme nach mathematischen Prinzipien gelöst und entlang ökonomischer Ordnungen entschieden oder – im wörtlichsten Sinne – berechenbar gemacht werden.³¹ Dabei unterscheiden sich die mechanischen Schritte, die mittels eines Algorithmus zur Berechnung der Wegfindung ablaufen, von der Vorgehensweise, wie ein Fahrer selbst seinen Weg zwischen zwei Orten suchen würde. Doch nur so kann das Versprechen eines Softwareanbieters erfüllt werden, dass ein Algorithmus in einer Welt, die in keiner praktischen Anwendung vollständig verstanden und mathematisch abgebildet werden kann, eine berechnete Problemlösung findet und eine Entscheidung trifft.

Die STS rücken in den Fokus, dass auch technisches Wissen wie es im Routenplaner vermittelt wird, nicht objektiv oder neutral gegeben ist, sondern in vielfältigen Arbeitsschritten durch menschliche Beurteilungen und Abwägungen konstruiert ist.³² Eine Umarbeitung der Wegfindung in ein algorithmisch lösbares »Problem«³³ erfordert zahlreiche verteilte Arbeitspraktiken und Übersetzungsakte, in denen IngenieurInnen³⁴ strenge technische Prinzipien berücksichtigen müssen, um eine algorithmische Wegfindung überhaupt technisch realisierbar zu machen. Einer schnellen algorithmischen Routenberechnung in nur wenigen Sekunden gehen diverse Vorannahmen, Annäherungen, Vereinfachungen bis hin zu manuellen Ausschlüssen von Straßentypen seitens der Ingenieure voraus. Dies hat zur Konsequenz, dass technische Kompromisse in die Software eingeschrieben sind, die Einfluss auf die berechnete Routenempfehlung haben, aber nicht zwangsläufig mit den Erwartungen im

30 Zur Bedeutung der Mathematik im Zusammenhang von Rationalisierung und Mechanisierung siehe Heintz, *Die Herrschaft der Regel*, 1993. Mathematik dient im Computerzeitalter zur Formulierung wohldefinierter Regeln: »Nur weil menschliches Handeln unter bestimmten Bedingungen tatsächlich mechanischen Charakter hat, konnten überhaupt Maschinen entwickelt werden, die den Anschein machen, intelligent zu sein.« (ebd., 1993)

31 Ich verstehe das Softwarebüro als einen privilegierten Ort, in dem ExpertInnen »Wissen machen«. Siehe hierzu die ethnografischen Forschungen der Laborstudien im naturwissenschaftlichen Kontext: Knorr-Cetina, *Die Fabrikation von Erkenntnis*, 2012 sowie Latour und Woolgar, »Die soziale Konstruktion von Fakten und Artefakten«, 2017.

32 Bauer, Heinemann und Lemke, *Science and Technology Studies*, 2017 in Bezug auf Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, 1980.

33 Breslin, »Learning to Program Realities and Identities«, 2018.

34 Siehe Gendern in Fußnote 15

Einklang stehen, die FahrerInnen von einer geeigneten Route haben. Solche technischen Bedingungen einer algorithmischen Routenberechnung bleiben jedoch im Alltag verborgen und werden nur sichtbar, wenn sich die berechneten Routenempfehlungen zu sehr von den Schleichwegen der Fahrer unterscheiden. Vor allem wer seine Stadt kennt, so ein Software-Entwickler im Interview, findet meist schnellere Routen als das »Navi«, dessen Routen häufig über die Hauptstraßen und erst im zweiten Schritt über die Nebenstraßen berechnet werden.³⁵

In dieser Arbeit gleiche ich die Konstruktionspraktiken der Software-Ingenieure mit den Plausibilisierungsstrategien der Fahrer ab, da beide eng miteinander verwoben sind und sich wechselseitig aufeinander beziehen. Beiden Berufsgruppen – Fahrern und Ingenieuren – ist gemein, dass sie für eine gelingende Wegfindung »unsichtbare Arbeit«³⁶ verrichten und doch sind ihre Praktiken aus unterschiedlichen Gründen schwer zugänglich. Die Handgriffe der Ingenieure sind durch Gehäuse und Displays der technischen Geräte »verblackboxt«,³⁷ während die Praktiken der Fahrer als selbstverständliches »Alltagswissen« ebensowenig Aufmerksamkeit generieren. Im Gegensatz zum »Alltagswissen« der Fahrer genießen die Ingenieure einen »kulturell zertifizierte[n] [...] Sonderstatus«, der von Firmengeheimnissen und technischen Komplexitäten ausgeht und die »heiligen Räume der IT-Firmen« schützend umgibt.³⁸ Seit Anfang der 80er Jahre tragen die STS dazu bei, diesen »Sonderstatus verblasen« zu lassen und unterschiedliche »Wissenstypen«, zu denen auch das »Alltagswissen« gehört, explizit und möglichst unvoreingenommen zu befragen.³⁹ Um an diese selbstverständlichen und verblackboxten Wissensbestände zu gelangen, verwende ich ethnografische Methoden, die aus der Erforschung technik-intensiver Arbeitsroutinen in den STS hervorgingen.⁴⁰

35 Siehe dazu den Überblick zur Feldforschung in Kapitel 3.2

36 Star und Strauss, »Layers of Silence, Arenas of Voice«, 1999.

37 Ich beziehe mich hier auf den Blackbox-Begriff im Kontext der Akteur-Netzwerk-Theorie von Bruno Latour, *Pandora's Hope*, 1999, S. 304. Für weitere Einbettungen des Begriffes in Kybernetik, Behaviourismus und Systemtheorie siehe Winkler, »Black Box und Blackboxing«, 2014.

38 Beck, Niewöhner und Sørensen, *Science and Technology Studies*, 2012, S. 13/14.

39 Ebd., 2012, S. 13.

40 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007.

Die etablierten Studien aus den STS kombiniere ich für diese Studie mit aktuellen Forschungsansätzen zu Neuen Medien.⁴¹ Algorithmen, die nicht länger nur in Forschungslaboren sondern heute vor allem in Alltagskontexten genutzt werden, erfahren veränderte Bedeutungszuschreibungen und tragen zur Formierung neuer gesellschaftlicher Wissensstrukturen bei. Um der Implementierung von Software in den Alltag nachzugehen, haben sich in den Geistes- und Sozialwissenschaften die Software Studies in den vergangenen zehn Jahren etabliert.⁴² Sie untersuchen die technischen Grundlagen Neuer Medien wie etwa Algorithmen,⁴³ Protokolle,⁴⁴ Code⁴⁵ oder Big Data-Formate,⁴⁶ da diese im Nutzungskontext von Online-Diensten oder Smartphone-Applikationen opak bleiben und dabei unbemerkt mit ihren spezifischen Beschaffenheiten, technischen Mechanismen und operationalen Logiken menschliche Interaktionen und digitale Möglichkeitenräume strukturell prägen.⁴⁷ Zu Teilen bauen die Software Studies dabei auf STS-Forschungen auf,⁴⁸ aber ebenso werden in dieser interdisziplinären Forschungsdisziplin auch humangeographische, medientheoretische und computerwissenschaftliche Ansätze produktiv gemacht.⁴⁹ Vor allem mit ihren raumtheoretisch geprägten Analyse kategorien liefern die Software Studies für diese Arbeit wesentliche Begrifflichkeiten, um im algorithmisch geregelten Straßenverkehr Software als räumlich wirkmächtig zu konturieren.⁵⁰ Ich beziehe mich zudem auf technografische Methoden, die sich in den Software Studies etabliert haben,⁵¹ um auf den ersten Blick unvereinbare Wissenstraditionen an Software zusammenzudenken.

41 Bucher, »Programmed Sociality«, 2012 sowie Rosenblat und Stark, »Algorithmic Labor and Information Asymmetries«, 2016.

42 Siehe hierzu die MIT Press Buchreihe zu den Software Studies: <https://mitpress.mit.edu/books/series/software-studies>, zuletzt abgerufen am 21. November 2018, ebenso wie: Fuller, *Software Studies: A Lexicon*, 2008.

43 Siehe Gillespie, *Algorithm*, 2016, Gillespie, »The Relevance of Algorithms«, 2014 Matzner, »The Human Is Dead – Long Live the Algorithm!«, 2019.

44 Galloway, *Protocol*, 2004.

45 Mackenzie, *Cutting Code*, 2006.

46 Kitchin, *The Data Revolution*, 2014.

47 Bucher, »Programmed Sociality«, 2012, S. 10.

48 Siehe etwa Mackenzie, *Cutting Code*, 2006 sowie Dourish, *Where the Action Is*, 2001.

49 Siehe dazu etwa Graham, »Software-Sorted Geographies«, 2005 oder Harvey, »Globalization and the »Spatial Fix«, 2001.

50 Siehe hierzu vor allem Kitchin und Dodge, *Code/Space*, 2011.

51 Bucher, »Programmed Sociality«, 2012.

Die europäische Datenschutzgrundverordnung drängt auf soziale Verständniskategorien

Die alltägliche Frage, die die Fahrer in meiner Studie beschäftigt, was die Software *wissen* kann und warum sie eine bestimmte Route *empfiehlt*, gewinnt zunehmend auch für NutzerInnen anderer Softwareangebote an Relevanz. Die im Mai 2018 in Kraft getretene europäische Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sieht vor, dass Nutzer-, Verbraucher- oder KonsumentInnen einer Software das Recht haben, über die technischen Vorgänge informiert zu werden, die sie in ihre alltäglichen Handlungen miteinbeziehen. Der Artikel 12 der DSGVO fordert, dass notwendige Informationen den NutzerInnen »in präziser, transparenter, verständlicher und leicht zugänglicher Form in einer klaren und einfachen Sprache« vermittelt werden müssen.⁵² Diese politische Neuerung wirft in den Sozial-, Geistes- und Rechtswissenschaften neue Fragen hinsichtlich der Entwicklung von Transparenzen für Software und Algorithmen auf. Das »Recht auf Erklärung« in der DSGVO motiviert damit eine längst überfällige Debatte darüber, wie die höchst aufwendigen Plausibilisierungsstrategien der NutzerInnen einer Software seitens des Technikdesigns unterstützt werden könnten, um etwas über wesentliche Logiken von Algorithmen und Datenerhebungen zu erfahren. Für den europäischen Markt programmierende SoftwareingenieurInnen, ManagerInnen und Marketing-Abteilungen müssen sich spätestens jetzt aber zumindest in Zukunft mit der Frage auseinandersetzen, wie sich komplexe Berechnungsstrategien in Entscheidungsalgorithmen oder Recommender-Systemen transparenter kommunizieren lassen.⁵³ Jenna Burrell unterscheidet zwischen unterschiedlichen Gründen von Opazitäten, die von Firmengeheimnissen über das Problem vieler, Code nicht lesen und

52 <https://dsgvo-gesetz.de/art-12-dsgvo/>, zuletzt abgerufen am 17. November 2018.

53 Claus Pias beklagt auf der GfM-Jahrestagung 2018, dass sich die Geistes- und Sozialwissenschaften zu wenig in die Gestaltung sozialverträglicher Software einmischen: »Heute fragt der Philosoph, ob man etwas darf und der Soziologe, wie viele etwas wollen, doch wie schaffen es die Geistes- und Sozialwissenschaften bei Software mitzugestalten, ohne einer Machbarkeits- und Operationalisierungslogik zu folgen?« Auch der Techniksoziologe Werner Rammert plädiert bereits 2003 dafür, technische Systeme nicht ausschließlich von Ingenieuren konstruieren zu lassen: »[Sozialwissenschaftler] müssen und können sich konstruktiv mit ihren Konzepten und Praktiken an der Entwicklung und Einbettung der technischen Systeme beteiligen.« (Rammert, »Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen«, 2003, S. 5)

nicht verstehen zu können bis hin zur komplexen Beschaffenheit lernender Algorithmen reichen.⁵⁴ Parallel dazu arbeitet die Rechtswissenschaftlerin Sandra Wachter mit KollegInnen an ersten Erklärungskonzepten zu algorithmischen Entscheidungsprozessen, die als sogenannte »Counterfactual Explanations« Antworten auf eine ganz neue Art von Fragen entwickeln:

»Wenn ich ein Darlehen beantrage, aber keines bekomme, dann habe ich kein großes Interesse daran, dass mir jemand erklärt, wie der Algorithmus technisch aufgebaut ist. Sondern ich will wissen, woran es gelegen hat. [... Counterfactual Explanations] sagen mir, welche der Daten, die ich angegeben habe – zum Beispiel Einkommen, Beruf oder Familienstand – anders hätten sein müssen, um ein Darlehen zu bekommen.«⁵⁵

Vor diesem aktuellen Hintergrund geht es in dieser Studie weniger um eine diffuse und gar mystisch anmutende Macht von Algorithmen oder KI, als vielmehr um die pragmatische Fragestellung, wie Software, Daten und Algorithmen hinsichtlich gesellschaftlicher Anliegen beschrieben werden können. Wie kann das Technische mit sozialen Kategorien analysiert werden anstatt das Soziale oder den Menschen selbst technowissenschaftlich mittels Datenerhebungen oder Messungen von Reaktionszeiten – also nach technischen Methoden erklärbar zu machen? Ausgehend von den Analysen meiner Arbeit ließen sich – im Sinne des Participatory Design⁵⁶ – Vorschläge zu transparenter Entscheidungssoftware in Arbeits- und Alltagsumgebungen ausarbeiten. Folgende Fragen

54 Burrell, »How the Machine ›thinks‹«, 2016.

55 Interview zum Aufsatz: Wachter, Mittelstadt und C. Russell, »Counterfactual Explanations Without Opening the Black Box«, 2017 im Spiegel unter: <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/explainable-ai-auf-der-cebit-2018-wie-tickt-eine-kuenstliche-intelligenz-a-1213016.html>, zuletzt abgerufen am 5. Dezember 2018.

56 Siehe dazu exemplarisch Simonsen und Robertson, *Routledge International Handbook of Participatory Design*, 2013, Greenbaum und Kyng, *Design at Work*, 1991 und Bjerknes und Bratteteig, »User Participation and Democracy«, 1995. In der skandinavischen Forschungstradition des Participatory Design geht es um Technikdesign, das diejenigen Menschen als Co-Designer in Gestaltungsprozesse miteinbezieht, die die Technologien später im Alltag nutzen. In unterschiedlichen Kontexten haben ethnomethodologische Forschungen des Participatory Design seit den 70er Jahren Einfluss auf das Design von Software und Arbeitsplätzen geübt. Allen voran ist hier das Forschungsinstitut Xerox PARC im Silicon Valley zu nennen, an dem neben Lucy Suchman auch andere STS-Forscher wie Paul Dourish und Graham Button ethnomethodologische Fragestellungen in das Design von Benutzerschnittstellen und Interfaces zur Kommunikation von Mensch und Maschine eingebracht haben. (Button und Dourish, »Technomethodology. Paradoxes and Possibilities«, 1996)

leiten sich hieraus ab: Welche Informationen benötigen NutzerInnen einer Software, um algorithmische Entscheidungsprozesse besser in ihre situativen Alltagspraktiken integrieren zu können? Wer besitzt ein Mitspracherecht, wenn es darum geht, Kategorien und Klassifizierungen in Software einzuschreiben? Wem wird das Privileg zugesprochen, Datenzugriffe zu erhalten bzw. an Daten Geld zu verdienen? Für wen und an welchen Stellen sind personenbezogene Daten sichtbar und welche Daten fließen vom eigenen Nutzungsverhalten in die nächste Berechnung mit ein? In dieser Studie breche ich digitale Routenplaner in einzelne Softwarekomponenten auf und nehme diejenigen in den Fokus, die gerade durch ihre Undurchsichtigkeit für die SoftwarenutzerInnen auf der Straße einen Unterschied machen.

Textaufbau

Den vorliegenden Text kann man im Grunde mit jedem Kapitel zu lesen beginnen, je nachdem, was den Leser oder die Leserin an ›algorithmisierten Entscheidungsketten‹ am Beispiel der Wegfindung interessiert. Das Thema wird in fünf Kapiteln (2.–6.) aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet, die ich wie folgt in zwei Hauptteile gegliedert habe:

In Teil II »*Werkzeuge & Verfahren*« skizziere ich meine theoretischen (Kapitel 2), methodischen (Kapitel 3) und kulturwissenschaftlichen (Kapitel 4) Verständnisse von ›algorithmisierten Entscheidungsketten‹ im Straßenverkehr. Der Teil III »*Aus den Situationen*« behandelt im Anschluss konkrete Interaktionen von Fahrern (Kapitel 5) und Ingenieuren (Kapitel 6) mit algorithmisch berechneten Navigationsrouten und zeigt die uneindeutigen Beschaffenheiten und Aushandlungen, die ›algorithmisierte Entscheidungsketten‹ im Einzelnen ausmachen. Die Studie schließt mit dem 7. Kapitel, das ein kurzes Fazit sowie einen Ausblick bereithält, wie meine Analyse zu Routenplanern hinsichtlich eines grundsätzlichen Nutzeranspruchs auf transparentere Software weiterzudenken wäre.

II. Werkzeuge und Verfahren: Im zweiten und dritten Kapitel des Buches lege ich meine methodischen und theoretischen Denkschritte dar. Wenngleich sich Untersuchungsfeld und Untersuchungsperspektive nicht konsequent voneinander trennen lassen, so führe ich dennoch zuerst in theoretische Begrifflichkeiten und Forschungsfelder ein, die ich als Ausgangspunkte für meine Fragestellungen verwende, um anschließend meine Feldzugänge und methodologisch-methodischen Grundan-

nahmen zu erläutern. Sowohl theoretische als auch methodische Darstellungen konkretisiere ich bereits an eigens erhobenen empirischen Material.

Im 2. *Kapitel* stehen die Verkehrsnetze und logistischen Arbeitskontexte im Fokus, in die die von mir befragten Fahrer eingebunden sind. Algorithmen strukturieren ihre Bewegungsabläufe nach rationalen Prinzipien, in dem sie ihnen Routen empfehlen (2.1) und Aufträge zuweisen (2.2). Dabei schaffen Algorithmen an unterschiedlichen Stellen Opazitäten, die die Fahrer bei der Einbindung algorithmischer Berechnungen vor Herausforderungen stellen. Mit raum- und medientheoretischen Konzepten aus den Software Studies erarbeite ich das Konzept einer ›algorithmischen Arbeitsarchitektur‹, um über räumliche Vorstellungsbilder zu zeigen, wie Software über Sicht- und Unsichtbarkeiten bestimmte Wissensbestände für ihre NutzerInnen ›kuratiert‹. Im Straßenverkehr zeigt sich die sichtbarkeitsregelnde Wirkmächtigkeit⁵⁷ von Software in besonderer Weise: Für Routen- und Auftragsempfehlungen verwendete Algorithmen, Datenbanken, Modelle und Grenzwerte erzeugen hier materielle Effekte, die auf die Fahrer wie physisch spürbare Schranken, Zugangsbarrieren und Korridore einwirken. Software schreibt an diesen Stellen gerade über ihre Opazitäten bestimmte Wirkmächtigkeiten in die sozialen Gefüge der Software-NutzerInnen ein. Darum gehe ich der Frage nach, auf welche Kosten und zu welchem Nutzen Software als »Blackbox«⁵⁸ wirksam werden (kann), wenn Softwareanweisungen von ihren NutzerInnen in der Regel nur schwer hinterfragt werden können.

Das 3. *Kapitel* widmet sich dem methodischen Ansatz, den ich wähle, um den im 2. Kapitel dargestellten algorithmischen Opazitäten zu begegnen. Ich erschließe Software und ihre Wirkung in der ›algorithmischen Arbeitsarchitektur‹ vom Standpunkt der SoftwarenutzerInnen und konkret aus der Perspektive professioneller Fahrer. Ihre Handgriffe in der Anwendung digitaler Routenplaner entziehen sich einer Sichtbarkeit, da sie in dominanten Technikdiskursen als (voll)automatisierbar und darum als uninteressant gelten (3.1).⁵⁹ Jedoch verfügen gerade diese Fah-

57 Unter »Wirkmächtigkeit« verstehe ich das *Potenzial* einer Wirkung, das von einem Artefakt oder einer Praktik ausgeht. Die Wirkmächtigkeit eines Artefakts kann konkrete, funktionale Auswirkungen auf Prozesse haben aber ebenso kann allein die bloße Präsenz eines Artefakts bereits subtile Wirkungen auf eine soziale Interaktion ausüben, ohne dass ein tatsächlicher funktioneller Unterschied erzeugt wurde.

58 Latour, *Pandora's Hope*, 1999, S. 304.

59 In Bezug auf Star und Strauss, »Layers of Silence, Arenas of Voice«, 1999.

rer über zahlreiche Strategien, um Algorithmen trotz ihrer Opazitäten informiert in ihre Alltagsentscheidungen miteinzubeziehen. Sie besitzen darum für meine Arbeit erkenntnisbringende Relevanz. Mit einem praxistheoretischen Ansatz untersuche ich ihre ›Plausibilisierungsstrategien‹ gegenüber der Software und forsche den neuartigen Kräfteverhältnissen nach, die durch die Verwendung von Software zwischen menschlichen und algorithmischen Akteuren entstehen, ebenso wie zwischen Fahrern, Ingenieuren, Managern, Fahrgästen oder Kundschaften, die alle direkt oder indirekt darauf einwirken, welche Route zwischen zwei Orten gefunden oder gewählt wird (3.2). Auf Suchmans Analysen zu »Mensch-Maschine-Interaktionen«⁶⁰ bezugnehmend erschließe ich die Fahrer-Software-Interaktionen als Praktiken, in der ›intelligente‹ Nutzungsweisen und ›intelligente‹ Algorithmik ineinandergreifen und sich wechselseitig bedingen (3.3).

Im Zentrum des 4. *Kapitel* steht eine Begriffsklärung: Ich bezeichne das Finden einer Route zwischen zwei Orten mithilfe eines Routenplaners in dieser Studie als »algorithmische Wegfindung« anstatt von »Navigation« zu sprechen. Entlang von Tim Ingolds Unterscheidung zwischen »Navigation« und »Wegfindung«⁶¹ erläutere ich diese Begriffswahl mit Blick auf den westlichen Wissensanspruch, der dem Begriff der Navigation innewohnt. Aufbauend auf Suchmans Ansatz zu »situierten Handlungen«⁶² steht in dieser Arbeit weniger das mechanistische Verständnis von Navigation im Fokus als vielmehr die uneindeutigen und kleinschrittigen Praktiken und Prozesse vielfältiger, sich überlagernder Wegfindungen. Am sogenannten A*-Algorithmus⁶³ beleuchte ich dazu, welche Berechnungen für eine algorithmische Wegfindung in der Navigationssoftware ablaufen, um die ontologischen Unterschiede zwischen menschlichen und maschinellen Wegfindungen herauszuarbeiten.

Im III. Teil »Aus den Situationen« folgen die empirischen Analysen zur Arbeit von Fahrern und Entwicklern, die ihren jeweiligen Beitrag zur algorithmischen Wegfindung leisten: Im 5. *Kapitel* wagt sich ein Taxifahrer mit einer »springenden Route« immer weiter in unbekanntes Stadtviertel hinein und im 6. *Kapitel* reduziert ein Software-Ingenieur mit »Korridoren« und »Layern« das Straßennetz auf ein für den Algorith-

60 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007.

61 Ingold, *The Perception of the Environment*, 2000.

62 Suchman, *Human-Machine Reconfigurations*, 2007, S. 26.

63 Eine detaillierte Erläuterung des A*-Algorithmus findet sich im Anhang.

mus berechenbares Maß. Vom Fahrersitz und vom Bürostuhl aus wird die Navigationsroute in diesen getrennten Arbeitssphären immer wieder neu und anders bearbeitet. Innerhalb der Kapitel zeige ich, wie sich diese Sphären bei genauerem Hinsehen überlagern, verzahnen und indirekt aufeinander beziehen: Die Navigationsroute wird zu einem »Grenzobjekt«, an dem Menschen mit unterschiedlichen Wissensbeständen und nach unterschiedlichen Logiken kooperieren ohne sich zu koordinieren.⁶⁴

Im 5. Kapitel stehen die Interaktionen zwischen den Fahrern und ihrer Software im Fokus. Es sind menschliche Praktiken und algorithmische Berechnungen, die sich hier ergänzen, verweben und gegenseitig bedingen, wenn Fahrer mithilfe digitaler Hilfsmittel geeignete Routen für sich finden. Ich folge hier der These, dass Fahrer die Anweisungen ihrer Software nicht einfach nur befolgen. Vielmehr interpretieren sie die berechneten Informationen für eine gegebene Situation, studieren ihre Berechnungslogiken und binden sie in situative Entscheidungen ein. An drei unterschiedlichen technischen Dynamiken skizziere ich »Tricks«⁶⁵ von Taxifahrern und Fahrradkurieren in der Bedienung ihrer Software. Bei der ersten technischen Dynamik handelt es sich um die kontinuierliche Neuberechnung der Navigationsroute auf Basis der aktuellen Position des Fahrers (5.1), in der zweiten um die Datenerhebung von Geschwindigkeitswerten einzelner Fahrer, die als Echtzeitinformationen in die nächste Lieferroute miteinfließen (5.2) und in der dritten Dynamik geht es um automatische Softwareupdates, die Fahrer verweigern, um durch die Stillstellung technischer Logiken die Software selbst besser zu verstehen (5.3). Ziel dieses Teils ist es, das Kräfteverhältnis darzustellen, das entsteht, wenn NutzerInnen etwas mehr als nur eine vereindeutigende Anweisung von ihrer Software wissen wollen.

Da digitale Routenplaner aktuell fast ausschließlich von Privatunternehmen angeboten werden, bringt diese Alltagssoftware zahlreiche Opazitäten mit sich, die selbst mit aufwendigen Plausibilisierungsstrategien von den NutzerInnen nicht durchdrungen werden können.⁶⁶ Firmengeheimnisse, technische Komplexitäten und andere Undurchsichtigkeiten versperren den Blick auf die konkreten Berechnungen in einer Routenempfehlung. Doch um genau diese opaken Algorithmen besser nach-

64 Star, »Die Struktur schlecht strukturierter Lösungen [1988/89]«, 2017.

65 Wenz, »Theorycrafting«, 2013.

66 Seaver, »Algorithms as Culture«, 2017.

vollziehen zu können, untersuche ich im 6. *Kapitel* das Innere der Software. An fünf unterschiedlichen Softwarekomponenten frage ich nach den strukturellen Eigenlogiken von Algorithmen, Modellen und Datenformaten, die ihren ganz eigenen Einfluss auf die Wegfindung haben. Damit Algorithmen *schnell* rechnen (6.1), Modelle *eindeutig* strukturiert (6.2) und Parameter *fein* definiert sind (6.3), Kostenfunktionen *dynamisch* auf antizipierte Kundenwünsche reagieren (6.4) und Kartendaten stets *aktuell* bleiben (6.5) bedarf es vielschichtiger Arbeitsschritte. Ich befasse mich mit den Interpretationen und Vorentscheidungen, die Ingenieure in Routenplaner einschreiben, denn – wie die STS-ForscherInnen Geoffrey Bowker und Susan Leigh Star schreiben – sind stets die Werte, Meinungen und Rhetoriken derer, die Software programmieren, in Code »eingefroren«. ⁶⁷ Dabei gehe ich insbesondere den verwobenen und teils widersprüchlichen Rationalitäten nach, in die die scheinbar eindeutige Route mit dieser Analyse zerfällt.

Mit der algorithmisierten Wegfindung nehme ich eine Praktik in den Blick, in der »verschiedene Wissensformen und Technologien um Deutungshoheit und Wirkmacht konkurrieren, in denen sie stabilisierend oder irritierend wirken.« ⁶⁸ In Bezug auf die Forschungen in den STS und Software Studies frage ich, was vom Bürostuhl oder vom Fahrersitz aus gewusst, verstanden und reflektiert werden kann, wenn Akteure aus einer bestimmten Situation heraus und mit einem bestimmten, »situiereten Wissen« ⁶⁹ Einfluss auf die Routenwahl üben. Zwar trennen technische Strukturen, institutionelle Unterscheidungen ebenso wie Firmenheimlichkeiten oder hierarchisierte Arbeitsverhältnisse die Praktiken derer, die an einer Navigationsroute mitwirken. Bei genauerem Hinsehen ergeben sich jedoch stille Komplizenschaften ebenso wie heimliche Widerständigkeiten und Konkurrenzen zwischen FahrerInnen, IngenieurInnen und Vorgesetzten in ihren jeweils unterschiedlichen Anliegen. Wenn Fahrer durch ihr Fahrverhalten bewusst spezifische Geschwindigkeitsdaten generieren oder vom Anbieter beworbene Updates zugunsten eines eigenen, besseren Verständnisses der Software verweigern, dann wirken ihre Nutzerpraktiken auf die Arbeit der Ingenieure zurück, die im Büro Vermutungen anstellen, nach welchen Logiken sich Daten verändern

67 Bowker und Star, *Sorting Things Out*, 2000, S. 35, siehe auch Galloway, *Protocol*, 2004.

68 Beck, Niewöhner und Sørensen, *Science and Technology Studies*, 2012, S. 9.

69 Haraway, »Situated Knowledges«, 1988.