



S O C I A L E C O L O G Y W O R K I N G P A P E R 1 8 5

Nora Krenmayr • Esther Wawerda

Cars for Future?
Zukunftsvorstellungen über (Auto)Mobilität von
Seiten technikwissenschaftlicher Akteur*innen

Nora Krenmayr, Esther Wawerda (2020):

Cars for Future? Zukunftsvorstellungen über (Auto)Mobilität von Seiten
technikwissenschaftlicher Akteur*innen

Social Ecology Working Paper 185
Vienna, April 2020

ISSN 1726-3816

Social Ecology Working Papers
Editorial Board: Christoph Görg, Barbara Smetschka, Helmut Haberl
sec.workingpapers@boku.ac.at

Institute of Social Ecology Vienna (SEC)
Department of Economics and Social Sciences (WiSo)
University of Natural Resources & Life Sciences, Vienna (BOKU)
Schottenfeldgasse 29
1070 Vienna, Austria
<https://boku.ac.at/wiso/sec>

© 2020 by Institute of Social Ecology Vienna

Cars for Future?*

Zukunftsvorstellungen über (Auto)Mobilität von Seiten technikwissenschaftlicher Akteur*innen

von Nora Krenmayr und Esther Wawerda

*Masterarbeit verfasst am Institut für Soziale Ökologie, Studium der Sozial- und Humanökologie.
Diese Arbeit wurde von MMag.Dr. Melanie Pichler betreut.

Abstract

Die klimaschädlichen Emissionen des Straßenverkehrs sowie weitere mit Verkehr verbundene soziale und ökologische Probleme weisen auf die Notwendigkeit einer Abkehr von der individuellen Automobilität und einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilitätssystemen hin. Diese umfasst sowohl politische als auch soziökonomische und kulturelle Veränderungen. Dafür ist die Rolle von technikwissenschaftlichen Akteur*innen zentral, die jedoch bisher in Forschung und Literatur unterbeleuchtet ist. In der vorliegenden Masterarbeit analysieren wir daher, inwiefern Technikwissenschaftler*innen zur Stabilisierung des automobilen Systems beitragen, andererseits jedoch eine Basis für institutionelle Veränderungen formen und technologische und soziale Korridore für die Transformation bieten können. Dafür verwenden wir theoretische Zugänge aus den Feldern der Transition- und Transformationsforschung sowie Science and Technology Studies und Engineering Studies und führen diese zusammen. Als Datengrundlage der qualitativen Analyse dienen sechzehn Expert*inneninterviews mit Technikwissenschaftler*innen aus den Bereichen der Fahrzeugtechnik und Verkehrswissenschaften, welche an österreichischen Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Instituten tätig sind. Auf dieser Grundlage betrachten wir Vorstellungen und Erwartungen über die Zukunft des (Auto)Mobilitätssystems sowie das Verständnis von nachhaltiger Mobilität von Seiten technikwissenschaftlicher Akteur*innen und zeigen, auf welcher Ebene einer Transformation für eine Entwicklung in Richtung nachhaltiger Mobilität argumentiert wird. In Zuge dessen machen wir sowohl Beharrungskräfte als auch Einsatzpunkte für eine Transformation aus und zeigen die wissenschaftlichen Herangehensweisen, gesellschaftlichen Positionierungen und Grundannahmen von Technikwissenschaftler*innen auf und diskutieren, wie sie ihre Rolle für eine sozial-ökologische Transformation (re)definieren können.

Schlagwörter: Automobilität, Mobilitätssysteme, Technikwissenschaftler*innen, soziotechnische Zukunftsvorstellungen, sozial-ökologische Transformation

Inhalt

1. Einleitung.....	7
1.1. Problemaufriss	7
1.2. Forschungsfragen	8
1.3. Aufbau der Arbeit.....	8
2. Transition Studies & sozial-ökologische Transformation	11
2.1. Sustainability Transition von Mobilität.....	12
2.2. Automobiles Regime – Akteur*innen, Stabilität und Wandel	13
2.3. Innovationsebenen für Sustainability Transitions des Mobilitätssystems.....	16
2.4. Kritikpunkte und mögliche Erweiterungen der Transition Studies	18
2.5. Sozial-ökologische Transformation von Mobilität.....	20
3. Science and Technology Studies & Engineering Studies	22
3.1. Die Zukunft in den STS	23
3.2. Engineering Studies	29
3.3. Feministische Engineering Studies	34
4. Methodische Herangehensweise.....	36
5. Vorstellungen über die Transformation der (Auto)Mobilität.....	41
5.1. Verständnis von nachhaltiger Mobilität	42
5.2. Vorstellungen entlang der Innovationsebenen für Sustainability Transitions.....	45
5.2.1. Ebene 1 – Techno-Fix und ökologische Modernisierung – „Also wir denken, dass es die Einheitsantriebslösung nicht gibt“	45
5.2.2. Ebene 2 – veränderte Nutzungsformen durch Verschiebung von produkt- zu dienstleistungsbasiertem Mobilitätssystem – „Man ruft halt ein Fahrzeug, das einen wohin bringt“	52
5.2.3. Ebene 3 – alternatives Mobilitätsmanagement zur Reduktion von Automobilität – „Eine Stadt kann auch gut funktionieren ohne massive Automobilität“	58
5.3. Zielorientierte Zukunftsvorstellungen	61
6. Technikwissenschaften als Akteurin – Positionierungen, Grundannahmen und Verhältnis zu anderen Akteur*innen.....	64
6.1. Wissenschaftliche Herangehensweisen und Zusammenarbeit in der Wissenschaft – zwischen Wertneutralität und Zielorientierung	65
6.2. Gesellschaftliche Grundannahmen von Technikwissenschaftler*innen – von trägen Menschen und individuellen Nutzer*innen	71
6.2.1. Gender und Technikwissenschaften – „Wir reden ja nur vom Ingenieur, wir reden nie von der Ingenieurin“	75
6.3. Positionierung und gesellschaftliche Wirksamkeit der Technikwissenschaften – „Die Wissenschaft ist überhaupt der Grund, warum wir Mobilität in der Form haben“	81
6.4. Verhältnis zu Industrie und Politik – von neuen Fachkräften für die Automobilindustrie und unterfinanzierter Nachhaltigkeitsforschung.....	85
7. Conclusio	92

Literaturverzeichnis	I
Anhang	X
Anhang A: Übersicht über die Interviews.....	X
Anhang B: Interviewleitfaden.....	XI

1. Einleitung

1.1. Problemaufriss

Der Klimawandel bedroht Ökosysteme und verstärkt globale und soziale Ungleichheiten. Um den Temperaturanstieg auf unter 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten und irreversiblen Klimawandel zu verhindern, müssen Kohlendioxid-Emissionen (CO₂-Emissionen) drastisch sinken (IPCC 2018). Der Verkehr ist einer der größten CO₂-Emittenten und in der Europäischen Union (EU) für 27 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich, womit er das größte Hindernis für die Erreichung der Pariser Klimaziele darstellt. Der Anteil des Straßentransports am Verkehr liegt bei 72 Prozent und Personenkraftfahrzeuge verursachen fast die Hälfte der Emissionen (European Environment Agency 2018). In Österreich ist der Verkehrssektor der größte Verursacher von Treibhausgas-Emissionen außerhalb des Emissionshandels und Hauptemittent ist wie auf EU-Ebene der Straßenverkehr. Hier wiederum haben Personenkraftfahrzeuge mit 61 Prozent den größten Anteil (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019). Abseits von klimaschädlichen Emissionen hat Automobilität auch weitere negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft. Sie ist Ursache für Staus, Unfälle und Verkehrstote, lokale Luftverschmutzung, soziale Exklusion, Zersiedelung, exorbitanten Flächenverbrauch, Lärmverschmutzung, Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen sowie Ressourcenübernutzung (Geels et al. 2012a). Die individuelle Automobilität ist jedoch fest in Alltag und Lebensstil verankert, und Infrastrukturen und Stadt- und Raumplanung sind auf das Automobil ausgerichtet, weshalb von einem automobilen System gesprochen werden kann (Geels et al. 2016). Aufgrund der Stabilität dieses automobilen Systems haben trotz verschiedener klimaschützender Einzelmaßnahmen der vergangenen Jahre keine Durchbrüche für eine nachhaltigere Mobilität stattgefunden (Fischedick und Grunwald 2017). In Österreich haben seit 1990 die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor sogar um 74 Prozent zugenommen und sind weiterhin im Steigen begriffen (Umweltbundesamt 2019). Im EU-Vergleich liegt Österreich derzeit im Schlussfeld beim Klimaschutz im Verkehrsbereich. Es fehlen konkrete Ziele beim Ausstieg aus Diesel und Benzin (VCÖ 2019a).¹

Die hohen CO₂-Emissionen verlangen nach einer sozial-ökologischen Transformation der Mobilitätssysteme, welche politische, sozioökonomische und kulturelle Veränderungen beinhaltet. Der Fokus liegt derzeit aber auf technologischen Lösungen, wie Effizienzsteigerungen beim Verbrennungsmotor und neuen Antriebsarten, welche einen Fortbestand des automobilen Systems ermöglichen sollen. Innovationen und technologischer Wandel verbleiben somit im Korridor der ökologischen Modernisierung (Brand und Wissen 2017). Wir wollen diese dominante Erzählung hinterfragen und dabei die Rolle von technikwissenschaftlichen Akteur*innen² für die zukünftigen Entwicklungen des Mobilitätssystems hervorheben. Denn in hochtechnisierten Industriegesellschaften spielen Technikwissenschaften eine zentrale Rolle für die normative Richtungsorientierung von Wissen und für gesellschaftliche Veränderungsprozesse (Downey 2015, 641). Wir fokussieren in unserer Arbeit auf Technikwissenschaftler*innen, die an Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Instituten in Österreich tätig sind. Als relevant erachten wir für die

¹Diese Masterarbeit entstand im Kontext des Forschungsprojektes "Sozial-Ökologische Transformation: Industrielle Konversion und die Rolle der Gewerkschaften" (Con-Labour), Laufzeit 2018-2020, das vom Klima- und Energiefond gefördert wird.

²Wir verwenden das Gendersternchen (*) im Plural, um aufzuzeigen, dass die geschlechtliche Binarität gesellschaftlich konstruiert ist und um verschiedenen Geschlechtsidentitäten Raum zu geben. Die geschlechtsspezifische Ausdrucksweise von Zitaten haben wir nicht geändert.

Entwicklung des Mobilitätssystems die Vorstellungen und Erwartungen der technikwissenschaftlichen Akteur*innen. Diese können einerseits zu einer Stabilisierung der Verhältnisse beitragen, andererseits jedoch eine Basis für institutionelle Veränderungen formen und technologische und soziale Korridore für die Transformation bieten.

1.2.Forschungsfragen

Aus diesen Problemstellungen ergeben sich für uns folgende Forschungsfragen, denen wir in dieser Arbeit nachgehen wollen:

Welche *Vorstellungen über die Zukunft des (Auto)Mobilitätssystems* haben technikwissenschaftliche Akteur*innen an den technischen Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Instituten in Österreich? Welches Verständnis von nachhaltiger Mobilität vertreten sie und entlang welcher Ebenen einer Transformation argumentieren sie für eine Entwicklung in Richtung nachhaltiger Mobilität?

Wo gibt es *systemstabilisierende Elemente des automobilen Systems*, wo finden sich *Einsatzpunkte zu Debatten und Strategien für Veränderung*, die über eine rein technologische Entwicklung und die Modernisierung von Automobilität hinausgehen?

Was können *Einsatzpunkte für Technikwissenschaftler*innen* sein, ihre Rolle in einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität zu (re)definieren?

Für die Beantwortung dieser Forschungsfragen wählen wir einen qualitativen Zugang und führen sechzehn Interviews mit Technikwissenschaftler*innen, welche im Bereich der Fahrzeugtechnik und Verkehrswissenschaften tätig sind. Wir hoffen mit unserer Arbeit einen Beitrag zur Transition- und Transformationsforschung sowie zu Science and Technology Studies zu leisten und diese miteinander verknüpfen.

1.3.Aufbau der Arbeit

Zu Beginn erarbeiten wir das *theoretische Werkzeug*³, welches wir für die Beantwortung unserer Forschungsfragen benötigen. Wir ziehen dafür Literatur aus den Forschungsfeldern der Transition Studies, sozial-ökologischer Transformation sowie der Science and Technology Studies und Engineering Studies heran.

Der Forschungsbereich der *Transition Studies* beschäftigt sich mit soziotechnischem Wandel und damit, wie dieser sich vollzieht. Mobilität wird dabei als ein Teilsystem behandelt, das in seiner derzeitigen Form nicht nachhaltig und zukunftsfähig ist, weswegen eine *sustainability transition* von Mobilität stattfinden muss (Kemp und van Lente 2011). Wir gehen zunächst auf grundlegende Annahmen und Konzepte der Transition Studies ein, wie die Multi-Level-Perspektive und Stabilität und Wandel des soziotechnischen automobilen Systems, und stellen anschließend ein Innovationsebenenmodell für die Transition der Mobilität vor (Nykvist und Whitmarsh 2008). Der Fokus der Transition Studies auf die Meso-Ebene und bestimmte Sektoren, mit Mobilität als einem relevanten Schwerpunkt, bietet für unsere Forschung einen guten Anknüpfungspunkt. Die Beschäftigung der Transition-Studies-Forscher*innen mit konkreten Einsatzpunkten und Beharrungskräften für eine Veränderung des (Auto)-Mobilitätssystem ist für unsere Analyse hilfreich. Da in der bisherigen Transition-Studies-Literatur jedoch Macht- und Herrschaftsverhältnisse, Kapitalismuskritik und kritische

³Bestimmte Begriffe bzw. Schlagwörter, die für die Argumentation und Struktur der Arbeit zentral sind, sowie Artikel- und Buchtitel haben wir zur vereinfachten Lesbarkeit *kursiv* gesetzt.

Staatstheorie nicht ausreichend in den Blick genommen werden (Brand et al. 2019), verwenden wir anschließend Literatur aus dem Bereich der *sozial-ökologischen Transformation* um diese Aspekte zu beleuchten. Denn ein Wandel des Mobilitätsystems muss immer gedacht werden als eingebettet in eine emanzipatorische sozial-ökologische Transformation, welche eine Veränderung der Produktions- und Lebensweise bedeutet (Brand und Welzer 2019). Ansätze und Anstöße für solche Veränderungen bieten das Konzept der imperialen Lebensweise/imperialen Automobilität (Brand und Wissen 2017) und die Degrowth-Bewegung (Demaria 2019; Konzeptwerk Neue Ökonomie 2017), auf welche wir näher eingehen.

Eine Motivation für unsere Arbeit ist, dass die Rolle der technikwissenschaftlichen Akteur*innen sowohl in der Literatur der Transition Studies als auch in radikaleren Transformationsansätzen bisher unterbeleuchtet ist. Daher ziehen wir, um die Rolle von Technologie und technikwissenschaftlichen Akteur*innen näher zu betrachten, das Forschungsfeld der Science and Technology Studies (STS) und der Engineering Studies heran. *Science and Technology Studies* (STS) beschäftigen sich damit, wie Wissenschaft und Technologie in zahlreiche Bereiche gesellschaftlichen Lebens und gesellschaftlicher Organisation eingebettet sind und auf diese einwirken, und versuchen dieses komplexe Verhältnis aufzuzeigen und kritisch zu beleuchten (Felt et al. 2017, 1). Bei Technikwissenschaften handelt es sich um ein Feld, in dem dieses Verhältnis besonders sichtbar wird und das daher als Forschungsfeld für STS-Fallstudien von großem Interesse ist (Downey 1994, 167). Literatur aus den STS, insbesondere aus dem Feld der *Engineering Studies*, betont, dass es von enormer Wichtigkeit ist, die Rolle von Technikwissenschaften in Prozessen der Stabilisierung oder Veränderung von soziotechnischen Systemen zu betrachten. Literatur der Engineering Studies bietet dabei die notwendige theoretische Basis, um technikwissenschaftliche Akteur*innen als Stabilisierungsfaktoren des Status quo, aber auch ihr Potenzial für Strategien einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität erfassen zu können. Der Blick auf Technikwissenschaften darf dafür nicht bei ihren technologischen Innovationen hängen bleiben, sondern es muss auf die Beziehung zwischen Technikwissenschaften und gesellschaftlichen Prozessen geachtet werden (Downey 2015, 641).

Im Kapitel zu STS und Engineering Studies widmen wir uns zuerst der *Rolle von Technologie und Wissenschaft in Industriegesellschaften*, im Unterschied zu vorindustriellen Gesellschaften. Anschließend besprechen wir, inwiefern Technologie und Technikwissenschaften auch in Vorstellungen über zukünftige Entwicklungen und Richtungen in der Gesellschaft eine Rolle spielen. Dabei helfen uns STS-Zugänge, die sich mit *imaginaries*, Visionen und Erwartungen in Hinsicht auf die Zukunft beschäftigen. Darüber hinaus skizzieren wir die Rolle, die Zukunftsorientierungen und Vorstellungen über gesellschaftlichen Wandel für aktuelle gesellschaftliche Entscheidungen und Entwicklungen spielen können. Zugänge der STS, insbesondere von Autor*innen der Engineering Studies, räumen den Technikwissenschaften eine zentrale Rolle in gesellschaftlichen Veränderungsprozessen in Industriegesellschaften ein und betonen, dass deren Visionen und Vorstellungen über zukünftige Entwicklungen, deren Wertesysteme sowie deren Positionierung in der Gesellschaft eine Basis für institutionelle Stabilisierung oder Veränderungen formen und technologische und soziale Korridore für eine Transformation bieten können (Downey 2015; Karwat et al. 2015). Im Kapitel zu Engineering Studies betrachten wir daher, welchen Blick die Literatur auf Technikwissenschaften wirft, inwiefern die Funktionen und Rollen der Technikwissenschaften in der Gesellschaft räumlich und zeitlich spezifisch und unterschiedlich sind, wie sich machtförmige Geschlechterverhältnisse in den Technikwissenschaften

widerspiegeln und reproduziert werden und welche veränderte Rolle Technikwissenschaften für eine sozial-ökologische Transformation spielen könnten.

Im *Methodenteil* gehen wir auf die von uns gewählte qualitative Methode der Expert*inneninterviews ein, begründen unsere Fallauswahl und schildern den Vorgang der empirischen Untersuchungen.

Die *Analyse* des Materials gliedern wir in zwei Hauptkapitel. In Hinblick auf die erste Forschungsfrage gehen wir zuerst auf die *Vorstellungen über die Transformation der Automobilität* der Interviewpartner*innen ein. Wir fragen danach, welche Vorstellungen über eine wünschenswerte und nachhaltige Zukunft des Mobilitätssystems Technikwissenschaftler*innen haben, und verorten diese in den verschiedenen Transformationsebenen, die wir aus der Literatur erarbeiten. Am Ende der jeweiligen Teilkapitel fokussieren wir auf die zweite Forschungsfrage und ziehen aus den Argumenten sowohl systemstabilisierende Elemente des automobilen Systems als auch Einsatzpunkte für radikalere Veränderungen des Systems.

Im zweiten Hauptkapitel analysieren wir die Rolle der *Technikwissenschaften als Akteur in einer Transformation des automobilen Systems*. Dabei beschäftigen wir uns mit Herangehensweisen, Positionierungen und Grundannahmen von Technikwissenschaftler*innen, um einen Blick auf dominante Diskurse und bestehende Machtstrukturen zu ermöglichen, in welche Technikwissenschaften eingebettet sind und welche sie auch reproduzieren. Wir beschäftigen uns dabei auch mit unterschiedlichen Herangehensweisen der relevanten Akteur*innen, allen voran der Fahrzeugtechniker*innen und der Verkehrswissenschaftler*innen. Um systemstabilisierende Elemente sowie mögliche Einsatzpunkte hinsichtlich Technikwissenschaftler*innen als Akteur*innen der Transformation herauszuarbeiten, fragen wir, (i) wie Technikwissenschaftler*innen mit anderen Akteur*innen interagieren und sich selbst und ihre Arbeit in der Gesellschaft positionieren, (ii) welche Grundannahmen sie über Gesellschaft und zukünftiges gesellschaftliches Zusammenleben haben – hier achten wir insbesondere auf Geschlechterverhältnisse in den Technikwissenschaften – und (iii) welche gesellschaftliche Bedeutung und Verantwortung Technikwissenschaftler*innen ihrer Arbeit beimessen. Unser Ziel dabei ist einerseits, bestehende Verhältnisse im Zusammenhang mit Technikwissenschaften offenzulegen, welche das automobilen System fördern und mit festzuschreiben. Andererseits wollen wir alternative Vorstellungen und Grundhaltungen aufzeigen, die in den Technikwissenschaften vorhanden sind, welche das automobilen System herausfordern und auf ein anderes Mobilitäts- und Gesellschaftssystem abzielen. Basierend auf den Ergebnissen suchen wir schließlich nach Einsatzpunkten für Technikwissenschaftler*innen, ihre Rolle als Akteur*innen einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität zu (re)definieren.

Die Unterkapitel im Analyseteil folgen einer Struktur, in der wir zuerst den thematischen Bezug zur theoretischen Literatur herstellen und anschließend eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse skizzieren. Dann folgt die eigentliche Analyse, in der wir die Ergebnisse mithilfe von direkten und indirekten Zitaten aus den Interviews darlegen, um schließlich in den jeweiligen Zwischenfazits unsere Ergebnisse noch tiefer mit den Forschungsfragen in Beziehung zu setzen.

Abschließend führen wir in der *Conclusio* die zentralen Erkenntnisse der zwei Analysekapitel anhand unserer Forschungsfragen zusammen und enden mit einem Ausblick auf weiterführende Forschung.

2. Transition Studies & sozial-ökologische Transformation

Die *Transition Studies* sind ein interdisziplinäres Forschungsfeld, das sich seit den 1990er-Jahren aus einer Vielzahl an intellektuellen Traditionen entwickelt hat. Es wird die Frage untersucht, wie langfristige Transitionen in soziotechnologischen Systemen stattfinden können. Umweltprobleme wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust und Ressourcenübernutzung werden als Folge nicht nachhaltiger Konsum- und Produktionsweisen in soziotechnischen Systemen gesehen. Diese Umweltprobleme können nicht durch stufenweise Verbesserungen oder Techno-Fixes gelöst werden, sondern gesamtheitliche Umstellungen der soziotechnischen Systeme sind notwendig. Diese Umstellungen meinen einen umfassenden Wandel der soziotechnischen Systeme in Richtung Nachhaltigkeit und werden *sustainability transitions* genannt. Ein zentrales Ziel der Transition Studies ist es, zu zeigen und zu konzeptualisieren, wie diese Transitionen stattfinden können. Dabei wird eine akteurszentrierte Herangehensweisen an Nachhaltigkeits- und Transitionsfragen verfolgt. Das Forschungsfeld ist in den letzten Jahren stark gewachsen, hat sich geografisch ausgeweitet und hinsichtlich der Themen diversifiziert (Köhler et al. 2019).

Literatur im Feld der Transition Studies im Allgemeinen und spezifisch im Bereich Mobilität fokussiert mittlerweile auf eine Bandbreite an Akteur*innen. Zentral sind sowohl der Staat und politische Institutionen wie Städte und Kommunen, die Entscheidungen treffen und Rahmenbedingungen setzen können, als auch die Automobilindustrie und globale Player aus dem IT-Bereich (Geels 2012). In einigen Studien wird auch ein Fokus auf Nutzer*innen (Kanger und Schot 2016) oder die Zivilgesellschaft (Ornetzeder und Rohrer 2013) gesetzt. Die Wissenschaft bzw. die *Technikwissenschaft* wird zwar als relevanter Akteur genannt, es gibt aber bisher wenige Studien, die sich mit der Rolle der Technikwissenschaft in *sustainability transitions* auseinandersetzen. Eine Ausnahme stellt dabei die Forschung und Entwicklung innerhalb der Automobilindustrie und anderer naher Industriefelder dar. Dabei werden die Ingenieure und ihre Arbeit aber als Teil des Akteurs Industrie betrachtet. Schot und Steinmueller (2018) plädieren gar dafür, dass Universitäten unternehmerischer werden und neue Firmengründungen vorantreiben sollten, durch Spin-offs und die Lizenzierung von Technologie, die durch universitäre Forschung entstanden ist. Technikwissenschaftliche Forschung und Lehre an Universitäten und Fachhochschulen und an außeruniversitären Forschungsinstituten bleiben eher ein blinder Fleck. In jenen Studien, in denen Technikwissenschaften als Nischenakteur*innen ins Bild rücken, welche durch technologische Innovationen das automobile Regime transformieren oder herausfordern, wird hauptsächlich auf die Technologien fokussiert, die entwickelt und vorangetrieben werden (Geels 2002). Andere Aspekte, wie Wertesysteme von Technikwissenschaftler*innen, ihr Selbstverständnis hinsichtlich ihrer Position als Technikwissenschaftler*innen in der Gesellschaft sowie ihre Vorstellungen und Wünsche in Bezug auf zukünftige Entwicklungen (von Mobilität) finden dabei keine ausreichende Beachtung.

Die *Multi Level Perspective* (MLP), im Deutschen Mehr-Ebenen-Modell, kommt aus der Innovationsforschung und wird insbesondere für empirische Studien zu historischen Transitionen angewendet. Die MLP wird von verschiedenen Autor*innen der Transition Studies im Mobilitätsbereich aufgegriffen und dient dabei als Analyserahmen für diverse Betrachtungen von Akteur*innen und deren Interaktionen. Transitionen werden in der MLP als Folge von dynamischen Prozessen innerhalb und zwischen drei analytischen Ebenen verstanden: Nischen, Regime und Landschaft. Die übergeordnete Ebene der *Landschaft* umfasst stabile, mächtige und langfristige Entwicklungsfaktoren und -tendenzen. In der Literatur wird häufig der Klimawandel als Beispiel genannt, der Druck auf die darunterliegende Ebene des Regimes ausübt. Beim *Regime* handelt es sich um die Aktivitäten gesellschaftlicher

Teilsysteme wie Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Regime gelten als hochgradig institutionalisiert, weshalb ihre Möglichkeiten, auf solchen Landschaftsdruck einzugehen, als beschränkt gesehen werden. In der MLP wird daher ein Fokus auf *Nischen* gesetzt, welche eher in der Lage sind, auf den Druck, der von der Landschaftsebene ausgeht, zu reagieren. Unter Nischen werden geschützte Räume verstanden, die als Orte für radikale Innovationen dienen, oder auch Verhaltens- und Handlungsmuster, die vom bestehenden Regime abweichen. Als Nischenakteur*innen werden Pioniere und Unternehmer*innen bezeichnet, welche Alternativen entwickeln. In den Transition Studies wird angenommen, dass Nischeninnovationen sich im Regime durchsetzen können, wenn Landschaftsentwicklungen das Regime unter Druck setzen und dadurch Möglichkeitsfenster entstehen. Die Interaktionen zwischen Nischen und Regimen haben mehrere Dimensionen – Märkte, Regularien, kulturelle Bedeutungen sowie Technologien (Köhler et al. 2017; Köhler et al. 2019; Geels et al. 2016).

2.1. Sustainability Transition von Mobilität

Mobilität wird als ein soziotechnisches System konzeptualisiert, wie beispielsweise auch Elektrizität und Ernährung, und ist ein relevantes Themenfeld in den Transition Studies (Köhler et al. 2019, 12, 21). Ausgehend von einer zunehmenden Krise der (Auto)Mobilität, in Bezug auf ökologische und soziale Probleme, stellen Transition-Forscher*innen fest, dass das aktuell dominante Mobilitätssystem auf mehreren Ebenen nicht nachhaltig und zukunftsfähig ist. Aufgrund der Erschöpfung natürlicher Ressourcen und des Klimawandels, aufgrund von Lärm, Luftverschmutzung, Verkehrs- und Sicherheitsproblemen muss das Mobilitätssystem durch ein anderes, nachhaltigeres System abgelöst werden (Kemp und van Lente 2011; Nykvist und Whitmarsh 2008; Geels 2012).

Es gibt in den Transition Studies nicht die eine *Definition von nachhaltiger Mobilität*, da diese von verschiedenen Perspektiven und auch Interessen abhängt. Nykvist und Whitmarsh (2008, 1374) schlagen daher eine breite Definition von nachhaltiger Mobilität vor, die auf dem Nachhaltigkeitsdreieck, bestehend aus Ökonomie, Ökologie und Sozialem, basiert. Diese breite Definition enthält die folgenden Indikatoren

- für den *ökonomischen Bereich*: Zugänglichkeit, Kosten des Verkehrsbetriebs, Produktivität und Effizienz, Kosten für die Wirtschaft, Nutzen für die Wirtschaft.
- für den *sozialen Bereich*: Zugänglichkeit und Leistbarkeit, Sicherheit, Gesundheit, Lebensqualität, Gerechtigkeit, sozialer Zusammenhalt, Arbeitsbedingungen im Verkehrssektor.
- für den *ökologischen Bereich*: Ressourcenübernutzung, direkte ökologische Effekte, Emissionen, Lärm, Müll.

Die Autor*innen sehen eine Überpräsenz ökonomischer Aspekte, während die beiden anderen Bereiche vernachlässigt werden, und erkennen darin einen Grund für die Probleme des aktuellen Mobilitätssystems. Daher sehen sie Veränderungspotenzial in jenen Innovationen und Veränderungsprozesse, welche auf ökologische und soziale Maßnahmen fokussieren (ebd.).

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden viele Studien zur möglichen *sustainability transition* der Mobilität gemacht, davon kürzlich: *Low carbon transitions pathways in mobility* (Köhler et al. 2018) und *Commoning mobility - Towards a new politics of mobility* (Nikolaeva et al. 2019). In den Studien wird etwa modelliert, wie das autozentrierte Mobilitätssystem mithilfe von Systeminnovationen und Regularien wie Emissionsstandards und Straßengebühren verändert

werden kann (Kemp et al. 2011), oder die Rolle der Autoindustrie, des Gesetzgebers und der Konsument*innen in Bezug auf das automobilen Regime analysiert (Whitmarsh und Kohler 2010). Da es im Mobilitätsbereich Überschneidungen mit Informations- und Kommunikationstechnologien und Energiesystemen gibt, stellen sich Forscher*innen zunehmend die Frage, wie mit dieser Komplexität von Transitionen, die mehrere Sektoren und Industrien umfassen, umgegangen werden kann. In den Transition Studies findet deshalb eine Ausweitung des Fokus von einzelnen Systemen hin zu multisektoralen Transitionen und Interaktionen zwischen Systemen statt (Köhler et al. 2019, 12, 21).

2.2. Automobiles Regime – Akteur*innen, Stabilität und Wandel

Ein zentrales Konzept der Transition Studies ist jenes des *soziotechnischen Regimes* (Geels 2002; Geels et al. 2012b). Es handelt sich dabei um relativ stabile Verhältnisse bestimmter soziotechnischer Konfigurationen. In Bezug auf Mobilität erkennen Transition-Forscher*innen relativ stabile soziotechnische Verhältnisse, die vom Automobil und der damit zusammenhängenden motorisierten Individualmobilität dominiert sind. Forscher*innen sprechen in diesem Zusammenhang daher vom soziotechnischen automobilen Regime⁴. Der technische Aspekt des soziotechnischen Regimes betont, dass in einem Regime bestimmte Technologien etabliert sind und diese in einer gewissen Routine weitergeführt und reproduziert werden. *Technische Wissenschaftler*innen* folgen z.B. einem solchen Routinebasierten Verhalten insofern, als sie in Forschungscommunities oder im Austausch miteinander in ähnliche oder gleiche Richtungen forschen und damit technologische Pfade vorgeben. Dadurch schaffen sie Stabilität, weil sie nach Innovationen für schrittweise Veränderungen entlang vorgegebener technologischer Pfade suchen (Geels 2002). Der Zusatz „sozio“ im Begriff soziotechnisches Regime hebt hervor, dass die für ein Regime relevanten Konfigurationen weit über die technische Forschung, Entwicklung und Produktion von technischen Artefakten hinausgehen und alle gesellschaftlichen Institutionen, Infrastrukturen, Politiken, Verhaltenspraxen etc., die damit in Verbindung stehen, und ihre jeweiligen sozialen Gruppen und Akteur*innen beinhalten. Technologische Pfade werden nicht allein von Technikwissenschaftler*innen und Unternehmen gezeichnet, sondern werden von Politiker*innen, Nutzer*innen, zivilgesellschaftlichen Gruppen, Beschäftigten und vielen anderen Akteur*innen mitgestaltet. Soziotechnische Pfade sind daher immer eingebettet in soziotechnische Regimes (Geels 2002, 1260).

Die soziotechnischen Verhältnisse, die im automobilen Regime stabilisiert sind, bestehen aus verschiedenen *Elementen* sowie *Akteur*innen* und deren Interaktion. Geels et al. (Geels 2002, 2005) definieren folgende zentrale Elemente des automobilen Regimes: das Artefakt Auto, Produktionssysteme und Strukturen der Autoindustrie, Kraftstoffinfrastrukturen, Vertriebs- und Erhaltungsnetzwerke, Straßeninfrastruktur und Verkehrssysteme, Märkte, Nutzer*innenverhalten, Regulierungen und Politiken, Wissenschaft, Forschung und Entwicklung sowie kulturelle und symbolische Konnotationen. Akteur*innen, die im automobilen Regime agieren, sind z. B. Fahrzeughersteller und ihre Zulieferer, weitere Kapitalfraktionen, Nutzer*innen, Politiker*innen auf nationaler Ebene, lokale Behörden, Wissenschaftler*innen in Universitäten, technischen Instituten sowie Forschungs- und

⁴In den Transition Studies gilt *Regime* als zentrale Ebene der Multi Level Perspective. Andere Autor*innen der Transformationsforschung sprechen bei den relativ stabilen Verhältnissen im Mobilitätsbereich, in Bezug auf die Dominanz des Autos und den motorisierten Individualverkehr, vom *automobilen System*. Wir schreiben *Regime*, wenn wir den Begriff direkt aus der Literatur der Transition Studies entnehmen. Wenn wir hingegen die stabilen Verhältnisse im Mobilitätsbereich im Allgemeinen beschreiben wollen, nutzen wir den Begriff des *automobilen Systems*.

Entwicklungslaboratorien, soziale Bewegungen und die breite Öffentlichkeit (Geels 2005). Sie alle haben unterschiedliche Interessen, Ressourcen, Vorstellungen von Veränderungen und Möglichkeiten, auf Elemente des automobilen Regimes einzuwirken und diese zu reproduzieren oder zu verändern (Geels et al. 2016). Fahrzeughersteller und ihre Zulieferer verfolgen beim Herstellungsprozess von Autos Strategien für industrielle Infrastrukturen, Marktdominanz und Profite. Technische Wissenschaftler*innen erlangen durch Forschung neues technologisches Wissen, das auf die Autoproduktion übertragen werden kann. Nutzer*innen etablieren und reproduzieren Mobilitätspraxen und Verhaltensmuster auf Basis der täglichen Nutzung von Autos als Fortbewegungsmittel. In der Interaktion zwischen Industrie, Medien, öffentlichen Diskursen und Nutzer*innen entstehen und reproduzieren sich kulturelle und symbolische Konnotationen des Autos und seiner Nutzung (Geels 2002). Das komplexe Verhältnis von *Stabilität und Wandel* ist ein Kernthema der Transition Studies. Für den (Auto)Mobilitätsbereich stellen sich Forscher*innen die Frage, welche Mechanismen das automobile System reproduzieren und dadurch stabilisieren. Formen der Stabilisierung sehen sie einerseits in den etablierten, routinierten und eingeschriebenen Handlungen und Mobilitätspraxen der Nutzer*innen. Autos sind tief in die westlichen Lebensstile eingeschrieben, z. B. wenn Kinder in die Schule oder zum Sport gebracht werden, Einkäufe, Familienbesuche, Ferienurlaube mit dem Auto getätigt und unternommen werden. Mit diesem Lebensstil sind auch Werte verbunden, so besteht eine kulturelle Präferenz von Privatbesitz gegenüber kollektivem Besitz und Nutzung und ein Trend zur Individualisierung in Form von privater, abgekapselter Fortbewegung. Dazu wird das automobile Regime durch kulturelle Diskurse über Freiheit, Erfolg, Konkurrenz, Abenteuer, Schnelligkeit und positive Gefühle gestützt und stabilisiert (Geels et al. 2012a; Geels 2014; Geels et al. 2016).

„Cars will not easily be given up just because they are dangerous to health and life, environmentally destructive, based on unsustainable energy consumption and damaging to public life and civic space.“ (Sheller 2004, 236)

Außerdem tragen die Infrastrukturen sowie die Zersiedelung und eine Raumplanung, die auf Automobilität ausgerichtet ist, dazu bei, dass bestimmte Richtungen für Jahrzehnte vorgegeben werden und alternative Ideen oder Innovationen keinen Raum haben (Geels et al. 2016; Geels 2014).

Eine weitere und besonders relevante Form der Stabilisierung sieht Geels (2014, 26–29) in der Formierung einer Kernallianz durch *etablierte Akteur*innen des Regimes*, allen voran die traditionelle Autoindustrie sowie politische Akteur*innen. Diese beiden Akteur*innen sind wechselseitig voneinander abhängig und miteinander verbunden und haben ein starkes Interesse daran, den Status quo und die stabilen Konfigurationen des automobilen Systems zu erhalten. Die Industrie ist in Bezug auf Eigentumsrechte, Handelsverträge und allgemeine politische Strukturen sowie in steuerrechtlichen Fragen, Fördervergaben, Krediten und Patenten vom Staat abhängig. Der Staat wiederum ist in einem kapitalistischen System von Wirtschaftswachstum abhängig, weshalb er auf die Industrie angewiesen ist in Bezug auf Arbeitsplätze, Steuern und Wirtschaftswachstum (ebd.). Die internationale Autoindustrie verfügt über große Kapitalmacht, stellt direkt in der Autoproduktion, aber auch in der Zulieferindustrie Arbeitsplätze zur Verfügung und zahlt Steuern – „Quite simply, there is too much to lose for radical change to be contemplated.“ (Wells et al. 2012, 127) Die Industrie kann aufgrund dieser Abhängigkeiten den Staat vor allem durch die Bildung von Netzwerken zwischen Unternehmen und Politiker*innen beeinflussen, wodurch den Unternehmen der Zugang zur Politik ermöglicht wird. Regelmäßige Kontakte können einerseits subtile Arten der Beeinflussung zur Folge haben, etwa dass Politiker*innen die Interessen der Industrie

internalisieren. Andererseits bestehen auch weniger subtile Arten wie Informationsstrategien, direktes Lobbying und konfrontative Strategien wie Rechtsstreits (Geels 2014, 27). Diese Kernallianz kann nach (neo)gramscianischen Verständnis dann zu einem stabilen und hegemonialen „historischen Block“ (Gramsci 1991) werden, wenn sie es schafft, durch verbreitete Diskurse auch Konsens in der Zivilgesellschaft und dadurch Legitimität zu bekommen (Geels 2014, 27).

Etablierte Regimeakteur*innen können auf verschiedene Arten Widerstand gegen fundamentale Veränderungen des automobilen Regimes leisten (ebd., 29). Sie können einerseits machtvolle Diskurse formen, die stark beeinflussen, was diskutiert wird (*agenda setting*) und wie Probleme diskutiert und behandelt werden (*decision-making*). Zusätzlich zur diskursiven Ebene können die Akteur*innen materiellen Widerstand leisten, indem sie z. B. bestimmte Innovationen für schrittweise Veränderungen innerhalb des Regimes blockieren. Dabei verfügen sie in der Regel über Macht, da sie als Kernallianz große Mengen an Ressourcen und über Netzwerke verfügen (ebd., 33). Wells et al. (2012, 135) merken jedoch an, dass keine einheitlichen Positionen oder Interessen innerhalb der Autoindustrie bestehen, obwohl industrielle Interessenvertretungen gerne diesen Anschein erwecken lassen.

Trotz relativer Stabilität der Konfigurationen des automobilen Regimes gibt es auch *destabilisierende Kräfte*, welche das Regime herausfordern. Das automobile Regime kommt von unten durch Nischeninnovationen und von oben durch Veränderung in der Landschaft zunehmend unter Druck. Als Beispiele für Destabilisierungsfaktoren auf der Landschaftsebene nennen Geels et al. (2012, 348f.) den Klimawandel, Peak Oil sowie neue Informations- und Kommunikationstechnologien und Digitalisierung. Diese bewirken Auseinandersetzungen zwischen Kapitalfraktionen, diskursive Kämpfe in öffentlichen Debatten und politische Kämpfe um Ziele, Rahmenbedingungen und politische Instrumente (Geels et al. 2016, 577). Die *Politik* gilt dabei durchaus als wichtiger Akteur bei der Transition des Mobilitätssystems, denn die Gesetzgebung kann für die Internalisierung von negativen Externalitäten sorgen, die ökonomischen Rahmenbedingungen vorgeben und Prozesse auf der Ebene der Nischen und des Regimes formen. Es werden zwei Hauptstrategien für Politik ausgemacht, um eine Transition des Mobilitätssystem voranzutreiben, nämlich (a) Nischeninnovationen zu stimulieren und (b) Druck auf das Regime auszuüben, durch ökonomische Maßnahmen wie Steuern, Emissionshandel, Mauten oder (Umwelt-) Regulierungen (Geels et al. 2012, 361f.). Als Gründe für die derzeitige mangelnde Orientierung der Politik in Richtung einer *sustainability transition* bei der Gesetzgebung nennen die Autor*innen einerseits ökonomische Gründe, wie dass Industrie und Handel nicht eingeschränkt werden sollen. Andererseits strebt die Politik aus sozialen Gründen danach, den Mobilitätsbedarf der Bevölkerung zu decken und Reisen, Freizeitaktivitäten und Familienbesuche zu fördern. Als weitere Barrieren machen die Autor*innen den Unwillen der Politik aus, unpopuläre Maßnahmen einzuführen, aus Angst, nicht wieder gewählt zu werden, sowie die oben beschriebene Abhängigkeit der Politik von der Industrie in Hinblick auf Arbeitsplätze, Steuern, Wachstum und neue Technologien. Wegen dieser Widerstände auf politischer Ebene halten Geels et al. (2012) die Stärkung von Nischeninnovationen und die Entwicklung von Alternativen für den besseren Ansatzpunkt, um eine Transition voranzutreiben. Denn wenn Alternativen, etwa neue Technologien oder andere Verkehrsträger, vorhanden sind, lassen sich leichter strengere Regularien einführen und die Widerstände der Industrie schwächen (Geels et al. 2012, 363).

2.3. Innovationsebenen für Sustainability Transitions des Mobilitätssystems

Basierend auf bereits bestehender Literatur aus dem Umfeld der Transition Studies definieren Nykvist und Whitmarsh (2008) drei Innovationsebenen für Transitionen des Mobilitätssystems, die sie danach unterscheiden, wie radikal sie das bestehende automobiler Regime herausfordern. Während die erste Innovationsebene das automobiler Regime zwar verändert, aber in seinen Grundstrukturen weitgehend nicht herausfordert, sind die zweite und vor allem die dritte Ebene radikaler und auf einen Wandel oder eine Überwindung des automobiler Regimes ausgerichtet.

Innovationsebene 1 fokussiert auf *neue Technologien*, welche die Effizienz von Fahrzeugen steigern und ihre negativen Auswirkungen auf die Umwelt verringern sollen. Innovationen auf der ersten Ebene sind einerseits generelle Effizienzsteigerung, durch Fahrzeugleichtbauweisen sowie Verbesserungen und Abgasnachbehandlung beim Verbrennungsmotor, und andererseits eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien im (automobiler) Mobilitätssektor, etwa durch Elektrifizierung und Hybridisierung oder biogene und synthetische Kraftstoffe für den Verbrennungsmotor (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1379). Diese Art von technologischen Innovationen und stufenweisen Veränderungen wird auch als *techno-fix approach* bezeichnet (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1377; Lyons 2012). Wie kompatibel diese Innovationen mit dem automobiler Regime sind, hängt davon ab, in welchem Ausmaß sie neue Infrastrukturen und Verhaltensänderungen der Nutzer*innen erfordern (ebd., 1379). Die Autor*innen attestieren neuen Technologien ein gewisses Potenzial, aber halten fest, dass das automobiler System als vorherrschendes Mobilitäts- und Gesellschaftssystem nicht infrage gestellt wird (ebd., 1380).

Geels (2014, 37) warnt davor, dass Veränderungen auf dieser technologischen Ebene alleine zu einer Verfestigung und Stabilisierung des automobiler Systems führen können. In der Reaktion auf die zunehmende Politisierung der öffentlichen Debatte um ökologische Probleme und Auswirkungen der fossilen Mobilität wird oft zugunsten von technischen Lösungen entschieden, welche mit den Interessen von etablierten Unternehmen und der Politik einhergehen. Fahrzeuge werden dabei zwar durch technologische Innovationen grüner, andere mögliche Transformationspfade werden dabei aber ignoriert oder marginalisiert.

Innovationsebene 2 beinhaltet Innovationen in Richtung neuer Formen der Nutzung von Fortbewegungsmitteln, welche einen effizienteren Energie- und Ressourcenverbrauch fördern, durch eine Verschiebung von einem *produktbasierten hin zu einem dienstleistungsbasierten Mobilitätssystem* (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1381). Konkret geht es um Formen der Mobilitätsdienstleistungen, die das Potenzial haben, die Dominanz des Autos in privatem Besitz und individueller Nutzung herauszufordern. Dabei handelt es sich einerseits um bereits etablierte Dienstleistungen, wie den öffentlichen Personenverkehr, sowie um neue Formen des Zugangs zu und der Nutzung von Autos, wie Ride-hailing, Car-pooling oder Car-sharing, die unter den Schlagwörtern *sharing* oder *Mobility as a Service* (MAAS) zusammengefasst werden. Technologien, welche Innovationen auf dieser Ebene voranbringen, befinden sich im digitalisierten Bereich der intelligenten Kommunikationstechnologien, die, basierend auf der Erhebung und Verarbeitung großer Massen von Daten, Nutzer*innen und deren bestmögliche Mobilitätsformen miteinander vernetzen (ebd., 1382).

Innovationen auf der zweiten Ebene werden durch *kulturelle und institutionelle Änderungen* vorangetrieben, welche Auswirkungen auf die Mobilitäts- und Verhaltenspraxen der Menschen haben (ebd., 1379). Auf kultureller Ebene wird durch die Idee des *Nutzens statt*

Besitzens das Paradigma vom symbolisch aufgeladenen Auto als Privateigentum herausgefordert. So zeigt sich im jungen städtischen Milieu eine Tendenz zu weniger Autobesitz und stärkerer Nutzung von Sharing-Angeboten als in älteren Generationen und im ländlichen Bereich. Auf institutioneller Ebene stellt sich die Frage der Kontrolle über die neuen Entwicklungen im Mobilitätssystem. Die Autor*innen stellen fest, dass alternative Nutzungsformen des Autos, wie z. B. Car-Sharing oder Car-Pooling, derzeit parallel sowohl privatwirtschaftlich als auch kommunal organisiert sein können (ebd., 1382).

Für die Autor*innen ist nicht abzusehen, wie stark sich Innovationen auf dieser Ebene entwickeln werden und in welchem Ausmaß es zu modalen Verschiebungen im Mobilitätsverhalten auf gesellschaftlicher Ebene kommen wird. Ein Potenzial in den Dynamiken auf der zweiten Innovationsebene sehen sie in der Interaktion mit neuen Technologien der ersten Innovationsebene, da neue Technologien, wie z. B. Elektromotoren, von Nutzer*innen von Sharing-Angeboten sowie vom öffentlichen Personenverkehr eher angenommen werden als bei Privatautos (ebd., 1382f.).

Innovationsebene 3 markiert ein *neues Mobilitätsmanagement*, das die Mobilität und deren Notwendigkeit in einer Gesellschaft verringert. Innovationen in diesem Bereich resultieren aus sich verändernden Werthaltungen in der Gesellschaft in Bezug auf Fragen von Lebensqualität und aus institutionellen Veränderungen, vor allem in städtischen Räumen. Ziel dieser Innovationen sind die Minderung von Mobilität im Allgemeinen und die Verlagerung von schneller Mobilität hin zu langsamer, aktiver Mobilität, wie Rad fahren und zu Fuß gehen (ebd., 1383f.).

Elemente von Innovationen auf dieser Ebene sind einerseits tiefgreifende institutionelle Veränderungen, wie z. B. neue Politiken für ein anderes Mobilitätsmanagement. Die Autor*innen nennen in diesem Kontext als Maßnahmen Mauten, Straßengebühren oder gewisse Förderungen von aktiver Mobilität sowie den Ausbau des öffentlichen Verkehrs. Eine neue Stadt- und Raumplanung, wodurch weniger Mobilität notwendig ist, fällt ebenfalls in diesen Innovationsbereich. Auf der technologischen Ebene sehen die Autor*innen in diesem Innovationsbereich Potenzial bei neuen Informations- und Kommunikationstechnologien, durch die Praktiken wie Home-Office und Home-Shopping gestärkt werden können. In Home-Office wird das Potenzial gesehen, Mobilität zu verringern, wenn Wege vom Wohnort in die Lohnarbeitsstelle nicht gemacht werden müssen (ebd., 1383f.). Die Auswirkungen von IKT in Form von Home-Working und Home-Shopping auf das Mobilitätsverhalten sind jedoch schwierig einzuschätzen. Laut einer Studie, auf die sich die Autor*innen beziehen, kann Home-Working zwar zu einer Verringerung des Berufsverkehrs führen, bestehe jedoch gleichzeitig die Möglichkeit, dass das Mobilitätsbedürfnis in der Freizeit steigt (Yi und Thomas 2007).

Entwicklungen auf der dritten Innovationsebene stehen in einem *antagonistischen Verhältnis zum automobilen Regime*. Das bedeutet, dass Akteur*innen und Handlungen mit dem Ziel einer geringeren und langsameren Mobilität das automobilen Regime als Gesamtes radikal herausfordern (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1380). Anzeichen für Veränderungen auf dieser Innovationsebene ist, dass junge Menschen im städtischen Bereich weniger oft den Führerschein machen als früher und ihr kulturell-symbolisches Verhältnis zum Auto in Richtung Funktion als Fortbewegungsmittel verändern. Es bleibt jedoch unklar, ob diese Veränderungen langfristig sind oder es sich beim Führerschein nur um eine Verschiebung auf einen späteren Zeitpunkt im Leben handelt, in dem finanzielle oder familiäre Umstände das Nutzen oder Besitzen von Autos favorisieren (ebd., 1383). Haas (2018) merkt an, dass die neuen Mobilitätspraxen auch Ausdruck der Lebensführung des flexibel-kapitalistischen Subjekts sein könnten. Denn durch steigende Flexibilitätsanforderungen, unsichere und

prekäre Arbeitsplätze und häufige Wohnortswechsel wird Nutzen attraktiver als Besitzen, da es finanzielle Ressourcen und administrativen Aufwand spart.

Die Autor*innen sehen derzeit nur wenig tatsächlichen Einfluss von Innovationen auf das automobile Regime, was mit verschiedenen Stabilisierungsfaktoren des Regimes zusammenhängt (Geels 2014; Geels et al. 2012b). Sie betonen, dass es für erfolgreiche Innovationen auf dieser Ebene Veränderungen von unten in gesellschaftlichen Werthaltungen sowie Mobilitätspolitik für strukturelle Veränderungen braucht, anstatt einseitiger Einschränkungen der persönlichen Mobilität der Menschen (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1384f.).

2.4. Kritikpunkte und mögliche Erweiterungen der Transition Studies

Ein Aspekt, der in den Transition Studies allgemein und auch in dem Innovationsebenenmodell von Nykvist und Whitmarsh (2008) zu wenig Beachtung findet, ist jener der *Besitzverhältnisse*. Hier stellt sich aber die Frage nach dem grundlegenden Charakter der Transformation. In Bezug auf neue aufkommende Mobilitätsdienstleistungen stellt sich die Frage, wer diese in Zukunft organisiert und reguliert. Wissen (2019) bezeichnet das als Konflikt zwischen kommodifizierenden und dekommodifizierenden Kräften. Kommodifizierende Kräfte sind Fahrzeughersteller und neue private Mobilitätsanbieter, wie Uber und Google, die durch Mobilitätsdienstleistungen in neue Geschäftsfelder eindringen und auf lukrativen Strecken in Konkurrenz zu öffentlichen Anbietern treten, was als *kommodifizierte Kollektivität* bezeichnet wird. In einem kommodifizierten Mobilitätssystem wird Mobilität warenförmig als private Dienstleistung von konkurrierenden Unternehmen angeboten, die das Ziel der Profitmaximierung verfolgen. Die Inanspruchnahme der Dienstleistungen hängt also von der Kaufkraft der Nutzer*innen ab und die privaten Systeme treten in Konkurrenz zum öffentlichen Personenverkehr. Eine solche kommodifizierte Mobilität unterliegt einer Wachstumslogik, welche allen positiven (ökologischen) Effekten entgegenwirkt. Dem gegenüber steht eine *Dekommodifizierung der Mobilität* – eine Transformation hin zu einer demokratischen Organisation des Mobilitätssystems sowie einer demokratischen Organisation der Produktion der nötigen Transportmittel. Mobilitätsdienstleistungen wären für alle zugänglich und das Angebot würde sich am demokratisch ausverhandelten Mobilitätsbedarf ausrichten. Ausverhandelt würde nicht nur, wie, sondern auch wozu und wie viel Mobilität nötig ist. Markus Wissen hält eine Mischform von kommodifizierten und dekommodifizierten Formen von Mobilität für wahrscheinlich. Es könnten aber marktformige Dienstleistungen seiner Meinung nach in eine Logik der Dekommodifizierung integriert werden, wenn zum Beispiel private Mobilitätsdienstleistungen in suburbanen und ländlichen Gebieten angeboten werden, die nicht durch den öffentlichen Nahverkehr abgedeckt sind. Genau das Gegenteil kann aber der Fall sein, wenn private Mobilitätsdienstleister in urbanen Gebieten, welche lukrativ sind, zur Konkurrenz von öffentlichem Verkehr und aktiver Mobilität werden und somit den Autoverkehr noch verstärken. Es geht also „nicht nur darum, ob Mobilität künftig primär elektrisch, kollektiv und zunehmend in Form autonomer Fahrzeuge angeboten wird. Es stellt sich vor allem auch die Frage, unter welchen Bedingungen dies geschieht“ (Wissen 2019, 7). Entscheidend ist, ob der Transformationsprozess unter öffentlicher oder privater Kontrolle stattfindet (ebd.).

Eine Erweiterung des Nischenansatzes mit Fokus auf eine stärkere Rolle der Politik bieten Hausknost und Haas (2019). Sie stellen fest, dass marktgesteuerte Innovationen allein nicht ausreichen, um eine *sustainability transition* zu bewirken, und verweisen auf notwendige

(supra)nationale Institutionen als wichtige Akteur*innen einer Transformation, welche durch Selektion dem Innovationsprozess eine Richtung geben, das vorherrschende Regime destabilisieren können und zwischen soziotechnischen Entwicklungspfaden entscheiden. Diese neuen Institutionen sollen wissenschaftliche Bewertung, öffentliche Deliberation und demokratische Entscheidungsfindung kombinieren. Sie schlagen weiters kreative Destruktion als politische Steuerung vor, was bedeutet, dass nicht nachhaltigen Entwicklungspfaden politisch ein Riegel vorgelegt werden muss (Hausknost und Haas 2019, 518). Als Beispiel könnte man hier fossile Kraftstoffe heranziehen. Anstatt lediglich Elektromobilität – also eine Nische – zu fördern, sollten (supra)nationale Institutionen schlicht die Verwendung von fossilen Kraftstoffen verbieten. Vertreter*innen der Transitions Studies stellen selber fest, dass darüber nachgedacht werden muss, wie das Auslaufen von nicht nachhaltigen Technologien gestaltet werden kann (Köhler et al. 2019, 21).

Des Weiteren argumentieren Brand et al. (2019), dass in den Transition Studies eine tiefere Betrachtung von *strukturellen Macht- und Herrschaftsverhältnissen* und deren Rolle in Transitionsprozessen fehlt. Obwohl die Debatte um Macht und Machtverhältnisse in den Transition Studies mittlerweile seit einigen Jahren geführt wird, geht es darin hauptsächlich darum, wie Macht als Instrument für Transitionen studiert werden kann. Dabei werden verschiedene Akteur*innen, die über Macht verfügen, um *sustainability transitions* voranzutreiben oder zu verhindern, betrachtet (Avelino 2017; Geels 2014). Brand et al. (2019) erkennen an, dass die Konzepte der Transition Studies hilfreich sind, um Transformationen in bestimmten Sektoren wie beispielsweise Energie, Landwirtschaft und Mobilität zu verstehen, und dass die Forschung der Transition Studies darauf aufmerksam gemacht hat, dass staatlich getriebene Top-down-Strategien auf Hindernisse stoßen und es inkludierende Governance-Zugänge braucht. Ein systematisches Problem der Transition Studies bestehe aber darin, dass Institutionen, Governance-Prozesse und Treiber des Wandels nicht mit einer Perspektive von kritischer Staatstheorie und kapitalismuskritisch analysiert werden. Dadurch bleibt offen, wie mit strukturellen Selektivitäten in kapitalistischen Gesellschaften umgegangen werden kann, welche verhindern, dass radikalere Zugänge und Konzepte im Transitionsprozess gehört werden. Die Frage, wie konkrete Alternativen zur Konkurrenz- und Wachstumslogik gestärkt werden können, bleibt in den Debatten somit offen (Brand et al. 2019, 5, 10). Es stellen sich die Forscher*innen der Transition Studies zwar zunehmend Fragen zu Suffizienz, Grenzen des Wachstums und alternativen sozioökonomischen Systemen. Dabei halten sie jedoch fest, dass es schwierig sei, diese Fragen zu adressieren (Köhler et al. 2019, 31). Die kapitalistische Produktions- und Lebensweise wird in den Transition Studies bisher nicht ausreichend infrage gestellt und die gesellschaftlichen Strukturen und Machtverhältnisse wie Ethnizität, Klasse, Staat und das dominante gesellschaftliche Naturverhältnis werden nicht adressiert (Brand et al. 2019, 5, 10). Weiters hat es die Literatur der Transition Studies bisher größtenteils verabsäumt, mit feministischen oder genderspezifischen Blicken auf *sustainability transitions* zu schauen. Köhler et al. (2019) heben darum hervor, dass es für zukünftige Forschung wichtig ist, auch diese strukturellen Machtverhältnisse mitzudenken und innerhalb der Forschungscommunity reflexiv zu sein. Unter dem breiteren Begriff der sozialen Gerechtigkeit werden Partizipation in Entscheidungsprozessen und Betroffenheit von Auswirkungen von marginalisierten Gruppen wie Frauen*, People of Colour und anderen angesprochen, die in *sustainability transitions* mitgedacht werden sollen (Köhler et al. 2019, 17).

2.5. Sozial-ökologische Transformation von Mobilität

Um strukturelle Herrschafts- und Machtverhältnisse, auch in Bezug auf Mobilität, aufzeigen zu können, bieten Brand und Wissen (2017) mit der *imperialen Lebensweise* eine Kategorie an, mit der sich das Alltagshandeln der Menschen in Zusammenhang mit den zugrunde liegenden gesellschaftlichen Strukturen setzen lässt. Der Begriff soll den Zusammenhang zwischen den kapitalistischen Produktions-, Distributions- und Konsumnormen, Alltagspraxen und Subjektivierungsformen aufzeigen. Die imperiale Lebensweise ist Teil von gesellschaftlichen Verhältnissen und geprägt von materiellen und sozialen Infrastrukturen. Mit dem Begriff sollen auch Herrschaftsverhältnisse aufgezeigt werden, denn die Herrschaft im neokolonialen Nord-Süd-Verhältnis ist tragend für die imperiale Lebensweise. Den kapitalistischen Zentren ist es möglich, auf Arbeitskraft, Ressourcen und Senken andernorts, meist im Globalen Süden, zuzugreifen. Dieser Zugriff erfolgt auch entlang der Ungleichheitslinien Klasse, Geschlecht und rassistischer Zuschreibungen. So werden durch die imperiale Lebensweise sozioökonomische und ökologische Krisen externalisiert. Am Beispiel der Automobilität zeigt sich das am Zugriff des Globalen Nordens auf Öl und Rohstoffe wie Aluminium und Kupfer (Brand und Wissen 2017, 131f.); neuerdings durch die Elektromobilität auch auf die Rohstoffe Lithium, Kobalt, Nickel und Graphit für die Batterieherstellung. Die Vorkommen der Rohstoffe sind regional begrenzt und meist ist die Förderung mit negativen Umweltauswirkungen verbunden, wie Wasserverschmutzung und Landschaftszerstörung etwa im Lithium-Dreieck Chile, Argentinien, Bolivien. Für den Kobaltabbau in der Demokratischen Republik Kongo werden Verstöße gegen Menschen- und Arbeiter*innenrechte begangen und bewaffnete Konflikte mit den Gewinnen des Rohstoffabbaus finanziert (Hartung 2018, 565).

In diesem Zusammenhang verwenden Brand und Wissen (2017) den Begriff der *imperialen Automobilität*, welche nicht verallgemeinerbar ist, da sie zu Lasten anderer geht und daher zu überwinden gilt (ebd., 125). Die imperiale Automobilität als individuelle, fossile, motorisierte Automobilität ist Teil der imperialen Lebensweise. Sie wurde im Zuge des Fordismus verallgemeinert, mit dem Modell T von Ford als Startschuss der Massenautomobilität. Dadurch, dass eine Vermittlungsebene zwischen dem Alltagshandeln der Menschen und den zugrunde liegenden gesellschaftlichen Strukturen eingeschoben wurde, wird ein *automobiler Konsens* erzeugt (ebd., 139). Als bewusst wahrgenommene Akte haben unbewusste Voraussetzungen. Der Kauf eines Autos etwa wird als ein Akt rationaler Wahl wahrgenommen, der einem individuellen Kosten-Nutzen-Kalkül folgt. Im Hintergrund stehen dabei aber infrastrukturell, institutionell und kulturell vorgegebene Leitbilder: ein ausgebautes Straßennetz, staatliche Kaufanreize, Vorstellungen von Männlichkeit und Unabhängigkeit, laxe Regulierungen sowie gesellschaftliche Statuskonkurrenz (ebd., 44, 49). Im Boom von *Sport Utility Vehicles* (SUV) manifestiert sich die imperiale Automobilität anschaulich und die Autoren bezeichnen die SUV-Fahrer*in als die „automobile Subjektivität des neoliberalen Kapitalismus“ (ebd., 129). Indem Praxen, welche die imperiale Automobilität konstituieren, staatlich gestützt werden, lassen sich krisenhafte Situationen auch stabilisieren, zum Beispiel indem die Produktion und der Absatz von Autos durch Abwrackprämien in Deutschland angekurbelt werden (ebd., 60). In Österreich wird die Automobilität gestützt durch umweltschädliche Steuerbegünstigungen von Diesel und Privilegien für Firmenwagen sowie durch die Pendlerpauschale, die Anreiz ist, mit dem Privat-PKW zu fahren (VCÖ 2019b). Die imperiale Lebensweise und Automobilität sind auch verankert in vermeintlich alternativen Ansätzen wie der Green Economy. Durch diese droht jedoch eine Vertiefung der kapitalistischen Inwertsetzung der Natur – so wird beispielsweise durch Elektrofahrzeuge die

ökologische Krise zwar politisiert, aber bearbeitet, ohne die zugrunde liegenden Produktions- und Konsummuster infrage zu stellen. Diese werden sogar noch verstetigt durch selektive *ökologische Modernisierung* (Brand und Wissen 2017, 88f.). Stattdessen gilt es nach den Voraussetzungen, Ansatzpunkten und Formen einer emanzipatorischen Politisierung der ökologischen Krise zu suchen. Alternativen brauchen gegenhegemoniale Strategien und müssen Formen attraktiver, sozialer und ökologischer Lebensweisen erforschen – hin zu einer *solidarischen Lebensweise* (Brand und Wissen 2017, 165). Veränderungen hin zu einer solidarischen Lebensweise müssen an mehreren Punkten ansetzen und betreffen auch maßgeblich Mobilitätspraxen. Es braucht andere politische Regeln, neue gesellschaftliche Selbstverständlichkeiten und Leitbilder und somit eine Veränderung von Subjektivitäten (ebd., 171). Für ein Aufbrechen von kulturellen Selbstverständlichkeiten braucht es eine „utopische und mobilisierende Erzählung eines krisentauglichen modernisierten globalen Nordens“ (Brand und Welzer 2019, 313).

Eine solche Erzählung versucht die Bewegung um *Degrowth* voranzutreiben. Neben der Formulierung von Kritik am bestehenden System wird versucht Utopien zu entwerfen, um Alternativen zu schaffen. Die radikale Gesellschaftskritik von Degrowth ist im Sinne von Ernst Bloch eine *konkrete Utopie*, welche auf „einen Prozess der Verwirklichung [hinweist], in dem die näheren Bestimmungen des Zukünftigen in der Gegenwart tastend und experimentierend hervorgebracht werden“ (Muraca 2015, 105). Das Potenzial der konkreten Utopie liegt in der Fähigkeit, real mögliche Tendenzen sichtbar zu machen und „das etablierte soziale Imaginäre der herrschenden Ideologien heraus[zufordern]“ (ebd., 106). Degrowth als gegenhegemoniale Erzählung und Strategie fordert Wirtschaftswachstum und ökologische Modernisierung heraus und steht für eine demokratisch organisierte Reduktion von Produktion und Konsum im Globalen Norden (Demaria 2019). Kritik am Wirtschaftswachstum ist nichts Neues. Ein wichtiger Meilenstein war bereits 1972 der „Limits to Growth“-Report von Meadows für den *Club of Rome* zur Endlichkeit der Ressourcen (Meadows 1971). In den vergangenen zehn Jahren haben die Diskussionen in Europa frischen Wind bekommen (Rosa Luxemburg Stiftung 2017). Degrowth kann als Ent-Wachstum oder Wachstumsrücknahme ins Deutsche übersetzt werden und bewegt sich in einem breiten Feld von Ansätzen von konservativer Wachstumskritik, sozialreformerischen Ansätzen bis hin zu suffizienzorientierten Vorschlägen. Dabei kann Degrowth als herrschafts- und kapitalismuskritischer Teil der Wachstumskritik eingeordnet werden (Schmelzer 2015). Das Augenmerk liegt dabei nicht nur auf *weniger*, sondern vor allem auch auf *anders*. In einer Degrowth-Gesellschaft soll vieles anders funktionieren, angefangen bei Tätigkeiten, Energienutzung, Arbeitsteilung, Geschlechterrollen bis hin zu den gesellschaftlichen Naturverhältnissen (Demaria 2019). Es geht um grundlegende Veränderungen der alltäglichen Praxis und einen umfassenden kulturellen Wandel, um die kapitalistische Produktionsweise mit ihren Wachstums-, Wettbewerbs- und Profitzwängen zu überwinden (Konzeptwerk Neue Ökonomie 2017, 109). Degrowth adressiert dabei die hoch industrialisierten Länder des Globalen Nordens, erachtet aber Bündnisse mit sozialen Bewegungen im Globalen Süden als wichtig (Rosa Luxemburg Stiftung 2017).

Mobilität muss sich in einer Postwachstumsgesellschaft grundlegend ändern. Dabei gibt es keinen fertig ausgearbeiteten Plan; so fragen Degrowth Akteur*innen selber: „Wie kann ein Degrowth-Mobilitätskonzept aussehen?“ (Konzeptwerk Neue Ökonomie 2017, 343) Es geht darum, den Mobilitätsbereich zu politisieren und gemeinschaftliche und demokratische Alternativen zu entwickeln und auszuprobieren (Konzeptwerk Neue Ökonomie 2017, 109). Degrowth fordert dabei kein pauschales Schrumpfen, sondern umgelegt auf den Mobilitätsbereich etwa den starken Rückgang des motorisierten Individualverkehrs, des

Flugverkehrs und des internationalen Gütertransports (Rosa Luxemburg Stiftung 2017, 35). Öffentlicher Verkehr sowie Infrastrukturen für eine lokale und aktive Mobilität sollen hingegen ausgebaut werden, um alternative Mobilitätspraxen zu ermöglichen und weitgehend autofreie Städten zu schaffen (Holzapfel 2015).

Die Frage, welche Rolle der Technologie in einer Degrowth-Gesellschaft, auch in Bezug auf Mobilität, zukommt, ist noch offen. Kerschner et al. (2018) bezeichnen die Beziehung von *Technologie und Degrowth* als ambivalent. Es gibt in der Degrowth-Community sowohl Technologieenthusiast*innen, welche Hoffnung auf Hightech-Lösungen setzen. Auf der anderen Seite herrscht auch Technologieskeptizismus vor und eine Degrowth-Gesellschaft wird als Low-Tech-Gesellschaft konzipiert (Kerschner et al. 2018, 1623). Trotz dieser Kontroverse herrscht breite Übereinstimmung in der Degrowth-Community, dass Technologien nach bestimmten Kriterien evaluiert und ausgewählt werden müssen. Kerschner et al. schlagen folgende Kriterien für *Degrowth-Technologien* vor: *conviviality*, *appropriateness*, *feasibility* und *viability* (ebd., 1628). Die Kriterien lassen sich ins Deutsche übersetzen mit: Konvivialität, Angemessenheit, Machbarkeit und Lebensfähigkeit. *Konvivialität* fokussiert darauf, menschliche Grundbedürfnisse zu erfüllen, sowie auf soziale Solidarität und Gegenseitigkeit. *Angemessenheit* hängt von den Werten und Ansprüchen der jeweiligen Personen und Gemeinschaften ab, bezieht sich im Allgemeinen aber darauf, dass Technologien lokal produziert und erhalten werden, leistbar, suffizient, haltbar und reparierbar sind. *Machbarkeit* bedeutet, dass der gesamte technologische Prozess bekannt und reproduzierbar ist. *Lebensfähigkeit* weist darauf hin, dass materielle Infrastrukturen und Bestände erhalten bleiben müssen und Ressourcen und Senken nicht übernützt werden dürfen (ebd., 1628). Das Verhältnis von Gender und Degrowth-Technologien ist dabei in der Debatte noch unterbeleuchtet. So stellen sich Fragen, wie die Gestaltung und Auswahl von Technologien von ungleichen Geschlechterverhältnissen geformt sind und was ein feministischer Degrowth-Zugang zu Forschung und Entwicklung von Technologie sein könnte (ebd., 1633).

3. Science and Technology Studies & Engineering Studies

Technologie ist in Industriegesellschaften untrennbar von sozialen, politischen und ökonomischen Prozessen und dringt – unter anderem in Form von technologischen Infrastrukturen – in den Alltag von Individuen und Gruppen ein. Dadurch formt sie die Art und Weise, wie Menschen ihre Umgebung erfahren, sich vorstellen und einordnen, maßgeblich mit (Felt et al. 2017). *Science and Technology Studies* (STS) sind ein interdisziplinäres Forschungsfeld, das seit den 1960er-Jahren die Institutionen, Praktiken, Bedeutungen und Ergebnisse von Wissenschaft und Technik sowie deren vielfältige Verstrickungen mit gesellschaftlichem Leben betrachtet (ebd.). In den letzten 200 Jahren haben sich Wissenschaft und Technologie zu zentralen Aspekten gesellschaftlichen Lebens und Handelns entwickelt. Obwohl Technologie in allen Zeiten als wichtig für Menschen und Gesellschaften galt (Ortega y Gasset 1941, 138), hat sich die Beziehung zwischen Menschen und Technologie in Industriegesellschaften besonders stark verwoben und die Rolle und Funktion von Technologie haben sich maßgeblich verändert. Ziel der STS ist es, die Verknüpfungen von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft genauer aufzuzeigen und kritisch zu beleuchten. Zugänge der STS stellen sich daher die Frage, wie Wissenschaft und Technik gesellschaftliches Leben beeinflussen und wie umgekehrt gesellschaftliche Bedingungen und Prozesse technologische und wissenschaftliche Entwicklungen formen (Felt et al. 2017).

Zentrale *Forschungsinteressen* der STS sind, Erkenntnisse darüber zu generieren, wo, wann, wie und warum Menschen Wissenschaft und Technik ausüben und dazu verwenden, ihr Leben und Umfeld zu gestalten und zu verändern (Felt et al. 2017). Hier stellen sich STS-Forscher*innen unter anderem die Frage, warum und wie in modernen Industriegesellschaften Vorstellungen über Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft von Wissenschaft und Technologie dominiert werden.

Mehr und mehr geht es in den STS auch darum, nach Möglichkeiten zu suchen, wie die Erkenntnisse aus der Analyse bestehender soziotechnischer Verhältnisse dazu verwendet werden können, die Situation von Menschen und ihrer sozialen und natürlichen Umwelt zu verbessern (Felt et al. 2017). Dieser *normative Anspruch* in einigen STS-Perspektiven besteht einerseits darin, auf die soziokulturelle, zeitliche sowie politische Dimension von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft und deren Artikulation aufmerksam zu machen. Andererseits soll damit eine Basis gelegt werden, um Technikwissenschaften sowie die Entwicklung von Technologie und Gesellschaft in sozial gerechtere und zukunftsfähige Richtungen zu lenken und unerwünschte Lock-ins und Pfadabhängigkeiten zu vermeiden (Konrad et al. 2017, 481). Einige Forscher*innen fragen daher auch, was passiert, wenn bestehende Verhältnisse hinterfragt, angefochten oder verändert werden, sodass möglicherweise ganze Systeme transformiert werden. Dazu gehört auch, zu erforschen, wer von bestimmten Entwicklungen von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft profitiert und wer nicht (Felt et al. 2017). Dabei sind Transparenz und Bewusstsein darüber notwendig, dass auch Zugänge der STS sich nicht objektiv und außerhalb der Dynamiken von Gesellschaft und Technologie befinden und sich nicht als neutrale, unbeteiligte Beobachter*innen positionieren, sondern dass stattdessen sensibel und selbstreflektierend mit der eigenen Positionierung umgegangen werden muss (Brown et al. 2003, 3).

3.1. Die Zukunft in den STS

In den Science and Technology Studies gab es Ende des 20. Jahrhunderts ein wachsendes Interesse an der *Zukunft* und ihrer Darstellung in der Gegenwart. Gründe dafür sind die starke Zukunftsorientierung gegenwärtiger westlicher Industriegesellschaften sowie die Dominanz von Wissenschaft und Technologie in dieser Zukunftsorientierung.

Historiker*innen bezeichnen die Auseinandersetzung mit einer unsicheren Zukunft zwar als universell und in allen Gesellschaftsformen vorhanden (Marris 1991; Joly 2010). Dabei wird jedoch darauf hingewiesen, dass *Zukunftsorientierungen* – also die Art, wie Individuen und Kollektive die Zukunft sehen, sich vorstellen und danach handeln – stark von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, breiteren Narrativen, oder, um mit Durkheim zu sprechen, „sozialen Tatsachen“ (Durkheim 1984) abhängen. Diese sozialen Tatsachen sind unterschiedlich in Raum und Zeit und können historische Perioden markieren (Giddens 1991, 15f.). Zukunftsorientierungen in heutigen Industriegesellschaften haben eine andere Bedeutung, Dynamik und Gewichtung als in vorindustriellen Gesellschaften (Giddens 1991; Hölscher 1999; Koselleck und Presner 2002) So betont etwa Giddens (1999), dass sich in Europa ab dem 18. Jh. eine bestimmte Form der Zukunftsorientierung herausbildet, „which sees future precisely as a territory to be conquered or colonised“.

Wissenschaftler*innen aus dem Bereich der STS sowie der Technik- und Wissenschaftsgeschichte sehen einen *Zusammenhang* zwischen einer *starken Zukunftsorientierung* und der *Dominanz von Wissenschaft und Technik in Industriegesellschaften* (Konrad et al. 2017, 475). In dem Versuch einer Periodisierung von Zukunftsorientierungen europäischer Gesellschaften beschreibt der Historiker Lucian Hölscher (1999) einen schrittweisen Prozess der *Technisierung der Zukunft*, der im Wandel

von Mittelalter zu Moderne stattfindet und diesen mitprägt. Unsicherheiten über die Zukunft werden dabei mehr und mehr als Risiken und Wahrscheinlichkeiten verstanden, die mit neuen Wissenspraxen von Quantifizierung und Wahrscheinlichkeitsmodellen erfasst werden sollen. In diesem Technisierungsprozess entstehen auch die Vorstellung von Fortschritt als quantitativen, materiellen Verbesserungen in der Gesellschaft sowie die Erwartung, mit wissenschaftlichem Wissen die Zukunft bis zu einem gewissen Grad kontrollieren zu können (Koselleck und Presner 2002).

STS-Autor*innen betonen, dass der Glaube an *technologischen Fortschritt* einen zentralen Aspekt in technisierten Zukunftsvorstellungen seit dem 18. Jahrhundert darstellt (van Lente 2000, 44) und bis heute als Teil des kollektiven Verständnisses von Industriegesellschaften aufrechterhalten wird (Joly 2010, 210) und dabei weiterhin eine wichtige Rolle für die Erforschung neuer (Technologie-)Felder spielt (Brown et al. 2003, 4). Dabei stellen sie sich Fragen über den Zusammenhang bestimmter Vorstellungen und Versprechungen über die Zukunft mit dem prinzipiellen Versprechen von technologischem Fortschritt (Konrad et al. 2017, 484). Der Glaube an technologischen Fortschritt als gesellschaftliches Paradigma meint dabei die verbreitete Annahme, politische, ökonomische und soziale Strukturen seien abhängig von fortgesetzter technologischer Entwicklung (Karwat et al. 2015, 230). Er beinhaltet die Vorstellung von einer immer weiter voranschreitenden Evolution, einer sich weiter entwickelnden Logik, die nicht gestoppt werden kann und soll. Die Vorstellung davon, dass Technologie immer weiter Möglichkeiten für gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Fortschritt bietet, wirkt dabei als breites, umfassendes Versprechen, das kleinere, konkretere Versprechen unter sich versammelt und schützt. Durch den impliziten oder expliziten Bezug zu technologischem Fortschritt können Vorstellungen und Handlungen legitimiert werden. So werden aktuell vorangetriebene konkrete Vorstellungen über technologische Entwicklungen in Beziehung zu markanten früheren Ereignissen, wie z. B. der Erfindung der Dampfmaschine, der Reise zum Mond etc., gesetzt und dadurch legitimiert (van Lente 2000, 46). Stephen Hill (1988) zeigt in *Tragedy of Technology* Beispiele, wie Geschichte als Beweis für technologischen Fortschritt gelesen wird. Die Bedeutung der dominanten Vorstellung von technologischem Fortschritt für konkrete Entwicklungsdynamiken erweist sich dabei als immens. Pierre-Benoit Joly (2010, 10) hebt hervor, dass die gesamte Idee von technikwissenschaftlichen Erwartungen und Versprechen über die Zukunft in engem Zusammenhang mit der Ideologie des technologischen Fortschritts steht. Er bezeichnet den Prozess der Naturalisierung von technologischem Fortschritt als zentrale rhetorische Ressource, um bestimmte (technologische) Entwicklungen zu legitimieren. Es geht so weit, dass technologischer Fortschritt selbst als Legitimation und Beweis genug gilt, um vorhandene Technologien durch neue Technologien zu ersetzen, um damit wiederum technologischen Fortschritt voranzutreiben (van Lente 2000, 57). So wurden Anfang des 20. Jahrhunderts in der Forderung nach technologischem Fortschritt Pferdetransporte durch Automobile ersetzt (ebd).

In Industriegesellschaften des 20. Jahrhunderts wird *Zukunft als manageable*, also bis zu einem gewissen Grad kontrollierbar, wahrgenommen und dargestellt. Erst in den 1970er-Jahren wird dieser Optimismus abgelöst durch zunehmende Bedenken vor zukünftigen Entwicklungen, die mit den ökologischen und sozialen Effekten des bisherigen Zukunftsmanagements zu tun haben (Konrad et al. 2017, 476). Ulrich Beck spricht in diesem Kontext von einer *Risikogesellschaft* (Beck 1986), weil Diskurse über Risiken, Reflexivität und Unbestimmtheit der Zukunft dominieren. Zukunftsorientierung in der sogenannten Risikogesellschaft impliziert neben verschiedenen Arten von Versuchen, Zukunft zu prognostizieren und zu beeinflussen, vor allem auch Formen von Prävention und Vorsichtsmaßnahmen in Hinblick auf zukünftige Entwicklungen. Beck (1986, 255) verweist auf

die weiterhin dominante Rolle von Technologie in der Zukunftsorientierung von Industriegesellschaften, die mit der Vorstellung einhergeht, dass Wissenschaft und Technologie zur gleichen Zeit als Ursache von schrecklichen Risiken und als einzig mögliche Lösung für diese Risiken und deren Auswirkungen gesehen werden. Nach Brown und Michael (2003, 8) sind Industriegesellschaften auch heute stark von technowissenschaftlicher Sprache geprägt und die Zukunftsvorstellungen von neuen Technologien und deren Entwicklung. Soziale Aspekte bleiben in Zukunftsvorstellungen tendenziell auf jene Sphäre beschränkt, in der die Gesellschaft und die Politik sich mit den Auswirkungen von Technologien beschäftigen. Die Aufgabe von Politik bestehe hauptsächlich darin, Barrieren für technologische Entwicklungen aus dem Weg zu räumen und die Nachfrage nach diesen Technologien zu fördern und zu organisieren. Auch Gary Lee Downey (1995, 200) kritisiert die konstruierte *Trennung von Technologie und Gesellschaft*, die es ermöglicht, Technologie selbst als Treiberin von Wandel zu betrachten, auf den gesellschaftliche Prozesse reagieren müssen. Brown und Michael (2003, 8) plädieren daher dafür, dass soziale und technische Veränderungen stärker gemeinsam gedacht werden. Kritischer Wissenschaft in den STS komme dabei eine wichtige Rolle zu.

Zukunftsvorstellungen und Erwartungen

Bei Zukunftsorientierungen handelt es sich um breite gesellschaftliche Erzählungen, die zahlreiche Zukunftsvorstellungen und Erwartungen von gesellschaftlichen Akteur*innen beinhalten. Um Einblicke in die verschiedenen Zukunftsorientierungen zu bekommen, forschen STS-Wissenschaftler*innen daher vermehrt zu *Zukunftsvorstellungen und Erwartungen*. Letztere sind zwar auch kollektiv, dominieren aber nicht unbedingt die gesellschaftliche Debatte, sondern werden gesellschaftlich ausgehandelt. Ein Ziel dabei ist, Zusammenhänge zwischen Zukunftsorientierungen, konkreten Vorstellungen und längerfristigen Transitionsprozessen besser zu verstehen (Brown et al. 2003, 1). Dabei ist es ein großes Anliegen der STS, die Debatte um Zukunftsvorstellungen von *looking into the future* zu *looking at the future* zu lenken (Brown et al. 2000). In STS-Forschung geht es also nicht um bestimmte Zukünfte und die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens, sondern darum, wie sie unter welchen Bedingungen von wem in der Gegenwart konstruiert und ausgehandelt werden. Dabei werden Erwartungen an und Darstellungen von der Zukunft verschiedener Akteur*innen der Gegenwart betrachtet, um einerseits ihre Einbettung in einen soziohistorischen Kontext und andererseits ihre Auswirkungen auf tatsächliche Zukunftsentwicklungen herauszuarbeiten (Brown et al. 2000). Zentrale Fragen, die dabei in den STS gestellt werden, sollen darauf abzielen, herauszufinden, wie bestimmte Zukunftserwartungen hegemonial werden, wie die Zukunft in der Gegenwart gelebt wird, oder genauer, wie verschiedene Zukunftsdarstellungen zentrale politische Prozesse in der Gegenwart beeinflussen (Konrad et al. 2017, 465). Auch Fragen darüber, welche Umstände schließlich dazu führen, dass bestimmte Zukünfte eintreten und andere marginalisiert werden, und welche Konsequenzen bestimmte Rahmungen der Zukunft mit sich bringen (Brown et al. 2000, 4), spielen dabei eine Rolle.

Das Eintreten von Zukünften wird in den STS nicht als linearer, natürlich evolutionärer Prozess verstanden. Es handelt sich vielmehr um das Resultat eines in der Gegenwart *umkämpften Prozesses*, in dem das Eintreten von Zukünften ausgehandelt wird und eine Zukunft gegen viele andere mögliche Zukünfte durchgesetzt wird. Genauso wie andere Diskurse wird die Zukunft in gegenwärtigen sprachlichen Diskursen, Praktiken und Materialitäten konstituiert, wobei verschiedene Akteur*innen um Einfluss auf Zukunftsdarstellungen und deren Eintreten konkurrieren (Brown et al. 2000, 5).

In der STS-Literatur existieren für die Betrachtung und Analyse von Vorstellungen über die Zukunft und deren Entwicklung verschiedene Konzepte und Begriffe. In den letzten Jahren gelang es vor allem der Debatte um *imaginaries* (Jasanoff und Kim 2015; Marcus 1995), Annahmen über die Technikwissenschaften als reine Domäne von Fakten und Tatsachen herauszufordern (McNeil et al. 2017, 439), die Vorstellungen über Wissenschaft als logisches System zu hinterfragen und somit den Fokus von STS von „facts and artifacts“ (McNeil et al. 2017, 457) auf diskursive und symbolische Elemente auszuweiten (Borup et al. 2006; Brown und Michael 2003; Felt et al. 2017; Jasanoff und Kim 2015; Marcus 1995). „Whereas science and technology were formerly generally regarded as the domains of facts and artifacts, they are now also associated with storytelling, imaging, and imagining.“ (McNeil et al. 2017, 457)

Jasanoff und Kim (2015, 19) definieren *sociotechnical imaginaries* als „collectively held, institutionally stabilized and publicly performed visions of desirable futures, animated by shared understandings of forms of social life and social order attainable through, and supportive of, advances in science and technology“. Das Konzept bezeichnet tief verankerte kollektive Vorstellungen über Formen des gesellschaftlichen Lebens und gesellschaftlicher Ordnung, welche sich in wissenschaftlichen oder technologischen Projekten widerspiegeln. Es betont die Politiken und die Macht von tief verankerten kollektiven Ideen, die Erwartungen und Visionen formen. Studien haben sich vor allem darauf konzentriert, zu erforschen, wie breite zukunftsorientierte Erzählungen bestimmte Pfade legitimieren, während sie andere ausschließen (Konrad et al. 2017, 468).

Wissenschaftler*innen aus dem Feld der *Soziologie der Erwartungen* forschen bereits seit den 1990er-Jahren zu Fragen von Zukunftsvorstellungen, deren gesellschaftlicher Einbettung und Auswirkungen und verwenden dafür den Begriff der *kollektiven soziotechnischen Erwartungen* (Konrad 2006). Damit sind Aussagen über Zukunftsvorstellungen gemeint, die auf eine Weise öffentlich zugänglich und Teil eines Repertoires von Communities oder eines bestimmten Diskurses sind. Kollektive Erwartungen entstehen als Resultat von Strategien seitens verschiedener Akteur*innen im Feld, als Effekte von diskursiven Dynamiken oder als Ergebnis von kollektiven antizipatorischen Praktiken (wie z. B. foresight, road mapping etc.). Soziotechnische Erwartungen sind heterogen und beziehen sich nicht auf rein technologische Pfade, sondern beinhalten neben technischen auch soziale, wirtschaftliche und kulturelle Aspekte (Konrad et al. 2017, 467).

Mittlerweile existiert eine steigende Zahl an *empirischen Studien* im Bereich der Soziologie der Erwartungen. So wurden neben dem Energie- und Mobilitätsbereich, wie z. B. Brennstoffzellen, Wasserstoff- und Elektroautos (Alkemade und Suurs 2012; Bakker et al. 2012; Budde und Konrad 2019) unter anderem bereits im Bereich der Nano- und Biotechnologie (van Lente und Rip 1998; Selin 2007) sowie im pharmagenetischen Bereich (Hedgecoe und Martin) STS-Studien durchgeführt. Darin wird über eine Breite von Wissenschafts- und Technologiefeldern dazu geforscht, wie Vorstellungen und Erwartungen von soziotechnischem Wandel konkrete Aktionen, Strategien, Politiken, Forschungsrichtungen und soziotechnische Felder prägen (Konrad et al. 2017, 469).

Autor*innen aus dem Feld der Soziologie der Erwartungen betonen, dass es sich bei Erwartungen nicht um neutrale, wertfreie, deskriptive Aussagen über zukünftige Entwicklungen handelt, sondern um Aussagen, die *Versprechen oder Bedenken* kommunizieren, in die immer eine Wertung über bestimmte Zukunftsmöglichkeiten oder Entwicklungspfade mit hineinwirkt (van Lente 2000; Borup et al. 2006; Brown et al. 2000; Brown et al. 2003; Michael 2000; Konrad et al. 2017). Bestimmte Zukunftspfade werden häufig

entweder positiv oder negativ dargestellt, wobei die jeweils anderen Aspekte ausgeblendet werden (Michael 2000).

Zukunftserwartungen sind *performativ*. Das bedeutet, dass sie in soziotechnische Entwicklungen eingebettet sind und gleichzeitig auf sie einwirken (Konrad et al. 2017). In der Soziologie der Erwartungen geht es auch darum, herauszufinden, wie zukunftsorientierte Diskurse, Praktiken und Materialitäten einerseits das Verständnis von Gesellschaften über Wissenschaft und Technologie, andererseits Akteur*innen und deren Strategien beeinflussen und damit zur Gestaltung und Entwicklung von Technologien oder sogar ganzen Technologiefeldern beitragen (Konrad et al. 2017). Akteur*innen können in ihren Handlungsmöglichkeiten beispielsweise bestärkt oder eingeschränkt werden, je nachdem welche Vorstellungen von der Zukunft es in der Gesellschaft gibt und welche Wahrnehmungen über bestimmte Technologien oder über Technologie im Allgemeinen in der Gesellschaft verbreitet sind (Brown et al. 2000, 9). Van Lente und Rip (1998, 226) betonen, dass die meisten geäußerten Erwartungen über Zukunftsentwicklungen ungehört bleiben und nicht in wissenschaftliche oder politische Agenden aufgenommen werden. Maßgeblich für performative Prozesse sind neben den Inhalten dieser Erwartungen und den Interessen und Strategien relevanter Akteur*innen vor allem auch ihre Einbettung in breitere gesellschaftliche Zukunftsorientierungen und Vorstellungen über die Zukunft. So kann z. B. der dominante Glaube an technologischen Fortschritt eine Grundvoraussetzung und ein Treiber für zukünftige Entwicklungen sein und konkrete Erwartungen, die auf diesem basieren, werden wahrscheinlicher zu daraus abgeleiteten Handlungen führen (van Lente 2000). Dennoch halten van Lente und Rip (1998, 230) fest, dass in Handlung umgesetzte Zukunftsvorstellungen eine gewisse Macht haben, Platz für Handlungsoptionen zu schaffen und auch neue Möglichkeiten zu eröffnen. Zukunftserwartungen können unter gewissen Bedingungen also Einsatzpunkte für eine gesellschaftliche Transformation sein.

Zukunftserwartungen haben häufig auch eine *materielle Dimension*. In Materialisierungen spiegeln sich häufig bestimmte Erwartungen einer bestimmten Zukunft wider (Konrad et al. 2017, 467). Im Bereich von Mobilitätstechnologien zeigt sich das, wenn beispielsweise ein Staat in eine gewisse Technologie, wie z. B. E-Mobilität, investiert und Infrastrukturen wie Ladestationen etc. finanziert und materialisiert, wenn Prototypen einer bestimmten Technologie designt werden, wenn Testzentren für E-Mobilität oder automatisiertes Fahren gefördert und errichtet werden oder wenn die Forschung und Lehre zu bestimmten Technologien institutionell verankert wird, wie die Fahrzeugtechnik an Universitäten oder neuestens E-Mobilität an Fachhochschulen.

Mike Michael (2000) erkundet in seinem Text *Futures of the Present: From Performativity to Prehension* verschiedene Möglichkeiten, wie Vorstellungen über die Zukunft und deren Darstellung in der Gegenwart aussehen können (Michael 2000, 33). Er betont dabei, dass diese Parametrisierung der Fülle an Ideen über die Zukunft in unterschiedlichen Räumen und Zeiten gerecht werden kann, und bezieht sich daher auf einzelne Aspekte westlicher Zukunftsorientierungen (Michael 2000, 23).

Zukunft kann als gut oder schlecht, als *positiv* oder als *negativ* dargestellt werden. Dabei können Versprechungen über die Zukunft oder Warnungen vor ihr formuliert werden. Zukunftsdarstellungen fokussieren meist eines von beidem. In jedem Fall werden meist andere Aspekte, die nicht dem positiven oder negativen Bild entsprechen, ausgeblendet. Die Bewertung von Zukunft als gut oder schlecht hat eine starke performative Kraft, vor allem, wenn sie mit dem Aufruf oder der Mobilisierung bestimmter Akteur*innen und Handlungsrichtungen verbunden sind (Michael 2000, 30). Positive oder negative

Zukunftsdarstellungen sind dabei auch immer eingebettet in breitere gesellschaftliche Narrative (Michael 2000, 31).

Die *Nähe oder Ferne*, in der eine Zukunft dargestellt wird, kann selbst einen Effekt darauf haben, wie darauf reagiert wird. „The distance of the future rhetorically positions the reader in a number of ways. It can urge immediate action or measured consideration, it can be used to accuse actors of tactical procrastination or opportunistic band-wagoning, and it can serve in the judgement of relative efficiency or risk.“ (Michael 2000, 25) Eine Zukunftsdarstellung kann ganz unterschiedliche Dinge bedeuten und zur Folge haben, je nachdem in welchem Zeithorizont sie dargestellt wird. So können Darstellungen in weiter Ferne die Dringlichkeit zu handeln zerstreuen: „There is no dire need to do anything immediately, and in the meanwhile ‘we’ can wait for technology to develop fixes.“ (Michael 2000, 25) Wenn aber die gleiche Zukunft näher dargestellt wird, ist sofortiges politisches und gesellschaftliches Handeln angebracht. Die *wahrgenommene Geschwindigkeit* der Annäherung an einer Zukunft nimmt auch Einfluss darauf, wie eine Zukunftsdarstellung wahrgenommen wird. Michael (2000, 31) bezeichnet Geschwindigkeit als machtvolle Rhetorik in Industriegesellschaften und als einen Aspekt des Fortschrittglaubens. Die Vorstellung, dass Wandel immer schneller vonstattengeht (Rappert 1999, 531) hängt eng mit dem Fortschrittsgedanken zusammen, in dem neue Technologien immer neuere Geschwindigkeiten und Beschleunigung ermöglichen. Mit der Erwartung von Beschleunigung des Wandels ist auch die Diagnose der Dringlichkeit des Handelns verbunden. Bei artikulierten Erwartungen und Vorstellungen über die Zukunft schwingt der Aufruf „We have to hurry, those who are late won’t have any place“ (Joly 2010, 210) mit. Hier hat sich – vor allem im Blick auf die Klimakrise und das Konzept der planetaren Grenzen – in den letzten Jahren eine dominante Rhetorik verfestigt. Klimawandel wird in Zukunftsdarstellungen als näher und beschleunigter kommuniziert und die Rhetorik des „jetzt sofort handeln“ dominiert. Brand und Wissen (2017, 68) kritisieren, dass sich politische Akteur*innen dadurch legitimiert sehen, bestimmte Entscheidungen schnell zu treffen und Top-down-Maßnahmen umzusetzen, und bestimmte technologische Lösungswege als einzig mögliche Pfade kommunizieren, die jetzt betreten werden müssen. Die Autoren warnen davor, in einen ökologischen Katastrophismus zu verfallen und womöglich autoritäre und technokratische Formen der Krisenbearbeitung anzunehmen.

Michael (2000, 32) spricht außerdem von einer *Qualität von Geschwindigkeit*. Es macht einen Unterschied, ob sich Individuen oder Gruppen freiwillig, gerne und bewusst oder unfreiwillig, passiv auf eine Zukunft zubewegen, ob jemand Kontrolle über die Geschwindigkeit hat oder ob einfach darauf zugetrieben wird, ob Widerstand geleistet wird oder nicht.

Eine weitere, für unsere Arbeit zentrale Unterscheidung tätigt Michael (2000, 29) zwischen *wegorientierten und zielorientierten* Arten der Zukunftsdarstellung und hält dabei fest, dass diese beiden zwar analytisch zu trennen sind, es in konkreten Zukunftsdarstellungen aber auch zu Überschneidungen kommen kann. Im *wegorientierten Instrumentalismus* werden bestimmte Werte und Ziele, die es heute in der Gesellschaft gibt, eins zu eins in die Vorstellungen der Zukunft übertragen. So werden aktuelle Bedingungen, die für die Gesellschaft als fundamental gelten, z. B. in Programmen für Zukunftsprognosen (*foresight*), in die Zukunft projiziert. Diese fundamentalen Bedingungen beinhalten z. B. die Vorstellung von wirtschaftlicher Konkurrenz und Wachstum, die Macht des freien Marktes, die Rolle von technowissenschaftlicher Innovation beim Kampf um ökonomische Vorteile, die Beziehung zwischen Nationalstaaten, globalem Kapitalismus und Globalisierung etc. Zu diesen Annahmen gehört z. B. auch das Verständnis der Natur des Menschen und der Gesellschaft, die nur kaum oder schwer veränderbar ist (Michael 2000, 27). Wegorientierte Zukunftsdarstellungen werden von ihren Vertreter*innen als realistisch bezeichnet, mit der

Begründung, sie würden sich mit der Welt, wie sie ist und wie sie bleiben würde, befassen. Sie können zwar auch Kritik an gegenwärtigen Umständen und Prozessen beinhalten. Diese bezieht sich aber hauptsächlich auf die Mittel und Wege, wie eine bestimmte Zukunft erreicht wird (Michael 2000, 28f.).

In *zielorientierten Darstellungen der Zukunft* hingegen wird die dominante Gesellschaftsform per se infrage gestellt und die Frage nach der Bedeutung des guten Lebens (für alle) neu gestellt. Zielorientierte Darstellungen kritisieren wegorientierte Darstellungen in ihrer Fantasiearmut, was Gegenwart und Zukunft umfasst. Stattdessen fordern und artikulieren sie radikal andere Perspektiven und utopische Vorstellungen von Zukunft und gesellschaftlichen Veränderungen (Michael 2000, 28f.). *Utopien* spielen in zielorientierten Zukunftsdarstellungen auf verschiedenste Weise eine zentrale Rolle. Eine davon ist jene der Kritik, die sie durch die Entwicklung alternativer Modelle des gesellschaftlichen Zusammenlebens und des gesellschaftlichen Verhältnisses zur Natur ausüben (ebd.). Durch diese Kritik relativieren Utopien die Gegenwart, und in einem weiteren Schritt zeigen sie alternative Möglichkeiten des gesellschaftlichen Zusammenlebens und der gesellschaftlichen Organisation auf und haben damit realen Einfluss auf zukünftige Entwicklungen und den Lauf der Geschichte (Bauman 2010).

Michael (2000, 22) betont auch bei der Einteilung verschiedener Zukunftsdarstellungen in Parameter ihre *Performativität*. Zukunftsvorstellungen werden nicht im luftleeren Raum kommuniziert, sondern sind Abbild und Reproduktion von gegenwärtigen Selbstpositionierungen und Positionierungen von anderen in Gesellschaft, Interessen, Identitäten, Machtverhältnissen und Formen des Zusammenlebens. Durch die Betrachtung von Zukunftsdarstellungen mithilfe der Parameter können bestimmte gesellschaftliche Verhältnisse, die dahinterliegen, aufgedeckt und greifbar werden.

Zukunftsvorstellungen, Erwartungen und Imaginaries können auch dazu beitragen, *Gesellschaft zu verändern*. Abhängig davon, wie sie gerahmt sind und dargestellt werden, können bestimmte Veränderungen angestrebt oder auch verhindert werden. Während die dominanten sociotechnical imaginaries technikoptimistisch sind und Hoffnung auf Informations- und Kommunikationstechnologien setzen (Strand et al. 2018), plädieren Kerschner et al. (2018) dafür, ein gemeinsames soziotechnisches Imaginary für die Degrowth Community zu entwickeln. Technologie kann dabei auch ein Anknüpfungspunkt sein, um den vorstellbare Zukünfte für eine Degrowth-Gesellschaft konstruiert werden können. Umgekehrt können Narrative und Imaginaries über eine zukünftige Degrowth-Gesellschaft dazu beitragen, eine Auswahl über die Nutzung und Weiterentwicklung bestimmter sinnvoller Technologien zu treffen (Kerschner et al. 2018, 1632). Durch das zukünftig Vorstellbare können neue, konstruktive Möglichkeiten und Handlungsoptionen entstehen, die in der Gegenwart so nicht existieren (McNeil et al. 2017, 457f.). „[N]ew social order is possible on the basis of the (heterogeneous) contents of collective-level projections of the future.“ (van Lente und Rip 1998, 230) Zukunftsvorstellungen, die radikale Kritik und alternative Vorstellungen gesellschaftlichen Zusammenlebens verbinden, können Einsatzpunkte für eine gesellschaftliche Transformation sein.

3.2. Engineering Studies

Engineering Studies sind Forschungszugänge innerhalb und im Umfeld der STS, die sich mit den *Technikwissenschaften als Forschungsfeld* und *Technikwissenschaftler*innen als Akteur*innen* beschäftigen. Die Relevanz dieser Forschung wird damit begründet, dass Technikwissenschaften in hochtechnisierten Industriegesellschaften eine zentrale Rolle in der

normativen Richtungsorientierung von Wissen und gesellschaftlicher Ordnung und daher auch in Veränderungsprozessen von Gesellschaft spielen (Downey 2015, 641).

Engineering Studies arbeiten *interdisziplinär* und fanden sich deshalb in der Vergangenheit typischerweise marginalisiert von disziplinären Forschungsaktivitäten wieder (Downey und Lucena 1994, 168). Obwohl seit den 1980er-Jahren in dem Bereich geforscht wurde, entstand größere Aufmerksamkeit für Engineering Studies erst Anfang des 21. Jahrhunderts. Im Jahr 2004 wurden Engineering Studies schließlich bei einem Treffen der Society for Social Studies of Science und der Society for History of Technology in Paris durch die Gründung des International Network for Engineering Studies (INES) institutionalisiert (Downey 2015, 641).

Die *zentralen Fragen*, um die sich Forschung in den Engineering Studies dreht, sind, wie sich die Positionierung der Technikwissenschaften in der Gesellschaft sowie das Verhältnis zwischen technischen und nicht technischen Dimensionen in den Technikwissenschaften gestaltet und wie sich dies über Raum und Zeit verändert (Downey 2015, 641). „Engineering knowledge is neither purely scientific nor only social but somehow a combination of the two.“ (Downey und Lucena 1994, 167) Das bedeutet auch, dass technikwissenschaftliches Wissen und Praktiken immer auch normative Aspekte beinhalten, die in breitere sozio-technische Kontexte eingebettet sind.

Verschiedene Forscher*innen aus dem Bereich der STS sowie der Technik- und Technologiesgeschichte beschäftigen sich mit den Veränderungen und mit Unterschieden über Raum und Zeit bei der *Rolle von Technik und Technologie* in Gesellschaften. Mit Veränderungen dieser Rolle gehen auch Veränderungen und Verschiebungen der Position derjenigen Akteur*innen einher, welche in der Gesellschaft Technik und Technologie (weiter)entwickeln und anwenden. Der Philosoph und Soziologe José Ortega y Gasset (1941, 138f.) spricht vom *Zeitalter der Technologie* in Industriegesellschaften, das sich aufgrund der wichtigen Rolle und Verwobenheit von Technologie mit allen gesellschaftlichen Sphären von früheren Verhältnissen zwischen Technologie und Gesellschaft unterscheidet. Dabei betont er auch die Veränderung der Rolle derjenigen, die sich in der Gesellschaft mit Technik und Technologie beschäftigen. In traditionellen, vorindustriellen Gesellschaften sind Technik und Technologie eng an konkrete Personen mit bestimmten sozialen Zuständigkeiten und an deren Anwendung gebunden – Schuhmacher*in macht Schuhe, Bäcker*in bäckt Brot, etc. Wissen und handwerkliche Praxis werden kontinuierlich von Generation zu Generation, von Meister*in zu Lehrling weitergegeben. Die Praktiken der (Kunst-)Handwerker*innen und deren Glaubwürdigkeit basieren dabei auf existierenden, sichtbaren Produkten. Technologische Verbesserungen gehen kaum oder nur langsam vonstatten und werden häufig eher als Besonderheiten im Stil der jeweiligen Kunsthandwerker*innen anstatt als neue Entdeckungen wahrgenommen.

Mit der *Maschinisierung und Industrialisierung* der Produktion kommt es zu einer *funktionalen Trennung und Arbeitsteilung* zwischen dem Entdecken und Anwenden/Erhalten von Technologie (van Lente 2000, 50). Die Aufgaben als Erfinder*in und Arbeiter*in, welche zuvor bei ein und derselben Person lagen, werden getrennt. Während für die Anwendung von Technologie nun *technicians*, also technische oder wenig qualifizierte Arbeiter*innen zuständig sind, kümmern sich sogenannte *technologists*, also Technikwissenschaftler*innen, um die Erfindung und das Design von neuen Technologien. Diese funktionale Trennung und damit verbundene Konsequenzen sind maßgebliche Charakteristika eines veränderten Verhältnisses von Technologie und Gesellschaft (van Lente 2000, 50f.).

Der STS-Forscher Harro van Lente (2000, 60) spricht auch von einer *veränderten Arbeitsteilung* zwischen Technikwissenschaftler*innen und dem Rest der Gesellschaft. Im Kontext des Paradigmas des Glaubens an technologischen Fortschritt erhalten Erstere eine Art Mandat von

der Gesellschaft, die sie damit beauftragt, Technologien zu erfinden und weiterzuentwickeln und durch diesen technologischen Fortschritt zu einer allgemeinen Verbesserung der Lebensbedingungen von Menschen beizutragen. Dieses Mandat legitimiert sie dazu, Räume für sich zu beanspruchen, in denen sie in erster Instanz handeln und Entscheidungen über zukünftige technologische Entwicklungen treffen können. Der Auftrag der Technologieentwicklung beeinflusst die Identitätsbildung von Technikwissenschaftler*innen als Expert*innen. Diese entwickeln als „quintessential holders of technological knowledge“ (Downey und Lucena 1994, 170) eine Überzeugung von den eigenen Fähigkeiten zum Entdecken neuer Technologien, welche in ihrer Gesamtheit prinzipiell zu menschlicher Entwicklung und Fortschritt beitragen (Downey 2015, 642). Das Produkt der Technikwissenschaftler*innen, die Erfindung oder Entdeckung neuer Technologien, ist dabei, im Unterschied zu jenem der (Kunst-)Handwerker*innen, nicht immer sichtbar, sondern zeigt sich in Form eines technologischen Versprechens, das durch den Bezug auf den prinzipiellen Beitrag zur menschlichen Entwicklung legitimiert werden kann (van Lente 2000, 52f.). Downey (2015, 643) bezeichnet die Vorstellung, dass technikwissenschaftliche Arbeit prinzipiell einen Beitrag zur menschlichen Entwicklung und zur Verbesserung der Lebensbedingungen von Menschen im Allgemeinen beiträgt, als *normativen Holismus* und sieht es als zentrale Aufgabe der Engineering Studies, diesen herauszufordern und auf dahinterliegende Machtverhältnisse und Legitimationsstrategien aufmerksam zu machen.

Die *funktionale Abgrenzung* zwischen Technikwissenschaften und dem Rest der Gesellschaft ermöglicht Technikwissenschaftler*innen außerdem, eine scharfe Trennlinie zwischen den technischen Inhalten ihrer Arbeit und den gesellschaftlichen Bedingungen und Praktiken, in die ihre Arbeit und sie selbst als handelnde Akteur*innen eingebettet sind, zu ziehen (Faulkner 2007, 2000a). Faulkner, eine prominente Vertreterin der feministischen Engineering Studies, versteht Forschungspraxen von Technikwissenschaften, in denen technologische Versprechen gegeben werden und dahingehend Produkte entwickelt werden, als Versuch, mit Unsicherheiten in der Gesellschaft umzugehen und diese abzuschwächen – „a lot of engineering practice is therefore about managing uncertainty“ (Faulkner 2000a, 780). Technikwissenschaftliche Tätigkeiten werden dabei von einem zentralen Widerspruch getrieben, indem Sicherheit und Kontrolle Unsicherheit und Chaos gegenüberstehen. Das Soziale ist als solches komplex und wird daher als unsicher und nicht kontrollierbar gesehen, während die Beschäftigung mit dem Technischen eine gewisse Sicherheit und Kontrolle suggeriert (Faulkner 2000a, 781).

Diese Trennung zwischen Technischem und Sozialen, zwischen Technologie und Gesellschaft, wird in den Technikwissenschaften unter anderem dadurch aufrechterhalten, dass angehende Technikwissenschaftler*innen dazu ausgebildet und trainiert werden, *ahistorisch* zu denken und *apolitisch* zu handeln (Karwat et al. 2015, 231). In Lehrbüchern werden Technikwissenschaften als nicht politisch und wertneutral, technologische Entwicklung als progressiv, linear und immerwährend fortschreitend dargestellt (ebd.).

Diese Trennung ist aus Sicht der Engineering Studies jedoch nicht haltbar, weil Technologie immer in gesellschaftliche (Macht-)Verhältnisse eingebettet ist und sich Technikwissenschaftler*innen immer in einem sozialen Kontext bewegen (Downey 2015). Ein zentrales Anliegen in den Engineering Studies ist es daher, diese klare *Trennung zwischen Technikwissenschaft und Gesellschaft herauszufordern* und Technikwissenschaftler*innen auch als soziale Akteur*innen zu verstehen.

„Engineers are not just people who sit in drawing offices and design machines; they are also, willy nilly, social activists who design societies or social institutions to fit those machines.“
(Law und Callon 1988, 284)

Karwat et al. fordern in diesem Kontext „a new kind of engineer“ (Karwat et al. 2015, 232), der*die holistischer ausgebildet wird und dadurch Probleme nicht nur rein technologisch betrachtet. Sie bringen das Konzept der *praxis* ein, mithilfe dessen Verantwortungen von Technikwissenschaften neu definiert werden und (angehende) Technikwissenschaftler*innen von nichttechnischen und alternativen Wissensbasen lernen und dadurch Probleme und deren Lösungen anders betrachten können. Dabei wird das Paradigma von industrialisierten Gesellschaften in seiner Abhängigkeit von fossilen Energien hinterfragt und nach wirklichen Alternativen mit geringen ökologischen Auswirkungen gesucht (Karwat et al. 2015, 233–235). Dadurch könnten aktivistische Technikwissenschaftler*innen ihre wissenschaftliche Arbeit mit Anliegen sozialer und ökologischer Gerechtigkeit verknüpfen (Karwat et al. 2015, 228–229).

Dabei sei von Bedeutung, die Abgrenzung zwischen technischen und sozialen Aspekten nicht zu reproduzieren, indem nur die sozialen Aspekte von Technikwissenschaften betrachtet werden, sondern die technischen und sozialen Aspekte technikwissenschaftlicher Arbeit immer gemeinsam und in ihrem Zusammenwirken zu analysieren (Law und Callon 1988, 285). Karwat et al. (2015, 236) betonen, dass alternative Zugänge zu Technikwissenschaften keine Zurückweisung von Technologie als solche meinen. Ein Blick über technologische Lösungen hinaus soll aber auch nichttechnologiefixierte Lösungen, wie z.B. „keep them in the ground“ (Karwat et al. 2015, 233), erlauben.

Forschungsfelder der Engineering Studies

Engineering Studies arbeiten meist mit empirischen Fallstudien, in denen sie bestimmten *Forschungsinteressen* nachgehen. Häufig geht es darum, herauszufinden, auf welche Art und Weise, wo, wann und für wen Technikwissenschaftler*innen ihre Arbeit ausüben und welche gesellschaftliche Bedeutung sie ihr zumessen. Dabei wird beleuchtet, wie Technikwissenschaftler*innen sich selbst in der Gesellschaft positionieren und mit anderen Akteur*innen interagieren, inwieweit Technikwissenschaftler*innen über technologische Entwicklungen entscheiden und diese vorantreiben sowie welche normativen Vorstellungen über gesellschaftliche Ordnung und wünschenswerte zukünftige Entwicklungen in Wertesystemen von Technikwissenschaftler*innen verankert sind (Downey und Lucena 1994, 168; Lucena und Schneider 2008). Diese Fragestellungen ermöglichen auch einen Blick auf Machtstrukturen, die in den Technikwissenschaften auf verschiedenen Ebenen bestehen, in die sie eingebettet sind und die von Technikwissenschaftler*innen reproduziert werden (Downey und Lucena 1994, 185).

Studien, die im Bereich der Engineering Studies stattfinden, sind unter anderem länderübergreifende Vergleiche von technikwissenschaftlichen Identitäten und von den zugeschriebenen Rollen von Technikwissenschaftler*innen in unterschiedlichen Ländern (Downey 2007). Obwohl Technikwissenschaften generell eine zentrale Rolle für industriekapitalistische Gesellschaften spielen, können konkrete Ausformungen dieser Rolle in unterschiedlichen historischen wie institutionellen Kontexten divers sein. Cross-nationale Vergleiche können daher neue Erkenntnisse über die Vielfalt von Beziehungen von Wissen und Macht in den Technikwissenschaften und deren Verhältnis zur Gesellschaft bieten (Downey und Lucena 1994, 188). So vergleichen Downey et al. (2007; 2005) die unterschiedlichen zugeschriebenen Rollen und Positionen von Technikwissenschaftler*innen in Großbritannien, Frankreich, Deutschland und Japan und betten diese Unterschiede in soziohistorische Prozesse ein. Technikwissenschaften in Österreich sind bis jetzt nicht Teil einer länderübergreifenden Studie.

Das Verhältnis und die Verknüpfungen zwischen *Technikwissenschaften und Industrie*, sowie zu politischen Institutionen und Akteur*innen, sind Fokus verschiedener Studien in den Engineering Studies. Downey (1995) betrachtete in seinem Essay *The World of Industry-University-Government: Reimagining R&D as America* das spezifische Verhältnis von Technikwissenschaften, industriellen und politischen Akteur*innen in der Forschung und Entwicklung in den USA in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. David Noble (1977) beschreibt in seinem Buch *America by Design. Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism* einerseits industriekapitalistische Unternehmen als treibende Kräfte von technologischen Entwicklungen in den USA des 20. Jahrhunderts, betont andererseits jedoch auch die wichtige Rolle von technikwissenschaftlicher Forschung an Universitäten, die stark von Unternehmensinteressen dominiert wird. Dies spiegelt sich auch in der Lehre wider. Studierenden technikwissenschaftlicher Ausbildungen wird zwar vermittelt, mit ihrer Arbeit der gesamten Gesellschaft zu dienen, die Ausbildung folgt aber tatsächlich hauptsächlich den Interessen und dem Bedarf von Unternehmen.

In den vergangenen Jahren wurde in den Engineering Studies vermehrt auf die *Ausbildung in den Technikwissenschaften* geachtet, die maßgeblich zum Selbstverständnis, zur Arbeitsweise und zur gesellschaftlichen Positionierung zukünftiger Technikwissenschaftler*innen beiträgt (Christensen et al. 2015). Kritisiert wird, dass Technologie in technikwissenschaftlichen Ausbildungen ahistorisch und apolitisch dargestellt wird. Im Sinne von Empirizismus und Positivismus wird auf das Technische als Tatsache geblickt, an dem mit Anspruch auf Wertfreiheit geforscht werden kann (Karwat et al. 2015, 231). Vertreter*innen von Engineering Studies haben dazu einen explizit partizipativen und normativen Zugang und fordern systematische Veränderungen in der Ausbildung von Technikwissenschaftler*innen. Etwa betont Downey (2015, 646), dass angehende Technikwissenschaftler*innen ein Verständnis von soziotechnischen Zusammenhängen entwickeln müssen, um einerseits die Grenzen des normativen Holismus zu erkennen und andererseits bestehende Machtverhältnisse auf verschiedenen Ebenen der Technikwissenschaften zu sehen, zu reflektieren und zu verändern. Fragen, die in den Engineering Studies gestellt werden, wie „Wozu dienen Technikwissenschaften?“, „Wozu dienen Technikwissenschaftler*innen?“ und „Was ist ihre Rolle in der Gesellschaft?“, sollen auch in der Ausbildung von Technikwissenschaftler*innen reflektiert werden.

Im Kontext der *Klimakrise* setzen einzelne Autor*innen im Feld der Engineering Studies einen Forschungsschwerpunkt auf die Rolle, welche Technikwissenschaften in der Bearbeitung der Krise haben. Karwat (2012) stellt fest, dass Technikwissenschaftler*innen Klimawandel häufig nicht als prinzipielle Folge der Entwicklung, Verwendung und Verbreitung von Technologien sehen, sondern eher als Nebenprodukt bestimmter Technologien, das durch neue Technologien wiederum korrigiert werden kann. Klimawandel wird als Kohlenstoffdioxidproblem geframet, das mit technologischen Maßnahmen gelöst werden kann und soll. Aktuelle Lösungsstrategien für den Klimawandel folgen dabei weiterhin jener sozioökonomischen und politischen Ordnung, die auf emissionsstarken Technologien basiert und den gesellschaftlich verursachten Klimawandel überhaupt erst hervorbrachte (Karwat et al. 2015, 236). Um also mit der Klimakrise umzugehen, werden neue Formen von soziotechnischen Interaktionen, die auch neue Herangehensweisen der Technikwissenschaften beinhalten, gefordert (Karwat et al. 2015, 229).

Die Engineering Studies werden außerdem durch Beiträge bereichert, die verschiedene Dimensionen von *Machtverhältnissen* in Technologie und Technikwissenschaften betrachten. In *Race, Rigor, and Selectivity in U.S. Engineering* analysiert Amy Slaton (2010), wie rassistische

Vorstellungen von technikwissenschaftlichen Fähigkeiten und Talent die Auswahl von Studierenden technikwissenschaftlicher Schulen in den USA im 20. Jahrhundert beeinflussten.

3.3. Feministische Engineering Studies

Feministische STS-Zugänge werfen einen kritischen analytischen Blick auf das Verhältnis von Technologie und Geschlecht in den Technikwissenschaften. Seit den 1980er-Jahren haben sich verschiedene STS-Autor*innen mit Fragen über das Verhältnis von Technologie und Geschlecht in Industriegesellschaften, über die Position und die Rolle von Frauen* und Männern* in technischen und technikwissenschaftlichen Berufsfeldern sowie über verschiedene Aspekte von Gender in der technikwissenschaftlichen Forschung und Lehre auseinandergesetzt (Oldenziel 1999; Faulkner 2000a, 2000b; Kleif und Faulkner 2003; Tonso 2007; Faulkner 2009; Wajcman 2010; Blosser 2017).

Technologie und Gender werden in der feministischen Wissenschafts- und Technologieforschung als zwei miteinander in Verbindung stehende und sich gegenseitig beeinflussende gesellschaftliche Dimensionen verstanden, deren Verhältnis auch veränderbar ist. Technologie ist also gleichzeitig Ursache wie Konsequenz von Geschlechterverhältnissen (Faulkner 2000b, 88-90). Feministische Autor*innen in den STS und in den Engineering Studies sprechen von einer „masculine culture of technology“ (Wajcman 1991) und stellen sich die Frage, warum Technologie männlich dominiert ist. Sowohl moderne Technologie als auch hegemoniale Männlichkeit* werden als zentrale, konstitutive Ausprägungen des Kapitalismus gesehen. Betont werden dabei vor allem der Zusammenhang und die Verknüpfung zwischen Technologie, Macht und hegemonialer Männlichkeit* in einem patriarchalen, industriellen kapitalistischen Gesellschaftssystem (Faulkner 2000b, 90). Technologie und Männlichkeit* hängen auch mit der in der Europäischen Aufklärung entstandenen Vorstellung von Kontrolle und Macht über die Natur, über den Menschen und über die Zukunft, zusammen. Verschiedene feministische Autor*innen zeigen anhand von historischen Betrachtungen des Verhältnisses von Technologie und Männlichkeit, wie Männer* in der Geschichte zentrale Positionen in der Erforschung und Entwicklung von Technologie eingenommen haben (Cockburn 1986) oder wie aktuell moderne Technologie von mächtigen Institutionen gefördert und gelenkt wird (Wajcman 1991).

Technikwissenschaften gelten dabei als spezifische Räume und Formen der Institutionalisierung im patriarchal-kapitalistischen System, in denen geschlechterförmige Herrschaftsverhältnisse produziert und reproduziert werden (Smith et al. 1990, 50). Das bedeutet, dass Technikwissenschaften einerseits von gesellschaftlich-kulturellen Diskursen und Machtverhältnissen beeinflusst werden, diese jedoch andererseits gleichzeitig in gewisser Weise reproduzieren und verfestigen. Technikwissenschaften sind also ein Feld, in dem Geschlecht und Geschlechterrollen implizit eine große Rolle spielen, insbesondere da das Verhältnis von Technologie und Geschlecht dort sichtbar ist (Faulkner 2000a, 761). Die immer noch dominante Vorstellung von Männlichkeit und Technologie als zusammengehörende Elemente wird in technikwissenschaftlicher Forschung und Ausbildung vermittelt und reproduziert, beispielsweise durch die starke Fokussierung auf Mathematik, um technikwissenschaftliche Manager*innen auszubilden, die sich in Bezug auf soziale Strukturen weitgehend blind verhalten, durch sexistische Präsentationsstile und Kommunikationskulturen am Arbeitsplatz sowie durch genderstereotype Vorstellungen und Darstellungen in der Lehre (Smith et al. 1990, 123–127). Die geringe Zahl weiblicher Studierender an technikwissenschaftlichen Fakultäten und die geringe Anzahl von Frauen* im technikwissenschaftlichen Sektor generell zeugen von einer fortlaufenden männlichen*

Dominanz in den Technikwissenschaften (Downey und Lucena 1994, 180). Darüber hinaus beklagen Cech und Waidzunas (2011, 2) die *Heteronormativität* in den Technikwissenschaften und ihren Ausbildungsprogrammen, durch die einerseits eine scharfe Unterscheidung zwischen zwei Geschlechtern – Frauen und Männern – gezogen wird und gleichzeitig nur heterosexuelle Anziehung und Beziehungen anerkannt werden. Dadurch wird eine Atmosphäre erzeugt, die Menschen anderer sexueller Orientierung oder Geschlechtsidentität ausschließt, isoliert oder unter sozialen Druck setzt und damit deren Potenziale und Möglichkeiten einschränkt (Cech und Waidzunas 2011, 1f.). Feminist*innen aus dem Feld der Feminist Technology Studies betonen außerdem, dass das Problem der Unterrepräsentation von Frauen* in den Technikwissenschaften nicht bei den Frauen*, ihrer Sozialisierung, ihren Wünschen und ihren Werten liegt. Technikwissenschaften sind voll von Geschlechterstrukturen, stereotypischen Zuschreibungen und Kulturen von Männlichkeit, die viele Frauen* dazu bringen, sich davon abzuwenden oder gar nicht erst teilnehmen zu wollen (Wajcman 2010, 145f.).

Wendy Faulkner (2000a, 759) führte eine ethnografische Studie, bestehend aus einer teilnehmenden Beobachtung und qualitativen Interviews mit Technikwissenschaftler*innen im Telekommunikationsbereich, durch und erkennt bei technikwissenschaftlichem Wissen und Praxis eine dichotomische Art zu denken und zu strukturieren, in der Hierarchien und Genderaspekte evident sind. Aus einer Kombination ihrer empirischen Daten und anderer bereits durchgeführten Analysen arbeitet sie mehrere *Dualismen* heraus, wie technologiefokussiert vs. menschenfokussiert, spezialisiert/reduktionistisch vs. holistisch denkend, harte Technologie vs. weiche Technologie. Sie analysiert, welche hierarchischen Wertungen an den jeweiligen dichotomen Unterscheidungen hängen, wie diese Unterscheidungen gegendert sind und warum in den Technikwissenschaften eine dichotomische Denkweise generell vorherrschend ist (Faulkner 2000a, 760).

Technologiefokussiert vs. menschenfokussiert geht mit einer geschlechtlichen Trennung und Zuschreibung von technologiefokussiert als männlich* und menschenfokussiert oder sozial als weiblich konnotiert einher. Frauen* und Männern* werden dabei unterschiedliche Fähigkeiten für wichtige Aufgaben in den Technikwissenschaften zugeschrieben. Das belegt eine Studie, die in den USA und Großbritannien durchgeführt wurde, der zufolge Technikwissenschaftler*innen der Auffassung sind, dass weibliche Technikwissenschaftlerinnen* besser zusammenarbeiten können und bessere kommunikative und interpersonelle Fähigkeiten haben als männliche Technikwissenschaftler*. Damit in Verbindung steht die dualistische Gegenüberstellung von männlich* konnotiertem spezialisiertem und reduktionistischem Arbeiten und holistischer, den Gesamtüberblick behaltender weiblicher Herangehensweise in der Arbeit. Erstere wird dabei mit abstrakter Begriffsfindung, rationaler Vernunft, Objektivität, Losgelöstheit von Emotionen und einem Fokus auf reduktionistische, fokussierte Problemlösungsstrategien assoziiert. Letztere hingegen wird mit emotionaler Nähe, konkreter, empirischer Arbeit und gesamtheitlichen Problemlösungsstrategien assoziiert (Faulkner 2000b, 93f.). Faulkner erkennt hier eine klare Hierarchie. Die spezialisierte Problemlösung, die den Kern von Technologie und auch in technikwissenschaftlicher Forschung und Lehre darstellt, ist männlich konnotiert, während die holistische Gesamtsicht, welche über rein technische Aspekte auch menschliche Kommunikation und Verhalten miteinbezieht, weiblich konnotiert ist. Ebenfalls wird impliziert, dass die beiden Seiten der Dichotomie einander ausschließen – „You can't be into both technology *and* people at the same time.“ (Faulkner 2000a, 764)

Einen weiteren Dualismus erkennt Faulkner in der Unterscheidung zwischen *harter Technologie*, wie industriellen Maschinen, Forschung im All, Waffensystemen,

Energiesystemen etc., und *weicher Technologie*, wie beispielsweise Küchen- und anderen Haushaltsgeräten. Während Erstere als mächtige Technologien gesehen werden, die stark zur menschlichen Entwicklung und Fortschritt beitragen und dabei männlich konnotiert sind, werden Letztere, die weiblich konnotierten Technologien, nicht als wirkliche Technologien betrachtet sowie als Technologien, die auch kaum etwas mit Wissenschaft zu tun haben (Faulkner 2000b, 93).

Diese dualistischen Zugänge und ihre geschlechtlichen Konnotationen unterliegen in den Technikwissenschaften starken Spannungen. Beide Seiten sind notwendig und sie sind auch voneinander abhängig und interagieren miteinander. Dennoch bleiben die Dualismen und ihre implizierten Hierarchien weiterhin aufrechterhalten. Diese vergeschlechtlichten Hierarchien drücken sich sowohl auf *symbolischer* als auch auf *materieller Ebene* aus (Faulkner 2000a, 761). Das bedeutet, dass bestimmte Tätigkeiten nicht nur einen schlechteren symbolischen Status haben, sondern auch schlechter bezahlt sind und unter prekäreren Arbeitsbedingungen durchgeführt werden.

Die Technikwissenschaften werden von feministischen Engineering Studies daher als wichtiges Forschungsfeld bezeichnet, in dem genderspezifische Dynamiken in Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft und ihre konkreten sozialen und materiellen Auswirkungen analysiert werden können (Faulkner 2000a, 761). Ein zentrales Anliegen feministischer Engineering Studies ist es daher, die Beziehung zwischen fortlaufender männlicher Dominanz in den Technikwissenschaften und maskulinen Bildern und Vorstellungen von Technologie genauer anzusehen. Dafür muss danach gefragt werden, wie diese Bilder aufrechterhalten werden, wie Technikwissenschaftler*innen selbst dazu beitragen, diese Bilder aufrechtzuerhalten, und wie sie selbst von diesen Bildern beeinflusst sind (Faulkner 2000b, 95). Darüber hinaus geht es um die Frage, ob und wie die Technikwissenschaft und ihre Institutionen verändert werden können, damit sie für Frauen* und andere marginalisierte Gruppen angenehmer und attraktiver werden (Wajcman 2010, 145f.). Während mittlerweile eine wachsende Zahl an Forschungsarbeiten zu sozialen Ungleichheiten in den Technikwissenschaften aus feministischer Perspektive entsteht, bleiben Erfahrungen von LGBTIQ* Personen in der Literatur zu Technikwissenschaften weitgehend ungesehen (Cech und Waidzun 2011, 1f.). Weitere Forschung und Studien aus feministischer sowie aus Gender-Studies-Perspektive sind notwendig, um Bewusstsein und Aufmerksamkeit für genderspezifische Stratifizierung und Hierarchien in den Technikwissenschaften zu schaffen und darauf basierend Alternativen zu fördern.

4. Methodische Herangehensweise

Unsere Fragestellung verlangt nach einer *qualitativen Herangehensweise*, um die verschiedenen Vorstellungen über die Zukunft der Automobilität und deren Einbettung in breitere wissenschaftlich-gesellschaftliche Diskurse herauszufinden. In unserer Arbeit geht es uns um die persönlichen Einschätzungen, Deutungen und Meinungen von Wissenschaftler*innen und darum, diese miteinander in Beziehung zu setzen. Die offene, explorative Herangehensweise erlaubte es uns, nicht komplett vorgefertigte Leitfäden, Analyseverfahren und Kategorien unserem Forschungsgegenstand überzustülpen, um bereits bestehende Hypothesen zu überprüfen, sondern offen und neugierig für Neues zu sein, unser Vorgehen, wenn notwendig und sinnvoll, immer wieder an den Gegenstand anzupassen sowie neue Kategorien und Erkenntnisse zu entwickeln (Strübing 2013).

Als Methode eignen sich für diese qualitative Herangehensweise *Expert*inneninterviews*. Nach Meuser und Nagel werden Expert*innen als Funktionsträger*innen wahrgenommen, die

innerhalb eines bestimmten organisatorischen oder institutionellen Kontextes agieren. Expert*inneninterviews beziehen sich daher auf die mit der Funktion in Verbindung stehenden Zuständigkeiten und Tätigkeiten. Expert*innen sind in diesem Sinne Personen, die nicht von außen eine Situation betrachten, sondern die selbst Teil des Handlungsfeldes sind, das für die Forschungsfrage relevant ist. Expert*in sein ist also ein relationaler Status, der jeweils von der jeweiligen Rolle für das Forschungsvorhaben und von der eingenommenen Stellung gegenüber unserem Forschungsgegenstand abhängt (Meuser und Nagel 1991). Bogner et al. (2014) unterscheiden bei Expert*inneninterviews zwischen technischem Wissen, Prozesswissen und Deutungswissen der Expert*innen. Unsere Fragen zielten hauptsächlich auf das Deutungswissen ab, welches „subjektive Relevanzen, Sichtweisen, Interpretationen, Deutungen, Sinnentwürfe und Erklärungsmuster“ der Expert*innen umfasst. Bei Deutungswissen handelt es sich nicht um rein „sachliches“ Wissen, sondern um die subjektive Perspektive der interviewten Personen, welche auch Zielsetzungen und Bewertungen beinhaltet. Dass die Perspektive subjektiv ist, bedeutet aber nicht unbedingt, dass sie individuell ist, denn Perspektiven werden oft innerhalb von Expert*innenkreisen und Organisationen geteilt. Bogner et al. (2014) bezeichnen das als kollektiv geteilte Deutungsperspektiven, und genau diese sind für uns als Forschende interessant. Wichtig ist dabei aber, dass mit dem Deutungswissen methodisch als nicht von den Subjekten abtrennbarer Perspektive umgegangen wird.

Fallauswahl und Begründung

In der qualitativen empirischen Arbeit gibt es die Möglichkeiten mit Einzelfalldesign oder *Mehrfalldesign* zu arbeiten. Unsere Forschungsfrage legt ein Mehrfalldesign nahe, da dabei mehrere Fälle mit demselben Untersuchungsdesign ergründet werden. Die gleiche methodische Vorgehensweise bei mehreren Fällen erlaubt es, die Fälle zu einem gewissen Grad miteinander zu vergleichen und Ähnlichkeiten wie Unterschiede zu erkennen (Yin 2014, 46f.).

Unsere empirische Herangehensweise startete mit einer kleinen *explorativen Studie* über die Universitäts-, Fachhochschul- und Forschungslandschaft in Österreich, die sich mit Automobilität beschäftigt und in der einen oder anderen Art und Weise dazu forscht. Bei der *Fallauswahl* sind wir zuerst von den drei sogenannten „Auto-Clustern“ ausgegangen, die es in Österreich gibt. Das sind spezifische Regionen, in denen Auto- und Zulieferindustrie angesiedelt sind und in denen Netzwerke bestehen, welche das Auto und Automobilität in den Vordergrund ihrer Kooperationen stellen. In diesen Regionen befinden sich Universitäten und Fachhochschulen, die zu diesen Themen arbeiten und forschen und teilweise in Wissens- und Informationsaustausch, aber auch in personellem Austausch mit den jeweiligen Unternehmen stehen. Diese regionalen Cluster befinden sich in der Steiermark rund um Graz (AVL List, MAGNA, TU Graz, FH Joanneum Graz etc.), rund um Wien (Aspern, TU Wien, Austrian Institute of Technology, FH Wien etc.) sowie in Oberösterreich in Steyr und Umgebung (BMW-Motorenwerke, Fachhochschule Oberösterreich etc.). Durch eine Internetrecherche, bei der wir die Websites, Studiengänge, Curricula, Publikationen sowie Zeitungsartikel und Zeitungsinterviews sichteten, stellten wir fest, welche Institute für unsere Fragestellung besonders relevant sind. Viele Institute an technischen Universitäten beschäftigen sich in einer Weise mit Teilen des Automobils, der Mobilität und des Verkehrs. Am Institut für Produktionswirtschaft und Logistik der Universität für Bodenkultur und am Institut für Logistik der Wirtschaftsuniversität Wien wird mit *Original Equipment Manufacturers* (OEMs) der Autoindustrie zusammengearbeitet, und am Campus Hagenberg der Fachhochschule Oberösterreich wird im Studiengang Automotive Computing auch zu Aspekten von

Automobilität gelehrt, um Beispiele zu nennen. Es gibt also eine Bandbreite an Instituten und wissenschaftlichen Akteur*innen, die einen Bezug zum Thema Automobilität und damit eine gewisse Relevanz für dessen Entwicklung haben. Dennoch geht es uns in der Arbeit darum, die zentralen wissenschaftlichen Akteur*innen in Österreich auszumachen, die sich, wenn auch aus durchaus unterschiedlichen Perspektiven, mit dem automobilen System, der Automobilität und deren zukünftiger Entwicklung auseinandersetzen und sie als einen Hauptschwerpunkt ihrer Forschung und Lehre haben. Die unterschiedlichen Perspektiven zeigen sich am deutlichsten zwischen Instituten der Fahrzeugtechnik, die ihren Fokus auf das Fahrzeug und dessen technische Optimierung setzen, und Instituten der Verkehrswissenschaft, die sich teilweise mit Mobilität als großem gesellschaftlichem Teilbereich beschäftigen. Für unsere Arbeit ist es zentral, diese unterschiedlichen Perspektiven mitaufzunehmen, um einen breiten Blick auf Technikwissenschaften in dem Feld zu ermöglichen. Bei unserer Recherche stellten wir fest, dass die Zahl der universitären Institute in den Automobil-Cluster-Regionen, wenn wir das Feld auf diese Art eingrenzen, relativ klein ist und sich auf drei Institute der TU Wien, eines an der Universität für Bodenkultur sowie drei Institute der TU Graz beschränkt. Aufgrund des kleinen Samples beschlossen wir, die Kriterien zu öffnen und unseren Blick auf die gesamte Forschungslandschaft in Österreich in diesem Feld zu erweitern. Das schließt einerseits eine räumliche Ausweitung ein, welche auch den Westen und Süden Österreichs betrachtet, andererseits auch eine Ausweitung auf institutioneller Ebene, die Fachhochschulen sowie außeruniversitäre Forschungsinstitute miteinbezieht. Wir stellten fest, dass die Zahl der Institute in Österreich insgesamt, die sich intensiv in diesem Feld bewegen, begrenzt und einigermaßen überschaubar ist, sodass wir die meisten in unsere Arbeit miteinbeziehen konnten. Bis auf drei Ausnahmen⁵ konnten wir mit Vertreter*innen aller Institute, die wir für unsere Fallauswahl als relevant erachteten, ein Interview führen. So kamen wir schlussendlich dazu, sechzehn Interviews mit Professor*innen oder wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen zu führen (siehe Anhang A).

Erhebungsmethode und Details zur Erhebung

Die *Kontaktaufnahme* mit den Interviewpartner*innen fand via E-Mail und in manchen Fällen zusätzlich via Telefon statt. Bei mangelnder Zeit der angefragten Personen baten wir um die Empfehlung einer anderen geeigneten Person, die wir in fast allen Fällen bekamen. Einige Institute und Ansprechpersonen wurden uns auch in den ersten Interviews von den Wissenschaftler*innen empfohlen, sodass wir letztlich mit Vertreter*innen fast aller Institute sprechen konnten, die unsere Fallauswahlkriterien erfüllten. Insgesamt wurden 16 Interviews geführt, mit einer Länge von 30 bis 60 Minuten. Die Interviews fanden alle im Zeitfenster von Februar bis April 2019 statt und wurden an den jeweiligen Instituten von Nora Krenmayr und/oder Esther Wawerda durchgeführt.

Die Interviews wurden als *Leitfadeninterviews* durchgeführt. Ein Interviewleitfaden hilft, zwischen Strukturiertheit und Offenheit im Interview zu vermitteln und beides zu ermöglichen. Einerseits soll mit den Interviews das Forschungsthema bearbeitet und Fallvergleiche ermöglicht werden. Deshalb enthält der Leitfaden einige zentrale Themen und Fragen, die für die Forschungsfrage relevant sind, und wird in jeweils angepasster Form in allen Interviews verwendet. Auf der anderen Seite sollen die Interviewpartner*innen durch den Leitfaden dazu ermuntert werden, ihre Perspektiven und Vorstellungen ausführlich

⁵Universität Innsbruck: Institut für Infrastruktur – Arbeitsbereich Intelligente Verkehrssysteme, Fachhochschule Kärnten: Electrical Energy and Mobility Systems, Fachhochschule Oberösterreich: Campus Wels – Automotive Engineering

darzubringen und verschiedene Themen zwanglos miteinander zu verknüpfen, sodass sich im Interviewmaterial dann vor allem die Relevanzstrukturen der Befragten abbilden. Das kann erreicht werden, indem die Frageformulierungen nicht fix vorgegeben sind, Ergänzungs- und Vertiefungsfragen bei Bedarf eingebracht werden und keine starre Fixiertheit auf die Reihenfolge und Abfolge aller Fragen besteht (Strübing 2013, 92f.). Der Leitfaden soll also „nicht als zwingendes Ablaufmodell des Diskurses gehandhabt“ werden, damit das Leitfadeninterview dem thematischen Forschungsinteresse des*der Forscher*in sowie dem Expert*innenstatus der interviewten Person gerecht wird (Garz und Kraimer 1991, 448f.).

Der Leitfaden diente uns meist als Gedächtnisstütze, mithilfe derer wir durch das Gespräch moderieren konnten und alle Themen im Blick behielten. Unsere *Themenblöcke* waren dabei a) Zukunftsvorstellungen, b) Vorstellungen über den Wandel: Welche Akteur*innen? Rolle der Wissenschaft? Rolle der eigenen Forschung und Lehre? Welche Hindernisse?, c) Institutionelle Gegebenheiten: Vernetzung, Zusammenarbeit mit anderen Akteur*innen (siehe Anhang B – Leitfaden).

Laut Strübing (2013) finden Datengewinnung, Datenanalyse und Theoriebildung nicht nacheinander statt, sondern als „parallel betriebene Modi des Forschens“ und beeinflussen sich gegenseitig. Das heißt, die Auswertung der Daten beeinflusst die Theoriegenese und wirkt auf den Prozess der Datengewinnung. So kann beispielsweise der Leitfaden noch verändert werden, Fragen können ergänzt werden oder es kann auch während des Prozesses die Auswahl der Fälle noch verändert beziehungsweise gesteuert werden (Strübing 2013). Beides war bei uns der Fall. Nach den ersten Interviews formulierten wir manche Fragen leicht anders und beschlossen, einen zusätzlichen Fokus auf Genderdimensionen in den Technikwissenschaften zu legen, inspiriert von Literatur und bestärkt durch den Umstand, dass unsere ersten Interviewpartner* allesamt männlich gelesen waren. Insgesamt waren in unserem Sample von sechzehn Wissenschaftler*innen nur zwei weiblich gelesene Personen dabei. Weiters wurden wir von Interviewpartner*innen auf weitere für uns relevante Institutionen und Personen hingewiesen und erweiterten so im Laufe der Durchführung der Interviews das Sample.

Je nach Situation konnte die *Selbstdarstellung* von uns als Interviewer*innen wechseln. Meist war es wichtig, am Anfang als Interviewer*in zu zeigen, dass die Themen und Problematiken des Feldes bekannt sind, etwa durch informierte Nachfragen. Bei gewissen Punkten war es aber hilfreich, die Fragen auf eine Art und Weise naiv zu formulieren, um ausführlichere Antworten zu bekommen. Grundlegende Orientierungen und Vorstellungen der Wissenschaftler*innen kommen besser hervor bei einer breit gestellten Frage als bei technischen Detailfragen. Die Wissenschaftler*innen erläutern ihre eigenen Relevanzen ausführlicher, was besonders vorteilhaft ist, wenn es um Deutungswissen geht (Bogner et al. 2014).

Ergänzendes Material

Im Juni 2019 wurde eine Ö1-Sendung der Reihe Science Arena zum Thema „Stadt, Land, Auto! Die Verkehrsdebatte“ ausgestrahlt⁶, mit zwei zentralen wissenschaftlichen Persönlichkeiten der TU Wien im Feld des Verkehrswesens und der Verkehrsplanung. Da die Debatte äußerst spannend war und viele Themen beinhaltete, mit denen wir uns in der Masterarbeit beschäftigen, beschlossen wir, die Sendung mit dem von uns erhobenen Interviewmaterial gleichwertig auszuwerten. Des Weiteren diente uns als Quelle eine E-Mail von einem

⁶<https://oe1.orf.at/programm/20190612/556272/Science-Arena-Kontroversen-der-Wissenschaft>
Zugriff: 18.08.2019

angefragten Interviewpartner, mit dem kein Interview zustande kam, der in der E-Mail aber einige Informationen mitteilte.

Auswertung und Analyse

Alle Interviews wurden mit *Audioaufnahmen* dokumentiert. Wir fragten am Beginn des Interviews, ob wir es aufzeichnen dürfen, und informierten darüber, dass wir in der Arbeit nicht die Namen, jedoch die Institution und Funktion der Person nennen. Die Einverständniserklärungen sind nur teilweise auf Band aufgezeichnet, weswegen allen Befragten die Transkripte per E-Mail geschickt wurden. In der E-Mail kommunizierten wir, dass wir mit diesen Transkripten in der Analyse weiterarbeiten werden.

Für die Auswertung wurden zunächst die Interviews transkribiert. In den *Transkripten* sind alle verbalen Ausdrücke sowie längere Pausen festgehalten, sofern notwendig haben wir grammatikalische Korrekturen vorgenommen, um die Verständlichkeit zu fördern (Strübing 2013, 105f.).

Die *Auswertung* erfolgte aus einer Kombination von induktivem und deduktivem Vorgehen. In einem ersten Schritt wurden die Transkripte systematisch durchgegangen und kleinere Textsequenzen mit Codes versehen, die wir induktiv aus dem Text ableiteten. Dabei wurden ungefähr 900 Codes generiert, die noch sehr nah am Text lagen und als Basis für eine weitere Arbeit dienten (z. B. Akzeptanz der Nutzer*innen spielt eine Rolle, etc.). Im nächsten Schritt leiteten wir auf Basis der wissenschaftlich-theoretischen Literatur in den Bereichen der Transition Studies, kritischen Transformationsstudien und Science and Technology Studies aus unseren daraus resultierenden theoretischen Vorüberlegungen, während wir gleichzeitig die aus dem Text entnommenen Codes im Kopf hatten, inhaltliche Kategorien ab. Diesen Kategorien ordneten wir dann die aus dem Text generierten Codes zu und bündelten somit Letztere zu Codegruppen (Strübing 2013, 118f.). Die zentralen Codegruppen für unsere Arbeit sind:

- Geschlechterverständnis
- Hindernisse für eine Transformation
- Nachhaltigkeitsverständnis
- Ökologisches Krisenbewusstsein
- Relevante Akteur*innen der Transformation
- Relevanz und Aufgaben der eigenen Forschung
- Verständnis von Wissenschaft
- Vorstellungen über neue Technologien (Ebene 1)
- Vorstellungen über veränderte Nutzung (Ebene 2)
- Vorstellungen über alternatives Mobilitätssystem (Ebene 3)
- Zielorientierte vs. wegorientierte Zukunftsvorstellungen
- Zusammenarbeit mit anderen Akteur*innen

Arbeiten zu zweit

Wir haben uns dazu entschieden, diese Arbeit zu zweit zu schreiben, da wir in der interdisziplinären Wissenschaft die Notwendigkeit und das Potenzial sehen, zu kooperieren

und auf kollegiale Art und Weise zusammenzuarbeiten. Während des Studiums und auch in wissenschaftlichen Karrieren in der sozialen Ökologie wird selten völlig alleine an Projekten gearbeitet. Daher erschien es uns nur sinnvoll, auch bei der Masterarbeit so vorzugehen. Konzept, Fragestellung, Methodik sowie zentrale Argumentationslinien haben wir gemeinsam entwickelt. Gemeinsam haben wir auch die theoretische Literatur ausgewählt und erarbeitet. Die Interviewführung und Transkription haben wir untereinander aufgeteilt sowie die Auswertung und Analyse in einem Peer-to-peer-Austausch durchgeführt. Bei der Analyse müssen Forschende notwendigerweise eine kreative, subjektive Eigenleistung bringen. Forschungsergebnisse sind immer Konstruktionen der Forschenden. Jedoch sollen es soziale Konstruktionen sein, was bedeutet, dass sie intersubjektiv vermittelbar sein müssen. Dabei hilft kollektives Forschen in dem Sinne, dass gemeinsame analytische Arbeit am Material vorgenommen wird. Vor allem beim Kodieren ist es ideal, wenn sich mehrere Forscher*innen gegenseitig ergänzen und „in der Spur halten“ (Strübing 2013, 114).

Das Schreiben der Kapitel haben wir untereinander aufgeteilt. Nora Krenmayr war für das Verfassen des Theoriekapitels zu Transition Studies und zur sozial-ökologischen Transformation zuständig sowie für die Analyse der Zukunftsvorstellungen der Technikwissenschaftler*innen. Die Zuständigkeit von Esther Wawerda lag beim Theoriekapitel zu Science and Technology Studies und Engineering Studies sowie in der Analyse bei der Rolle der Technikwissenschaften als Akteur für die Zukunft der Mobilität. Einleitung, Methodenteil und Conclusio haben wir gemeinsam verfasst. Es war möglich und notwendig, unter ständigem Austausch, alle Texte gegenzulesen, zu kommentieren und weiter daran zu arbeiten sowie die Textstruktur gemeinsam durchzudenken.

5. Vorstellungen über die Transformation der (Auto)Mobilität

Wie wir in der Theorie herausgearbeitet haben, zeigt das Konzept der *sociotechnical imaginaries* die Macht von tief verankerten kollektiven Ideen auf, die Erwartungen und Visionen formen, und wie breite zukunftsorientierte Erzählungen bestimmte Pfade legitimieren und andere ausschließen (Jasanoff und Kim 2015). Denn Zukunftserwartungen sind performativ, was bedeutet, dass sie in soziotechnische Entwicklungen eingebettet sind und gleichzeitig auf sie einwirken (Michael 2000). Zukunftsorientierte Diskurse, Praktiken und Materialitäten beeinflussen einerseits das Verständnis von Gesellschaften über Wissenschaft und Technologie und andererseits Akteur*innen und deren Strategien. Damit tragen sie zur Gestaltung und Entwicklung von Technologien oder sogar ganzen Technologiefeldern bei.

Um unsere erste Forschungsfrage zu bearbeiten, gehen wir in diesem Kapitel auf die Vorstellungen über die Transformation der (Auto)Mobilität und einer wünschenswerten und nachhaltigen Zukunft des Mobilitätssystems der interviewten Technikwissenschaftler*innen ein. Die Transition-Studies-Autor*innen Nykvist und Whitmarsh (2008) bieten uns dafür mit ihrem Modell der Innovationsebenen im Mobilitätssystem eine Möglichkeit, die Vorstellungen entlang der drei Ebenen einzuordnen. Die Ebenen sind idealtypisch und als theoretische Kategorien gedacht, die zwar aus der Empirie generiert, aber generalisiert, abstrahiert und idealtypisiert wurden (ebd., 1379). Anhand des Modells diskutieren wir in Hinblick auf unsere zweite Forschungsfrage in den Zwischenfazits Beharrungskräfte des automobilen Systems und Einsatzpunkte, die darüber hinausweisen. Abschließend zeigen wir, als Erweiterung der drei Ebenen, in Bezug auf Michael (2000) Beispiele fundamentaler Kritik am automobilen System auf und stellen zielorientierte Zukunftsvorstellungen und Visionen dar, die in den Interviews artikuliert werden.

5.1. Verständnis von nachhaltiger Mobilität

Wir fragen in den Interviews nach einer Definition von nachhaltiger Mobilität aus der jeweiligen Sicht der Interviewpartner*innen. Wir wählen diese Form der Fragestellung, um einerseits Vorstellungen über wahrscheinlich eintretende Zukünfte und andererseits persönliche Bewertungen sowie mögliche alternative Vorstellungen von einer nachhaltigen zukünftigen Mobilität zu erfahren. Wir entscheiden uns dabei für den Begriff nachhaltige Mobilität, weil er sehr offen und flexibel interpretierbar ist, gleichzeitig aber weit verbreitet ist und in vielerlei Formen und Kontexten genutzt wird. Er bietet uns daher die Möglichkeit, nach Vorstellungen von wünschenswerten Mobilitätssystemen der Zukunft zu fragen, die über eine rein individuelle Vorstellung von Komfort und Bedürfnisbefriedigung hinausgehen und Vorstellungen über gesellschaftliches Zusammenleben auf Basis natürlicher Ressourcen in einem Ökosystem auch für die Zukunft miteinbeziehen. Wir gehen davon aus, dass das Verständnis von nachhaltiger Mobilität der wissenschaftlichen Akteur*innen als Basis zu sehen ist, auf welcher Ebene sie argumentieren. Im Folgenden clustern wir die Aussagen zu nachhaltiger Mobilität, wobei wir uns auf die Definition von nachhaltiger Mobilität von Nykvist und Whitmarsh beziehen, welche auf dem Nachhaltigkeitsdreieck aus Ökonomie, Ökologie und Sozialem basiert (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1374).

Wie bei vielen Interviewfragen, erhalten wir ein diverses Bild verschiedener Verständnisse von nachhaltiger Mobilität. Gemeinsam ist vielen Aussagen ein starker Bezug zur Zukunft. So sollen „die jetzigen Generationen die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen nicht beeinträchtigen“ (INT_7). Interessant ist, dass dieser intergenerationelle Aspekt häufig genannt wird, jedoch nur selten auf intragenerationelle Aspekte, bestehende Ungleichheiten, eingegangen wird. Hier lässt sich eine Zukunftsgerichtetheit des Verständnisses von Nachhaltigkeit erkennen.

Im Feld der *Fahrzeugtechnik* stehen ökologische Aspekte im Vordergrund und als zentrale Maßnahmen für nachhaltige Mobilität werden Verbesserungen oder Veränderungen im Antriebsstrang von Fahrzeugen genannt, welche die Senkung von CO₂ und anderen Emissionen in der Nutzung ermöglichen (INT_4, INT_5, INT_9, INT_13). Einige Interviewpartner*innen weisen auch darauf hin, dass eine breitere Betrachtung über die Effizienz von Motoren hinaus wichtig sei. Dabei wird einerseits die Notwendigkeit einer Energiewende hin zu erneuerbaren Antriebsstoffen für Verbrennungsmotoren sowie zu fossilfreiem Strom für Elektrofahrzeuge betont (INT_5, INT_6) und andererseits wird auf die Betrachtung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen entlang der gesamten Fahrzeugproduktion und -nutzung (well-to-wheel) hingewiesen (INT_9, INT_4). Ein Interviewpartner erwähnt auch den Flächenverbrauch aufgrund von Landnutzungsänderungen für die Produktion von Biotreibstoffen (INT_4). Weiters wird betont, dass neben den Emissionen in der Nutzung auch die Ressourcen, die im Fahrzeugbau benötigt werden, relevant sind und die Notwendigkeit, einen Kreislaufprozess dieser Ressourcen anzustreben (INT_5, INT_11).

In den *Verkehrswissenschaften* stehen bei der Frage über nachhaltige Mobilität ebenfalls ökologische Aspekte im Vordergrund, diese werden aber meist in Bezug zu gesellschaftlichen Fragen betrachtet. Dabei verweisen einige Interviewpartner*innen auf das *Nachhaltigkeitsdreieck*, in dem für eine nachhaltige Mobilität ökologische, soziale wie ökonomische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden müssen. Durch detaillierteres Nachfragen ist zu erkennen, dass das Dreieck auf unterschiedliche Art und Weise interpretiert und an die eigene Arbeit und Forschung angepasst wird. Es wird einmal in Form von Jonglierbällen dargestellt, die nie gleich weit oben stehen können, sondern in verschiedenen

Maßnahmen unterschiedlich gewichtet werden müssen (INT_3). Ein anderer Interviewpartner hingegen betont, dass das Nachhaltigkeitsdreieck gleichschenkelig sein muss, damit alle Dimensionen gleichwertig mitgedacht werden (INT_13).

Einige Interviewpartner*innen nutzen das Dreiecksmodell, um auf die *soziale Dimension* von nachhaltiger Mobilität hinzuweisen. Diese umfasst den Zugang zu Mobilität und die Inklusion unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen wie Kinder, ältere Menschen, Frauen*, Menschen mit geistigen oder körperlichen Beeinträchtigungen, Menschen mit unterschiedlichen ökonomischen Möglichkeiten, Nicht-Autofahrer*innen etc. (INT_3, INT_5, INT_6). Die soziale Dimension bezieht sich ebenfalls auf gesundheitliche Aspekte von Mobilität wie Luftqualität, Lärmstörungen, mangelnde Bewegung durch Automobilität sowie Unfälle (INT_3, INT_6, INT_14). Einige unserer Interviewpartner*innen arbeiten in ihrer Forschung und Lehre zur sozialen Dimension von Mobilität, wobei es häufig um die Frage geht, wie verschiedene Bevölkerungsgruppen in das Mobilitätssystem gut eingebunden werden können, um ihren Bedürfnissen nachzugehen (INT_3, INT_6, INT_14).

Ebenso wird die *ökonomische Dimension* von Nachhaltigkeit hervorgehoben. Hier gibt es unterschiedliche Vorstellungen darüber, was ökonomische Nachhaltigkeit bedeutet. Ein Interviewpartner betont die Wichtigkeit von lokalen Wertschöpfungsketten, um die regionale Wirtschaft zu fördern und den ökologischen Fußabdruck zu verringern (INT_12). Ein anderer versteht unter ökonomischer Nachhaltigkeit, dass sich Mobilitätssysteme langfristig finanziell selbst erhalten können und ohne finanzielle Subventionierung, beispielsweise vonseiten des Staates, funktionieren (INT_3). Besonders in Bezug auf Systeme öffentlichen Verkehrs im ländlichen Raum kritisiert er, dass zu wenig auf ökonomische Aspekte nachhaltiger Mobilität geachtet wird (INT_3). Die ökonomische und die ökologische Dimension werden dabei als einander teilweise entgegenstehend, aber unbedingt miteinander zu vereinen dargestellt.

„Wenn man sieht (...), wir haben jetzt ein ökologisches Problem, dann betont man dieses ökologische Problem vielleicht ein bisschen mehr und sagt, ‚Ich pfeif jetzt einmal kurzfristig auf die Kosten, wir wollen die Gesellschaft ökologisieren, das kostet jetzt einmal ein bisschen Geld‘. In the long run aber muss das Ökonomische genauso mitgedacht werden, weil sonst kann man sich die Ökologie nicht leisten.“ (INT_3)

Ein weiterer Interviewpartner argumentiert ähnlich, dass bei ökologischen Lösungen trotz staatlicher Förderungen und Lenkung die wirtschaftlichen Aspekte und Leistbarkeit nicht vernachlässigt werden dürfen (INT_5). Von Interviewpartner*innen wird die Akzeptanz der wirtschaftlichen Akteur*innen von Maßnahmen und Mobilitätssystemen als wichtig bezeichnet, mit der Begründung, dass ohne diese Veränderungen schwierig seien (INT_3, INT_13, INT_15). Es wird darauf hingewiesen, dass wirtschaftliche, soziale und ökologische Interessen sich im Sinne einer Win-win-Situation bei bestimmten Maßnahmen durchaus treffen können. „Die Industrie und die Wirtschaft sollen daraus Gewinne machen, wenn sie etwas Positives beitragen. Und wir kriegen eine sichere, saubere Mobilität, wo die Zugänglichkeit verbessert ist.“ (INT_15) Die verschiedenen Vorstellungen über ökonomische Aspekte nachhaltiger Mobilität prägen auch die Forschung und Lehre. Am Institut für Raumplanung der TU Wien wird mit ökonomischen Bewertungsverfahren wie Kosten-Nutzen-Analysen und mit Angebot-Nachfrage-Modellen geforscht und gearbeitet (INT_3).

Von manchen Interviewpartner*innen wird aber betont, dass ökonomische Ziele bestimmter Interessengruppen allgemeinen, sozialen und ökologischen Zielen der Gesellschaft widersprechen können (INT_2, INT_7, INT_14, INT_16). Der Fokus oder auch nur die Einbeziehung ökonomischer Aspekte in Maßnahmen für nachhaltige Mobilität wird daher sehr

kritisch gesehen. Eine Vorstellung wachstumsbasierter wirtschaftlicher Nachhaltigkeit wird als im Gegensatz zu einer zukunftsfähigen Mobilität stehend gesehen (INT_2, INT_7).

„Was ich für einen völligen Humbug halte, ist, da die Wirtschaft reinzubringen, wirtschaftliche Nachhaltigkeit. Zumindest das, was – der Begriff Nachhaltigkeit ist, finde ich ja, mittlerweile wirklich komplett diskreditiert. Es gibt ein nachhaltiges Wachstum und weiß der Kuckuck was alles. Aber bei Nachhaltigkeit geht es eben darum, wirklich langfristig die Lebensfähigkeit auf dem Planeten Erde für die Menschheit zu erhalten.“ (INT_7)

Ein weiteres Ergebnis unserer Analyse liefern die Antworten auf die Fragen nach einer *wünschenswerten Zukunft* von Mobilität. Wir stellten die Frage in dieser Form, da die Bewertung von Zukunft als positiv oder negativ eine starke performative Kraft hat und Handlungsrichtungen prägt (Michael 2000, 30). Häufig wird in den Antworten der Wunsch nach weniger motorisiertem Individualverkehr geäußert (INT_6, INT_14, INT_7, INT_2). Teilweise divergieren jedoch die Vorstellung von einer wünschenswerten Zukunft aus persönlicher Sicht und die Definition einer nachhaltigen Mobilität. „Eine wünschenswerte Zukunft (...) auf die Mobilität bezogen, oder? Denke ich, aus Ego-Sicht, wäre es wünschenswert, dass wir den Komfortlevel, den wir heute haben, auch 2050 haben.“ (INT_10) An anderer Stelle wendet der Interviewpartner ein, dass die aktuelle motorisierte Individualmobilität zwar sehr komfortabel, aber eben nicht nachhaltig sei und dass für eine zukunftsfähige Mobilität auch die Umweltauswirkungen mitgedacht werden müssen (INT_10). Der Widerspruch zwischen individuellen, kurzfristigen Präferenzen und einer umfassenderen Vorstellung von nachhaltiger Mobilität für alle zeigt sich auch deutlich in folgender Aussage eines Interviewpartners: „Wenn die ASFINAG jetzt sagen würde, die Autobahnvignette kostet nächstes Jahr doppelt so viel, sage ich als Verkehrsplaner ‚super‘, als Privatperson sage ich ‚um Gottes Willen‘. Also, es gibt immer zwei Sichtweisen.“ (INT_3) Hier zeigt sich eine Trennlinie, welche manche Wissenschaftler*innen zwischen ihrer Arbeit in Forschung und Lehre und ihren Vorstellungen und Präferenzen als Privatperson ziehen. Damit verweist die Aussage auf eine Art kognitive Dissonanz.

Zwischenfazit

Die Nennung des Nachhaltigkeitsdreiecks durch mehrere Interviewpartnern*innen mit Betonung der Gleichwertigkeit der ökologischen, sozialen und ökonomischen Dimension beziehungsweise der Hervorhebung von ökonomischer Nachhaltigkeit in Bezug auf nachhaltige Mobilität impliziert ein konservatives Nachhaltigkeitsverständnis und Wachstumsdenken. Dem gegenüber stehen die Aussagen mancher Interviewpartner*innen, die betonen, dass die Dimensionen miteinander in Konflikt stehen können, und vor allem die Kritik am Fokus auf ökonomische Aspekte.

In den Definitionen nachhaltiger Mobilität zieht sich eine Art unsichtbare Trennlinie zwischen den Instituten der Fahrzeugtechnik und der Verkehrswissenschaften. Beiden ist ein tendenzieller Fokus auf *ökologische Aspekte* gemein. Vertreter*innen der Fahrzeugtechnik fokussieren dabei aber eher auf Schadstoffemissionen sowie Ressourcenverbrauch in Bau und Nutzung des Fahrzeuges. Karwat (2012) zufolge wird in einer solchen Betrachtungsweise, welche auf Emissionsminderung und Effizienzsteigerungen fokussiert, der Klimawandel als Nebenprodukt bestimmter Technologien und nicht als prinzipielle Folge von Technologien gesehen. Somit wird Klimawandel als ein Kohlenstoffdioxidproblem und als mit technischen Maßnahmen und neuen Technologien lösbar dargestellt, wodurch sozioökonomische und politische Ursachen vernachlässigt werden. Vertreter*innen der Verkehrsplanung nennen auch andere ökologische Probleme, wie Versiegelung, Flächenverbrauch und

Biodiversitätsverlust (INT_6), und gehen öfter bzw. tiefergehend auf soziale und ökonomische Aspekte einer nachhaltigen Mobilität ein. Das Verständnis von nachhaltiger Mobilität der wissenschaftlichen Akteur*innen sehen wir als Grundlage dafür, auf welcher Ebene von ihnen argumentiert wird, und es braucht eine Vorstellung von nachhaltiger Mobilität für die Formulierung von positiven Zukunftsvorstellungen.

5.2. Vorstellungen entlang der Innovationsebenen für Sustainability Transitions

Das Modell der Innovationsebenen von Nykvist und Whitmarsh (2008) bietet uns die Möglichkeit, die Vorstellungen der wissenschaftlichen Akteur*innen über die Zukunft und Entwicklung von (Auto)-Mobilität entlang der drei Ebenen einzuordnen. In unseren Interviews kommt es dabei zu Überschneidungen der Ebenen. Aussagen unsere Interviewpartner*innen sind oftmals widersprüchlich, nicht klar abzugrenzen und einer Ebene zuzuordnen. Wir verorten in unserer Analyse Einsatzpunkte und Beharrungskräfte nicht konkret auf der Ebene der Nischen oder des Regimes, da die Technikwissenschaften allgemein nicht eindeutig eingeordnet werden können. Einerseits sind technikwissenschaftliche Institutionen und Technikwissenschaftler*innen Teil des Regimes und wirken stabilisierend, andererseits könnten bzw. sollten sie Orte für „radikale“ Nischen und Innovationen sein. Diese Ambivalenz kommt in unseren Interviews deutlich zum Vorschein.

5.2.1. Ebene 1 – Techno-Fix und ökologische Modernisierung – „Also wir denken, dass es die Einheitsantriebslösung nicht gibt“

Bei der ersten Ebene handelt es sich um *neue Technologien*, worunter sowohl Effizienzsteigerungen vorhandener Technologien als auch neue Fahrzeugtechnologien und Antriebskonzepte fallen. Wie sehr das derzeitige Regime herausgefordert wird, hängt davon ab, in welchem Ausmaß neue Infrastrukturen, technische Entwicklungen und Verhaltensänderungen nötig sind. Die Mobilitätspraxen bleiben auf dieser ersten Ebene jedoch weitestgehend gleich. Nykvist und Whitmarsh (2008, 1379) sehen die erste Innovationsebene als teilweise stimmig mit Interessen der Akteur*innen des automobilen Regimes, häufig jedoch in einem antagonistischen Verhältnis zu Mineralölfirmen stehend. Die Innovationsebene 1 lässt sich mit dem *Techno-fix-Ansatz* gleichsetzen, im Zuge dessen technologische Innovation vorangetrieben werden, um ökologische und soziale Probleme zu lösen (Lyons 2012). Auf die Frage nach den wichtigsten Themen und Schlagworten in Bezug auf die Automobilität in den nächsten Jahren erhalten wir viele Antworten, die sich innerhalb der ersten Innovationsebene bewegen, auf einem Spektrum von Effizienzsteigerungen beim Verbrennungsmotor bis hin zu neuen Antriebskonzepten, wobei in den Aussagen mehrerer Interviewpartner*innen ein Glaube an technologischen Fortschritt deutlich wird.

Alle Interviewpartner*innen sind sich einig, dass fossile Treibstoffe nicht nachhaltig sind. Infolgedessen besteht auch große Übereinstimmung darin, dass es zu einer Mischung aus (neuen) Antriebssträngen kommen wird, wobei noch nicht entschieden ist, welcher der dominierende sein wird. Aufgrund der EU-Gesetzgebung gehen aber viele zurzeit von einer Elektrifizierung aus. Trotzdem wird nicht mit einem Aussterben des Verbrennungsmotors gerechnet, sondern mit einer Weiterentwicklung desselben und damit, dass dieser für bestimmte Segmente, wie Schwer- und Fernverkehr und Luxusautos, weiterhin relevant sein wird. In diesem Zusammenhang sprechen Interviewpartner*innen von synthetischen und biogenen Kraftstoffen als Alternative zu fossilen Treibstoffen sowie von einer Hybridisierung.

Daher bleiben laut den Interviewpartner*innen neben der Forschung zu neuen Antriebstechnologien auch Forschung und Lehre zum Verbrennungskonzept relevant. In der *Absage an fossile Energieträger* als Teil einer nachhaltigen Mobilität sind sich alle interviewten Wissenschaftler*innen einig. Mehrmals wird in den Interviews festgehalten, dass eine nachhaltige Mobilität nur funktionieren kann, wenn Produktion und Nutzung nicht auf fossiler Energie basieren (INT_5, INT_10, INT_11, INT_13).

„Und das, was wir jetzt machen, hier fossile Brennstoffe verbrennen, die Jahrtausende gebraucht haben, dass sie diese Energiedichte bekommen, und den ganzen Kohlenstoff, der da drinhängt quasi in die Luft blasen, das ist nichts Nachhaltiges. Das heißt, die Mobilität, die wir derzeit haben, ist keine nachhaltige Mobilität. Das ist klar.“ (INT_5)

In diesem Zusammenhang wird von mehreren festgehalten, dass das Ende der Nutzung von fossilen Treibstoffen nicht in Verbindung mit Peak Oil stehen sollte (INT_5, INT_9). Denn das vorhergesagte Ende der Verfügbarkeit von Erdöl verschiebt sich immer wieder nach hinten durch neue Förderungsmethoden (INT_7). Daher muss das Kriterium die Umweltverträglichkeit sein und nicht die Verfügbarkeit von fossilen Treibstoffen (INT_9). Das Ende der Nutzung fossiler Treibstoffe bedeutet aber vor allem für Interviewpartner*innen von Seiten der Fahrzeugtechnik *kein Ende des Verbrennungskonzeptes* (INT_4, INT_9, INT_10, INT_11). Zwar besteht bei unseren Interviewpartner*innen ein breiter Konsens darüber, dass der Verbrenner im Mittelklassensegment stark zurückgehen wird, aufgrund der Emissionsgesetzgebung, des Abgasskandals und der Deseleinfahrverbote in Städten. Es gibt verschiedene Einschätzungen darüber, in welchem Zeithorizont und in welchem Ausmaß dieser Rückgang stattfinden wird.

„Wir sind uns auch einig, dass die Verbrennungskraftmaschine nicht mehr dieser dominierende Antrieb sein wird. Es wird über kurz oder lang sicherlich der Elektromotor werden. Aber ich bin mir auch ganz sicher, dass die Verbrennungskraftmaschine in Teilbereichen unersetzbar ist. Das geht einfach nicht anders. Nur der Anteil wird nicht mehr zu, so wie wir es jetzt haben, zu 99 % sein. Die Frage, was sich da tut, wenn Sie von kurzfristig reden, würde ich so sagen 5–10 Jahre, jetzt im Denken der Automobilindustrie.“ (INT 11)

Einige der Wissenschaftler*innen sprechen von einem Fortbestand des Verbrennungsmotors für bestimmte Segmente wie Schwer- und Langstreckentransporte, aufgrund seines hohen Wirkungsgrades und seiner Reichweite. Dabei wird betont, dass der Verbrennungsmotor nicht mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden muss, wobei oft synthetische und biogene Kraftstoffe als Alternative genannt werden (INT_9, INT_10, INT_11). Ein Interviewpartner vom Institut für Fahrzeugtechnik der TU Graz argumentiert jedoch, dass es für den Diesel noch eine Zukunft mit geringeren Stückzahlen im höheren Premium-Preissegment, also Luxusautos und SUVs, gibt. Denn für dieses Segment ist die technisch aufwendige und teure Abgasnachbehandlung möglich (INT_10). Dabei rechnen Interviewpartner*innen von der Fahrzeugtechnik mit einer Hybridisierung des Dieselfahrzeuges bis 2030 (INT_4, INT_10). *„Aber das wissen eh alle, dass der reine Diesel bis 2030 um den Elektromotor erweitert sein wird. Das ist ganz klar, weil das ein sehr gutes Zusammenspiel ergibt, beim Benziner sogar noch mehr.“ (INT_4)*

Trotz des erwarteten Rückgangs der Verbrennungstechnologie wird an allen Instituten der Fahrzeugtechnik weiterhin an ihr geforscht, und sie hat einen Platz in der Ausbildung der Studierenden. Manche Interviewpartner*innen berichten von Bedenken von Seiten der Studierenden, sich auf den Verbrenner zu spezialisieren, aufgrund der öffentlichen Debatte über das Auslaufen des Verbrennungsmotors (INT_4, INT_9). Ein Interviewpartner von der

Fahrzeugtechnik, TU Wien, sagt dazu: „Also viele Studenten – habe ich den Eindruck – haben auch die Angst, dass es den Verbrennungsmotor morgen nicht mehr geben wird. Also das ist nicht so.“ (INT_4) Ein Interviewpartner der FH Joanneum erzählt ebenfalls, er werde häufig mit Ängsten von Seiten der Bewerber*innen oder auch ihrer Eltern konfrontiert, hinsichtlich der Rolle der Verbrennungskraftmaschine in der Lehre (INT_11) Die Besorgnis ist laut den Fahrzeugtechniker*innen jedoch unbegründet, da die Verbrennungstechnologie zu den Kompetenzen im Studium zählt und an der Technologie noch weiterhin im universitären und industriellen Bereich geforscht werden wird (INT_4, INT_9, INT_11).

„Selbst wenn, ist man ja als Ingenieur ausgebildet. Also man kann dann ja auch etwas anderes entwickeln. Also viele haben da, glaube ich, die Bedenken, dass sie in der Sparte –quasi sicher medial bedingt – nichts finden. Aber das ist klar nicht der Fall. Im Gegenteil, AVL ist da sehr direkt und die sagen, wie viel sie denken, dass in Zukunft gebraucht wird.“ (INT 4)

Bei den Wissenschaftler*innen herrscht die Annahme vor, dass es zu einer *Mischung verschiedener Antriebe* kommen wird, wobei noch nicht feststeht, welcher dominieren wird. Viele der Interviewpartner*innen halten es zum gegenwärtigen Zeitpunkt für nicht absehbar, welche der Antriebsarten sich durchsetzen werden und in welchem Verhältnis (INT_2, INT_4, INT_6, INT_11, INT_12, INT_2). Als mögliche zukünftige Antriebe werden genannt: Hybridfahrzeuge, wasserstoffbasierte Antriebe, Brennstoffzellenantriebe und vollelektrische Antriebe sowie Antriebe mit synthetischen und biogenen Kraftstoffen (INT_6, INT_9, INT_10).⁷ Dementsprechend gestaltet sich auch die Forschung. So sind etwa an der TU Wien am Institut für Fahrzeugtechnik mittlerweile 60 Prozent der Forschungsprojekte mit alternativen Antrieben verbunden, etwa Brennstoffzelle, Wasserstoff und Batteriealterung (INT_4, Mail_18). Die restlichen 40 Prozent der Projekte liegen noch im Bereich des klassischen Verbrennungsmotors mit dem Fokus auf Abgasnachbehandlung (INT 4).

Bei den *Vor- und Nachteilen der verschiedenen Antriebsarten* gehen die Meinungen sehr auseinander, was eng mit dem eigenen Forschungsbereich zusammenhängt (INT_5, INT_9). Von einigen Interviewpartner*innen werden *wasserstoffbasierte Antriebe* als relevant genannt, vor allem für Fern- und Schwerverkehr (INT_4, INT_9, INT_13). An der TU Graz, wo sich ein Wasserstoffforschungstestzentrum mit der OMV als Partner befindet, spielt die Forschung in dem Bereich eine große Rolle und es wird Wasserstoff Potenzial zugeschrieben (INT_9). Andere Interviewpartner*innen aus der Fahrzeugtechnik äußern hingegen Kritik an wasserstoffbetriebenen Antrieben. Als fraglicher Punkt wird vor allem die Frage der Wasserstoffgewinnung adressiert (INT_5, INT_11). Laut einem Interviewpartner der TU Graz wäre ein Kreislaufprozess möglich, wenn Wasserstoff mit Elektrolyse hergestellt wird (INT_10). Ein Interviewpartner von der FH Joanneum in Graz argumentiert jedoch, dass der durch Elektrolyse hergestellte Wasserstoff zwar nachhaltig ist, aber der Anteil an der gesamten Wasserstoffproduktion im einstelligen Prozentbereich liegt. In der Industrie wird Wasserstoff hingegen aus Methan gewonnen.

⁷*Wasserstoffverbrennungsmotor* : Wasserstoff, gewonnen aus Erdgas oder Elektrolyse wird als Kraftstoff für den Verbrennungsmotor eingesetzt.

Brennstoffzellenantrieb: Wasserstoff – Sauerstoff – Brennstoffzelle mit Elektromotor. Der Wasserstoff wird rückverstromt über die Brennstoffzelle.

Hybridfahrzeuge: kombinieren den Verbrennungsmotor mit einer elektrischen Antriebsmaschine. Es gibt noch eine Differenzierung in mild, strong, plug-in.

„Und wenn ich das aus Methan heraushole, frage ich mich, es ist ja gleich unsinnig, wie mit Benzin und Diesel zu fahren. Weil, es ist wiederum ein Primärenergieträger. Und daraus dann Wasserstoff zu erzeugen, um einen quasi Öko-Abdruck zu hinterlassen und zu sagen, ‚ich bin so sauber, ich bin so grün‘, das ist Fake.“ (INT_11)

Er schlussfolgert, dass im Bereich Wasserstofffahrzeuge das Theorieverständnis da ist, aber der Praxisbezug fehlt. Von Seiten seines Instituts gibt es aber auch Ansätze einer Zusammenarbeit mit AVL, wo das Thema „neu ganz hoch angeschrieben“ ist (INT_11).

Ein Interviewpartner von der FH Campus Wien, der selbst im Elektromobilitätsbereich forscht, hat ebenfalls eine kritische Einstellung gegenüber Wasserstoff, da Wasserstoffgewinnung durch Elektrolyse einen niedrigen Gesamtwirkungsgrad von 30 % hat und für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge eine aufwendige Infrastruktur nötig ist (INT_5). Er äußert die Meinung, dass „die Treiber dahinter auch sehr die Mineralölfirmen sind, die natürlich dann hoffen, dass sie weiter ihre fossilen Brennstoffe wie Erdgas hier bereitstellen können und sich das grüne Mäntelchen umhängen“ (INT_5).

Generell zeichnet sich in den Interviewantworten eindeutig die *Industrie als stärkste Beharrungskraft* gegen einen Umstieg bei der Antriebstechnologie ab (INT_5, INT_6, INT_11, INT_12). Auf die Frage, was zurzeit das größte Hindernis für eine nachhaltigere Mobilität ist, antworteten viele Interviewpartner*innen, dass es das Konzerndenken und die kurzfristige Gewinnorientierung der Industrie seien (INT_2, INT_5, INT_6, INT_11, INT_12, INT_15). Die Gewinnspanne im Bereich des klassischen Fahrzeugverkaufs mit Verbrennungsmotor sei derzeit noch zu hoch, so dass die Autoindustrie das Modell nicht aufgeben will (INT_12, INT_15). „Ich muss das vorhandene Modell so lange wie möglich ausquetschen. Das vorhandene Geschäftsmodell heißt Verbrennungskraftmaschine und Vehicle Sales.“ (INT_15) In diesem Zusammenhang wird auch hervorgehoben, dass fossile Mobilität noch immer am kostengünstigsten ist (INT_9). Demensprechend gestaltet sich auch die industrielle Forschung.

„Automobilhersteller werden natürlich so forschen, dass sie möglichst kostengünstig möglichst viele Fahrzeuge anbieten können, und das wird in der nächsten Zeit jedenfalls der Verbrennungsmotor sein, weil er einfach der billigste ist, ganz klar, und weil er die meisten Möglichkeiten hat.“ (INT_4)

Insbesondere wird von zwei Interviewpartnern* die Mineralölindustrie als Beharrungskraft hervorgehoben, da diese daran interessiert ist, weiterhin Öl und Gas im großen Stil zu verkaufen (INT_5, INT_9). Das bestätigt die These von Nykvist und Whitmarsh (2008, 1380), dass Innovationen auf der Ebene 1 in einem antagonistischen Verhältnis zu Mineralölfirmen stehen.

Eine Interviewpartnerin führt die Beharrungskraft auf Seiten der Automobilindustrie auf die *Identität der Ingenieure* zurück. Vor allem die deutsche Automobilindustrie agiere deshalb langsam bei der Umstellung zur Elektromobilität – „Jetzt plötzlich ist der Verbrennungsmotor nichts mehr wert und ich muss so einen billigen Elektromotor da reinbauen. Das ist total unspannend.“ (INT_6) Ein ähnliches Argument findet sich bei einem anderen Interviewpartner, der auch von der „Benzinbruderfraktion“ spricht (INT_5).

„Sehr viele OEMs, die sind halt aus ihrer Geschichte heraus gesehen noch sehr, sehr verbrennungsmotoraffin. Da sitzen zig Techniker herum, die wirklich top sind, die wirklich viel können. Aber das ist halt noch immer so ein bisschen maschinenbaulastig von der Struktur her.“ (INT_5)

Trotz dieser Beharrungskraft der Akteur*innen, die am Verbrennungsmotor festhalten, besteht bei den Interviewpartner*innen hohe Übereinstimmung darüber, dass die

Elektrifizierung des Antriebsstrangs zurzeit ein wichtiges Thema ist (INT_4, INT_6, INT_7, INT_9, INT_10). „Wir sind uns auch einig, dass die Verbrennungskraftmaschine nicht mehr dieser dominierende Antrieb sein wird. Es wird über kurz oder lang sicherlich der Elektromotor werden.“ (INT_11)

Mehrfach wird in den Interviews hervorgehoben, dass ein Umstieg zum Elektroantrieb unbedingt mit einer *Energiewende* verbunden sein muss, Ressourceneffizienz und Energieeffizienz seinen zusammendenken (INT_4, INT_5, INT_9, INT_10). Denn die Nachhaltigkeit von Elektrofahrzeugen hänge stark von der Stromerzeugung, ab und wenn der Strom etwa aus Kohle gewonnen wird, kann es mitunter in Summe sogar zu einem höheren CO₂-Ausstoß kommen als bei Dieselfahrzeugen (INT_10). Nach Einschätzung einiger Interviewpartner*innen könnten durch einen mit einer Energiewende verbundenen Umstieg auf Elektroantriebe das CO₂-Problem deutlich verbessert, weniger Schadstoffemissionen erreicht und der Lärm in Verbindung mit Geschwindigkeitsbeschränkungen ebenfalls reduziert werden (INT_5, INT_6, INT_13). Damit wäre, laut einer Interviewpartnerin vom Institut für Verkehrswesen der BOKU, im Sinne der Nachhaltigkeit bereits viel gewonnen, obwohl die Problematiken des Flächenverbrauchs und des Biodiversitätsverlusts weiterhin bestehen (INT_6). Eine Interviewpartnerin vom AIT hingegen hält fest, dass ein Umstieg auf Elektroantrieb bei weitem nicht reicht, um die Klimaziele zu erreichen (INT_14). Weiters wird aus einer globalen Perspektive gegen den Elektroantrieb als Lösung argumentiert, aufgrund der nötigen Ressourcen zur Batterieherstellung wie Lithium, welche unter sozialen und ökologischen Missständen im Globalen Süden abgebaut werden (INT_1, DIS_17).

Die zunehmende Elektrifizierung wird vor allem auf die *Emissionsgesetzgebung* auf EU-Ebene zurückgeführt (INT_5, INT10). Ein Interviewpartner von der TU Wien berichtet auch, dass es in den letzten Jahren schwierig gewesen ist, ohne Elektrifizierung im Titel in Österreich Forschungsgelder zu bekommen (INT_2). Dies deckt sich mit der Analyse von Nykvist und Whitmarsh (2008, 1381) welche als Antriebskräfte auf der Innovationsebene 1 die zunehmend strengere Emissionsgesetzgebung und die Förderungen von Elektrofahrzeugen und deren Infrastruktur auf nationaler und kommunaler Ebene ausmachen. Kritisiert wird vor allem von der Fahrzeugtechnikseite, dass Elektrofahrzeuge aber nicht CO₂-neutral sind, jedoch fälschlicherweise gesetzlich so behandelt werden, da die vorgelagerten Emissionen in der Produktion außer Acht gelassen werden (INT_4, INT_5, INT_9, INT_13, DIS_17). Ein Interviewpartner vom Institut für Fahrzeugtechnik der TU Wien bezeichnet die Abgasgesetzgebung der EU dabei als einen Lenkungsmechanismus zu Elektrofahrzeugen zu Ungunsten von synthetischen und biogenen Kraftstoffen (INT_4). Er fordert einerseits, dass die EU „objektiver und nicht technologieeinschreitend“ agieren sollte (INT_4). Ein anderer Interviewpartner spricht sogar von einer „Verteufelung“ des Verbrennungskonzeptes und bezeichnet sie als großen Fehler (INT_11).

„Weil vielleicht könnte man da auch noch nachschärfen. Aber es wird so politisch, der wird so an den Pranger gestellt, der Diesel, obwohl er vom Wirkungsgrad wesentlich besser ist als der Otto-Motor. Aber er wird sozusagen an den Pranger gestellt, dass man ablässt und auch wieder politisch das beeinflusst.“ (INT_11)

Am Beispiel der Elektromobilität zeigt sich, dass Erwartungen eine relevante Rolle für Technologieentwicklung spielen. Die Einschätzungen, wie weit entwickelt und verbreitet Elektromobilität schon ist, sind innerhalb der Fahrzeugtechnik durchaus unterschiedlich. Es gibt sehr divergierende Einschätzungen zum derzeitigen Stand und dem Potenzial von Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge, was auch auf unterschiedliche Erwartungshaltungen bezüglich der Entwicklung und Durchsetzung von Elektromobilität

hindeutet (INT_4, INT_5). So werden von Interviewpartner*innen der Fahrzeugtechnik Zweifel an der Kundenakzeptanz geäußert, aufgrund der Defizite bei Batterien und langen Ladezeiten (INT_11), und eine Gesamtabdeckung durch Elektrofahrzeuge wird für unrealistisch gehalten (INT_9). Die Leistbarkeit von Elektrofahrzeugen wird ebenfalls thematisiert. Mehrfach wird geäußert, dass die Fahrzeuge noch teuer sind, wobei infrage gestellt wird, ob das von Nutzer*innen akzeptiert wird. Einige Interviewpartner*innen stellen dies auch als Klassenfrage dar (INT_4, INT_5, INT_8, INT_13). Ein Interviewpartner, der selbst im Elektromobilitätsbereich forscht und lehrt, ist aber überzeugt, dass die neuesten Elektrofahrzeuge, die auf den Markt kommen, Benzin- und Dieselfahrzeugen in Bezug auf Fahrleistung und Komfort bereits überlegen sind und die Reichweite von Elektrofahrzeugen – mit 400km – für den normalen Gebrauch ausreicht (INT_5).

Wie in der Theorie ausgeführt, manifestieren sich *Erwartungen von Zukünften materiell*, im Mobilitätsbereich etwa in Form von Prototypen, Testzentren und Infrastrukturen (Konrad et al. 2017, 467). So finden neue Antriebstechnologien wie Elektrifizierung und Wasserstofftechnologie auch Eingang in Forschung und Lehre an den fahrzeugtechnischen Instituten (INT_4, INT_5, INT_10, INT_11). Die FH Campus Wien bietet einen Masterstudiengang mit dem Namen „Green Mobility“ mit dem Schwerpunkt Elektromobilität an (INT_5).⁸ An der FH Joanneum wurde mit Studierenden in Kooperation mit Magna ein Prototyp eines Leichtfahrzeuges mit Elektroantrieb hergestellt (INT_11). Die TU Graz betreibt gemeinsam mit der OMV ein Wasserstoffforschungstestzentrum (INT_9). Ein Interviewpartner berichtet, dass dieses Forschungszentrum von Höhen und Tiefen begleitet ist – so fand die Gründungsphase in einem Hype um Wasserstoff statt, auf die folgte aber eine „Depression, weil plötzlich die ganzen Partner abgesprungen sind, weil niemand mehr Interesse hatte. Auch die Förderung war plötzlich weg“ (INT_11). Das zeigt, dass Investitionen und daher Materialitäten von der Erwartung der zukünftigen Entwicklung einer Technologie abhängen.

In den Antworten mehrerer Interviewpartner*innen drückt sich ein Glaube an *technologischen Fortschritt* aus (INT_4, INT_13, INT_15, INT_16). Es werden Aussagen getätigt, wie dass es bis 2050 ökologischere Technologien geben wird, die den Individualverkehr weiterhin ermöglichen werden (INT_16) und dass die zukünftige Mobilität „grüner und digitaler“ (INT_13) wird. Ein Interviewpartner von AustriaTech betont auch, dass Vertrauen auf Technologie wichtig ist, damit neue Technologien ausprobiert und eingeführt werden (INT_15). Besonders prägnant ist die Aussage eines Interviewpartners, der argumentiert, dass die Wissenschaft in der Vergangenheit immer Lösungen für Herausforderungen die Mobilität betreffend gefunden hat: „Die Wissenschaft ist überhaupt der Grund, warum wir Mobilität in der Form haben. Egal welche Herausforderungen es irgendwie gegeben hat, hat es immer irgendwelche wissenschaftliche Lösungen gegeben, um es zu lösen.“ (INT_4) Diese Aussagen drücken den Glauben an einen immerwährenden evolutionären, technologischen Fortschritt aus. Wie in der Theorie ausgeführt, wirkt dieser Glaube an technologischen Fortschritt als Versprechen, gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Probleme zu lösen. Dadurch können sowohl Vorstellungen als auch Handlungen legitimiert werden. Das obige Zitat veranschaulicht auch, wie Vorstellungen über zukünftigen technologischen Fortschritt oft in Bezug zur Vergangenheit und früheren technologischen Weiterentwicklungen gesetzt werden (van Lente 2000, 46).

⁸<https://www.fh-campuswien.ac.at/en/study-courses/technik-master/green-mobility.html> Letzter Zugriff: 30.10.2019

Über die erste Ebene hinaus weisen die Aussagen einiger Interviewpartner*innen sowohl von Seiten der Fahrzeugtechnik als auch des Verkehrswesens, welche die *einseitige Fokussierung auf Technologieoptimierung* kritisieren und *Reboundeffekte* nennen (INT_2, INT_4, INT_14). Ein Interviewpartner vom Institut für Verkehrsplanung, TU Wien, hält fest, dass „Technologie alleine nicht ausreichen wird“ (INT_2). Er spricht von notwendigen Verhaltensänderungen der Nutzer*innen sowie strukturellen Veränderungen und kritisiert die Fahrzeugtechnik:

„Die glauben noch immer, ‚wenn ich heute irgendwie ein Auto optimier, dass das dann gut für die Gesellschaft ist‘. Ist es nicht. Das wird überkompensiert. Das Problem haben wir ja gehabt. Wir haben ja gehabt: Es kommen kleinere Autos daher, die sind billiger, oder brauchen nicht so viel Treibstoff und dann glauben die Leute, ‚aha, jetzt kann ich mehr Auto fahren und ich verhalte mich umweltfreundlich‘.“ (INT_2)

Auch ein Interviewpartner von der Fahrzeugtechnik an der TU Wien argumentiert, dass Regulierungen nötig sind, um Reboundeffekte zu verhindern. Es brauche parallel zur Förderung von Elektrofahrzeugen mehr Steuerung zugunsten des öffentlichen Verkehrs (INT_4).

Zwischenfazit

Als *Beharrungskraft*, die das automobiler System stabilisiert, sehen wir auf Seiten der technikwissenschaftlichen Akteur*innen den *Glauben an technologischen Fortschritt* von Seiten einiger Interviewpartner*innen, der sich auch im Forschungsfokus auf *Effizienzsteigerungen beim Verbrennungsmotor* und *neue Antriebstechnologien* ausdrückt. Hier stellt die Unsicherheit darüber, welcher Antrieb sich durchsetzen wird, eine weitere Beharrungskraft dar, da sie das Festhalten am Verbrennungsmotor unterstützt. In den Interviews wird in diesem Zusammenhang öfters als mögliche Ökologisierung des Verbrennungsmotors die Verwendung von *alternativen Kraftstoffen* genannt (INT_4, INT_9, INT_10). Diese sollen zu einer geringeren Umweltbelastung führen, lassen jedoch viele Bereiche weitgehend gleich – die traditionelle Autoindustrie produziert weiterhin Verbrennungsmotoren und die Infrastruktur für die Nutzung der Autos sowie die Mobilitätspraxen der Nutzer*innen bleiben unverändert. Eine breite Nutzung von biogenen Kraftstoffen etwa hätte gravierende Auswirkungen auf den Flächenverbrauch, wo es mitunter zur Konkurrenz mit landwirtschaftlichen Flächen und damit der Lebensmittelproduktion und -versorgung kommt (Raman und Mohr 2014). Auf die Problematik des Flächenverbrauchs durch biogene Kraftstoffe nimmt jedoch nur ein Interviewpartner Bezug (INT_4).

Alternative Antriebsarten wie *Elektrofahrzeuge* und *Hybridfahrzeuge* bedeuten zwar Änderungen in der Infrastruktur durch Ladestationen, ermöglichen für Nutzer*innen aber ebenfalls weitestgehend ein Beibehalten der Mobilitätspraxen. Plug-in-Hybride sind Fahrzeuge mit einem Verbrennungs- und Elektromotor mit aufladbarer Batterie und können auf kürzeren Strecken elektrisch fahren. Sie gehen wie rein elektrische Fahrzeuge mit null Emissionen in die Berechnungen des Flottenwerts ein, was von mehreren Interviewpartner*innen kritisiert wird (INT_4, INT_5, INT_9, INT_13, DIS_17). Gerade die Batteriezellen-Produktion ist nämlich sehr CO₂-intensiv, und nur wenn der Strom vollständig aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, emittieren Elektroantriebe kein CO₂ in der Nutzung (Hartung 2018, 562). Der Einsatz von Elektroautos ist daher nur ökologisch sinnvoll, wenn die Stromerzeugung auf erneuerbaren Energien basiert, der Verlagerung vom öffentlichen Verkehr auf die Straße durch Elektrofahrzeuge entgegengewirkt wird und Elektrofahrzeuge als Ersatz und nicht als Ergänzung dienen (Hartung 2018, 563).

Es handelt sich auf dieser ersten Ebene mit Brand und Wissen (Brand und Wissen 2017, 141) gesprochen um marktförmige und technofixierte Strategien einer *ökologischen Modernisierung der Automobilität*. Im Zuge dieser wird auf Krisenphänomene mit technologischen Lösungsvorschlägen reagiert, ohne gesellschaftliche Veränderungsprozesse oder dahinterliegende Machtstrukturen anzusprechen. So wird auf Effizienzsteigerungen beim Verbrennungsmotor oder Elektromotoren und Hybridmotoren gesetzt und nicht das automobiler System infrage gestellt (ebd., 141). Aussagen in diese Richtung finden sich vor allem auf Seiten der Fahrzeugtechnik. Woraus wir die These ableiten, dass Wissenschaftler*innen, die nahe an der Fahrzeugproduktion forschen und arbeiten, dem automobilen System weniger kritisch gegenüberstehen.

Einsatzpunkte auf der ersten Ebene, die über eine rein technologische Entwicklung und die Modernisierung von Automobilität hinausweisen, stellen erstens die Kritik dar, die mehrere Interviewpartner*innen an der einseitigen Fokussierung auf Technologieoptimierung üben. Dabei nennen sie Reboundeffekte bei Effizienzsteigerungen und alternativen Antriebsarten. Einen zweiten Einsatzpunkt sehen wir in den entschiedenen Äußerungen aller Interviewpartner*innen, dass fossile Treibstoffe nicht nachhaltig sind.

5.2.2. Ebene 2 – veränderte Nutzungsformen durch Verschiebung von produkt- zu dienstleistungsbasiertem Mobilitätssystem – „Man ruft halt ein Fahrzeug, das einen wohin bringt“

Auf der zweiten Innovationsebene hin zu einer nachhaltigeren Mobilität kommt es zu einer Verschiebung von einem produkt- hin zu einem dienstleistungsbasierten Mobilitätssystem und damit einhergehend zu neuen Nutzungsformen. Neue Formen von Mobilität, welche einen effizienteren Verbrauch von Ressourcen und Energie ermöglichen sollen, entstehen laut den Autor*innen durch Car-Sharing und Carpooling, welche sowohl privatwirtschaftlich als auch kommunal organisiert sein können (Nykvist und Whitmarsh 2008, 1379). Laut den Autor*innen spielen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Datenerhebung und -nutzung eine bedeutende Rolle für diese Entwicklungen. Diese Innovationsebene kann teilweise mit Regimeakteur*innen symbiotisch sein, aber auch kompetitiv zu dem derzeitigen Regime stehen, je nachdem, wie sich die Verhältnisse konkret gestalten (ebd., 1382f.).

Auf die Frage nach wichtigen Themen und Schlagwörtern in Bereich der Automobilität nennen Interviewpartner*innen häufig Sharingmodelle und Mobility as a Service (MAAS) (INT_3, INT_4, INT_6, INT_10, INT_15). Viele Interviewpartner*innen gehen von einer *Veränderung der kulturellen Bedeutung des Automobils* vor allem in Städten und bei der jüngeren Bevölkerung aus und rechnen damit, dass Autobesitz und Führerscheinwerb in dieser Bevölkerungsgruppe zurückgehen werden (INT_3, INT_4, INT_5, INT_6, INT_12, INT_13). Als eine mögliche Ursache für den Rückgang werden neben dem Bedeutungsverlust des Autos auch die steigenden Unterhaltungskosten, wie die Versicherungen (INT_6) und Gebühren im städtischen Bereich (INT_3), genannt. Eine Interviewpartnerin vom Institut für Verkehrswesen an der BOKU äußert daher den Gedanken, dass es sich bei dem Trend zu geharten Mobilitätsformen bei der jüngeren Generation möglicherweise nur um die momentane Lebensphase handelt und zu einem späteren Zeitpunkt, vor allem bei der Familiengründung, ein Privatauto angeschafft wird. Dies deckt sich mit Nykvist und Whitmarsh (2008, 1382), welche feststellen, dass es noch nicht absehbar ist, ob sich der Erwerb eines Autos bei der jungen Generation nur auf einen späteren Zeitpunkt verschiebt. Unsere Interviewpartnerin merkt jedoch an, dass „die Leute dann schon mehr geharte Dienste gewohnt [sind], und solche Gewohnheiten gehen auch durch“ (INT_6).

Kommodifizierung vs. Dekommodifizierung

Wir befinden, wobei wir uns an Markus Wissen (2019) orientieren, dass für das Veränderungspotenzial durch dienstleistungsbasierte Mobilitätssysteme die Frage maßgeblich ist, wie und von wem diese Systeme organisiert und zur Verfügung gestellt werden, ob sie kommodifiziert oder dekommodifiziert sind. Denn hier stellt sich die Frage nach dem Charakter der Transformation (Wissen 2019).

Mehrere Interviewpartner*innen stellen fest, dass die traditionellen Automobilhersteller unter Druck geraten durch *neue Mobilitätsanbieter* und ansonsten nicht so stark in die Produktentwicklungen investieren würden (INT_6, INT_8, INT_15). Ein Interviewpartner von AustriaTech bezeichnet MAAS kritisch als neues Narrativ der Autoindustrie, das aber nur propagiert wird, während der Fahrzeugverkauf, wo die tatsächlichen Gewinne liegen, weiterverfolgt wird und nur ein geringer Prozentsatz des Umsatzes durch MAAS gemacht wird (INT_15). Eine Interviewpartnerin vom Institut für Verkehrswesen von der BOKU meint ebenfalls, dass die Autoindustrie trotz der Ausrichtung auf Mobilitätsdienstleistungen weiterhin stark den Verkauf von Privatfahrzeugen verfolgt, da sich mit Mobilitätsdienstleistungen nicht so viel Umsatz machen lässt (INT_6). Sie merkt auch an, dass im Moment noch viele Unternehmen in den Markt der Mobilitätsdienstleistungen einsteigen, aber es bald zur Oligopolbildung kommen wird, wodurch viele wieder hinausgedrängt werden (INT_6). Bei der Konkurrenz dieser unterschiedlichen Kapitalfraktionen in der Technologieentwicklung geht es jedoch nicht um die Frage, wie Mobilitätsbedürfnisse am besten befriedigt werden können, sondern welche Branchen, Unternehmen und Standorte von einer Technologie- und Produktentwicklung profitieren (Wissen 2019, 7).

Einige Interviewpartner*innen halten eine *Kombination von öffentlichen und privaten Formen* von Mobilität für wahrscheinlich (INT_4, INT_6, INT_10, INT_12, INT_15, INT_16). Ein Interviewpartner bezeichnet das als „die große Gretchenfrage“ (INT_12). Beispielsweise könnte es zu einer Koppelung von öffentlichen Verkehrsmitteln auf Hauptverkehrstrecken mit geshartem Individualverkehr kommen (INT_4). Am AustriaTech wird betont: „Es geht [...] um viele neue Spielarten in der Mobilität auf der Komponenten- oder auf der Produktebene, die es gilt einzufangen. Es gibt nicht mehr dieses ‚da ist der gute ÖV und da der Straßenverkehr‘.“ (INT_15)

Zwei Interviewpartner*innen sprechen sich für eine *öffentliche Steuerung* der neuen Mobilitätsdienstleistungen aus (INT_6, INT_15). Am Institut für Verkehrswesen, BOKU, wird argumentiert, dass die öffentliche Hand Rahmenbedingungen schaffen muss, um Umweltverträglichkeit der Mobilitätsdienstleistungen zu gewährleisten, da dies „nicht im Eigeninteresse der Nutzer oder Industrie ist“ (INT_6). Ein Interviewpartner von AustriaTech argumentiert: „Wenn ich diese Flotten für bestimmte Zwecke will, dann gibt es einen öffentlichen Beitrag. Und ich kann als öffentliche Hand und Politik nicht sagen, ‚das ist alles privat‘. Weil, wenn ich sage, das ist alles privat, dann werde ich nichts davon steuern.“ (INT_15) Er spricht sich infolgedessen für eine Zusammenarbeit der Politik mit der Industrie im Bereich Sharing aus. Die Politik, etwa auch die Städte, müssten klare Vorgaben machen und mit der Industrie gemeinsam Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten definieren und abgrenzen. Dann könnten gemeinsame Finanzierungsmodelle entwickelt werden (INT_15).

Es wurden auch Argumente genannt, dafür private Mobilitätsdienstleistungen in suburbanen und ländlichen Gebieten anzubieten anstatt eines öffentlichen Verkehrs (INT_3, INT_15). Laut Wissen (2019) können so marktförmige Dienstleistungen in eine Logik der Dekommodifizierung integriert werden. Genau das Gegenteil kann aber der Fall sein, wenn private Mobilitätsdienstleister in urbanen Gebieten, welche lukrativ sind, zur Konkurrenz von öffentlichem Verkehr und aktiver Mobilität werden und somit den Autoverkehr noch

verstärken. Eine solche mögliche Konkurrenz der privaten Mobilitätsunternehmen zum öffentlichen Verkehr beschreibt die Aussage einer Interviewpartnerin: „Statt einer Jahreskarte für die Wiener Linien hat man dann eine Jahreskarte für Mobilitätsanbieter.“ (INT_6)

Manche unserer Interviewpartner*innen sprechen jedoch in Bezug zu Mobilitätsdienstleistungen nur über privatisiertes, also kommodifiziertes Sharing (INT_3, INT_11).

„Nachhaltig wäre für mich auch die gemeinsame Nutzung – im Sinne von, dass nicht jeder alleine mit einem PkW fährt, sondern dass wir da sagen: ‚Ich nutze Dinge effektiver‘, beispielsweise, es gibt so Ansätze, wie diese neue Form von, das nennt sich ride hailing. Das ist diese Geschichte der Mitfahrbörsen, wie sie Uber und Lyft und Co anbieten. Das würde ich unter nachhaltiger verstehen.“ (INT_11)

Ein Interviewpartner argumentiert auch gegen eine Subventionierung des öffentlichen Verkehrs in ländlichen Gebieten und dafür, dort private Geschäftsmodelle zu etablieren, welche verschiedenen Preissegmenten anbieten mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und Fahrgastanzahl. Das Premiumsegment wird dabei als „Nobelpendeln“ bezeichnet (INT_3). Diese Aussagen zeigen, dass die Interviewpartner*innen unter „gemeinsame[r] Nutzung“ (INT_11), privatwirtschaftlich organisierte Mobilitätsdienstleistungen verstehen, was sich gut mit dem Begriff der „Kommodifizierung von Kollektivität“ von Wissen (2019) fassen lässt.

Sharing und MAAS werden oft in Verbindung mit einer kommenden *Automatisierung* genannt (INT_3, INT_6, INT_10). Viele Interviewpartner*innen nennen Automatisierung als wichtiges Schlagwort oder sogar als „in der Forschung [...] das Thema überhaupt“ (INT_14). Laut Interviewpartner vom Institut für Verkehrswesen an der BOKU gehen in der Fachwelt viele von einer „Revolution der Mobilität“ durch Car-Sharing und Ride-Sharing mit autonomen Fahrzeugen aus (INT_7). Er merkt jedoch an, dass automatisierte Fahrzeuge aber auch privat besessen werden können (INT_7).

Automatisierung wird im Paper von Nykvist und Whitmarsh (2008) nicht erwähnt, da die technische Weiterentwicklung zum Zeitpunkt des Erscheinens vor zehn Jahren noch nicht absehbar war. Zurzeit finden weltweit Testanwendungen statt und Regierungen prognostizieren eine Einführung der Technologie in den frühen 2020er-Jahren.⁹ Wir siedeln Automatisierung zum Teil auf der zweiten Innovationsebene an, da sie oft in Zusammenhang mit Sharing-Modellen genannt wird, oder auch als Möglichkeit für den öffentlichen Verkehr. Gleichzeitig wäre laut einer Studie, an der auch zwei unserer Interviewpartner* beteiligt sind, eine Automatisierung des privaten PKW-Bestandes ökologisch und gesellschaftlich äußerst bedenklich, da sie zu einer Erhöhung des Verkehrs beitragen würde (May et al. 2018). Somit könnte Automatisierung auch als „Ebene Null“ klassifiziert werden, noch vor der Innovationsebene 1, da die Technologie von OEMs und neuen Global Players aus Profitinteresse verfolgt wird, die derzeitigen Machtverhältnisse fortbestehen und es höchst unsicher ist, ob es eine ökologische Verbesserung bringt (INT_7, INT_14). Für unsere Analyse herausfordernd, aber bezeichnend für die derzeitigen Diskurse und Dynamiken im (Auto)Mobilitätsbereich ist, dass viele technische sowie gesellschaftliche Entwicklungen implizit miteinander verknüpft werden. Am Beispiel der Automatisierung ist das sehr eindrücklich. Oft wird sie implizit in Verbindung mit einer Elektrifizierung und Sharing-

⁹Bei der Automatisierung wird zwischen 6 Stufen unterschieden: 0 keine Automatisierung, 1 Fahrassistenzsysteme, 2 Teilautomatisierung, 3 bedingte Automatisierung, 4 Hochautomatisierung, 5 vollständige Automatisierung – Stufen 1–3 sind schon am Markt erhältlich und die Typen 4 und 5 befinden sich in Produktion. Es wird mit einer Markteinführung im nächsten Jahrzehnt gerechnet. Hersteller Daimler, BMW und Tesla haben Ankündigungen ab 2020 gemacht (May et al. 2018).

Modellen genannt, oder auch als vorteilhaft für den öffentlichen Verkehr (INT_3, INT_7, INT_10). Wissen (2019, 5) spricht auch von einer Kreuzung der drei Entwicklungslinien – Verbrennungsmotor versus Elektroantrieb, individueller Fahrzeugbesitz versus kollektive Nutzung, Fahrer*in versus automatisiertes Fahren –, da Car- und Ride-sharing-Fahrzeuge zunehmend einen Elektroantrieb haben und die Anbieter eine Automatisierung verfolgen. Als *Treiber für die Automatisierung* wird in den Interviews eindeutig die Industrie genannt, die in autonomen Fahrzeugen ein großes Marktpotenzial und neue Geschäftsmodelle sieht und daher hohe Investitionen tätigt (INT_2, INT_3, INT_8, INT_10, INT_14).

„Das autonome Fahren ist eine Technologie, wo Fahrzeughersteller sehr viel investieren. Da kann man sich jetzt ganz einfach überlegen, warum? Weil sie damit mehr Geld verdienen wollen in Zukunft. (...) Also der Sicherheitsaspekt spielt eine Rolle, aber wahrscheinlich noch mehr der Komfortaspekt. Dass man, wenn man im Stau steht, dann die Zeitung lesen kann, oder SMS schreiben, oder was auch immer machen kann. Und dahingehend rechnen sich die Fahrzeughersteller aus, dass die Kunden auch dafür bezahlen.“ (INT_10)

Der Fokus der Industrie auf die Automatisierung wirkt sich auch auf die öffentlichen Forschungsprogramme und in der Förderlandschaft aus (INT_2, INT_8, INT_14). Ein Interviewpartner von der Verkehrsplanung TU Wien berichtet, dass es im Moment schwierig ist, ohne das Thema automatisiertes Fahren Forschungsgelder zu erhalten, woran laut ihm zu erkennen ist, dass die Fördergeber industriegetrieben sind (INT_2). Ein Interviewpartner von der TU Graz erzählt ebenfalls, dass das Thema Automatisierung in allen Förderungsprogrammen, sowohl auf Bundesebene als auch auf Landesebene, zu finden ist (INT_8). In dem Bereich Automatisierung bestehen auch Forschungsk Kooperationen zwischen Universitäten und Unternehmen; so ist die TU Graz beispielsweise bei Teststrecken für automatisiertes Fahren involviert, mit Beteiligung von AVL und Magna, aber auch der ASFINAG. Auf diesen Teststrecken können Automobilhersteller autonome Fahrzeuge testen (INT_8).

Die Automatisierung bedeutet aber auch eine *Herausforderung für die klassischen Autohersteller*. Diese versuchen bei der Entwicklung schrittweise vorzugehen und verbesserte Assistenzsysteme zu entwickeln wie Spurhalteassistenten und Bremsassistenten. Währenddessen versuchen IT-Unternehmen, an der Spitze Google, Apple, Tesla und Uber, das autonome Fahren zur Serienreife zu bringen. Damit wirken sie disruptiv in den Markt und könnten die bestehenden Geschäftsfelder der OEMs ablösen (Daum 2018, 47). Diese Konkurrenz von OEMs mit IT-Unternehmen im Bereich Automatisierung wird auch von Interviewpartner*innen thematisiert (INT_5, INT_6). IT-Unternehmen werden als die Automatisierung am stärksten vorantreibend gesehen. Diese drängen mit disruptiven Technologien auf den Markt „während die Automobilindustrie eher evolutionär, das heißt ein bisschen mehr Assistenzsysteme, ein bisschen mehr, ein bisschen mehr, aber im Grund genommen immer noch ihr Auto [herstellt]“ (INT_6). Laut einem Interviewpartner der FH Campus Wien könnte die Verschiebung der Marktmacht hin zu den IT-Unternehmen durch einen Umstieg auf Elektromobilität noch verstärkt werden: „Das Fahrzeug an und für sich ist heute schon ein fahrender Rechner, halt mit Mechanik drumherum. Wenn du in die E-Mobilität wechselst, dann fällt da auch noch eine Menge weg. Das ist dann quasi ein Produkt, wo der IT-Anteil und der Elektronikanteil übermäßig steigt.“ (INT_5)

Unsere Interviewpartner*innen sowohl auf Seiten der Fahrzeugtechnik als auch der Verkehrswissenschaften sind sich einig, dass eine Automatisierung des Individualverkehrs zu einer *Steigerung des Verkehrsaufkommens* führen wird (INT_4, INT_10, INT_2, INT_5, INT_7, INT_12). Am häufigsten wird für diesen Anstieg als Grund genannt, dass Automatisierung

individuelle Automobilität für Bevölkerungsteile ermöglicht, die ansonsten davon ausgeschlossen sind – etwa ältere Menschen, Kinder, körperlich Beeinträchtigte, fahrerscheinlose Menschen, alkoholisierte Menschen (INT_2, INT_4, INT_5). Ein weiterer Faktor für den Verkehrsanstieg ist die gewonnene Zeit durch ein automatisiertes Fahrzeug. Dadurch, dass die Fahrer*in nicht selbst lenkt, wird es ermöglicht, während der Fahrt zu arbeiten, zu lesen etc. Das könnte zu dem Reboundeffekt führen, dass insbesondere Pendler*innen von öffentlichen Verkehrsmitteln auf automatisierte Fahrzeuge umsteigen (INT_4). Wahrscheinlich wird zwar weniger Parkraum benötigt und möglicherweise nimmt die Gesamtfahrzeugzahl ab, aber dafür werden mehr Fahrzeuge auf der Straße unterwegs sein (INT_7, INT_10, INT_12).

Einige unsere Interviewpartner*innen heben aber auch mögliche *positive Effekte* hervor, die eine Automatisierung mit sich bringen könnte. Positiv bewertet wird die Ermöglichung von (Individual-)Mobilität für Bevölkerungsgruppen, die sonst nicht mobil wären. Durch die Vollautomatisierung und geteilte Nutzungssysteme könnte Mobilität vor allem in ländlichen Gebieten bis ins hohe Alter ermöglicht werden und zu einem hohen Maß zur Unabhängigkeit der älteren Bevölkerung beitragen und dieser somit länger ein eigenständiges Leben ermöglichen (INT_5, INT_6, INT_12). Weiters geht ein Interviewpartner davon aus, dass die Automatisierung ein Potenzial zur Optimierung des Verkehrs bietet, da über Kommunikationssysteme Fahrzeuge und Staus besser vermieden werden können (INT_10).

Die Aussagen der Interviewpartner*innen stimmen mit oben genannter Studie überein, welche die Auswirkungen von Automatisierung auf den Verkehr untersucht (May et al. 2018). In der Studie wird ebenfalls als möglicher negativer Effekt genannt, dass es zur Konkurrenz von automatisierten Fahrzeugen zum öffentlichen Verkehr kommen kann, sowie dass Nutzer*innen von aktiver Mobilität, wie Zufußgehen und Radfahren, abgezogen werden. Die Studienautor*innen kommen zu dem Ergebnis, dass sich die Anzahl der gefahrenen Kilometer bis 2050 um 50 Prozent erhöhen könnte durch automatisiertes Fahren, was auch eine Zunahme von Zersiedelung begünstigt. Sie nennen aber auch mögliche positive Effekte der Automatisierung, und zwar die Erhöhung der Straßenkapazität, die Ermöglichung von Mobilität für eine breitere Bevölkerung sowie Reduktion von Unfällen und Emissionsreduktion. Um den negativen Effekten der Automatisierung entgegenzusteuern, wird als Maßnahme vorgeschlagen, dass alle automatisierten Fahrzeuge gemeinschaftlich genutzt werden müssen. Die Effekte wären aber hier auch sehr preisabhängig, beispielsweise wenn die Fahrt mit dem automatisierten Fahrzeug billiger ist als mit dem öffentlichen Verkehr, kann es ebenfalls zu einer Abnahme der Benutzung des öffentlichen Verkehrs kommen (May et al. 2018).

Die Einschätzungen bezüglich der *technischen sowie rechtlichen Umsetzbarkeit* des automatisierten Fahrens, und in welchem Zeitrahmen sich diese bewegt, divergieren bei unseren Interviewpartner*innen. Dabei kommt es natürlich auch immer auf das Level der Automatisierung und den Anwendungsbereich, von dem gesprochen wird, an. Etwa wird prognostiziert, dass fortgeschrittene Fahrassistenzsysteme bis zur Teilautomatisierung (Stufe 1–3) für die Anwendung auf der Autobahn oder als Einparkhilfe innerhalb der nächsten 3–5 Jahre verstärkt auf den Markt kommen werden (INT_10, INT_13) (siehe auch May et al. 2018). Die Anwendung autonomer Fahrzeuge im Stadtverkehr hingegen sehen mehrere als schwierig und mit rechtlichen und ethischen Hürden behaftet (INT_8, INT_3, INT_5, INT_15). Besonders die Übergangszeit stellt ein Problem dar, wo eine Mischung aus autonomen und nicht autonomen Fahrzeugen auf der Straße unterwegs ist und es dadurch zu Problemen im Straßenverkehr kommen kann (INT_5, INT_15).

Timo Daum (2018, 51) zufolge ist die Schwelle für die Einführung von autonomem Fahren für Busse und Shuttles geringer als für private Fahrzeuge, da diese festgelegten Routen folgen und reservierte Fahrpläne sowie festgelegte Fahrpläne haben. Daher sei rechtlich schon bald ein vollautomatischer Betrieb möglich, der als Teil eines intelligenten und vernetzten öffentlichen Verkehrs funktioniert. Auch Interviewpartner*innen halten Assistenzsysteme für den öffentlichen Personennahverkehr wie U-Bahnen und Züge für möglich (INT_3) sowie Shuttles, kleine Transportfahrzeuge für 8–10 Personen, die autonom in Städten unterwegs sind (INT_10). Ein Interviewpartner plädiert dafür, autonome Fahrzeuge für den öffentlichen Verkehr vor allem im ländlichen Bereich zu fördern und dafür von staatlicher Seite mit großen Konzernen zusammenzuarbeiten (INT_3). Ein Interviewpartner von AustriaTech verweist aber auch auf die Limitierungen des autonomen Fahrens im öffentlichen Verkehr und sieht autonome Shuttles als „ein Symbol (...) für eine mögliche Transformation unseres Systems“, aber nicht als eine Lösung des Verkehrsproblems. Im Moment würden durch einzelne autonome Fahrzeuge im Straßenverkehr eher Probleme geschaffen und er argumentiert für eine klare Steuerung von politischer Seite (INT_15).

Abgesehen von der Verkehrszunahme durch automatisierte Fahrzeuge werden in den Interviews noch andere *Kritikpunkte an der Automatisierung* laut. Interviewpartner*innen kritisieren den Fokus auf Automatisierung in der Forschung und zweifeln daran, dass Automatisierung die Lösung für ökologische und soziale Probleme bringen wird (INT_2, INT_7, INT_14). Weiters wird angemerkt, dass autonome Fahrzeuge sehr teuer und nur für ein kleines Segment der Bevölkerung leistbar sind (INT_3, INT_14). Eine Interviewpartnerin vom AIT, wo Modellierungen von Mobilitätsszenarien entwickelt werden, berichtet von einem Szenario, in dem es durch Automatisierung und Digitalisierung zu sozialen Spaltungen kommt (INT_14). Dieses Szenario wirkt gar nicht so unwahrscheinlich, wenn man auf der Website des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie liest, dass die Industrie die Entwicklung des automatisierten Fahrens für das Premiumsegment plant, um es später auf die Mittelklasse auszuweiten.¹⁰

Zwischenfazit

Durch die implizite Verknüpfung von Automatisierung mit einer Elektrifizierung (INT_7) und Sharing wird eine „grüne Alternative“ propagiert (Daum 2018, 74). Wenn die Pläne der neuen Mobilitätsanbieter wie Uber und Google aufgehen und sie elektrifizierte autonome SUV-Flotten in urbanen Gebieten anbieten, dann konzentriert sich die ganze Marktmacht im Mobilitätsbereich bei ein paar wenigen Oligopolen (ebd.: S. 65). Wenn auf der anderen Seite Automatisierung nur für geharte Flotten verwendet wird, wie es beispielsweise May et al. (2018) in ihrer Studie fordern, und diese Nutzungsmodelle den Regularien des öffentlichen Verkehrs unterstellt werden, dann könnte es durchaus zu einer emissionsparenden und verkehrsverringenden Veränderung von Mobilitätspraxen kommen (Daum 2018, 81). Es kommt also in Bezug auf das Veränderungspotenzial durch Automatisierung darauf an, ob sie als technische Weiterentwicklung des privaten PKW stattfindet oder in Verbindung mit gemeinschaftlicher Nutzung, also die Frage, ob die Mobilitätssysteme kommodifiziert oder dekommodifiziert sind (Wissen 2019). Einige der Technikwissenschaftler*innen sprechen von *Mobilitätsdienstleistungen in Form von kommodifizierter Kollektivität* und sehen diese als sozial und ökologisch sinnvoll. Das bewerten wir in Hinblick auf unsere zweite Forschungsfrage als *Beharrungskraft*. Denn selbst wenn es zu einer Verschiebung von einem produktbasierten

¹⁰<https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/hintergrundinfos.html#>
Letzter Zugriff: 10.10.2019

hin zu einem dienstleistungsbasierten Mobilitätssystem kommt, bedeutet dies nicht automatisch eine Schwächung oder Herausforderung des automobilen Systems und die symbolische Konnotation des Autos als Statusobjekt wird durch Sharingmodelle nicht automatisch infrage gestellt. Eine Tendenz zum „Nutzen statt Besitzen“ würde nur sehr bedingt eine kapitalistische Eigentumslogik infrage stellen, wenn privatwirtschaftliche Unternehmen diese Mobilitätsdienstleistungen mit Profitlogik dominieren und die Nutzung von der Kaufkraft abhängt. Die privaten Mobilitätssysteme könnten sogar zu einer Konkurrenz zum öffentlichen Personenverkehr werden. Die Argumente einiger Interviewpartner*innen für die *öffentliche Kontrolle von Mobilitätsdienstleistungen* sehen wir hier als *Einsatzpunkt*, der über das automobilen System hinausweist, auch wenn nicht von einer umfassenden Dekommodifizierung gesprochen wird. Ebenfalls als Einsatzpunkt bewerten wir die *kritischen Einstellungen* einiger Wissenschaftler*innen gegenüber dem erhofften ökologischen Nutzen von Automatisierung und Mobilitätsdienstleistungen.

5.2.3. Ebene 3 – alternatives Mobilitätsmanagement zur Reduktion von Automobilität – „Eine Stadt kann auch gut funktionieren ohne massive Automobilität“

Auf Innovationsebene 3 sprechen Nykvist und Whitmarsh (2008, 1383) von einem neuen Mobilitätsmanagement und lokaleren und grüneren Lebensstilen, durch welche der Mobilitätsbedarf verringert wird und der Ressourcenverbrauch sinkt. Maßnahmen, die sie für eine Steuerung hin zu langsamerer und aktiver Mobilität vorschlagen, sind Mauten und Gebühren für Straßenbenützung, Steuern auf Fahrzeuge und fossile Kraftstoffe, Informationskampagnen, der Ausbau von öffentlichem Personenverkehr und die Förderung von aktiver Mobilität. Weiters nennen sie eine andere Stadt- und Raumplanung, zum Beispiel mit Wohnstraßen und Fahrradwegen als Beispiele für mögliche strukturelle Veränderungen. Die Autor*innen stellen fest, dass es zwar Hinweise auf Erfolg dieser Maßnahmen gibt, dass die Herausforderung aber darin besteht, bei den soziokulturellen Bestimmungsfaktoren der Nachfrage anzusetzen. Sie skizzieren diese dritte Ebene als in einem antagonistischen Verhältnis zum automobilen Regime stehend, da dieses herausgefordert wird, indem soziale Werte und Infrastrukturen geändert werden (ebd., 1380).

Als wichtiger Ansatzpunkt für eine nachhaltigere Mobilität, die wegführt vom motorisierten Individualverkehr, wird in den Interviews eine *neue Verkehrs- und Raumplanung* genannt, was auch eng mit einem anderen Verständnis von Mobilität und Mobilitätsbedürfnissen zusammenhängt. Eine Interviewpartnerin vom AIT drückt dies folgendermaßen aus:

„Also wir sind ja nicht mobil, um mobil zu sein, um unterwegs zu sein, sondern weil wir wohin wollen. Und da ist auch der starke Zusammenhang mit der Raumentwicklung und Raumplanung gegeben. Das heißt, es hängt sehr stark damit zusammen, wo denn die Dinge verteilt sind, im Raum, wo ich eigentlich hinmöchte.“ (INT_14)

Die meisten Argumente für eine neue Raumplanung kommen von Seiten der Interviewpartner*innen, die selbst in dem Bereich der Verkehrs- und Raumplanung tätig sind. Eine Interviewpartnerin des Instituts für Verkehrswesen, BOKU, streicht in dem Kontext auch hervor, dass die eigene Disziplin hier noch viel dazulernen müsse. So fehle es noch an dem Wissen, wie eine Stadt ohne Automobilität funktionieren könnte, und die Planung sei häufig immer noch auf PKWs ausgerichtet, denn in „verkehrsplanerischen Köpfen - ist ‚Stau eine gute Sache‘, in Führungsstrichen, weil es das wirtschaftliche Leben zeigt. Ich muss möglichst viele Leute mit PKW reinkriegen, weil sonst habe ich Umsatzeinbußen“ (INT_6). Ein Interviewpartner vom Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien argumentiert

ebenfalls, dass die Planer*innen wieder lernen müssen, lebendige Strukturen zu schaffen, die durch das Auto aufgelöst worden sind. In der Planung dürfen Siedlungsgebiete nicht wie bisher nach Funktionen, wie Wohngebiet, Gewerbegebiet und Freizeitgebiet, unterteilt werden. Dörfer und Städte müssen neu definiert werden und die Distanzen kürzer werden, wobei die Nahversorgung durch kleinere Geschäfte vor allem am Land eine große Rolle spielt (DIS_17). Mehrere Interviewpartner*innen plädieren in den Interviews dafür, dass Autos aus Städten und Dörfern aktiv zurückgedrängt werden müssen, um die Lebensqualität und Sicherheit zu erhöhen (INT_6, INT_7, INT_8, INT_11, INT_15). Als konkrete Vorschläge nennt eine Interviewpartnerin die Einschränkung der Straßenspuren, die dem Auto zur Verfügung stehen, um so den öffentlichen Raum anderweitig nutzbar zu machen (INT_6). Eine andere Maßnahme wäre, den Parkraum im städtischen Bereich zu reduzieren und die Parkkosten zu erhöhen beziehungsweise an die tatsächlichen Kosten anzupassen, dann würde ein Parkplatz im öffentlichen Raum in Wien bis zu 500 Euro im Monat kosten (DIS_17). Am Institut für Verkehrswissenschaft der TU Wien wird kritisiert, dass im traditionellen Verkehrswesen und in der Raumplanung in den letzten 100 Jahren „100 Jahre lang das Falsche gemacht“ (DIS_17) wurde. Bestimmte Maßnahmen, welche das automobilen System fest in der österreichischen Gesellschaft verankerten, wurden im letzten Jahrhundert gesetzlich festgeschrieben, wie z. B. die Parkplatzpflicht bei Neubauten durch die Stellplatzverordnung (DIS_17). Daher wird von der Politik gefordert, dass solche Gesetze geändert werden (DIS_17), auch mit Verweis auf die Verfassung und auf nationale Klimaziele, denen diese Gesetze entgegenstehen (DIS_17). Weiters werden Konzepte für „Entschleunigung, kleine Wohneinheiten und belebte Ortskerne, die weitere Autofahrten überflüssig machen würden“ genannt (DIS_17). Auf diesem Weg könnte die Stadt Wien relativ schnell autofrei werden, „um wieder eine Stadt daraus zu machen“ (DIS_17). Als ein maßgeblicher Faktor für eine veränderte Raumplanung, die eine Verringerung von Automobilität ermöglicht, wird die Gestaltung der *Arbeitsplätze* bzw. der Arbeitswelt genannt. Bei der Raumplanung sei es von großer Wichtigkeit, darauf zu achten, dass Arbeitsplätze gut und kostengünstig erreichbar sind (INT_6). Die bisherige Raumplanung wird kritisiert, da sie zu einer Trennung von Wohngebieten und Arbeitsplätzen geführt hat und somit tägliches Pendeln erfordert (DIS_17). Eine zunehmende Bedeutung für die Veränderung von Mobilitätspraxen in Bezug auf Arbeitsplätze wird auch Formen von Home-Office zugemessen. Laut einem Interviewpartner könnte das Verkehrsaufkommen mit einem Tag Home-Office bei einer 5-Tage-Woche um 20 Prozent sinken, was ein einfacher Weg wäre, Emissionen zu reduzieren (INT_5). Die Einführung des Home-Office sei eine leichte und schnell durchsetzbare Maßnahme, da viele Unternehmen in Österreich im Dienstleistungssektor tätig sind und die Rahmenbedingungen der Arbeitsplätze daher gut gestaltbar sind (INT_5). Ein anderer Interviewpartner betont die Bedeutsamkeit von Home-Office vor allem für den ländlichen Raum. Durch Home-Office könnte das Leben am Land attraktiver gestaltet werden und somit auch junge und berufstätige Menschen ansprechen (INT_3). Eine Interviewpartnerin hält es auch für möglich, dass sich durch Telekommunikation die Lebensgestaltung in Bezug zur Örtlichkeit sehr grundsätzlich ändern könnte.

„Wenn man wirklich etwas anderes erleben möchte, dann fährt man nicht auf Urlaub wohin, sondern dann verlegt man seinen Lebensmittelpunkt. Also dann bleibt man dort auch gleich ein Jahr. Was einfach ist, weil man ja durch Telekommunikation auch woanders arbeiten kann z. B. Das ist dann für manche einfach möglich.“ (INT_14)

Wie im Theorieteil kurz beschrieben, bestehen in der Literatur aber Zweifel an der positiven Auswirkung von Home-Office auf das Mobilitätsaufkommen. So könnte Home-Office laut (Yi und Thomas 2007) auch eine Steigerung des Mobilitätsbedürfnis in der Freizeit bewirken. Bei

Home-Shopping besteht ebenfalls die Gefahr, dass es zu einem Reboundeffekt kommt, wenn mehr Ware bestellt und öfter wieder zurückgeschickt wird, wodurch der Güterverkehr steigt (INT_14). Daher ist eine neue Stadt- und Raumplanung nötig, welche die Lebensbereiche wieder vereint, wie oben ausgeführt.

Große Bedeutung für die Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse vor allem in Städten wird von vielen Interviewpartner*innen der *aktiven Mobilität*, also Radfahren und Zufußgehen, sowie dem *öffentlichen Verkehr* zugeschrieben (INT_2, INT_3, INT_8, INT_15). Die Einschätzungen, zu welchem Ausmaß der Anteil des automobilen Individualverkehrs zurückgehen kann, unterscheiden sich jedoch bei zwei Interviewpartnern*. Ein Interviewpartner des Instituts für Verkehrswesen der TU Graz geht davon aus, dass ein Rückgang der Automobilität auf 20 % am *Modal Split*, also dem jeweiligen Anteil verschiedener Mobilitätsformen an der Gesamtmobilität, möglich ist. Der Großteil der Mobilität, ungefähr 80 %, soll durch Zu-Fuß-Gehen, Radfahren und die Nutzung von öffentlichem Verkehr gedeckt werden (INT_8). Ein Interviewpartner am Institut für Verkehrswissenschaft der TU Wien geht noch weiter und fordert, dass der Prozentsatz von Automobilität an der Gesamtmobilität auf 6–10 % aller Wege begrenzt wird (INT_2). Die verbleibenden notwendigen automobilen Wege für Alten- und Krankentransporte sowie für gewisse Zustelldienste sollen durch einen neuen, umweltfreundlicheren Antriebsstoff (z. B. Elektrofahrzeug, Wasserstoff oder anderes) gedeckt werden (INT_2). Die unterschiedlichen Prozentzahlen deuten darauf hin, dass Einschätzungen zum Modal Split bis zu einem gewissen Grad auch normativ sind und mit Erwartungen und Zielvorstellungen der Wissenschaftler*innen verbunden sind.

Von mehreren Interviewpartner*innen von Seiten der Verkehrswissenschaft wird jedoch auch betont, dass nicht alle Wege durch aktive Mobilität und öffentlichen Verkehr bewältigbar sind, sondern eine *Mischung aus Verkehrsformen und intermodalem Verkehr* nötig ist (INT_3, INT_6, DIS_17). In Zusammenhang mit intermodalem Verkehr werden in den Interviews mehrmals Elektroroller als Möglichkeit genannt, neben (Elektro-)Leihrädern vor allem in Städten kürzere Wege zurückzulegen, etwa die erste und letzte Meile zu öffentlichen Verkehrsmitteln (INT_6, INT_10, DIS_17). Ein Interviewpartner von der Fahrzeugtechnik der TU Graz merkt aber an, dass diese elektrischen Leichtfahrzeuge auch einige Nachteile mit sich bringen. Zwar haben die Fahrzeuge eine geringe Masse, sind schnell und verbrauchen wenig Energie, jedoch müsse man auf die Lebensdauer der Fahrzeuge achten, da diese besonders im Verleih nicht sehr hoch sei. Weiters sei zu berücksichtigen, wie einerseits die Produktion und andererseits die Entsorgung der Fahrzeuge gestaltet sind (INT_10). Diese Kritikpunkte werden mittlerweile auch medial laut. Wenn der Emissionsausstoß während der Produktion, vor allem der Batterien, die geringe Lebensdauer und das aufwendige Wiederaufladen der Roller eingerechnet wird, fällt die Ökobilanz der Geräte zwiespältig aus, trotz des eher geringen Energiebedarfs der Geräte. Außerdem dient er den meisten Nutzer*innen als Ersatz für öffentlichen Verkehr oder aktive Mobilität, nur 8 Prozent verwenden ihn anstatt eines Autos.¹¹ Die Frage des Besitzes stellt sich bei diesen Elektrorollern genau wie bei anderen Formen des Sharing. Momentan werden sie von mehreren privaten, miteinander konkurrierenden Anbietern betrieben und die Städte beschränken sich darauf, die Stückzahl zu regulieren. Es wäre aber denkbar, dass die Roller wie Citybikes von der öffentlichen Hand angeboten werden. Einen Schritt in diese Richtung macht die Stadt Graz, indem sie eine Jahreskarte kombiniert mit einem Elektroroller anbietet, der in den öffentlichen Verkehrsmitteln mitgenommen werden darf. Allerdings sind diese Elektroroller dann im Privatbesitz der

¹¹<https://orf.at/stories/3132513/> Letzter Zugriff: 15.08.2019

Fahrgäste.¹² Das Thema des Besitzes wird von den Interviewpartner*innen aber nicht thematisiert. Eine Interviewpartnerin merkt an, dass der Markt für Elektroscooter noch sehr volatil sei. Es drängen momentan viele verschiedene Unternehmen mit Angeboten auf den Markt, wobei davon auszugehen ist, dass mehrere in Konkurs gehen werden und es zur Oligopolbildung kommt (INT_6).

Zwischenfazit

Wir verorten die erste und zweite Ebene von Nykvist und Whitmarsh (2008) nach Michael (2000) im wegorientierten Instrumentalismus und argumentieren, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen auf diesen Ebenen für eine sozial-ökologische Transformation der Mobilität nicht ausreichen. Die dritte Ebene sehen wir bereits als eine Mischung aus wegorientierten und zielorientierten Vorstellungen. Die oben dargelegten Forderungen einiger Interviewpartner*innen nach einer neuen Stadt- und Raumplanung, dem Ausbau von öffentlichem Verkehr und aktiver Mobilität sowie intermodalem Verkehr und einer Veränderung der Arbeitswelt weisen bereits über das automobilen System hinaus. Im nächsten Kapitel wollen wir aber noch visionärere zielorientierte Vorstellungen der Technikwissenschaftler*innen hervorstreichen, die, von radikaler Kritik am automobilen System getrieben, utopische konkrete Ideen aufzeigen, wie ein alternatives, sozial-ökologisch nachhaltiges Mobilitäts- und Gesellschaftssystem aussehen kann.

5.3. Zielorientierte Zukunftsvorstellungen

Michael (2000, 28f.) spricht von zielorientierten Vorstellungen und Darstellungen der Zukunft, wenn das dominante System per se infrage gestellt wird und radikal andere Perspektiven für die Zukunft artikuliert werden, wobei Fragen nach dem guten Leben für alle eine zentrale Rolle spielen. In unserem Fall handelt es sich dabei um Darstellungen, in denen das automobilen System per se hinterfragt und herausgefordert wird. Dies kann sowohl in Form einer radikalen Kritik am bestehenden automobilen System als auch in der Vorstellung völlig neuer, utopischer Zukünfte nachhaltiger Mobilität geschehen. Häufig sind diese beiden Zugänge auch miteinander verbunden und ergänzen oder bestärken einander.

Kritik am herrschenden System ist eine mächtige Ressource von utopischen Zukunftsvorstellungen (Michael 2000, 28). Mithilfe von Kritik relativieren Utopien die Gegenwart und können durch Aufzeigen alternativer Möglichkeiten gesellschaftlichen Zusammenlebens realen Einfluss auf zukünftige Entwicklungen haben. Interviewpartner*innen äußern fundamentale Kritik an zentralen Aspekten des automobilen Systems, wie beispielsweise an der institutionellen und gesetzlichen Förderung und Festschreibung von Automobilität (DIS_17), der Wachstumsgetriebenheit in der Verkehrspolitik (INT_2) und in der Gesellschaft im Allgemeinen (INT_7), an den Tätigkeiten von traditionellem Verkehrswesen und Raumplanung (DIS_17), der kulturellen Dimension des Autos sowie der Dominanz des Autos im öffentlichen Raum (INT_6, DIS_17).

Ein Interviewpartner stellt insofern eine Ausnahme dar, als er seine Kritik am automobilen System bereits seit den 1970er-Jahren konkret in Form von *Aktivismus* äußert. Mit der Erfindung des „Gehzeugs“, eines Holzgestells mit den Maßen eines Mittelklasse-PKWs, das von einem*einer Fußgeher*in getragen werden kann, um die Diskrepanz des

¹²https://www.meinbezirk.at/graz/c-lokales/holding-bringt-neues-angebot-ins-rollen_a3549915
Letzter Zugriff: 15.08.2019

Platzverbrauches von Fußgänger*innen und Autos zu demonstrieren, wies er bereits im Jahr 1975 auf die Dominanz des Autos im öffentlichen Raum hin und kritisierte diese – „[D]as war der Versuch, die dahinterstehenden komplexen Vorgänge in einem Bild (...) sofort fassbar zu machen.“ (INT_1) Das Bild des „Gehzeuges“ ist mittlerweile das Logo des Forschungsbereichs Verkehrsplanung und Verkehrstechnik des Instituts für Verkehrswissenschaft und steht damit maßgeblich für die fundamentale Kritik am automobilen System, welche sowohl Forschung als auch Lehre im Forschungsbereich und am Institut prägt.

Nach Michael (2000, 28) impliziert die Infragestellung des dominanten Systems das Hinterfragen und Aufbrechen zentraler Grundannahmen in einer Gesellschaft. In den Interviews findet sich auch auf einer breiteren gesellschaftlichen Ebene fundamentale Kritik. So wird Kritik an einer dominanten und sich verstärkenden *Individualisierung der Gesellschaft* geübt, die sich in der motorisierten Individualmobilität widerspiegelt. Bei den meisten Interviewpartner*innen herrscht Einigkeit darüber, dass *motorisierter Individualverkehr* in der aktuellen Form und Dominanz nicht nachhaltig ist und der eigenen Vorstellung von nachhaltiger Mobilität nicht entspricht (INT_2, INT_4, INT_7, INT_8, INT_10, INT_11, INT_14). In den Worten einer Interviewpartnerin vom AIT: „Das heißt weg vom Privatfahrzeug.“ (INT_14) Ebenso äußern sich zwei Interviewpartner* der Fahrzeugtechnik entschieden für weniger Individualmobilität (INT_10, INT_11). „Nicht jeder kann allein mit seinem eigenen Fahrzeug fahren.“ (INT_11)

Eine Interviewpartnerin bezieht sich auch auf die zunehmende Individualisierung der Gesellschaft, wenn sie auf die Erschwernis hinweist, Verhaltensänderungen in Richtung nachhaltiger Mobilität voranzutreiben (INT_14). Am Institut für Verkehrswesen der BOKU wird diesbezüglich massive Kritik an der *Attraktivität des Autofahrens* geübt, die durch institutionelle, gesetzliche und infrastrukturelle Bevorteilung des Autos gegenüber anderen Verkehrsmitteln aufrechterhalten wird. Diese Attraktivität des Autofahrens müsse durch verschiedene Maßnahmen verringert werden, um Veränderungen des Mobilitätssystems herbeizuführen. „Wenn das Autofahren nicht weniger attraktiv wird, wird sich auch nicht viel ändern.“ (INT_7) In diesem Zusammenhang werden in den Interviews auch nicht nur Umweltaspekte genannt, sondern auch Bezug genommen auf soziale Aspekte von Mobilität und Inklusion. So wird die Forderung geäußert, aufzuhören, Nicht-Autofahrer*innen auszugrenzen und gleichzeitig „Mobilität für Leute auch zahlbar, leistbar und lebbar zu machen, die benachteiligt sind“ (INT_6).

Ein Interviewpartner am Institut für Verkehrswissenschaft der TU Wien betont, dass das soziale System auf struktureller Ebene geändert werden muss, um entsprechend radikale Maßnahmen für eine wirklich nachhaltigere Mobilität zu setzen. „Wenn man sich systemtheoretisch das Ganze anschaut, und man weiß, wie soziale Systeme funktionieren, dann ist es komplett klar, wohin die gehen und warum die wie funktionieren. Und das musst du mal aufbrechen.“ (INT_2) Indem Strukturen geändert werden, ändern sich auch die Verhaltensweisen der Menschen. Dabei müssen auch Maßnahmen in Kauf genommen werden, die im ersten Moment für Nutzer*innen Einschränkungen bedeuten können. „Sie merken es immer sofort: Wenn Sie eine Maßnahme setzen, wo am meisten Aufschrei ist – speziell von Autofahrerclubs oder sonst etwas – dann wissen Sie, dass Sie die richtige Maßnahme getroffen haben.“ (INT_2) Der Interviewpartner artikuliert auch ein positives, aktives Bekenntnis zu einer radikalen Transformation des Mobilitätssystems und hebt dabei die Verantwortung der Gesellschaft und der Wissenschaft hervor.

„Sie wissen, dass die Zukunft von uns gestaltet werden kann – und soll. Das heißt, dass die Gesellschaft und auch die Verkehrswissenschaft eigentlich die Funktion übernehmen sollten, hier so einzugreifen, dass wir ein System schaffen, das umweltverträglich ist, nachhaltig ist.“

Wir von der Wissenschaft plädieren sehr stark, dass sich das Thema Autofahren, Automobilität sehr stark ändert.“ (INT_2)

Hier werden wir auch darauf hingewiesen, dass es falsch sei, laufend von Automobilität zu sprechen, wenn wir von Mobilität und zukünftigen Entwicklungen darin sprechen. „Wenn wir sprechen, dann reden wir davon, dass Menschen einen Weg unternehmen, um am Ende des Weges ein bestimmtes Bedürfnis befriedigen zu wollen.“ (INT_2) Der begriffliche Rahmen, in dem wir uns bewegen, hat also einen Einfluss darauf, wie wir denken und handeln. Mit der bewussten Absage an bestimmte Begriffe und der Verwendung alternativer Sprache können bereits Alternativen aufgezeigt und gleichzeitig ermöglicht werden.

Weiters äußern Interviewpartner*innen aus dem Bereich der Verkehrswissenschaften grundlegende *Kritik am Paradigma des Wirtschaftswachstums*. An den Verkehrswissenschaften der TU Wien wird beklagt, dass sowohl die EU-weite als auch die nationale Verkehrspolitik wachstumsgetrieben seien und auf die Befriedigung der motorisierten Mobilität durch Technologieeinsatz fokussieren. Es werde nicht über Grenzen nachgedacht, da es dem Wachstumsgedanken der Wirtschaft widerspreche (INT_2). Von Seiten des Verkehrswesens an der BOKU wendet sich die Kritik vor allem gegen die dominierende Vorstellung, Wirtschaftswachstum sei ein wichtiger Aspekt von Nachhaltigkeit und mit ökologischen Zielen vereinbar. Der Interviewpartner argumentiert, dass jedes System, das exponentiell wächst, sich selbst zerstört, weshalb „eben diese vorherrschende Ideologie weltweit, dass alles über Wachstum quasi finanziert werden muss und nur über Wachstum funktionieren kann, (...) langfristig eigentlich nicht funktionieren [kann]“ (INT_7). In Zusammenhang mit Wachstumskritik stehen auch Aussagen, die sich auf *Suffizienz* in Hinblick auf Mobilität beziehen. Basierend auf der Infragestellung der Notwendigkeit von Mobilität werden neue Perspektiven auf Mobilität gefordert, die auf Suffizienz ausgerichtet sind (INT_14, INT_15).

„Nicht, dass Mobilität heißt, jederzeit überall hin zu können. Uns sind natürliche Grenzen gesteckt und dass wir hier einen Paradigmenwechsel, ein anderes Verständnis erreichen, das eben suffiziente Mobilität ist. Suffizient heißt, nicht so viel wie möglich, sondern so viel wie nötig.“ (INT_14)

Diese Aussagen lassen sich dem Postwachstumsdiskurs zuordnen und wir sehen diese Positionen als wichtigen Einsatzpunkt für eine sozial-ökologische Transformation.

Wie aus einigen Zitaten bereits hervorgeht, verknüpfen manche Interviewpartner*innen Ziele und Visionen für eine nachhaltigere Mobilität auch mit ihrem eigenen *konkreten Handeln in der Forschung und Lehre*. Ein Interviewpartner spricht von einer Verantwortung als Raum- und Verkehrsplaner*in gegenüber der Gesellschaft: „Wenn ich weiß, welche Stadt ich haben will, kann ich das dazu passende Verkehrssystem gestalten, oder muss.“ (DIS_17) In der Verkehrswissenschaft und in der Raumplanung der TU Wien sind zielorientierte Zukunftsvorstellungen neben der Forschung auch in die Lehre miteingebunden. So fand in den Verkehrswissenschaften ein Paradigmenwechsel statt hin zur normativen Prognose, wo es darum geht, eine zielorientierte Zukunftsvorstellung zu entwickeln, um in einem weiteren Schritt zu überlegen, was heute getan werden kann, um dorthin zu kommen (INT_3). Dabei wird darauf hingewiesen, dass eine kritische und spannende Lehre die Studierenden inspirieren kann, selbst Veränderungen im Mobilitätssystem voranzutreiben (DIS_17). In der Lehre an der BOKU werden die Studierenden ebenfalls dazu angeregt, eigene Visionen zu entwickeln und sich dabei auch kreativ außerhalb der normalerweise gesetzten Denkgrenzen frei zu bewegen. Mithilfe von Methoden wie future search up und back casting entwickeln die

Studierenden Visionen einer nachhaltigen Zukunft, von der ausgehend sie dann zurückgehen und Maßnahmen für die Erreichung dieser Zukunft ausmachen (INT_6).

Zwischenfazit

Basierend auf der Literatur zur Performativität von Zukunftsvorstellungen sehen wir in der oben dargestellten *Kritik des derzeitigen Systems* und der Formulierung von *zielorientierten Zukunftsvorstellungen* durch die interviewten Technikwissenschaftler*innen *Einsatzpunkte* für Veränderungen des Mobilitätssystems im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation. Es ist anzumerken, dass fundamentale Kritik am automobilen System eher von Wissenschaftler*innen auf Seiten der Verkehrswissenschaft kommt, die sich ganzheitlicher mit dem Mobilitätssystem beschäftigen und dabei auf verschiedene Aspekte von Verkehr und Mobilität Rücksicht nehmen. An den Instituten für Fahrzeugtechnik und Verbrennungskraftmaschinen etc. wird zwar Kritik an konkreten technologischen Entwicklungen, bestimmten Politiken, unternehmerischen Tätigkeiten oder menschlichem Verhalten geäußert. Dabei wird aber in unseren Interviews das automobilen System als solches nicht direkt infrage gestellt, und wenn, nur implizit in Kritik am motorisierten Individualverkehr. Die Bezeichnung von motorisiertem Individualverkehr in seiner jetzigen dominanten Form als nicht nachhaltig sehen wir als Einsatzpunkt für eine Transformation des Mobilitätssystems. Dabei sehen wir jedoch bei gewissen Interviewpartner*innen, insbesondere auf Seiten der Fahrzeugtechnik, eine Diskrepanz. Dies stützt unsere These, die wir bei der Innovationsebene 1 aufgestellt haben, dass die Wissenschaftler*innen der Automobilität kritischer gegenüberstehen, wenn sie nicht direkt am Fahrzeug arbeiten. Einige von ihnen fokussieren in ihrer Forschung auf Innovationen, welche dazu beitragen, die Dominanz von Autos im Mobilitätssystem zu erhalten. So geht es bei Effizienzsteigerungen von Motoren und der Änderung des Antriebsstrangs hin zu Elektroautos zwar um die Abkehr von fossilen Energieträgern und um die Förderung erneuerbarer Energien, aber nicht um die Verringerung der Dominanz des automobilen Systems als solches. Es handelt sich somit um eine ökologische Modernisierung (Brand und Wissen 2017, 141). Verbesserungen auf dieser Ebene können dominante Akteur*innen des automobilen Systems dabei unterstützen, das automobilen System mithilfe von technologischen Veränderungen als Gesamtes zu erhalten (vgl. Geels 2014, 37). Von der Fahrzeugtechniker*innen wird dabei teilweise argumentiert, dass die eigene Forschung weg von fossilen Energieträgern in Kombination mit neuen Sharing-Konzepten zu einer Verringerung der motorisierten Individualmobilität und damit zu weniger Emissionen führen wird. Wir leiten daraus, die These ab, dass dieser Hinweis dazu dient, die eigene Forschung zu legitimieren und als sinnvoll im Sinne nachhaltiger Mobilität darzustellen, auch sich selbst gegenüber. Die Verantwortung für Nachhaltigkeit über die eigenen gesetzten Grenzen wird jedoch in anderen Bereichen gesehen, z. B. bei industriellen und politischen Akteur*innen oder den Nutzer*innen. Diesen *Widerspruch in der Fahrzeugtechnik* verstehen wir in seiner aktuellen Form als *Beharrungskraft* des automobilen Systems. Mit steigender Präsenz umweltpolitischer Debatten in der Öffentlichkeit und stärkerem Bewusstsein über die Dringlichkeit von Handeln in Richtung einer Transformation könnte dieser Widerspruch jedoch auch in den Technikwissenschaften deutlicher sichtbar werden und zu einer Umorientierung und Neudefinierung der eigenen Disziplin und deren Logiken und Grenzen beitragen.

6. Technikwissenschaften als Akteurin – Positionierungen, Grundannahmen und Verhältnis zu anderen Akteur*innen

Technikwissenschaftliche Akteur*innen und ihre Vorstellungen sind relevant für die zukünftige Entwicklung des Mobilitätssystems. Sie können einerseits zu einer Stabilisierung

der Verhältnisse beitragen, andererseits können sie die Basis für institutionelle Veränderungen formen und technologische und soziale Korridore für die Transformation bieten. Die funktionale Abgrenzung zwischen Technikwissenschaften und dem Rest der Gesellschaft ermöglicht es Technikwissenschaftler*innen, eine scharfe Trennlinie zwischen den technischen Inhalten ihrer Arbeit und den gesellschaftlichen Bedingungen und Praktiken zu ziehen, in die ihre Arbeit und sie selbst als handelnde Akteur*innen eingebettet sind (Faulkner 2000a, 2007). Technik wird als neutrale Wissenschaft gerahmt, die von Naturgesetzen bestimmt ist. Technikwissenschaftler*innen werden kaum als handelnde Akteur*innen, sondern als unbeteiligte Faktenbringer und Technologiebereitsteller präsentiert und wahrgenommen. Dabei sind Technikwissenschaften und Technologieentwicklung nicht politisch neutral oder wertneutral. Technikwissenschaftler*innen spielen eine zentrale Rolle im Einfluss auf die Outcomes und Impacts von Technologien (Karwat et al. 2015, 230). Technik folgt dabei nicht einem unsichtbaren vorgegebenen Transformationspfad, sondern was und wie geforscht wird, wird entschieden und prägt politisch und gesellschaftlich.

Unser Ziel bei der genaueren Betrachtung der Technikwissenschaftler*innen als Akteur*innen ist einerseits, bestehende Verhältnisse, dominante Diskurse und Machtstrukturen im Zusammenhang mit Technikwissenschaften offenzulegen, welche das automobilen System fördern und mit festzuschreiben. Andererseits wollen wir alternative und marginalisierte Vorstellungen und Grundhaltungen aufzeigen, die in den Technikwissenschaften vorhanden sind, welche das automobilen System herausfordern und auf ein anderes Mobilitäts- und Gesellschaftssystem abzielen. Basierend auf den Ergebnissen suchen wir schließlich nach Einsatzpunkten für Technikwissenschaftler*innen, ihre Rolle als Akteur*innen einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität zu (re)definieren.

Um die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage in Hinblick auf Stabilisierungsfaktoren und Einsatzpunkte im Kontext der Technikwissenschaften weiter zu vertiefen sowie die dritte Forschungsfrage – über die Neudefinierung der Rolle von Technikwissenschaftler*innen in einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität – bearbeiten zu können, beschäftigen wir uns im folgenden Kapitel mit den *wissenschaftlichen Herangehensweisen*, den *gesellschaftlichen Positionierungen* und *Grundannahmen* von Technikwissenschaftler*innen. Wir beginnen mit einem Blick auf wissenschaftliche Herangehensweisen in den Technikwissenschaften und auf Zusammenarbeit in der Wissenschaft. Danach fokussieren wir auf die Selbstpositionierung von Technikwissenschaftler*innen in der Gesellschaft sowie auf die Aufgaben und die Bedeutung, die sie ihrer Forschung und Lehre und den Technikwissenschaften im Allgemeinen zuschreiben. Des Weiteren gehen wir auf ihre spezifischen Wertesysteme und Grundannahmen in Bezug auf gesellschaftliche Verantwortlichkeiten, menschliche Verhaltensweisen und Machtverhältnisse ein. Den Annahmen und Vorstellungen über Geschlechterverhältnisse und Gender-Dimensionen in den Technikwissenschaften widmen wir hier ein eigenes Kapitel. Zuletzt beschäftigen wir uns mit der Betrachtung *des Verhältnisses von Technikwissenschaften zur (Automobil-)Industrie und zur Politik*.

6.1. Wissenschaftliche Herangehensweisen und Zusammenarbeit in der Wissenschaft – zwischen Wertneutralität und Zielorientierung

Das *Verständnis von Wissenschaft* und der eigenen Arbeit als wissenschaftliche Forschung und Lehre spielt eine große Rolle dafür, wie die eigene Forschung und Lehre betrieben wird und wie Technikwissenschaftler*innen sich gesellschaftlich positionieren. Laut MacKenzie (1990)

geht mit der Trennung von Gesellschaft und Technologie die Vorstellung einher, das Technische sei als *Tatsache* zu betrachten und das Politische als *Wert*. Empirizismus, Positivismus und Dualismus sind dabei die Eckpunkte moderner Technikwissenschaften, in denen mit Anspruch auf Wertfreiheit an Fakten und Tatsachen geforscht wird (Karwat et al. 2015, 231). Technikwissenschaftler*innen werden in ihrer Ausbildung und darüber hinaus dazu trainiert, sich technischen Detailfragen zu widmen und dabei die Historizität von Technologie und politische Verhältnisse zu vernachlässigen. Technologische Entwicklung wird in den Technikwissenschaften als linear und progressiv dargestellt, anstatt die Geschichte von Technologie und Technikwissenschaften und die sozioökologischen Auswirkungen von Technologie zu betrachten (ebd., 231).

In den Interviews fragen wir nicht direkt nach dem Verständnis von Wissenschaftlichkeit. Wir beziehen uns jedoch nicht explizit auf technische Aspekte des Mobilitätssystems, sondern fragen allgemeiner nach Vorstellungen, Wünschen und Einschätzungen über die Zukunft von Mobilität. Aus den Antworten erkennen wir, dass sich viele der Interviewpartner*innen auch mit gesellschaftlichen Aspekten jenseits von technischen Details befassen. Einige Interviewpartner*innen sprechen zwar von einer wertfreien Wissenschaft, die von der eigenen Positionierung und normativen Ansprüchen abgegrenzt werden muss. Dementgegen positionieren sich jedoch einige Wissenschaftler*innen, die reflexive und zielorientierte Aspekte ihrer Arbeit hervorheben. Große Unterschiede finden sich bei der Breite des wissenschaftlichen Fokus in Forschung und Lehre an den Instituten. Einige technikfokussierte Wissenschaftler*innen beschäftigen sich mit kleinen Teilaspekten des (Auto-)Mobilitätssystems. Interdisziplinärere Ansätze betonen eine holistische Betrachtung des Mobilitätssystems. Zusammenarbeit innerhalb der Wissenschaft findet zwar auf verschiedenen Ebenen statt, jedoch fordern einige Wissenschaftler*innen eine stärkere interdisziplinäre Kooperation, um Fragen von zukunftsfähiger Mobilität nachgehen zu können. Manche Interviewpartner*innen vertreten eine positivistische Vorstellung von *wertfreier, neutraler Wissenschaft* und Wissenschaftler*innen. Technikwissenschaftler*innen sollen in Tradition Fakten und technische Grundlagen liefern. Für soziale und politische Fragen sei jemand anderes zuständig (INT_16). Zentrale Begriffe, die in Opposition zu Vernunft, Wertfreiheit und Wissenschaft gesetzt werden, sind z. B. Ideologie oder Populismus. „Ich bin da, glaube ich, für mich selbst sehr unideologisch, da bin ich zu viel Wissenschaftler.“ (INT_3) Auch die Unvereinbarkeit von politischen und wissenschaftlichen Äußerungen wird betont: „Das ist aber sehr politisch, was Sie da sagen, das ist nicht wissenschaftlich.“ (DIS_17) Zwar wird eingeräumt, dass Wissenschaft auch politikberatend tätig sein kann und soll, dafür sollen Maßnahmen für von der Politik definierte Ziele jedoch wertfrei erarbeitet und ihre Vor- und Nachteile abgewogen werden. „Wir stehen da im Prinzip quasi wirklich wertfrei und sagen, ‚das sind die super Vorteile, das sind die super Nachteile‘ so, ganz einfach.“ (INT_3) Die Wertfreiheit der Wissenschaft sei unter anderem dafür wichtig, wieder Vertrauen der Gesellschaft in die Wissenschaft herzustellen, „im Zeitalter, wo man nicht einmal mehr Fakten glauben kann“ (DIS_17). Ein Wissenschaftler spricht vom Ziel der Wissenschaft, „die Wahrheit zu suchen“, die es gilt „mit den Methoden herauszufinden“ (DIS_17). Hier findet keine Reflexion über die eigene gesellschaftliche Positionierung und über die Historizität von Technologie statt. Technikwissenschaftler*innen handeln scheinbar als neutrale, von „außen“ blickende Akteure. Dabei wird jedoch nicht mitreflektiert, dass *gesellschaftliche Diskurse* mitbeeinflussen, welche Wahrheiten überhaupt gesucht und gefunden werden, welche Maßnahmen erkannt und als möglich erachtet werden, um dann in einem nächsten Schritt Vor- und Nachteile abzuwägen.

Ein Beispiel dafür liefert uns ein Interviewpartner selbst, als er Radfahren als Verkehrssicherheitsproblem definiert und dabei durch Automobilität verursachte Probleme und Gefahren verkennt und verschleiert (DIS_17). Bei möglichen Maßnahmen für Verkehrssicherheit im Stadtverkehr nennt der Wissenschaftler einerseits eine Helmpflicht, andererseits eine Radwegbenutzungspflicht. Es handelt sich hier um Maßnahmen, wie sich andere Verkehrsteilnehmer*innen vor automobilen Gefahren schützen können, und nicht um solche, welche Automobilität als Gefahrenquelle identifizieren, die es zu mindern gilt, etwa durch eine 30-km/h-Geschwindigkeitsbegrenzung in Städten. Die Verantwortung für Verkehrssicherheit wird darin nicht bei Autofahrer*innen gesucht, sondern bei anderen Verkehrsteilnehmer*innen, die in der Regel durch automobilen Verkehr eingeschränkt und bedroht werden. Mit der Aussage „Momentan heißt Fahrrad fördern, Verletzte und Tote gehen nach oben“ (DIS_17) wird zusätzlich suggeriert, Radfahrer*innen seien schuld an Unfällen und Verletzungen. Die Rolle von Autos bei Verkehrsunfällen wird dabei ausgeblendet.

Unter den Interviewpartner*innen gibt es jedoch auch wenige kritischere, gegensätzliche Positionen zum Postulat der Wertfreiheit und Neutralität der Wissenschaft. So hebt eine Interviewpartnerin die Notwendigkeit für Wissenschaft hervor, *selbstreflexiv* zu sein und über die Positionierung der eigenen Forschung und Lehre in der Gesellschaft nachzudenken (INT_14). „Und dazu gehört auch, selbstkritisch zu sein und auch diese Selbstkritik anderen auch nahelegen. Sich selbst zu hinterfragen. Und gerade als Wissenschaftler muss man das ständig.“ (INT_14)

Große Unterschiede finden sich bei der *Breite des Fokus* in Forschung und Lehre an den Instituten. Während sich einige mit kleinen Teilaspekten des (Auto-)Mobilitätssystems beschäftigen und an Effizienzsteigerungen des Verbrennungsmotors oder der technischen Weiterentwicklung an Elektromotoren forschen, artikulieren andere den Anspruch, das Mobilitätssystem in holistischer Art und Weise ganzheitlich zu analysieren oder zumindest ein Gesamtbild systematisch in ihrer Arbeit mitzudenken.

In der Herausarbeitung von Dualismen in den Technikwissenschaften betont Faulkner (2000b, 93–94) die Detailverliebtheit, den *Fokus auf technische Details*, der in den Technikwissenschaften hoch angeschrieben steht, während andere Bereiche als weniger relevant und häufig nicht mehr als technikwissenschaftliche Kerntätigkeiten gelten. In ihrer Kritik am rein technischen Fokus der Technikwissenschaften nennen Karwat et al. (2015, 235) die Stadt- und Raumplanung, in deren Bereich auch das Verkehrswesen und Mobilitätssystemforschung zu verorten sind, als Beispiel für *Interdisziplinarität*. Hier spielen neben technischen Aspekten auch die historische und soziale Einbettung sowie die Auswirkungen von Raumplanung auf soziale Verhältnisse eine Rolle.

Institute der Fahrzeugtechnik oder der Verbrennungskraftmaschinen setzen ihren Fokus auf das Fahrzeug bzw. den Fahrzeugantrieb. „Ich komme natürlich von der Fahrzeugantriebsseite, das heißt, das ist unser Kerngeschäft.“ (INT_4) Zusammenarbeit findet vor allem mit Instituten inhaltlicher Nähe statt. So gibt es z. B. Kooperationen zwischen fahrzeugtechnischen Instituten der TU Wien, TU Graz und FH Joanneum Graz (INT_9, INT_11). Unser Interviewpartner der Fahrzeugtechnik am Joanneum Graz betont darüber hinaus, mit anderen technischen Disziplinen, wie z.B. der Elektronik, der Mechanik sowie der Informationstechnologie zusammenzuarbeiten (INT_11).

Auch bei Interviewpartner*innen aus stärker *interdisziplinären Feldern*, wie dem Verkehrswesen und der Verkehrsplanung, dominiert die Annahme, dass fahrzeugtechnische Institute einen sehr engen, technischen Blick auf einzelne Teilaspekte von Mobilität werfen und diesen häufig auch nicht mit anderen Aspekten verknüpfen oder nicht in den

Gesamtkontext von Mobilität setzen. So wird zum Teil die Ansicht vertreten, dass diejenigen, „die wirklich in der Fahrzeugtechnik arbeiten, die halt dann vielleicht einen etwas eingeschränkten Blick nur auf das Fahrzeug und auf die Optimierung des Fahrzeuges haben“ (INT_7). Dabei wird von einigen Seiten jedoch auch betont, dass der Fokus auf das Technische genau die Aufgabe von Fahrzeugtechniker*innen sei – „ist ja auch ihre Aufgabe, ist auch gut“ (INT_2) – und es folglich auch logisch sei, dass gesellschaftliche Aspekte nicht mitgedacht werden. „Es ist eh klar, wenn ich mich um die Entwicklung eines Elektromotors kümmere, dann werde ich keine Ahnung haben, was das für gesellschaftspolitische Auswirkungen hat. Klar, natürlich nicht.“ (INT_14) Gleichzeitig kommt Kritik am Technikfokus besonders mit Hinweis auf Reboundeffekte durch effizientere Motoren, die von Wissenschaftler*innen der Fahrzeugtechnik nicht mitgedacht werden (INT_2, INT_7).

Dennoch ist festzuhalten, dass keiner unserer Interviewpartner*innen einzig und allein aus einer technikfokussierten Perspektive über das Mobilitätssystem spricht. Auch an Instituten der Fahrzeugtechnik gibt es Forschung, die über einen engen Fokus des Fahrzeugs hinausgeht. Ein Interviewpartner am Institut für Fahrzeugtechnik der TU Wien forscht an Ladeinfrastruktur für Elektroautos (INT_4), wobei verschiedene soziale Aspekte mitgedacht werden müssen. Darüber hinaus wird auch auf Seiten der Fahrzeugtechnik die Frage gestellt, wo denn die Grenzen der Betrachtung gesetzt werden und ob nachhaltige Mobilität nicht über eine reine Betrachtung des Fahrzeugbaus und der Emissionen des Fahrzeugs in der Nutzung hinausgehen sollte: „Weil, ich brauche die Straßen (...) die Versiegelung des Bodens habe ich, ich habe Abrieb, Lärm. Wie nachhaltig das ist – jetzt ist die Frage, wo setzt man die Grenzen der Betrachtung?“ (INT_10) Am Institut für Fahrzeugtechnik der TU Graz wird das Thema überhaupt „ein bisschen breiter [betrachtet]. Weil, wenn man von Mobilität spricht, geht es ja mal grundsätzlich um ein Bedürfnis, von A nach B, Personen oder Waren. Und da hat man natürlich mehrere Möglichkeiten“ (INT_10). So zeigt sich ein Blick über die eigene Forschung am Fahrzeug hinaus, wenn auf die Erfindung des Gehzeuges¹³ verwiesen wird: „Es ist auch die These, die er da vertritt, mit ‚Wir lösen keine Verkehrsprobleme, indem wir hergehen und größere, breitere Straßen bauen, die werden genauso voll sein‘. Das ist sicher eine riesen Baustelle, verstehe ich.“ (INT_11)

Interviewpartner*innen im Feld des Verkehrswesens betonen den Anspruch auf *gesamtheitliche Betrachtungen des Mobilitätssystems* (INT_2, INT_6, INT_7, INT_14). Obwohl die Mehrheit der Institute an technischen Universitäten oder Fachhochschulen verortet ist und die Interviewpartner*innen zum allergrößten Teil über eine technikwissenschaftliche Ausbildung verfügen, werden in den Interviews vor allem soziale und ökologische Aspekte von Mobilität hervorgehoben. Unser Interviewpartner des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen betont zwar, dass am Institut ein technischer Fokus dominant ist. Andere Interviewpartner*innen heben jedoch hervor, dass „für jeden Forscher im Mobilitätsbereich (...) klar [ist], dass es außer den technischen Fragen noch andere gibt (INT_16), oder dass „Verkehrsplanung (...) ein extrem holistischer Ansatz [ist]“ (INT_2). Ein Interviewpartner von AustriaTech meint, der Fokus habe sich in der Verkehrsplanung in den letzten Jahrzehnten von der reinen Technologie hin zum Planerischen und Konzeptiven verschoben, relativiert jedoch gleich danach: „Nur, ich studiere nach wie vor Verkehrsplanung eben auf der Technik.“ (INT_15)

Am Institut für Verkehrswesen der TU Wien wird stark auf die Einbeziehung anderer Faktoren, die über eine technische Betrachtung hinausgehen, gesetzt.

¹³<https://green.wikia.org/de/wiki/Gehzeug> Letzter Zugriff: 18.08.2019

„Und Sie sehen, allein aus meinen Antworten, dass ich in allen möglichen Disziplinen und Gebieten permanent unterwegs bin, weil, im technischen Bereich ist es ja lächerlich. Das ist ein Kinderspielzeug, im Vergleich zu dieser Komplexität, die Verkehrswesen haben, weil der Mensch da drin ist.“ (INT_1)

Forscher*innen aus dem Bereich des Verkehrswesens artikulieren mehrmals die Forderung nach stärkerer Beschäftigung mit gesellschaftlichen Themen, bzw. nach Zusammenarbeit mit Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler*innen sowie Psycholog*innen. „Wir bewegen uns im Verkehrswesen weit jenseits dieser Geschichten. Wir haben nicht diesen naturwissenschaftlichen Kanon allein zu berücksichtigen, sondern wir dringen in Strukturen ein, wo dieser in der Form nicht mehr gilt. Weil, Sie können Leben nicht in dieser Form reproduzieren.“ (DIS_17) Während ein Interviewpartner in der Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftler*innen die Möglichkeit sieht, sich „mit der Nutzbarmachung neuer Technologien auseinander(zu)setzen“ (INT_15), wird andererseits hervorgehoben, dass im Bereich der „Grundlagenforschung, wie Menschen funktionieren“ (DIS_17), noch viel zu wenig Wissen in den Verkehrswissenschaften vorhanden ist. „Das heißt, wir müssten als Ingenieure eigentlich viel stärker zusammenarbeiten mit Psychologen, Soziologen. Denn, genau zu wissen: Verkehr ist eben nicht Hydraulik. Da sitzen Menschen mit einem Hirn, die anders entscheiden können.“ (DIS_17)

Die Begrenzung oder Ausweitung des jeweiligen Forschungsbereiches hängen auch damit zusammen, welche Probleme und Herausforderungen als bearbeitbar wahrgenommen werden und welche in die Kompetenzbereiche anderer fallen. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Nennung des Nutzer*innenverhaltens als zentrales Hindernis für eine nachhaltige Mobilität seitens eines Großteils der Interviewpartner*innen. Diese bringt nicht nur neoliberale, individualisierende Vorstellungen von Problemen und deren Lösungen zum Vorschein, sondern zeugt auch von einer gewissen *Verantwortungsverschiebung*, weg von den eigenen (wissenschaftlichen und technologiefokussierten) Arbeits- und Forschungsbereichen, hin zum Rest der Gesellschaft. Negative Auswirkungen von Technologien werden dabei auf einen Benutzerfehler bzw. die falsche Nutzung zurückgeführt (Karwat et al. 2015, 232). So werden z. B. Reboundeffekte von Forscher*innen der Fahrzeugtechnik zwar angesprochen, die Verantwortung dafür aber bei den Nutzer*innen von Automobilität verortet und somit aus dem eigenen Einflussbereich ausgeschlossen. „Das heißt, alles, was wir gewinnen auf der Fahrzeugseite, wird durch die Konsumentenseite wieder aufgewogen und teilweise jetzt mittlerweile überwogen.“ (INT_4) Ein enger Fokus auf technologische und konzeptuelle Forschung und eine Abgrenzung von anderen gesellschaftlichen Bereichen ermöglichen dabei die Koexistenz von eigener Überzeugung, einen notwendigen, wichtigen Beitrag für ein nachhaltiges Mobilitätssystem zu leisten, bei gleichzeitigem Wissen über das in der Gegenwart nicht nachhaltige automobile System.

Jene (Verkehrs-)Wissenschaftler*innen, die einen gesamtheitlicheren Ansatz verfolgen, betonen hingegen ihre Verantwortung, dabei zu unterstützen, Strukturen zu verändern, um Menschen andere Mobilitätspraxen überhaupt erst zu ermöglichen und die Menschen „aus diesem Zwang zu befreien“ (DIS_17). Konkrete Strukturen, die dabei genannt werden, sind unter anderem Siedlungsstrukturen und Raumplanungskonzepte, auf das Auto fokussierte Verkehrsplanung, gesetzliche Bestimmungen über Geschwindigkeitsbeschränkungen, Parkraumorganisation etc., sozioökonomische Dorf- und Stadtstrukturen, aber auch politisch-institutionelle Strukturen, die bestimmte Forschung, Innovationen und Projekte fördern und andere nicht (INT_1, DIS_17).

Die *Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftsbereichen* wird von allen Interviewpartner*innen als wichtige Komponente ihrer Forschung hervorgehoben. Zusammenarbeit findet jedoch vor allem mit Instituten inhaltlicher Nähe statt. So gibt es z. B. Kooperationen zwischen fahrzeugtechnischen Instituten der TU Wien, TU Graz und FH Joanneum Graz (INT_9, INT_11) oder zwischen Instituten im Bereich des Verkehrswesens der TU Wien und der BOKU (INT_2, INT_7). Viele betonen auch die gute internationale wissenschaftliche Vernetzung (INT_2, INT_6, INT_10, INT_12, INT_14). Darüber hinaus spielen auch die institutionelle und geografische Nähe eine Rolle für die Zusammenarbeit. An der TU Graz sind alle von uns interviewten Institute miteinander vernetzt und arbeiten in verschiedenen Kooperationen und Projekten zusammen (INT_8). Einige von ihnen arbeiten auch mit Instituten der Universität Graz oder der FH Joanneum Graz zusammen (INT_9, INT_11). Es wird jedoch auch von Hindernissen und Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit innerhalb der Wissenschaft gesprochen. Die unterschiedlichen Kernbereiche und Herangehensweisen verschiedener wissenschaftlicher Akteur*innen im Mobilitätsbereich, in denen „jeder (...) sein Motiv [hat], jeder (...) die Ecke, die er sieht, und (...) sich aber schwer [tut], die anderen Ecken mitzubersichtigen“ (INT_14), werden als Hindernis für eine Zusammenarbeit gesehen. Außerdem wird die Koordination zwischen Universitäten und Fachhochschulen kritisiert, die oft nicht gegeben ist, wenn parallel und nebeneinander an gleichen oder ähnlichen Themen geforscht wird, ohne sich darüber abzustimmen und auszutauschen (INT_12). Dies hänge auch mit einer gewissen Konkurrenzsituation zusammen, die es mittlerweile zwischen Fachhochschulen und Universitäten gibt, die gegeneinander um eine kleinere Anzahl Studierender werben (INT_12). Als weiteres Hindernis für eine erfolgreiche interdisziplinäre Kooperation werden inhaltliche wie persönliche Konflikte zwischen Wissenschaftler*innen einzelner Institute genannt, die in der Vergangenheit mögliche Kooperationen verhindert hätten (INT_3, INT_7, INT_8).

Trotz bestehender Hindernisse betonen einige Interviewpartner*innen die Notwendigkeit der Betrachtung des Mobilitätssystems aus verschiedenen Perspektiven durch *interdisziplinäre Zusammenarbeit*, „wo der Verkehrs- und Mobilitätssektor nicht mehr alleine abgeschlossen und abgekoppelt arbeitet, sondern in Interaktion mit vielen anderen Forschungsdimensionen“ (INT_15). Eine wichtige Voraussetzung dafür sei, zu fragen: „Wie muss das zusammenspielen? Welche Disziplinen gehören da zusammen und da auch die Voraussetzungen zu schaffen, dass die Leute auch miteinander arbeiten können, dass sie sich gegenseitig verstehen.“ (INT_14)

Zwischenfazit

Das *Postulat der Wertfreiheit* und die fehlende Anerkennung von gesellschaftlicher Einbettung der eigenen Forschung und Lehre sowie von Historizität von Technologie sehen wir als *Beharrungskräfte*, welche ein wissenschaftliches Engagement für eine Transformation des Mobilitätssystems verhindern. Das Selbstverständnis von Technikwissenschaftler*innen als Erforscher*innen von Fakten und Tatsachen verkennt dabei die Positionierung und Einbettung von Technikwissenschaftler*innen und ihre Arbeit in soziale Prozesse und gesellschaftliche Machtverhältnisse. Mit dem Postulat der Wertfreiheit ist häufig auch eine *Absage an Normativität* verbunden, die eine klar zielorientierte Forschung in Richtung einer Transformation des Mobilitätssystems verhindert.

Auch im *engen Fokus auf Technologie* und technologische Verbesserungen des Antriebsstrangs von Seiten einiger Wissenschaftler*innen im Bereich der Fahrzeugtechnik erkennen wir eine *Beharrungskraft* für eine Stabilisierung von technologiefokussierten Lösungsstrategien. Jedoch wird auch von einzelnen Fahrzeugtechniker*innen die Frage

gestellt, wo denn die Grenzen der Betrachtung gesetzt werden, und ob nachhaltige Mobilität nicht über eine reine Betrachtung des Fahrzeugbaus und der Emissionen des Fahrzeugs in der Nutzung hinausgehen sollte.

Vertreter*innen von Engineering Studies haben dazu einen explizit partizipativen und normativen Zugang und fordern systematische Veränderungen in der Ausbildung von Technikwissenschaftler*innen. Etwa betont Downey (2015, 646), dass angehende Technikwissenschaftler*innen ein Verständnis von soziotechnischen Zusammenhängen entwickeln müssen, um einerseits die Grenzen des normativen Holismus zu erkennen und andererseits bestehende Machtverhältnisse auf verschiedenen Ebenen der Technikwissenschaften zu sehen, zu reflektieren und zu verändern.

Einsatzpunkte für wissenschaftliches Engagement in einer Transformation des Mobilitätssystems sehen wir hingegen in der Öffnung der Verkehrswissenschaften hin zu sozialwissenschaftlichen Themenfeldern, wie den Bereichen gesellschaftlichen Zusammenlebens, Organisation und menschlicher Verhaltensweisen sowie den Wunsch nach mehr *interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftler*innen* und Psycholog*innen. Interdisziplinäre und transdisziplinäre Forschung zwischen Technik- und Sozialwissenschaften halten wir im Kontext der Herausforderungen des Klimawandels und sozialer Ungleichheit für ausgesprochen wichtig und essentiell für eine sozial-ökologische Transformation. Durch gegenseitigen Austausch können die unterschiedlichen Disziplinen sowie die zivilgesellschaftlichen Akteur*innen voneinander lernen und zu einer besseren Gesamtsicht beitragen. Dabei geht es nicht darum, dass sich Technikwissenschaftler*innen plötzlich in Sozialwissenschaftler*innen transformieren. Die Zusammenarbeit ermöglicht jedoch einerseits mehr Reflexion über die gesellschaftliche Einbettung und Wirksamkeit von (Technik-)Wissenschaftler*innen und deren Reproduktion in Forschung und Lehre. Andererseits kann durch vielfältigere Perspektiven und eine umfassendere Gesamtsicht auf Probleme nach differenzierten Lösungen gesucht werden, die sowohl technische als auch soziale Aspekte miteinschließen.

6.2. Gesellschaftliche Grundannahmen von Technikwissenschaftler*innen – von trägen Menschen und individuellen Nutzer*innen

Die unterschiedlichen Arten von Vorstellungen und Darstellungen der Zukunft hängen mit den jeweiligen *Grundannahmen und Wertesystemen* der Interviewpartner*innen zusammen. Implizite Grundannahmen der Wissenschaftler*innen prägen stark mit, wie sie woran arbeiten, wie sie ihre Rolle in der Gesellschaft definieren und damit, wie sie als Wissenschaftler*innen mit Gesellschaft interagieren. Solche Grundannahmen sind nicht verallgemeinerbar oder universell verbreitet unter Technikwissenschaftler*innen. Karwat et al. (2015, 230) erwähnen jedoch, dass bestimmte Grundannahmen oder Interessen von Technikwissenschaftler*innen, wie Materialismus, Konsumismus, Kosten-Nutzen-Abwägungen, Individualismus sowie Gewalt, weiterhin aufrechterhalten und in technikwissenschaftlichen Ausbildungsräumen reproduziert werden.

Für eine Betrachtung der Technikwissenschaftler*innen als Akteur*innen der Stabilisierung oder Transformation des Mobilitätssystems ist es daher wichtig, diese Grundannahmen herauszufiltern und aufzudecken, um sie bewusst zu machen und die Problematiken dahinter aufzuzeigen. Wir haben in den Interviews nicht direkt nach Grundannahmen gefragt. In den Antworten der Interviewpartner*innen zeichnen sich jedoch Grundannahmen unter anderem über die folgenden gesellschaftlichen Bereiche ab: Nutzer*innenverhalten als Hindernis für

eine nachhaltige Mobilität, globale Ungerechtigkeiten, menschliches Verhalten sowie Genderverhältnisse in den Technikwissenschaften.

Der Fokus auf Nutzer*innenverhalten als großes Hindernis für nachhaltige Mobilität zeugt von einer Individualisierung struktureller Probleme. Nur manche Wissenschaftler*innen verweisen auf die strukturelle Ebene dahinter. Globale Ungleichheiten in Bezug auf das automobile Regime werden von den Interviewpartner*innen – bis auf wenige Ausnahmen – kaum mitgedacht. Bei einigen Interviewpartner*innen treten außerdem essentialistische Vorstellungen über den Menschen hervor. Diese zeigen sich vor allem in ihrer Einschätzung über das Mobilitätsverhalten der Menschen sowie in Bezug auf Geschlechterrollen. Andere heben die Sozialisierung von Menschen hervor, die maßgeblich für bestimmte, nicht nachhaltige Mobilitätsverhaltensweisen verantwortlich sei.

Individualisierung struktureller Probleme

Forscher*innen der Transition Studies sehen in den etablierten, routinierten und eingeschriebenen Handlungen und Mobilitätspraxen von Nutzer*innen Formen der Stabilisierung des automobilen Regimes. Autos sind tief in die westlichen Lebensstile eingeschrieben, die sowohl kulturelle als auch infrastrukturelle Komponenten aufweisen (Geels et al. 2012a; Geels 2014; Geels et al. 2016).

In den Interviews wird häufig auf die Nutzer*innen als zentrales Hindernis für nachhaltige Mobilität verwiesen, deren Mobilitätspraxen sich nur schwer oder sehr langsam verändern lassen (INT_4, INT_5, INT_6, INT_7, INT_8, INT_10, INT_12, INT_13, INT_14). Dabei werden vor allem kulturelle Aspekte, wie Komfort und Bequemlichkeit (INT_10), Gewohnheiten, die Individualisierung der Gesellschaft (INT_14), mangelndes Bewusstsein über die Auswirkungen (INT_14), das Auto als Statussymbol (INT_6), die emotionale Verbindung mit Freiheit (INT_15) sowie Neid und Prestige (INT_3) genannt. Durch Bewusstseinsbildung sollen Nutzer*innen dazu angehalten werden, ihr Mobilitätsverhalten zu ändern und nachhaltiger mobil zu sein (INT_6, INT_14).

Der Fokus mancher Interviewpartner*innen liegt dabei bei der individuellen Handlungsebene der Nutzer*innen von Mobilität: „Wer spielt die wichtigste Rolle? Letzten Endes muss man sagen, der Kunde. Denn das was der Kunde nutzt und kauft, das wird gemacht“ (INT_4) Selbst auf der Ebene der Politik wird die Bevölkerung nicht hauptsächlich als Bürger*innen wahrgenommen, welche sich politisch einbringen, sondern vorrangig als Kund*innen, die durch ihr Konsumverhalten die Politik beeinflussen: „Weil unterm Strich ja auch politische Maßnahmen vom Kunden, vom Wähler beeinflusst werden.“ (INT_10) Dies zeugt von einer Individualisierung und damit einer Depolitisierung von Fragen von Mobilität sowie einem fehlenden Blick auf dahinterliegende Strukturen.

Nur von manchen Wissenschaftler*innen wird auch auf *strukturelle Elemente* dahinter verwiesen, welche die kulturellen Präferenzen und Alltagspraktiken der Menschen mitbeeinflusst. So zeigt die Behauptung, die Autoindustrie erzeuge durch Werbung Bedürfnisse und Begehrlichkeiten bei Nutzer*innen (INT_3, INT_6, INT_14), die strukturelle Seite kultureller Aspekte von Automobilität auf. Zwei Interviewpartner vom Institut für Verkehrswissenschaften an der TU Wien bezeichnen das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung zwar als problematisch für nachhaltige Mobilität. Sie betonen aber, dass das derzeitige Mobilitätsverhalten der Bevölkerung nicht die Ursache der Probleme ist, sondern nur eine Folgewirkung von bestimmten sozialen, infrastrukturellen und politischen und ökonomischen Strukturen, welche motorisierte Individualmobilität auf verschiedenste Weise begünstigen und andere, nachhaltigere Formen von Mobilität systematisch benachteiligen (INT_1, INT_2).

„Die Bevölkerung verhält sich absolut intelligent und egoistisch. Das müssen wir zur Kenntnis nehmen. Die Leute sind, wie sie sind. Wenn wir ihnen diese Strukturen hinbauen, dann verhalten sie sich dementsprechend. (...) Unter diesen Bedingungen fährt ein normaler Mensch mit dem Auto.“ (DIS_17)

Hier wird hauptsächlich auf Strukturen fokussiert und die Mobilitätspraxen von Menschen werden als direkte Folgen von strukturellen Rahmenbedingungen gesehen, ohne dass die Bevölkerung selbst wirklich Einfluss auf Entscheidungen nehmen kann. Für einen Wandel des Mobilitätssystems und einer Überwindung des automobilen Regimes ist jedoch die Vermittlung zwischen den Alltagspraxen der Menschen und der strukturellen Ebene notwendig, zu der sowohl Änderungen in den vielfältigen gesellschaftlichen und materiellen Infrastrukturen, die das derzeitige Verhalten begünstigen, als auch Veränderungen von Wertesystemen und kulturellen Präferenzen gehören. Dabei müssen die Nutzer*innen von Mobilität jedoch als aktive Akteur*innen wahrgenommen werden, die an politischen Prozessen und Aushandlungen des Mobilitätssystems beteiligt sind (Konzeptwerk Neue Ökonomie 2017, 109).

Globale Ungleichheiten und das automobilen System

Mit dem Begriff der Imperialen Automobilität heben Brand und Wissen (2017, 131f.) hervor, dass das derzeitige automobilen System in *globale Macht- und Herrschaftsverhältnisse* eingebettet ist und diese mitproduziert. Die imperiale Automobilität, als integrale Komponente der imperialen Lebensweise, greift auf Arbeitskraft, Senken und Ressourcen, wie z. B. Aluminium, Kupfer, Lithium, Kobalt, Nickel und Graphit im Globalen Süden zurück, während sie gleichzeitig nicht verallgemeinerbar für die Bevölkerung dieser Regionen ist (Brand und Wissen 2017, 168).

Globale Ungleichheiten kommen in den Interviews kaum zur Sprache. Ein Interviewpartner wendet zwar ein, dass das automobilen Regime, wie es in Industriestaaten vorherrscht, in dieser Art und Weise nicht verallgemeinerbar für die gesamte Welt sei: „Und wenn Sie unseren Lebensstil auf diese Länder übertragen, dann haben wir es relativ schnell erledigt, das Problem.“ (INT_2) Die Länder Afrikas und Asiens sollen sich zwar in den nächsten Jahren „weiterentwickeln, damit es den Leuten besser geht“ (INT_2). Damit einher geht aber eine Steigerung des globalen Energiebedarfs. Er beklagt, dass die Fehler des Verkehrswesens der Industrieländer in andere Länder, wie China, exportiert werden, obwohl dort zuvor der Radverkehr dominierte, und sieht als eine Ursache davon die Schaffung einer Neidgesellschaft durch die Werbeindustrie (INT_2). Ein anderer Interviewpartner weist im Kontext von Elektroautomobilität auf die menschenunwürdigen Bedingungen im Abbau von Lithium für Batterien im Globalen Süden hin (DIS_17). Darüber hinaus fehlen in den Interviews jedoch Kritik an globalen Ungerechtigkeiten in Bezug auf das automobilen Regime, sowie Vorstellungen von nachhaltiger Mobilität, welche die globale Gerechtigkeitsfrage miteinbezieht.

Essentialistisches Menschenbild vs. Sozialisierung von Verhaltensweisen

Essentialistische Vorstellungen über Menschen werden in den Interviews im Kontext von Hindernissen für eine nachhaltige Mobilität geäußert, wenn das Nutzer*innenverhalten als zentrales Hindernis genannt wird. Dabei werden den Nutzer*innen von Mobilität bestimmte Eigenschaften und Verhaltensweisen, die nicht oder nur schwer veränderbar sind, zugeschrieben: „Wir müssen uns verändern. Und Veränderung ist immer schwierig. Menschen verändern sich grundsätzlich wenig und ungern.“ (INT_13) Dabei wird auch von der Psyche

des Menschen gesprochen, die bestimmte Denk- und Verhaltensweisen hervorbringt. Dieses fixierte, statische Bild vom Menschen, wie er ist, geht dabei teilweise über die Annahme der Resistenz gegen Veränderungen hinaus.

In Bezug auf Mobilität wird zum einen behauptet, der Mensch hätte ein *prinzipielles Bedürfnis nach Mobilität* (INT_13), zum anderen, dass er das Bedürfnis einer bestimmten Form von Mobilität hat, nämlich der individuellen, bei der der Mensch allein entscheiden kann, wann es wohin geht: „Ja, also ich glaube, die Individualität in der Mobilität wird erhalten bleiben, weil der Mensch einfach das Bedürfnis danach hat.“ (INT_5) Auch der *individuelle Besitz* eines Fahrzeuges wird als prinzipieller Wunsch des Menschen gesehen, durch den andere Bedürfnisse, wie Freiheit und Bewegung, erfüllt werden können. „Aber ich glaub trotzdem noch, dass es einen signifikanten Anteil daran noch geben wird, dass die Leute auch ein eigenes Fahrzeug haben wollen, einfach um dieses individuelle Gefühl, etwas zu besitzen und mit dem tun zu können und die Freiheit haben, es zu nutzen.“ (INT_8) Ein Interviewpartner spricht auch vom prinzipiellen Wunsch des Menschen nach Geschwindigkeit, den es schon immer gibt, was man in Legenden und Märchen vergangener Jahrhunderte erkennen kann.

„Aber es gibt eine andere Konstanz, oder einen anderen inneren Wunsch, und das ist der Wunsch nach Geschwindigkeit. Ich sage das jetzt wirklich völlig wertfrei. Wenn man alte Märchen liest, überall kommen die Siebenmeilenstiefel vor und der fliegende Teppich. Das ist im Menschen drin.“ (DIS_17)

Michael (2000, 29) bezeichnet das Verständnis der Natur des Menschen und der Gesellschaft, die nur kaum oder schwer veränderbar ist, als eine jener Bedingungen, die für die Gesellschaft als fundamental gelten können und die in wegorientierten Vorstellungen von der Zukunft nicht hinterfragt, sondern in die Zukunft hineinprojiziert werden. Im Gegensatz zu zielorientierten Zukunftsvorstellungen, die fundamentale gesellschaftliche Veränderungen für möglich halten und vorantreiben, werden hier gesellschaftliche und kulturelle Muster, die historisch wachsen und in verschiedenen Gesellschaftsformen stark voneinander unterscheiden können, naturalisiert. Von einem intrinsischen, universellen Bedürfnis des Menschen nach Individualverkehr zu sprechen, obwohl er in dieser Form erst seit dem 20. Jahrhundert existiert, vernachlässigt historischen gesellschaftlichen Wandel, stabilisiert das aktuelle automobiler Regime und erschwert die Suche nach Lösungen im Feld des Mobilitätsverhaltens und darüber hinaus.

Andere sprechen davon, dass sich der Mensch durch *Sozialisierung* bestimmte Routinen und Verhaltensweisen und eben auch Mobilitätspraxen aneignet. Ein wichtiger Weg, um Veränderungen in Richtung nachhaltiger Mobilität zu erzielen, sei daher, bei jungen Menschen und deren Sozialisierung anzusetzen, „weil, diese Konzepte brauchen üblicherweise Jahrzehnte, bis sie sich insgesamt in der Gesellschaft durchsetzen. Und das kann eigentlich nur von der Jugend kommen“ (INT_12). Es wird auch festgehalten, dass bei vielen Menschen der jüngeren Generation, vor allem in den Städten, das Individualauto nicht mehr so eine starke Rolle habe (INT_6), dafür sei Sharing ein größeres Thema (INT_4). Auch hier wird betont, dass es schwierig ist, aus diesen gewohnten Verhaltensweisen, die für die Menschen oft bequem sind, auszubrechen und dass verschiedene Einflüsse von außen kommen müssen, um Verhalten zu ändern. „Also da muss es irgendwie dramatische Veränderungen von außen geben, die das verändern, oder sehr, sehr starke politische Entscheidungen. Von selber wird das sicher nicht passieren.“ (INT_7)

Zwischenfazit

Die oben herausgearbeiteten Grundannahmen der Interviewpartner*innen stellen aus unserer Perspektive *Beharrungskräfte* dar, welche systemstabilisierend wirken und das Potenzial der Technikwissenschaften, als progressiver Akteur für eine sozial-ökologische Transformation zu agieren, einschränken. Sowohl die *Individualisierung von strukturellen Problemen* als auch die *Vernachlässigung von Fragen globaler Gerechtigkeit* zeugen von der Nichtbeachtung oder Verharmlosung der multiplen Krise auf ökologischer, demokratiepolitischer sowie sozialer Gerechtigkeitsebene. Darüber hinaus verfestigen *essentialistische Vorstellungen* von gar nicht oder nur schwer veränderbarem menschlichem Verhalten den Status quo des automobilen Systems und verhindern dadurch Vorstellungen über einen Systemwandel. Einen *Einsatzpunkt* für *systemkritische Grundannahmen* sehen wir bei wenigen Interviewpartner*innen, die vor allem Kritik an bestehenden materiellen, institutionellen und infrastrukturellen Strukturen üben und sich auch in ihrer Arbeit für deren Veränderung einsetzen.

6.2.1. Gender und Technikwissenschaften – „Wir reden ja nur vom Ingenieur, wir reden nie von der Ingenieurin“

Inspiziert von der feministischen Literatur zu Gender in der Technikwissenschaft und in Reaktion auf den blinden Fleck in Bezug auf Gender und andere Herrschaftsdimensionen in der Literatur zu *sustainability transitions*, sowie den Umstand, dass nur zwei unserer sechzehn Interviewpartner*innen weiblich gelesene Personen sind, wollen wir unsere Arbeit mit einem *Blick auf Genderdimensionen in den Technikwissenschaften im Mobilitätsbereich* bereichern. Wir können darin der großen Aufforderung feministischer STS-Zugänge nicht gerecht werden und verschiedenste ungleiche und ungerechte Machtverhältnisse sichtbar machen und diskutieren. Dennoch geben uns unser Forschungsinteresse und die generierten Daten die Möglichkeit, Frauen* einerseits als Betroffene eines männlich geprägten und dominierten Mobilitätssystems und Wissenschaftsbereiches und andererseits als Akteurinnen* der Veränderung in ihrer Position als Technikwissenschaftlerinnen* sichtbar zu machen.

Unser Zugang, Technikwissenschaftler*innen, die auch in der Lehre tätig sind, zu ihren Gedanken diesbezüglich zu befragen, lehnen wir an die Arbeit der Soziologin Emily Blosser (2017) an, die Lehrkörper einer technischen Universität im Süden der USA danach befragte, wie sie sich die Gender-Stratifizierung in technikwissenschaftlichen Studienrichtungen erklären. Dabei fragte sie einerseits danach, warum Frauen* in technikwissenschaftlichen Studiengängen immer noch unterrepräsentiert sind und warum es Unterschiede zwischen verschiedenen Disziplinen gibt. Ihre Grundannahme ist, dass die Lehrkörper eine zentrale Rolle darin spielen, wie Studierende das Forschungs- und Berufsfeld kennenlernen, welche Erfahrungen sie machen und wie das akademische Klima geprägt ist, in dem sich Studierende wiederfinden (Blosser 2017, 25).

Unser Interesse geht aber über die Frage der Ursachen für die geringe Anzahl von Technikwissenschaftlerinnen* hinaus. Wir wollen die *Vorstellungen von Technikwissenschaftler*innen über Genderdimensionen der Technikwissenschaften* herausfinden und diese hinsichtlich der Dualismen nach Faulkner (2000a) betrachten. Diese geben unter anderem Aufschluss darüber, inwieweit Technikwissenschaftlerinnen* in den Technikwissenschaften von geschlechtsspezifischer Diskriminierung betroffen sind. Weiters wollen wir Einschätzungen über die Auswirkungen dieser Unterrepräsentation von Technikwissenschaftlerinnen* und über das Veränderungspotenzial durch eine höhere Repräsentation von Frauen* in dem Feld herausfinden. Christine Baunhardt (2007) spricht beispielsweise von einer Festschreibung ungleicher Geschlechterverhältnisse in der

Stadtentwicklung und Stadtplanung, aufgrund der Ausrichtung der Verkehrssysteme auf vollzeiterwerbstätige Männer*, während Mobilitätsbedürfnisse der Nichterwerbs- und Sorgearbeit, die vorrangig von Frauen* geleistet wird, vernachlässigt werden.

Dieser *Dimension vergeschlechtlichter Strukturen der (Auto-)Mobilität* versuchten wir uns in den *Interviews* mit folgender Frage anzunähern: „Die Verkehrswissenschaft, Verkehrsplanung, Fahrzeugtechnik etc. sind sehr männlich dominierte Wissenschaftsbereiche. Inwiefern, glauben Sie, spielt das eine Rolle für die Zukunft der Automobilität?“ In den Antworten bestätigt sich nur zum Teil das Bild von Technikwissenschaftler*innen, die Essentialismen in Bezug auf Gender reproduzieren. Andere Interviewpartner*innen verweisen auf eine geschlechtsspezifische Sozialisierung von jungen Menschen und betonen die Notwendigkeit einer anderen Sozialisierung, um die Zahl von Technikwissenschaftlerinnen* zu erhöhen. Nur wenige sprechen bestimmte Formen von dominanter Männlichkeit im Mobilitäts- und Technikbereich an und bezeichnen diese als problematisch. Spezifische Erfahrungen von Technikwissenschaftlerinnen* in Technikwissenschaften werden teilweise anerkannt, teilweise aber auch mit einer Betonung der Gleichheit der Geschlechter negiert. Nur eine Interviewpartnerin teilte Gedanken über Auswirkungen der Unterrepräsentation von Frauen* in den Technikwissenschaften im Mobilitätsbereich. Es besteht eine Grundstimmung, die eine höhere Präsenz von Frauen* in den Technikwissenschaften befürwortet und die meisten Interviewpartner*innen sehen aktuelle Veränderungen hin zu einer stärkeren Präsenz von Technikwissenschaftlerinnen*.

In einigen Aussagen zur Unterrepräsentation von Frauen* in den Technikwissenschaften stecken *essentialistische Vorstellungen in Bezug auf Gender*. Die Interviewpartner*innen gehen dabei also von universellen bzw. natürlichen geschlechtsspezifischen Charakteristika von Männern* und Frauen* aus. Häufig werden die unterschiedlichen Interessen von Frauen* und Männern* als Gründe genannt, warum weniger Frauen* sich hin zu den Technikwissenschaften orientieren. In dem Zusammenhang werden unterschiedliche Arbeitsweisen und Schwerpunkte von Frauen* und Männern* angenommen, zum Teil ohne diese genauer zu spezifizieren. Dabei wird oft hervorgehoben, dass diese spezifisch weiblichen Arbeitsweisen für die Technikwissenschaft und die konkrete Forschung am Institut eine Bereicherung seien, weshalb eine höhere Anzahl an Frauen* wünschenswert wäre.

„Ich würde mir wünschen, dass mehr Frauen das machen. Zum einen, das hat jetzt mit der Mobilität nicht direkt zu tun, sondern allgemein mit der Frage der Arbeitsumgebung, der Vielfalt, die sicherlich durch weibliche Forschung mit dazukommt. Das wäre mit Sicherheit eine Bereicherung für die Arbeit selber. Es ist ja so, dass die Besprechungen besser ablaufen, meistens, ja, ist wirklich so.“ (INT_9)

„Ich glaube, dass die Damen sicher da und dort einen anderen Fokus setzen, das ist gut so.“ (INT_13)

Ein Interviewpartner der Fahrzeugtechnik erwähnt z. B. unterschiedliche Denkweisen von Männern* und Frauen*. Eine größere Anzahl von Frauen* würde daher zu neuen, „tollen Lösungen“ (INT_11) führen. Ein impliziertes hierarchisches Denken auf der Gender-Ebene zeigt sich jedoch, wenn davon gesprochen wird, wie diese Lösungen zustande kommen. So werden sie „dann erarbeitet (...) mit der Unterstützung, oder mit dem Zutun von Damen“ (INT_11). In diesem Zusammenhang wird auch auf spezifische Themenfelder und Disziplinen für Frauen* und für Männer* hingewiesen, auch hier mit einer impliziten Abwertung der Fähigkeiten von Frauen* – „Chemie dürfte ein Frauenthema sein, warum auch immer. Wir sehen es in der Pharmazie, obwohl auch kein einfaches Thema, aber sehr frauenlastig, von der Studienrichtung her.“ (INT_11)

Gleichzeitig werden Frauen* bessere Fähigkeiten im optischen Design von Fahrzeugen zugeschrieben.

„Wenn Sie sich das google car anschauen, dann denke ich mir immer wieder: ‚Wie kann man ein Fahrzeug wie das google car so darstellen, dass es so aussieht?‘ Das ist optisch auffällig anders. Und wenn wir da jetzt sagen, wenn da eine Dame im Design mitgespielt hätte und die hätte sich dann da etwas gedacht, vielleicht würde das google car anders wahrgenommen werden.“ (INT_11)

Auf der Ebene der Interessen finden sich mehrere Aussagen, die das Thema „Schmutz“ und „sich schmutzig machen im Maschinenbau“ beinhalten. In der Überlegung, warum wenige Frauen* sich für Maschinenbau als Studium entscheiden, betonen zwei Interviewpartner*, dass es im Maschinenbaustudium und im Berufsfeld nicht hauptsächlich darum geht, sich die Finger schmutzig zu machen, sondern andere Tätigkeiten wichtig sind (INT_9, INT_11). „Maschinenbau vielleicht manchmal überhaupt assoziiert wird mit schmutzigen Fingern und Maschinen zusammenbauen. Was nicht stimmt, weil das Thema Simulation und, und, und eine Riesenrolle spielt.“ (INT_9) Zwei Interviewpartner* sind mehr damit beschäftigt, mögliche Missverständnisse in Bezug auf die Technikwissenschaften aus dem Weg zu räumen – *Technikwissenschaft ist keine schmutzige Handarbeit* – als mögliche Essentialisierungen von Frauen* und deren Interessen – *Frauen mögen keine schmutzige Handarbeit*. Ähnliche Aussagen finden sich in Blossers Studie (2017).

In einem Fall wird ein Verweis auf einen gewissen *Einfluss von Sozialisation*, welche die Interessen junger Menschen beeinflusst, gegeben.

„Was immer gelungen ist, war, wenn in der Familie durch den Vater ein starker Bezug zum Auto da war. Sprich, der Papa hat geschraubt und das Kind hat das gesehen, die Tochter hat das gesehen und hat mitgeschraubt und das war für sie das Normalste auf der Welt, mit schmutzigen Händen aus der Werkstätte zu gehen.“ (INT_11)

Im gleichen Zug wird außerdem darauf hingewiesen, dass die *Sprache* in den Technikwissenschaften die männliche Form favorisiert wird und dass dies dazu beiträgt, dass sich Frauen* nicht angesprochen fühlen – „Was man da noch machen müsste, wäre dieses ‚Der Ingenieur ist männlich und der Ingenieur‘ – weil, wir reden ja nur vom Ingenieur, wir reden nie von der Ingenieurin.“ (INT_11)

Manche der genannten Unterschiede in Interessen und Arbeitsweisen können in jene *Dualismen* eingeordnet werden, die Faulkner (2000a) in den Technikwissenschaften identifizierte. Entlang des Dualismus reduktionistische Problemlösung vs. holistische Herangehensweise zur Problemlösung hebt ein Interviewpartner Erkenntnisse aus gemachten Erfahrungen hervor:

„dass Frauen insgesamt die besseren Gesamtproblemlöserinnen sind. Und zwar: Männer liefern sehr gute Detailergebnisse in Forschungsbereichen, aber Männern fällt das Koordinieren untereinander wahnsinnig schwer, üblicherweise. Das heißt: Wenn ein Detailproblem nicht gelöst ist, tendieren Männer dazu, sich in dem Detailproblem zu verlieren und einfach mit Biegen und Brechen eine Lösung in diesem Detailproblem zu erringen. Und können erst dann zum nächsten Problemschritt weitergehen. (...) Frauen fällt es viel leichter, die kommen bis zum selben Problem, sagen, ‚okay, für das haben wir jetzt keine Lösung, gehen wir zum nächsten‘. Und kommen dann am Schluss zurück, und sagen ‚mit anderen Ergebnissen schaut das schon wieder ganz anders aus, und wir haben so eine Lösung‘. Also unterm Strich sind Frauen im Überblick, in der Interdisziplinarität üblicherweise besser als Männer.“ (INT_12)

Der *Dualismus Technologie vs. Soziales*, der auch stark vergeschlechtlicht ist, wird reproduziert, wenn darauf verwiesen wird, dass heutzutage mehr Frauen* in den Verkehrswissenschaften tätig sind, weil es weniger stark um technologische Forschung geht als früher, und mehr um andere Tätigkeiten, wie die Zusammenarbeit mit Menschen.

„Und damals war es eben auch genau das, es war Technologie, und ein bisschen Technologie und vielleicht noch ein bisschen Technologie. Und heute geht es wirklich sehr stark um das Planerische, um das Konzeptive, um das Kollaborative.“ (INT_15)

Nach Faulkner (2000a, 762) gibt es in dieser Dichotomie eine klare *Hierarchie*. Der Kern der Technologie, also die spezialisierte Problemlösung, ist männlich konnotiert, während die holistische Herangehensweise, die auch die Kommunikation mit Akteur*innen, wie beispielsweise Nutzer*innen, miteinschließt, weiblich konnotiert ist.

Auf der anderen Seite gibt es Interviewpartnerinnen*, welche die unterschiedliche Arbeitsweise – sofern sie überhaupt existiert – auf eine *unterschiedliche Sozialisierung* von Frauen* und Männern* zurückführen. Sie betonen, dass nicht das biologische Geschlecht per se bestimmt, wie sich Menschen verhalten und welche Fähigkeiten sie haben, sondern dass bestimmte Geschlechterrollen, die Männern* und Frauen* durch die Gesellschaft zugeschrieben werden, einen großen Einfluss darauf haben (INT_6, INT_14).

„Wir sehen ja, dass sich die Frauen ähnlich verhalten, wenn sie in ähnliche Positionen kommen. Also es ist eher eine Rolle als das echte Gender. Also ob ich Mann oder Frau bin, macht im Verhalten keinen so großen Unterschied. Aber sobald ich eine Rolle einnehme, verändert sich das Verhalten natürlich massiv. Das sehen wir bei jungen Frauen, sobald die sozusagen in die Familiensituation kommen, ändern sich die Rollenverhältnisse ganz extrem.“ (INT_6)

Um der Unterrepräsentation von Frauen* in Technikwissenschaften entgegenzuwirken, muss daher die Sozialisierung von Buben* und Mädchen* bereits in frühem Alter geändert werden (INT_14).

„Und natürlich müssen wir etwas an der Sozialisierung ändern. Nicht jetzt Mädels irgendwo mit Muss reinstecken, wenn sie so sozialisiert sind, dass es sie nicht interessiert. Das bringt einfach nichts. Sondern wirklich viel, viel früher ansetzen. Im Kindergarten schon.“ (INT_14)

Einige Interviewpartner*innen stellen fest, dass sie *keinen geschlechterspezifischen Unterschied* in der Arbeitsweise von Männern* und Frauen erkennen (INT_1, INT_5, INT_6).

„Ich bin viel in Gremien, wo ich die einzige Frau bin. Aber auch in Gremien, wo die Mehrheit Frauen ist. Von der Arbeitsweise sehe ich dann da keinen großen Unterschied.“ (INT_6) Hier wird dennoch betont, dass weibliche Technikwissenschaftler*innen wichtig sind, weil geschlechterspezifische Aspekte der Mobilität nicht nur von Männern* mitbedacht werden können: *„Aber es ist natürlich immer schwierig, sich in andere Leute reinzudenken. (...) Also werde ich die schlechter vertreten können. Und genauso ist das natürlich mit den typischen Männer-Frauen-Rollen.“ (INT_6)* Von anderer Seite wird zuversichtlicher festgehalten, dass es wichtig ist, auf *unterschiedliche Anforderungen an Mobilität* Rücksicht zu nehmen und diese mitzudenken, und dass dies auch bereits geschieht: *„Ich glaube, dass das aber auch von den Männern passiert, dass man das mitdenkt.“ (INT_5)*

Ein anderer Interviewpartner der Verkehrswissenschaft reagiert hingegen auf die Frage, was es bedeute, dass zentrale Wissenschaftsbereiche um Mobilität sehr männlich dominiert sind, mit dem Kommentar: *„Das bedeutet überhaupt nichts. Eine gescheite Frau ist genauso wie ein gescheiter Mann, oder?“ (INT_1)* Dabei werden zwar keine Geschlechter-Dualismen

reproduziert. Gleichzeitig besteht bei solchen Aussagen die Gefahr, dass verkannt wird, dass Menschen aufgrund struktureller Herrschaftsverhältnisse und genderspezifischer Sozialisierung unterschiedliche vergeschlechtlichte Erfahrungen und Lebensweisen haben, in denen sie etwa unterschiedlichen Zugang zu Mobilität haben oder auf unterschiedliche Weise von Veränderungen des Mobilitätssystems betroffen sind (Baunhardt 2007).

Auf den Aspekt der *Auswirkungen von männlich dominierter technikwissenschaftlicher Forschung* hat nur eine Interviewpartnerin hingewiesen. Sie betont einerseits die zusätzliche zeitliche Belastung durch ihre Präsenz als Verkehrswissenschaftlerin in mehreren wissenschaftlichen Gremien, die ihre Zeit für Forschung und Lehre einschränkt. Da es „nicht so viele Frauen im dem Verkehrsbereich“ (INT_6) gibt, wird sie auch aufgrund von Frauenquoten häufig in Gremien eingeladen. Andererseits hebt sie vor allem die geschlechterspezifisch unterschiedlichen Bedürfnisse an Mobilität hervor, die nicht mitgedacht werden, wenn bestimmte Gruppen nicht in Forschungs- und Entscheidungsprozesse involviert sind.

„Ich glaube schon, dass lange Jahre die städtische Verkehrsplanung sehr von den typischen Rollenverhalten von, sagen wir mal, männlichen Vertretern geprägt war – also es ging vor allem um den Verkehr zur Arbeit, also die Pendelverkehre, die man versucht hat, möglichst zu optimieren – und dass andere Gruppen dann hinten runterfielen. Und das, denke ich schon, ist sehr stark geprägt.“ (INT_6)

Die Interviewpartnerin betont auch, dass solche Aspekte bei Veränderungen im Mobilitätssystem hin zu weniger motorisiertem Individualverkehr und vor allem weniger Privatbesitz von Autos mitgedacht werden müssen, und warnt davor, dass diese Veränderungen zu geringerer Mobilität und dadurch geringerer Beteiligung von Frauen* am Arbeitsmarkt führen könnten. „Weil dann wahrscheinlich der Hauptverdiener wieder das eine Auto hat. Oder die Mobilität hat. Dass das eventuell wieder zu einer geringeren Beteiligung von Frauen am Arbeitsmarkt führt.“ (INT_6)

Nur wenige Interviewpartner*innen gehen über einen reinen Fokus auf Frauen* in den Technikwissenschaften hinaus und verweisen darauf, dass gewisse *Formen von Männlichkeit*, die in den Technikwissenschaften immer noch dominant sind, in mehrfacher Hinsicht problematisch sind. Sie können dazu beitragen, dass Menschen, die diesen Formen nicht entsprechen, sich nicht angesprochen oder zugehörig fühlen.

„Und ich glaube, der Sektor selber hat ein riesengroßes Problem damit, was er eigentlich will und wie er sich selbst definiert. Und deswegen, meine These, ist er eigentlich zu Recht für bestimmte Personengruppen unattraktiv.“ (INT_15)

Von manchen wird eine Verbindung zwischen Technikwissenschaften, Mobilität und Männlichkeit gezogen, da das Auto selbst als männlich konnotiertes Produkt sowohl in der Erzeugung, im Vertrieb als auch in der Nutzung gilt (INT_7, INT_11). „Ich glaube einfach, dass das ganze Marketing, der ganze Vertrieb von diesen Fahrzeugen einfach so maskulin aufgebaut ist, dass das etwas mit präpotenter Machtdemonstration zu tun hat.“ (INT_11) Kritisiert wird auch, dass auch die Verkehrspolitik männlich dominiert ist und dass „so mittelalte Männer, die autoaffin sind, eben das Sagen haben und entscheiden“ (INT_7).

„In der Fahrzeugtechnik selber, wo es um Maschinenbau und so geht, das ist schon nach wie vor sehr männerdominiert. (...) Und die Männer (...) sind ein Problem. Die Verkehrspolitik ist dagegen nach wie vor schon noch sehr sehr männerdominiert und Autos ist einfach ein Thema – weiße, ältere Männer und Autos, das ist halt.“ (INT_7)

Zwischen den *verschiedenen Disziplinen* der Technikwissenschaften zeigen sich geraume Unterschiede im Anteil an Frauen*. Während Interviewpartner*innen der Fahrzeugtechnik und des Maschinenbaus beklagen, dass die Zahl der weiblichen Studierenden sehr niedrig sei, betonen Wissenschaftler*innen aus eher interdisziplinären Feldern wie dem Verkehrswesen, der Verkehrsplanung und der Logistik, dass in den letzten Jahrzehnten und Jahren starke Veränderungen stattgefunden haben, die zu zahlenmäßig ausgewogeneren Geschlechterverhältnissen an ihren Instituten geführt haben (INT_6, INT_7, INT_15). Auch hier wird jedoch erwähnt, dass sich Frauen* in diesen interdisziplinären Feldern meist auf sozialwissenschaftliche und psychologische Bereiche spezialisieren, während in technik- und wirtschaftswissenschaftlichen Bereichen Männer* die Mehrheit stellen. Zusätzlich wird meist hervorgehoben, dass die Veränderungen erst in den letzten Jahrzehnten stattgefunden haben und weiterhin weibliche wissenschaftliche Mitarbeiterinnen unterrepräsentiert sind. Von mehreren Seiten besteht die Erwartung, dass in der Fahrzeugtechnik ein Wandel nur langsam voranschreiten wird und die männliche Dominanz noch für eine Zeit andauern wird (INT_9, INT_13, INT_15).

Über die Interviews hinaus sehen wir Entwicklungen in Richtung einer bewussteren Auseinandersetzung mit Gender in den Technikwissenschaften z. B. in der Transparentmachung von prozentuellen Anteilen der Geschlechter in Projekten und an Instituten der BOKU auf der BOKU-Website¹⁴ oder in der Beschäftigung mit Männlichkeit an der TU Wien im Rahmen des Video-Projektes *Technik ist männlich*¹⁵.

Zwischenfazit

Die Interviews zeigen, dass Geschlechterdimensionen in den Technikwissenschaften weiterhin und auch in der österreichischen Forschungslandschaft relevant sind. So zeugt unser Sample von 16 Interviewpartner*innen aus verschiedenen technikwissenschaftlichen und interdisziplinären Bereichen, mit nur zwei weiblich gelesenen Interviewpartnerinnen* – trotz aktiver Suche nach Interviewpartnerinnen* –, beide aus dem Bereich Verkehrswesen, von einem Fortbestehen männlicher Dominanz in dem Feld.

Obwohl es aufgrund der unterschiedlichen Fragestellung und disziplinären Fallauswahl kaum möglich ist, direkte Bezüge oder Vergleiche zu Blossers Studie (2017) zu ziehen, erkennen wir in den von uns durchgeführten Interviews ein differenzierteres Bild von Geschlecht in den Technikwissenschaften des Mobilitätsbereichs als in Blossers Studie. Es besteht eine Grundstimmung unter den Interviewpartner*innen, die eine höhere Präsenz von Frauen in den Technikwissenschaften befürwortet. Die meisten sehen auch aktuelle Veränderungen in diese Richtung. Essentialisierungen in Bezug auf Geschlecht werden zwar von einzelnen Interviewpartner*innen geäußert. Von vielen anderen wird jedoch die Notwendigkeit einer anderen Sozialisierung von Frauen* und Männern* betont, zum Teil auch in Bezug zu Formen dominanter Männlichkeiten.

Dies kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass ungleiche Geschlechterverhältnisse und geschlechterspezifische Diskriminierung weiterhin eine Rolle sowohl für das Selbstverständnis und die Positionierung der Technikwissenschaften als auch für die konkreten Outcomes der Forschung und Lehre spielen. Beharrungskräfte auf dieser Ebene sehen wir in unterschiedlichen Bereichen. Erstens tätigen Interviewpartner*innen essentialistische

¹⁴<https://boku.ac.at/besondere-organe-und-einrichtungen/koordinationsstelle-fuer-gleichstellung-und-gender-studies-ko-stelle/genderspezifische-lehrbausteine/uebersicht-datenbanken-genderspezifische-statistische-daten> Letzter Zugriff: 18.08.2019

¹⁵<https://freihaus.tuwien.ac.at/neues-von-tu-university/> Letzter Zugriff: 18.08.2019 Letzter Zugriff: 18.08.2019

Aussagen über geschlechterspezifische Charakteristika und Tätigkeiten. Zweitens werden spezifische Erfahrungen von Frauen* in den Technikwissenschaften nur von einem kleinen Teil der Interviewpartner*innen anerkannt. Für genderspezifisch unterschiedliche Auswirkungen von technikwissenschaftlicher Forschung und Lehre gibt es kaum Verständnis. Drittens geht es bei dem Verweis auf die unterschiedliche Sozialisierung und der Forderung nach einer Veränderung diesbezüglich darum, dass Mädchen stärker mit technischen Bereichen konfrontiert werden sollen. Dass jedoch die Institutionen und Räume der Technikwissenschaften genderspezifisch konstruiert sind und Frauen* weder die gleichen Zugangsmöglichkeiten haben noch gleich behandelt und gefördert werden (Wajcman 2010, 145f.), wird nicht thematisiert. Auch die starke Präsenz dominanter Männlichkeiten im Mobilitätsbereich sowie in den Technikwissenschaften, die zu einer feindlichen Atmosphäre für Frauen*, aber auch LGBTIQ* Personen beiträgt, wird kaum angesprochen.

Die *Vorstellungen über Geschlechterverhältnisse* zeigen daher für uns insgesamt eine *Beharrungskraft*, die eine sozial-ökologische Transformation mit Abbau von Machtverhältnissen verhindert. Im Sinne von Gendergerechtigkeits- und Forderungen nach sozialer Gerechtigkeit sowie in Hinblick auf die ökologische Krise braucht es daher eine Veränderung hin zu Technikwissenschaften im Mobilitätsbereich, die weniger männlich dominiert sind, in denen das Verhältnis zwischen Technologie und Geschlecht neu definiert und gelebt wird und in denen das Auto nicht mehr als Norm gesehen wird.

6.3. Positionierung und gesellschaftliche Wirksamkeit der Technikwissenschaften – „Die Wissenschaft ist überhaupt der Grund, warum wir Mobilität in der Form haben“

In den Engineering Studies wird von der Überzeugung in den Technikwissenschaften, einen prinzipiellen *Beitrag zu menschlicher Entwicklung* und Fortschritt beizutragen (Downey 2015, 642f.) sowie von der Vorstellung von technologischer Entwicklung als progressivem, linearem und fortschreitendem Prozess (Karwat et al. 2015, 231) gesprochen. Darüber hinaus ermöglicht die funktionale Abgrenzung zwischen Technikwissenschaften und dem Rest der Gesellschaft Technikwissenschaftler*innen, eine scharfe Trennlinie zwischen den technischen Inhalten ihrer Arbeit und den gesellschaftlichen Bedingungen und Praktiken darum zu ziehen (Faulkner 2007, 2000a).

Nur einzelne Interviewpartner*innen vertreten die Überzeugung eines prinzipiellen Beitrags zur menschlichen Entwicklung. Die Einschätzung, dass technikwissenschaftliche Akteur*innen Einfluss nehmen können, um ein nachhaltigeres Mobilitätssystem voranzutreiben, ist hingegen weit verbreitet. Technikwissenschaftler*innen können auf verschiedenen Ebenen gesellschaftlich wirksam sein, unter anderem durch die Lehre. Hier liegt der Fokus zu einem Teil auf der Ausbildung zukünftiger Technikwissenschaftler*innen für die Industrie, zu einem anderen Teil auf der Befähigung von Studierenden zum kritischen Denken und Handeln. Einige Interviewpartner*innen positionieren sich gegen gesellschaftliche oder politische Einflussnahme. Technikwissenschaften sollen Fakten und Grundlagen liefern, auf Basis derer andere dann entscheiden können. Andere betonen die Pflicht der Technikwissenschaften, problematische Verhältnisse aufzuzeigen und auch zu verändern. Die Bevölkerung wird von den Interviewpartner*innen eher als passive Nutzer*innen von Mobilität verstanden, die auf Veränderungen von außen reagieren, denn als Bürger*innen und zivilgesellschaftliche Akteur*innen, die politische Forderungen stellen.

Einzelne Interviewpartner*innen bestätigen das oben beschriebene Bild von Technikwissenschaftler*innen, die von ihrem Beitrag zur menschlichen Entwicklung überzeugt sind. Sie betonen, dass Wissenschaft überhaupt der Grund sei, „warum wir

Mobilität in der Form haben“ (INT_4) und Wissenschaft immer Lösungen für Herausforderungen gefunden hat (INT_4). Einige Interviewpartner*innen sehen einen wertvollen Beitrag in der eigenen Forschung für zukünftige Entwicklungen des Mobilitätssystems, auch in Richtung nachhaltiger Mobilität (INT_12, INT_13, INT_15, MAIL_18), und weisen auf die wichtige Rolle von Universitäten (INT_10), außeruniversitären Instituten (INT_15) und Expert*innengremien (INT_6) in Österreich und international in diesen Entwicklungen hin. In den Interviews werden zahlreiche verschiedene Möglichkeiten genannt, wie die (Technik-)Wissenschaften auf gesellschaftliche Prozesse in Richtung eines nachhaltigeren Mobilitätssystems einwirken können. Dabei geht es vor allem um die Generierung von Wissen auf Basis von Methoden. Vielen ist es auch wichtig, dieses Wissen zu verbreiten, sei es in Form von wissenschaftlichen Publikationen, in wissenschaftlichen Gremien und Beiräten, in nichtwissenschaftlichen Medien, durch Zusammenarbeit mit Politik, Industrie oder anderen relevanten Akteur*innen, durch partizipative Prozesse mit der Bevölkerung in Form von Begleitforschung sowie durch die Ausbildung und Lehre nächster Generationen von Wissenschaftler*innen (INT_2, INT_6, INT_7, INT_14).

Über die Möglichkeit, in der *Lehre und Ausbildung* junger (Technik)wissenschaftler*innen einen wichtigen Beitrag zu leisten und hier Studierenden etwas mitzugeben, sind sich alle Interviewpartner*innen, deren Institute auch lehrend tätig sind, einig. Die Vorstellungen darüber, was Studierenden mitgegeben werden soll, gehen jedoch auseinander. So betonen vor allem, aber nicht nur Interviewpartner*innen der Fachhochschulen, dass es wichtig und ein Zeichen von Ausbildungsqualität sei, dass Studienabgänger*innen in der Industrie gut aufgenommen werden (INT_4, INT_5, INT_11). Im Bereich Verkehrsplanung und Verkehrstechnik des Instituts für Verkehrswissenschaften der TU Wien ist es hingegen von größter Bedeutung, den Studierenden eine holistische Vorstellung des Mobilitätssystems mitzugeben, mit dem sie Langzeit- und Folgewirkungen von verschiedenen Maßnahmen mitdenken und kritisch auf das aktuelle automobilen System blicken können. Dem Thema Nachhaltigkeit muss dabei eine wichtige Rolle eingeräumt werden (INT_2). Auf ähnliche Art und Weise versuchen die Interviewpartner*innen der BOKU eine langfristige Veränderung des Mobilitätssystems über die Lehre und Ausbildung voranzutreiben (INT_6, INT_7).

Es gibt unterschiedliche Positionen dazu, wie viel Einfluss wirklich genommen werden kann. Manche Interviewpartner*innen sehen die *Einflussmöglichkeiten von wissenschaftlichen Akteur*innen* als sehr beschränkt. So wird zum einen das Argument genannt, dass der Bereich Mobilität und seine Vernetzung mit anderen gesellschaftlichen Bereichen wie Wohnen, Arbeiten, Handel etc. so viele Aspekte umfassen, auf die zahlreiche andere Einflussfaktoren einwirken. „Wir sind als Verkehrsplaner nicht allmächtig (...) als Verkehrsplaner kann ich da nicht viel machen“ (DIS_17) lautet eine Reaktion. Von anderer Seite wird erwähnt, dass die Technikwissenschaftler*innen selbst meist nicht diejenigen sind, die entscheiden, welche Ideen und Konzepte umgesetzt werden. Abhängig davon, ob sie von anderen Akteur*innen aufgegriffen werden, machen immer nur Teile der eigenen Forschung wirklich den Schritt aus der Modell- und Simulationswelt in die reale Nutzung (INT_8). Bei guten Verbindungen zu relevanten Akteur*innen der Industrie und bei Orientierung der Forschung hin zu deren Interessen kann das sehr schnell gehen, wie ein Interviewpartner der Fahrzeugtechnik betont (INT_11). Am Institut für Verkehrswesen der BOKU wird die Einschätzung geäußert: „wirkliche naturwissenschaftliche Techniker, die jetzt an den technischen Systemen – vor allem an den Informations- und Kommunikationssystemen – auch arbeiten, deren Arbeit beeinflusst diese Transformationsprozesse, die halt jetzt im Raum stehen, schon massiv“ (INT_7), auch dadurch, dass sie durch Politik und Industrie finanziert werden (INT_2). Forschung im Bereich

nachhaltiger Mobilität hingegen bekomme weniger Finanzierung und dadurch weniger Möglichkeiten, aktiv an Veränderungsprozessen mitzuwirken (INT_2).

Uneinigkeit herrscht vor allem auch darüber, ob und auf welche Art und Weise technikwissenschaftliche Akteur*innen auf die Gesellschaft einwirken sollen. So vertritt ein Teil der Interviewpartner*innen die Meinung, es sei Aufgabe der Wissenschaft, „Fakten (zu) liefern und technische Grundlagen“ (INT_16). Für soziale und politische Fragen sei nicht die (Technik-)Wissenschaft zuständig, sondern andere Akteur*innen (INT_16). Zwar sind (Technik-)wissenschaftler*innen gefordert, wichtige Themen zu adressieren und politikberatend tätig zu sein, indem sie Politiker*innen über die jeweiligen Vor- und Nachteile bestimmter Maßnahmen im Mobilitätsbereich aufklären (INT_3). Das proaktive Suchen nach Zusammenarbeit mit politischen Entscheidungsträger*innen wird jedoch als Lobbyarbeit bezeichnet und zurückgewiesen (DIS_17).

Diese Interviewpartner*innen sprechen sich damit *gegen Normativität und Zielorientierung* in der (Technik-)Wissenschaft aus. Es gelte, als Wissenschaftler*in – zumindest formal – keine Ziele zu haben, sondern die Entwicklung und Formulierung dieser Ziele der Politik als „demokratisch legitimiertes Gremium“ zu überlassen (DIS_17), weil diese als Entscheidungsträgerin auch die Verantwortung für die Verfolgung und Erfüllung dieser Ziele trägt, und nicht die Wissenschaft (DIS_17). Direkte Einflussnahme der (Technik-)Wissenschaften auf die Gesellschaft soll sich auf das Entwickeln und Aufzeigen von Methoden und Verfahren, das Zurverfügungstellen von Daten, das „wertfreie“ (INT_3) Aufzeigen von Vor- und Nachteilen von Maßnahmen sowie auf Aufklärung und Bildung im universitären Bereich beschränken (DIS_17). Damit wird auch versucht, sich von anderen Denkschulen abzugrenzen, die zielorientierte Forschung und Lehre betreiben und diese auch in die Öffentlichkeit und in die politische Debatte bringen. „Wenn Sie ganz konkret Verkehrswissenschaften ansprechen, die ich lieber bezeichnen würde als Verkehrsideologien, sie sehen das sicher ganz anders.“ (INT_3)

In dieser Absage an Normativität und Zielorientierung finden sich jedoch auch gewisse *Widersprüche*. So werden bestimmte (normative) Ziele genannt, die scheinbar universell sind, sodass sich auch die Wissenschaft an ihnen orientieren kann. „Verkehrssicherheit, da sind wir uns einig, dass es als Ziel ein sinnvolles Ziel ist. Es gibt andere Ziele, wo wir vielleicht zum Streiten anfangen, aber Sicherheit ist ein sicheres Ziel.“ (DIS_17) In diesem Fall gilt Verkehrssicherheit als universelles Ziel, ökologische Ziele jedoch nicht. Hier stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen und von wem entschieden und beeinflusst wird, welche Ziele als universell gelten und nun auch für Wissenschaftler*innen zu verfolgen sind und welche nicht.

Andere Interviewpartner*innen hingegen halten es für zentral, für die eigene Forschung einen Rahmen zu setzen, innerhalb dessen sie bestimmte Technologien hinsichtlich ihres Nutzens für nachhaltige Mobilität bewerten können. Anstatt Fahrzeugtechnologien allein nach ihren PS zu bewerten und danach zu forschen, sei es in den Technikwissenschaften durchaus sinnvoll, einen normativen Rahmen hinsichtlich Nachhaltigkeit zu definieren, um „Produkte, Dienstleistungen im Hier und Jetzt zu generieren oder für später – um der nachfolgenden Generation die gleichen Chancen zu geben, die wir haben. Und daran muss sich eigentlich die Technologie und auch die Bewertung messen, meines Erachtens. Aber natürlich ist das auch ein Ziel“ (INT_5).

Noch einen Schritt weiter gehen jene Interviewpartner*innen, die betonen, dass es Aufgabe der Wissenschaft sei, *Kritik an aktuellen Verhältnissen* zu äußern und *zielorientierte Maßnahmen zur Veränderung* zu setzen. Die in der Technikwissenschaft gewonnenen Erkenntnisse sollen nach außen an die Öffentlichkeit und in die Politik getragen werden, um

zu gesellschaftlichen Veränderungen beizutragen. Es sei die „Pflicht und Schuldigkeit“ (INT_1) von Technikwissenschaftler*innen, ihr Wissen „in die Lehre und auch in die Öffentlichkeit zu bringen“ (INT_1). Dieses Verständnis wird durch eine normative Zielsetzung bzw. Vision oder Zukunftsvorstellung (Michael 2000, 28) gekennzeichnet, nach der sich auch die Forschung richten soll (INT_14). Dabei wird die Notwendigkeit, als Wissenschaftler*in politisch zu handeln, um die Gesellschaft zu verändern, betont: „Ja natürlich, alles, was wir machen, wenn es einen Sinn hat, ist politisch.“ (DIS_17)

Neben dem Einfluss durch Technologien oder Zusammenarbeit mit politischen Akteur*innen wird von verschiedenen Seiten auch eingewandt, dass gesellschaftliche Wirksamkeit auch in *direktem Kontakt zur Bevölkerung* geschehen kann. Dabei ist festzuhalten, dass einige Aussagen von Interviewpartner*innen die Bevölkerung eher als Nutzer*innen von Mobilität darstellen, die passiv Mobilität *konsumieren* und nur träge auf Veränderungen reagieren (INT_3, INT_4, INT_6, INT_8, INT_10, INT_13, INT_14), denn als *zivilgesellschaftliche Akteur*innen*, welche an politischen Prozessen und Entscheidungen teilhaben und Gesellschaft aktiv mitgestalten wollen.

In der Frage, wie sich die Wissenschaft der Bevölkerung und ihren Mobilitätspraxen annähern kann und sie in Prozesse einbinden kann, erkennen wir *verschiedene Zugänge*. Einige Interviewpartner*innen beschäftigen sich in ihrer Forschung damit, wie Veränderungen von Mobilitätspraxen ablaufen können und wie sie auch von der Wissenschaft stimuliert werden können (INT_1, INT_2, INT_6). Auf der einen Seite wird zwar gefordert, zielorientiert zu forschen und zu handeln, die Ziele sollen aber nur teilweise gesellschaftlich ausgehandelt und Maßnahmen zu deren Umsetzung Expert*innen der Wissenschaft und Politik überlassen werden: „Da muss man die Bevölkerung relativ früh einbinden, damit man mal erklärt: ‚Was sind die Ziele. Wo wollen wir hin?‘ Wir wollen hin, dass man sagt, ‚okay, ihr habt einfach eine saubere Luft zum Atmen. Ihr habt zum Beispiel eine Nacht, wo man schlafen kann, wo die Lärmbelastung hintangehalten wird.‘“ (INT_2) Dadurch können Strukturen verändert werden, „wo sich dann die Leute dann nach einer Gewöhnungsphase richtig verhalten können. Und wir müssen schauen, dass man eben diese individuellen Verhaltensmuster an die Ziele der Gesellschaft anpasst“ (INT_2). Von anderer Seite wird auch von einem „Umleiten der Bevölkerung“ (INT_11) gesprochen, das notwendig sei, „dass sie bestimmte Einschränkungen akzeptieren“ (INT_11).

Andere setzen dem einen *partizipativeren Zugang* entgegen, in dem „nicht die Wissenschaftler im Elfenbeinturm wissen, wie es aussieht und (...) komplett disconnected vom Rest der Bevölkerung (sind)“ (INT_14), sondern Bevölkerung und Wissenschaft eine gemeinsame Vision verfolgen sollen, die auf gegenseitigem Verständnis aufbaut (INT_14). Das kann im Feld der Mobilitätsverhaltensforschung geschehen, in dem einige unserer Interviewpartner*innen arbeiten. Dabei geht es neben einer Bewusstseinsbildung der Menschen zu Fragen von Nachhaltigkeit (INT_14) darum, die unterschiedlichen Mobilitätspraxen von Menschen zu verstehen, um herauszufinden, wo für Veränderungen angesetzt werden muss, z. B. in Form von partizipativen Prozessen, Begleitforschung sowie durch Citizen- Science-Projekte mit verschiedenen Bevölkerungsgruppen (INT_6).

Ein Interviewpartner kritisiert die verkürzte Darstellung von Bürger*innen als reine Nutzer*innen von Mobilität und sieht ein großes Potenzial in der Zusammenarbeit und Verknüpfungen zwischen Wissenschaft und politischem Aktivismus zivilgesellschaftlicher Akteur*innen, die in der Vergangenheit bereits erfolgreich Projekte gefördert oder verhindert haben: „Das war damals relativ erfolgreich. Wir haben Zwentendorf verhindert, wir haben Hainburg nicht bauen lassen usw.“ (INT_1) Bis heute wird die Hoffnung in Bürger*innen und

ihren politischen Aktivismus als Motivationsquelle für das Schreiben populärwissenschaftlicher Bücher genannt (INT_1).

Zwischenfazit

In der *Absage an Normativität und Zielorientierung* von einigen Technikwissenschaftler*innen erkennen wir eine *Beharrungskraft* aus zwei Gründen. Erstens bleibt dadurch ein Bild von Technikwissenschaften als wertneutrale Instanz, die Fakten generiert und der Gesellschaft zur Verfügung stellt, erhalten. Durch die Depolitisierung von Wissenschaft werden gesellschaftliche Machtverhältnisse und machtvolle Diskurse in und rund um Technikwissenschaften verschleiert. Zweitens können durch eine Absage an Zielorientierung keine ökologischen oder Gerechtigkeitsziele verfolgt werden. *Zielorientierung* in der Wissenschaft ist jedoch bei manchen Interviewpartner*innen vorhanden. Sie artikulieren Vorstellungen und Ideen, wie alternative Mobilitätssysteme aussehen können, und formulieren konkrete Pläne, die dorthin führen. Darin sehen wir einen *Einsatzpunkt* für kritischere Forschung, die nach wirklichen Möglichkeiten für eine Transformation hin zu nachhaltigerer Mobilität sucht.

Darüber hinaus sehen wir eine *Beharrungskraft in der ungleichen Finanzierung* zwischen angewandter, industrienaher Forschung und Nachhaltigkeitsforschung im Mobilitätsbereich. Während es in industrienahen Wissenschaften finanzielle Unterstützung von Autoindustrie und staatlichen Akteur*innen gibt, klagen andere Wissenschaftler*innen über Schwierigkeiten, für kritischere Forschung zu nachhaltiger Mobilität öffentliche Fördermittel zu erhalten.

Ebenso verstehen wir die *paternalistische Haltung* einiger Wissenschaftler*innen gegenüber der Bevölkerung. Letztere wird eher als träge, nicht nachhaltige Nutzer*innen und Konsument*innen denn als zivilgesellschaftliche Akteur*innen wahrgenommen, die politische Forderungen stellen und Alternativen bereits leben. Bewusstseinsbildung durch die Wissenschaft sowie Top-down-Anreize oder Restriktionen durch Gesetzgebung seien nötig, um sie zu nachhaltigen Verhaltensweisen zu bringen.

In *partizipativer Forschung* und *Citizen Science* im Bereich nachhaltiger Mobilität hingegen sehen wir einen *Einsatzpunkt* für kritischere Forschung und demokratische Teilhabeprozesse, sofern diese die unterschiedlichen Bedürfnisse verschiedener Bevölkerungsgruppen reflektieren und beachten. Die Prozesse müssen mit Einbindung der Bevölkerung, in einem nicht paternalistischen Verhältnis zwischen Wissenschaftler*innen, Bevölkerung und organisierter Zivilgesellschaft ablaufen. Nur dann kann auf Augenhöhe, partizipativ und gemeinsam beobachtet, nach Alternativen gesucht und experimentiert werden.

6.4. Verhältnis zu Industrie und Politik – von neuen Fachkräften für die Automobilindustrie und unterfinanzierter Nachhaltigkeitsforschung

*Industrielle und politische Akteur*innen* nehmen nach Geels (2012b; 2014) eine zentrale Rolle in Stabilisierungs- und Veränderungsprozessen des automobilen Systems ein. Akteur*innen der Automobil- und Zulieferindustrie werden in der Literatur als Akteur*innen bezeichnet, welche Interesse am Erhalt des etablierten automobilen Regimes haben und aufgrund von Ressourcen und Netzwerken zur Politik über die Macht verfügen, ihre Interessen zu verteidigen (Geels 2014; Wells et al. 2012). Die Politik kann zwar als maßgeblicher Akteur zur Vorantreibung einer *sustainability transition* beitragen und durch Gesetzgebung Rahmenbedingungen vorgeben, indem sie Nischeninnovationen stimuliert und Druck, in Form

von ökonomischen Maßnahmen oder Regulierungen, auf das System ausübt (Geels et al. 2012b, 361). Aufgrund gegenseitiger Abhängigkeiten in einer Allianz mit Automobil- und Zulieferindustrie verfolgt sie jedoch einen systemstabilisierenden Kurs, der Änderungen nur Schritt für Schritt, technologiefokussiert und innerhalb des automobilen Regimes vorsieht (Geels 2014). Technikwissenschaftliche Institute sind Akteur*innen, welche sich zwischen diesen beiden mächtigen Akteur*innen, näher bei der Politik oder bei der Industrie, oder in Abgrenzung zu beiden befinden können.

Downey (1995, 202) betont die Wichtigkeit von *sozialwissenschaftlicher Forschung* über die Rolle von Technikwissenschaften und ihre Verbindungen zur Industrie, da dort Entscheidungen für technologische Pfade getroffen werden, welche Vorlagen für gesellschaftliche Veränderungen sind. Das Verhältnis und die Verknüpfungen zwischen Technikwissenschaften und Industrie sowie zu politischen Institutionen und Akteur*innen sind Fokus verschiedener Studien in den Engineering Studies (Belhoste und Chatzis 2007; Law und Callon 1988; Noble 1977). Um die Rolle der Technikwissenschaften in Transformationsprozessen des automobilen Systems zu erfassen, betrachten wir deshalb auch die Verbindungen zu diesen beiden relevanten Akteur*innen des Systems.

Im folgenden Kapitel geht es zuerst um die Frage, welche Bedeutung unsere Interviewpartner*innen den jeweiligen Akteur*innen für eine Transformation oder Stabilisierung des automobilen Systems beimessen. Anschließend untersuchen wir das Verhältnis der technikwissenschaftlichen Institute zu den jeweiligen Akteur*innen. Wir fokussieren dabei einerseits auf Zusammenarbeitsverhältnisse, andererseits auch auf Abgrenzungen, Kritik und Konflikte. Wir können zwar keinen umfassenden, detaillierten Einblick in die Verbindungen von Technikwissenschaft, Industrie und Politik in Österreich geben. Dazu wären weitere Erhebungen sowie eine Ausweitung des Forschungsgegenstandes auf andere relevante Akteur*innen notwendig. Dennoch können wir aus den Interviews Erkenntnisse einerseits über die Einschätzungen von Technikwissenschaftler*innen über die Rolle von Industrie und Politik als verändernde bzw. stabilisierende Kräfte sowie andererseits über die Zusammenarbeit mit diesen Akteur*innen ziehen. Dies kann uns dabei helfen, Beharrungskräfte sowie mögliche Einsatzpunkte für eine Überwindung des automobilen Systems auszumachen.

Industrie und Politik werden von den Wissenschaftler*innen als wichtige Akteur*innen für zukünftige Entwicklungen im Mobilitätssystem gesehen, wenn es auch unterschiedliche Ansichten dazu gibt, ob ihre Einflussnahme zu einer Entwicklung in Richtung nachhaltiger Mobilität beiträgt. Einige Institute pflegen enge Zusammenarbeit mit Akteur*innen der Auto- oder Zulieferindustrie, bei gleichzeitiger Betonung der Wahrung von Unabhängigkeit. Andere sprechen sich explizit gegen eine zu enge Zusammenarbeit aus, durch welche die Unabhängigkeit der Wissenschaft bedroht sei. Alle Institute arbeiten, in unterschiedlicher Intensität, mit staatlichen Akteur*innen zusammen. Während jedoch einige die Politik als Kanal sehen, um wissenschaftliche Erkenntnisse gesellschaftlich wirksam zu machen, lehnen andere Einflussnahme auf politischer Ebene ab. Kritik an politischen Akteur*innen gibt es vor allem im Bereich der Forschungsförderungen sowie in der Feststellung, dass wissenschaftliche Erkenntnisse von der Politik oft ignoriert werden.

Zusammenarbeit von Fahrzeugtechnik und Industrie

Wie bereits im Analysekapitel zu Vorstellungen über Maßnahmen auf der ersten Innovationsebene angeführt, wird die traditionelle *Autoindustrie* von den meisten Interviewpartner*innen eher als mächtige blockierende Kraft, welche am Verbrennungsmotor und am Individualverkehr festhält, denn als transformative Kraft, welche Veränderungen in

Richtung nachhaltiger Mobilität vorantreibt, gesehen (z. B. INT_2, INT_5, INT_6, INT_11, INT_12, INT_15). Die Gewinnerorientiertheit der Industrie und ihr Festhalten an bestehenden Technologien wird als „Hemmschuh“ (INT_11) für zukünftige Entwicklungen bezeichnet. Der Einstieg in die Produktion von Elektroautos hänge vor allem mit EU-Gesetzen und Richtlinien zu CO₂- und Schadstoffemissionen zusammen und wird von der traditionellen Autoindustrie auch nur langsam angegangen (INT_10). Im Bereich des automatisierten Fahrens hingegen heben einige Interviewpartner*innen hervor, dass Digitalisierung und Automatisierung vor allem von der Industrie vorangetrieben werden und dass hier große Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnologien Druck auf die traditionelle Autoindustrie ausüben (INT_2, INT_3, INT_15). Zwei Interviewpartner* erwähnen auch, dass in diesem Bereich Druck in Form von Lobbyarbeit von der Industrie auf die Politik auf nationaler sowie auf EU-Ebene ausgeübt werde (INT_2, INT_7).

Auf unsere Frage, inwiefern mit Akteur*innen der Automobilindustrie zusammengearbeitet wird, betonten vor allem Wissenschaftler*innen der Fahrzeugtechnik sowie der technikwissenschaftlich fokussierten Fachhochschulinstiute ihre enge Zusammenarbeit mit industriellen Akteur*innen in Form von gemeinsamen Forschungsprojekten, Partnerschaften, Kompetenz- und Forschungszentren oder Symposien. Besonders in der angewandten Forschung ist die Zusammenarbeit mit der Industrie eng. So gibt es an der TU Graz ein Wasserstoffforschungszentrum, in dem die OMV Gesellschafterin ist (INT_9). Die wissenschaftlichen Institute Austrian Institute of Technology (AIT), das Institut für Fahrzeugtechnik der TU Wien, das Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz und das Institut für Fahrzeugtechnik der FH Joanneum Graz sind auch im Rahmen des 2006 vom BMVIT gegründeten Netzwerkes A3PS, einer „Vereinigung von verschiedensten Fahrzeugantriebseinrichtungen in Forschung und Entwicklung“ (INT_4) vernetzt, in dem auch Akteur*innen der Industrie, wie z. B. AVL List, Magna, OMV oder Bosch, Mitglieder sind.¹⁶ Hier finden regelmäßige Netzwerktreffen statt, welche die Forschung und Entwicklung im Bereich der Antriebsstränge und Energieträger von Fahrzeugen in Österreich besser vernetzen sollen. Positionspapiere und Roadmaps über aktuelle und zukünftige Forschung und Entwicklung werden erarbeitet und dem BMVIT übermittelt. Auch am Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz werden Projekte mit Akteur*innen der Industrie, z. B. Magna, durchgeführt (INT_8). Wissenschaftler*innen von Fachhochschulinstiuten orientieren sich darüber hinaus hin zu Akteur*innen der Elektromobilitätsbranche (INT_5) sowie der Logistik (INT_13).

Bei einem Blick auf die Mitarbeiter*innenseite der Technischen Universitäten und Fachhochschulen oder auf die Lebensläufe von Wissenschaftler*innen der Fahrzeugtechnik wird deutlich, dass die Grenze zwischen Hochschule und Industrie auf *personeller Ebene* schwer zu ziehen ist und Karrieren im technikwissenschaftlichen Feld nicht linear im akademischen Bereich verlaufen. Der Institutsleiter des Instituts für Fahrzeugtechnik an der FH Joanneum Graz arbeitete zuvor bei Magna Steyr. Ein Professor am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik war zuvor mehrere Jahre bei BMW und ist Vorstandsmitglied des österreichischen Vereins für Kraftfahrzeugtechnik, das jährlich das Wiener Motorensymposium¹⁷ ausrichtet, bei dem auch andere technikwissenschaftliche Institute in Österreich gut vertreten sind (INT_9, INT_4). An der TU Graz wird auch

¹⁶<https://www.a3ps.at/members> Letzter Zugriff: 08.11.2019

¹⁷Das Internationale Wiener Symposium ist eine Veranstaltung, bei der sich einmal im Jahr zahlreiche Entscheidungsträger der weltweiten Automobilindustrie und darüber hinaus treffen, um sich zu vernetzen und sich über Entwicklungen im Bereich auszutauschen. <https://wiener-motorensymposium.at/> Letzter Zugriff: 08.11.2019

festgehalten, dass die Nähe zur Industrie eine Rolle darin spielt, dass der Fokus der Forschung auf Automobilität liegt (INT_9).

Hervorgehoben wird auch, dass Partner*innen aus der Industrie in die *Lehre* stark eingebunden werden, um eine praxisnahe Ausbildung zu ermöglichen und um Studierenden Kontakte für zukünftige Arbeitsplätze zu verschaffen (INT_4, INT_11). Die Qualität der Lehre wird an manchen Instituten auch daran gemessen, wie die Absolvent*innen von der Industrie angenommen werden. „Und da wollen wir gute Lehre machen, und das Schöne, wir kriegen auch das Feedback, dass unsere Absolventen in der Industrie gut angenommen und akzeptiert werden. Das heißt, diese Aufgabe machen wir gut.“ (INT_11) Absolvent*innen sollen dazu in der Lage sein, „Innovationen und Zukunftsthemen in der Automobilindustrie zu treiben, zuerst zu verstehen, und dann aber voranzutreiben. Das ist das Höchste, was wir uns setzen“ (INT_11). Es ist also Ziel der Lehre, Fachkräfte für die Automobilindustrie auszubilden. Die Arbeitsmöglichkeiten, die Studierende nach ihrer Ausbildung in der Industrie haben, werden von den Wissenschaftler*innen als hoch eingeschätzt (INT_4, INT_11). Ein Interviewpartner der FH Joanneum Graz berichtet, dass mehrere Absolvent*innen bei AVL Fachbereichsleiter*innen sind, ein Absolvent bei BMW GmbH Geschäftsführer ist und sich dadurch Kooperationen und Projekte ergeben (INT_11). Die Hervorhebung der erfolgreichen Unterbringung von Absolvent*innen in der Automobilindustrie, die als Indikator für gute Lehre gesehen wird (INT_11), wird von Autor*innen der Engineering Studies kritisch gesehen. David Noble (1977) formuliert in seinem Werk *America by design. Science, technology, and the rise of corporate capitalism*, dass Studierende der Technikwissenschaften im Studium hauptsächlich darauf vorbereitet werden, industriellen Konzernen zu dienen und deren Machtposition zu erhalten. Technische Universitäten oder Fachhochschulen fungieren als zentraler Kanal, um die für die Industrie notwendige Arbeitskraft bereitzustellen. Absolvent*innen bezeichnet er als „domesticated breed (...) that convinced themselves that they served the interests of society as a whole (...) (but) in reality served only the dominant class in society“ (Noble 1977, 170).

Gerade in der Lehre versuchen sich Fachhochschulen von Universitäten abzugrenzen, indem sie auf die starke Präsenz von Vertreter*innen aus der Wirtschaft in Lehrveranstaltungen sowie bei der Betreuung von Masterarbeiten und Projekten verweisen, wodurch „die Verbindung viel größer (ist)“ (INT_5) und die Studierenden näher an der Praxis seien (INT_5). Doch auch Wissenschaftler*innen der Technischen Universitäten Wien und Graz betonen die hohe Zahl an Lehrveranstaltungen, die in Zusammenarbeit mit Vertreter*innen der Automobilindustrie stattfinden (INT_4, INT_9).

Der *Einfluss der Industrie auf die Forschung und Lehre* der wissenschaftlichen Institute wird dabei unterschiedlich eingeschätzt und bewertet. Von der Fahrzeugtechnik der TU Wien wird festgehalten, dass „unsere Forschung und auch Lehre (...) sehr stark von Industriepartnern und auch Drittpartnern geprägt (ist)“ (INT_4). Dabei wird im Interview jedoch nicht preisgegeben, welche Industriepartner in konkrete Forschungsprojekte involviert sind, sondern auf die Zusammenarbeit mit „namhaften Automobilherstellern“ (INT_4) verwiesen. Auch am Institut für Verbrennungsmotoren und Thermodynamik wird kommentiert, dass die Industrie wesentlichen Einfluss auf die Projekte hat, die gemacht werden (INT_9). Unser Interviewpartner am Institut für Fahrzeugtechnik an der FH Joanneum Graz spricht von einem „Spagat, den man dann gehen muss, dass man als Ausbildungseinrichtung mit einer Firma assoziiert wird. (...) Wenn es dann heißt, ‚das ist ja die Magna-Ausbildungsstätte‘ oder ‚das ist ja der AVL-Studiengang‘ (...) Das wäre nicht gut für uns“ (INT_11), und betont dabei, dass das Institut zwar Aufträge von Unternehmen erhält und Projekte in Kooperationen durchführt, jedoch nicht als Berater der Industrie fungiert (INT_11). Einige Institute pflegen enge

Zusammenarbeit mit Akteur*innen der Auto- oder Zulieferindustrie und bestehen trotzdem auf eine unabhängige Wissenschaft, die wertfreie Forschung betreibt und dabei objektive Ergebnisse liefert, und identifizieren ihre eigene Arbeit auch damit (INT_5, INT_7). Dies bezieht sich nicht nur auf die technikkwissenschaftliche Forschung, sondern ebenso auf die Lehre und Ausbildung neuer Technikwissenschaftler*innen: „Unsere Ausbildung sollte unabhängig sein und sollte am letzten Stand der Technik basieren. Aber zumindest so, dass er wertfrei ist und nicht getrieben ist in eine Richtung.“ (INT_11)

Woran und in welche Richtung geforscht wird und welche technologischen Pfade eingeschlagen werden (Downey 2015, 644), wird dabei jedoch häufig von der Industrie mit beeinflusst (INT_8). Obwohl Technikwissenschaften unabhängig von industriellen oder politischen Meinungen und Interessen forschen müssten, um neutrale, vorurteilsfreie und wahrheitsgetreue Ergebnisse liefern zu können, welche für die Gesellschaft von Nutzen sind (INT_5, INT_7), wird eingeräumt, dass es de facto schwierig, oder nicht möglich sei, als Institut wirklich unabhängige Forschung zu betreiben, wenn finanzielle Abhängigkeiten und personelle Nähe zur Automobilindustrie gegeben sind (INT_5, INT_8, INT_11). Einerseits gebe es an den technischen Universitäten die Tendenz, sich in Richtung der angewandten Forschung der Industrie zu orientieren (INT_8), andererseits laufe die Unabhängigkeit der Wissenschaft Gefahr, bei Auftragsstudien industrieller Akteur*innen missbraucht zu werden (INT_5).

An der TU Wien und an der BOKU hören wir teilweise *kritische Einschätzungen über die Zusammenarbeit mit industriellen Akteur*innen*. Zwar geht es am Institut für Raumplanung, im Forschungsbereich Verkehrssystemplanung der TU Wien, unter der Annahme der Unmöglichkeit, „die Industrie zu blockieren“ (INT_3), um die Frage, wie wichtige Akteur*innen der Industrie in aktuelle Transformationsprozesse auch von Seiten der Wissenschaft eingebunden werden können, z. B. indem sie als Expert*innen in die Lehre involviert werden (INT_3). Am Institut für Verkehrswesen der BOKU wird jedoch auf die Schwierigkeit der Zusammenarbeit mit industriellen Akteur*innen aufgrund unterschiedlicher Zeithorizonte in Industrie und Wissenschaften hingewiesen (INT_6). Darüber hinaus wird eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Autoindustrie auch kritisiert, da sie die Unabhängigkeit wissenschaftlicher Forschung infrage stellt (INT_7). Auch im Forschungsbereich Verkehrsplanung und Verkehrstechnik des Instituts für Verkehrswissenschaften der TU Wien wird kritisiert, dass die Industrie mit ihren Interessen in der Vergangenheit starken Einfluss auf die Raumplanung von Städten und Gemeinden hatte.

„Die Industrie sieht das natürlich anders und will natürlich schauen, dass wir möglichst weiterhin vom Auto und von schnellen Verkehrssystemen abhängig bleiben, was wir auch durch die Raumplanung in den letzten Jahren perfektioniert haben.“ (INT_2)

Angewandte Forschung an Universitäten wird als Vorstufe zur industriellen Forschung bezeichnet, die industrie- und wachstumsgetrieben sei, und es wird beklagt, dass diese Art von Forschung mehr finanzielle Fördermittel erhält als Nachhaltigkeitsforschung für das Mobilitätssystem (INT_2). Ein Interviewpartner spricht dabei davon, dass die Wissenschaft im Mobilitätsbereich heutzutage nicht mehr unabhängig sei, sondern „unter dem Diktat der Konzerne“ (INT_1).

Technikwissenschaft und Politik – Zusammenarbeit nicht politisch!

Die *Politik*, und im Besonderen politische und Verwaltungsinstitutionen wie Kommunen, Städte, Länder, das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Organe der Europäischen Union, werden von unseren Interviewpartner*innen ohne

Ausnahme als zentrale Akteur*innen für die Zukunft oder die Transformation des automobilen Systems bezeichnet. Sie definieren die Rahmenbedingungen, an denen sich der Rest der Gesellschaft orientieren muss, und bei ihnen liegt auch das aktuelle Potenzial, Veränderungen im Mobilitätssystem herbeizuführen. Besonders in Umweltfragen wird die öffentliche Hand als zentraler Akteur genannt, um mit „externen Effekten“ (INT_6) umzugehen, deren Verhinderung oder Bearbeitung nicht im Eigeninteresse der Nutzer*innen und der Industrie ist. So betonen mehrere Interviewpartner*innen, dass einerseits die Industrie handeln und anders produzieren muss, wenn auf EU-Ebene Treibhausgasgrenzwerte eingeführt werden (INT_4, INT_10), und andererseits Nutzer*innen ihr Verhalten verändern müssen, wenn Autos durch Mautgebühren, Parkregelungen sowie Fahrverbote sukzessive aus den Städten hinausgedrängt werden (INT_6). Während bestimmte politische Institutionen auf Bundes-, Landes-, oder Kommunalebene mehrfach als relevante Akteur*innen genannt werden, erwähnt nur ein Interviewpartner das Umweltministerium als zentralen Akteur im Bereich Mobilität und Verkehr (INT_7).

Andererseits sehen manche Interviewpartner*innen in politischen Akteur*innen, Institutionen oder Entscheidungen auch *Hindernisse für einen Wandel des Mobilitätssystems*. So werden die politische Machterhaltung und damit zusammenhängend das kurzfristige Denken und Handeln in der Politik kritisiert, die langfristige Veränderungen erschweren (INT_2, INT_6, INT_8). Daraus würden sich falsche politische Maßnahmen, wie z. B. die Pendlerpauschale, ergeben (INT_2). Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Einschätzungen darüber, wie stark Politik in das Mobilitätssystem eingreifen soll. Einige Wissenschaftler*innen sprechen von notwendigen Rahmenbedingungen, die Politik setzen soll (INT_6). So hebt ein Interviewpartner die Aufgabe der Politik hervor, für einen fairen Markt zu sorgen (INT_15) und dafür auch mit der Industrie zusammenzuarbeiten (INT_15). Von anderen wird kritisiert, dass durch gesetzliche Regulative neue Technologien und Entwicklungen, z. B. im Bereich des automatisierten Fahrens, eingeschränkt werden (INT_12) oder durch Subventionen „marktverfälschend“ (INT_11) in Entwicklungsprozesse eingegriffen wird. Ein Interviewpartner plädiert für einen Rückgang der staatlichen Aufgaben und Kompetenzen, damit Mobilitätsbelange „wenn es irgendwie geht – Private machen [können]“ (INT_3).

Alle Interviewpartner*innen bejahen unsere Frage nach der *Zusammenarbeit mit politischen Institutionen* oder Entscheidungsträger*innen. Als wichtigster Partner der Zusammenarbeit wird das BMVIT genannt, mit dem über konkrete Forschungsaufträge und -projekte oder Forschungsförderungsprogramme, wie z. B. die Ausschreibung „Mobilität der Zukunft“, zusammengearbeitet wird. Die Institute sind in verschiedene Entscheidungsprozesse eingebunden und teilweise auch beratend für das BMVIT tätig, z. B. in der konkreten Diskussion um das Tempolimit 140 km/h auf Autobahnen (INT_2). Auch mit Kommunen, Ländern oder auf EU-Ebene wird in konkreten Projekten zusammengearbeitet (z. B. INT_6, INT_8, INT_10). Ohne danach gefragt zu werden, betonen einige Interviewpartner*innen, dass sie nicht mit parteipolitischen Akteur*innen zusammenarbeiten, weil das nicht ihre Aufgabe als Wissenschaftler*innen sei (INT_3, INT_8, INT_10).

Obwohl alle Institute mit politischen Akteur*innen zusammenarbeiten, sehen nur einige Interviewpartner*innen darin die Möglichkeit und Notwendigkeit, mit ihrer Forschung gesellschaftlich wirksam zu werden. Vor allem jene, die Veränderungen im Mobilitätssystem über rein technologische Entwicklungen hinaus fordern, erhoffen sich durch Zusammenarbeit mit Politik Veränderungen in Richtung eines nachhaltigeren Mobilitätssystems (INT_1, INT_2, INT_6, INT_7, INT_14, INT_15).

Die beiden *außeruniversitären Forschungsinstitute* AIT und AustriaTech nehmen im Verhältnis zur Politik, aber auch zu anderen Akteur*innen, eine besondere Stellung ein. AustriaTech, als

Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen und 100-prozentiges Tochterunternehmen des BMVIT, bezeichnet sich selbst als „Schnittstelle zwischen Politik, Industrie und Forschung“ (AustriaTech-Homepage)¹⁸. Unser Interviewpartner bezeichnet AustriaTech als Beschleuniger und Katalysator von Synergien, Netzwerken und Kompetenzen im Mobilitätsbereich (INT_15). Das AIT, das auch zu 50 Prozent vom BMVIT finanziert und getragen wird, versteht sich als „Bindeglied zwischen der Grundlagenforschung (der Universitäten) und dem Einsatz der neuen Technologien in der Industrie“ (AIT Homepage)¹⁹. Hier wird angewandte Forschung betrieben und der „Weg für die Kommerzialisierung“ (ebd.) aufkommender Technologien bereitet. Unsere Interviewpartnerin betont dabei die Übersetzungsarbeit, die zwischen Wissenschaft und Politik geleistet werden muss (INT_14). Beide Institute dienen neben der Forschung und der Vernetzung von Akteur*innen auch dazu, Wissen zu generieren und damit „decision-support für politische Entscheidungen bereitzustellen“ (INT_14).

Eine enge Kooperation mit politischen Entscheidungsträger*innen wird auch von *universitären Akteur*innen* als Kanal genannt, um mit wissenschaftlichen Erkenntnissen gesellschaftlich wirksam zu sein: „Wenn Sie nahe an der Politik sind oder mit guten Juristen zu tun haben, dann merken Sie, man kann viel mehr drehen an den Dingen mit unseren wissenschaftlichen Ergebnissen als erhofft.“ (DIS_17)

Kritik wird an politischen Akteur*innen vor allem im Bereich der Forschungsförderungen geäußert. So wird auf der einen Seite kritisiert, dass die von staatlichen Akteur*innen geförderten Forschungsprojekte in viele verschiedene Richtungen verlaufen und keine zielgerichtete Strategie verfolgen (INT_11). Auf der anderen Seite gibt es Kritik daran, dass Forschungsförderungen sehr einseitig und nur zu bestimmten Schlagwortthemen vergeben werden, die von der Autoindustrie eingebracht und vorangetrieben werden und wie in den letzten Jahrzehnten Möglichkeiten, kritische, zielorientierte Wissenschaft zu betreiben, nach und nach begrenzt wurden. Die Wissenschaft heutzutage habe, im Gegensatz zu früher, gar nicht mehr die Möglichkeit, über Ziele nachzudenken und zielorientierte Zukunftsvorstellungen zu formulieren, sondern könne Forschung nur noch in jene Richtungen betreiben, die durch Fördermittel von außen vorgegeben werden (DIS_17).

„In den letzten paar Jahren ist nichts gegangen, ohne dass Sie irgendetwas zum Thema Elektromobilität geforscht haben. Wenn Sie das Thema nicht in der Überschrift drin gehabt haben, dann haben Sie kein Forschungsgeld bekommen. Und zurzeit ist es automatisiertes Fahren. Und da sieht man sehr genau, dass diese Ministerien oder diese Fördergeber sehr industriegetrieben sind.“ (INT_2)

Eine weitere Kritikebene betrifft die Umgangsweise politischer Institutionen mit aus der Wissenschaft kommenden Forschungsergebnissen. Kritisiert wird hier, dass Politiker*innen wissenschaftliche Erkenntnisse dazu nutzen, ihre Entscheidungen und Handlungen zu legitimieren, und dabei Erkenntnisse nach ihrem Willen beliebig interpretieren und darstellen (INT_8). Darüber hinaus wird Unmut darüber geäußert, dass Politiker*innen fachliche Ergebnisse häufig ignorieren, nicht akzeptieren oder sogar konträr zu wissenschaftlichen Erkenntnissen handeln (INT_1, INT_7).

¹⁸<https://www.AustriaTech.at/de/unternehmen/> Letzter Zugriff: 08.11.2019

¹⁹<https://www.ait.ac.at/ueber-das-ait/die-rolle-des-ait-bei-innovationen-in-oesterreich-und-europa/> Letzter Zugriff: 08.11.2019

Zwischenfazit

In der *engen Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie* an manchen Instituten und vor allem den ambivalenten Positionierungen zu ihr sehen wir *Beharrungskräfte*, die dazu beitragen, dass Veränderungen und Innovationen auf Linie der Automobilindustrie und innerhalb des automobilen Regimes stattfinden und sich weiterhin im Rahmen von technologischem Fortschritt, Profit- und Wachstumslogik und kapitalistisch-patriarchalen Herrschaftsverhältnissen bewegen. Radikalere Veränderungen, welche das automobile System und die zugrunde liegenden materiellen und diskursiven Strukturen infrage stellen, werden durch eine enge Zusammenarbeit mit Akteur*innen der traditionellen Auto- und zum Teil sogar der Erdölindustrie verhindert.

Ansätze für eine *kritischere Betrachtung dieser Verhältnisse* zwischen (Technik-)Wissenschaft und Automobilindustrie, in der wir einen *Einsatzpunkt* für eine Destabilisierung des automobilen Regimes sehen, gibt es zwar von Seiten einiger Interviewpartner*innen interdisziplinärerer Ansätze. Diese beklagen jedoch teilweise, dass es aktuell aufgrund von institutionellen und finanziellen Hindernissen schwierig sei, kritischere Nachhaltigkeitsforschung zu betreiben (INT_2) und die Politik häufig nicht gemäß wissenschaftlichen Ergebnissen handle (INT_7).

Die aktuelle Konstellation von Politik, Industrie und Wissenschaft, wie sie von den Interviewpartner*innen beschrieben wird, fördert also eine *Stabilisierung des automobilen Regimes* mit sukzessiven Änderungen im Antriebsstrang. Politische Akteur*innen könnten jedoch daran ansetzen, Vorschläge aus der Wissenschaft aufzunehmen und kritische Wissenschaft zu ermöglichen. Außeruniversitäre Institute wie das AIT können institutionelle Rahmen bilden, um einen solchen konstruktiven Austausch zwischen Wissenschaft und Politik zu ermöglichen. In der Zusammenarbeit mit politischen Akteur*innen könnten Einsatzpunkte für eine radikalere Transformation des Mobilitätssystems entstehen.

Für die Technikwissenschaften könnte ein erster Schritt sein, die Zusammenarbeit mit Akteur*innen der Industrie wie der Politik bewusst zu machen und zu reflektieren. Reflexion über Fragen wie „Welchen Einfluss haben fördergebende Institutionen auf unsere Forschung?“, „Wie können wir als Forschungs- und Lehrereinrichtung unabhängige Wissenschaft gewährleisten?“, „Was können und wollen wir für eine Veränderung des Mobilitätssystems in Richtung einer nachhaltigen Mobilität beitragen?“ müssen gestellt werden. Die Reflexion der eigenen Positionierung zu Industrie und Gesellschaft ist auf Forschungsebene und aufgrund der zentralen Rolle von Wissenschaftler*innen als Multiplikator*innen auch fest in der Lehre zu verankern (Felt et al. 2018).

7. Conclusio

*Zukunftsvorstellungen der Technikwissenschaftler*innen*

Angelehnt an die Arbeit von Nykvist und Whitmarsh (2008) nehmen wir in der Arbeit eine Dreiteilung der Innovationsebenen im Mobilitätsbereich vor. Diese ermöglicht uns, die Vorstellungen der wissenschaftlichen Akteur*innen über die Zukunft und Entwicklung von (Auto-)Mobilität entlang der Ebenen zu verorten. In Bezug auf die erste Forschungsfrage stellen wir fest, dass sich viele der Vorstellungen über die Zukunft des automobilen Systems im Feld der ökologischen Modernisierung auf der Ebene 1 befinden, bei der es vor allem um technologische Erneuerungen und Technikoptimierung geht. Der Glaube an technologischen Fortschritt, der die Probleme der Klimakrise lösen wird, ist bei einigen Technikwissenschaftler*innen vorhanden.

Als neuere soziotechnische Entwicklungen im Mobilitätssystem spielen die zunehmende Automatisierung von Fahrzeugen und Konzepte von Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a

Service) für alle Interviewpartner*innen eine große Rolle. Diese verorten wir auf der Ebene 2, deren Fokus auf neuen Nutzungsformen liegt, die durch eine Verschiebung von einem produktbasierten hin zu einem dienstleistungsbasierten Mobilitätssystem entstehen. Das Potenzial für einen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität wird jedoch unterschiedlich eingeschätzt. Teilweise sehen die Technikwissenschaftler*innen diese Entwicklungen in Verbindung mit einer Elektrifizierung des Antriebsstrangs und einem Rückgang des Fahrzeugbesitzes und betonen daher den Beitrag zu nachhaltiger Mobilität. Andere hingegen sehen in diesen Entwicklungen weitere technologische Innovationen, die jedoch am Kernproblem des automobilen Systems nichts ändern und die Situation sogar verschärfen können.

Entlang der Ebene 3 für ein alternatives Mobilitätssystem artikulieren einige Technikwissenschaftler*innen Vorstellungen, die über das automobilen System hinausweisen. Darunter finden sich *wegorientierte Vorstellungen*, welche vom jetzigen System ausgehend schrittweise Maßnahmen zu einer Verringerung des motorisierten Individualverkehrs verfolgen. *Zielorientierte Vorstellungen*, getrieben von einer radikalen Kritik am automobilen System, mit utopischen konkreten Ideen, wie ein alternatives, sozial-ökologisch nachhaltiges Mobilitäts- und Gesellschaftssystem aussehen kann, sind eher die Ausnahmen, aber bei einzelnen Interviewpartner*innen, vor allem im Feld der Verkehrswissenschaften, vorhanden. Zwischen Wissenschaftler*innen im Feld der Fahrzeugtechnik und im Bereich der Verkehrswissenschaften zieht sich eine Art *Trennlinie* auf mehreren Ebenen. In unserer Analyse stellen wir fest, dass die Interviewpartner*innen dem automobilen System weniger kritisch gegenüber eingestellt sind, je näher sie sich im Feld der Fahrzeugproduktion bewegen. Im Feld der Verkehrswissenschaften existieren jedoch auch große Unterschiede in den Vorstellungen über die Zukunft der Mobilität und über den Weg dorthin. Darüber hinaus wird von starken Veränderungen in den Verkehrswissenschaften in den letzten Jahrzehnten gesprochen, welche nunmehr über die Dominanz und Norm des Autos hinausblicken.

Beharrungskräfte und Einsatzpunkte

Um auf die zweite Forschungsfrage einzugehen, haben wir auf verschiedenen Ebenen unserer Analyse im Kontext der Technikwissenschaften Beharrungskräfte, die zu einer Stabilisierung des bestehenden automobilen Systems beitragen, sowie Einsatzpunkte für Ansätze einer sozial-ökologischen Transformation im Mobilitätsbereich herausgearbeitet. Beharrungskräfte sowie Einsatzpunkte finden sich in Zukunftsvorstellungen und -erwartungen, in Verständnissen von Wissenschaftlichkeit, in gesellschaftlichen Grundannahmen und Positionierungen sowie in Verhältnissen zu anderen gesellschaftlichen Akteur*innen.

Als *zentrale Beharrungskräfte* deuten wir erstens die Wahrnehmung der Klimakrise als Emissionsproblem, die mit einem prinzipiellen Glauben an technologischen Fortschritt, ökonomisches Wachstum sowie einem Fokus auf Technologieoptimierung zur Lösung der Krise einhergeht. Zweitens verhindern das Postulat von Wertfreiheit in der Wissenschaft und das Selbstverständnis von (Technik-)Wissenschaftler*innen als Erforscher*innen von Fakten und Tatsachen zielorientierte Forschung in Richtung eines nachhaltigen Mobilitätssystems. Drittens erlaubt die enge Grenzziehung der eigenen Tätigkeitsbereiche Technikwissenschaftler*innen die Rechtfertigung eigener Forschung und die Verschiebung von Verantwortung für Nachhaltigkeitsprobleme in andere Gesellschaftsbereiche. In diesem Spannungsfeld erkennen wir bei einigen Wissenschaftler*innen auch eine kognitive Dissonanz zwischen einer persönlich wünschenswerten und einer sozial-ökologisch nachhaltigen Zukunft. Fünftens verfestigen essentialistische Vorstellungen über schwer veränderbares menschliches Verhalten den Status quo des automobilen Systems. Weiters zeugen die Nähe

einiger technikwissenschaftlicher Institute zur Automobilindustrie, die ungleichen Geschlechterverhältnisse auf verschiedenen Ebenen technikwissenschaftlicher Bereiche und Institutionen, die Individualisierung struktureller Probleme sowie die Vernachlässigung von Fragen globaler Gerechtigkeit von der Verstrickung von Technikwissenschaften in kapitalistische, patriarchale und neokoloniale Ungleichheits- und Machtverhältnisse.

Demgegenüber sehen wir *Einsatzpunkte* erstens in der Absage an fossile Treibstoffe von Seiten aller Interviewpartner*innen. Zweitens erliegen nicht alle Interviewpartner*innen dem Glauben an technologischen Fortschritt, sondern viele äußern sich kritisch gegenüber einem Fokus auf technologische Lösungen für die Klimakrise sowie gegenüber der dominanten Erzählung, dass Automatisierung und Mobilitätsdienstleistungskonzepte automatisch zu nachhaltiger Mobilität beitragen. Drittens wird am Postulat wertneutraler Wissenschaft von einigen Interviewpartner*innen auch scharfe Kritik geübt und stattdessen werden gesellschaftliche Systemkritik und zielorientierte Vorstellungen von einer umfassenderen Transformation artikuliert. Dabei fordert ein Interviewpartner zu verstärktem politischem Aktivismus und Zusammenarbeit mit der organisierten Zivilgesellschaft auf. Viertens verweigern viele Interviewpartner*innen einen engen, rein technologiefokussierten Blick auf das Mobilitätssystem, betonen ihre gesamtheitliche Herangehensweise und wünschen sich mehr interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftler*innen.

Obwohl sich in der Analyse ein differenziertes Bild von Technikwissenschaftler*innen und deren Vorstellungen zeigt, überwiegen Beharrungskräfte, welche systemstabilisierend wirken und dadurch Ansätze einer sozial-ökologischen Transformation eher blockieren als fördern. Daher halten wir eine Veränderung der Rolle von technikwissenschaftlichen Akteur*innen in einer Transformation des Mobilitätssystems für notwendig.

Einsatzpunkte für eine veränderte Rolle der Technikwissenschaften

In einer zukünftigen Gesellschaft wird Technologie eine Rolle spielen. Denn auch in einer gerechten, ökologisch nachhaltigen Gesellschaft sind Technologien für die Deckung von Mobilitäts- und anderen Bedürfnissen maßgeblich. Auf dem Weg dahin sind Technologien notwendig für eine sozial-ökologische Transformation. Dies bedeutet, dass auch jene Menschen, welche sich intensiv mit Technologien beschäftigen, in Zukunft weiterhin eine relevante Rolle spielen werden. Die Rolle der technikwissenschaftlichen Akteur*innen für eine sozial-ökologische Transformation muss daher intensiv mitgedacht werden.

In unserer dritten Forschungsfrage sind wir daher *Einsatzpunkten für eine veränderte Rolle der Technikwissenschaften* in einer sozial-ökologischen Transformation von Mobilität nachgegangen. Da Technikwissenschaftler*innen eine zentrale Rolle im Aufbau und in der Aufrechterhaltung der aktuellen soziotechnischen Verhältnisse haben, liegt es auch an ihnen, sich für einen Wandel der Verhältnisse einzusetzen (Karwat et al. 2015, 232). Solche Einsatzpunkte können etwa ein verändertes Selbstverständnis und eine Repositionierung in der Gesellschaft sein. Ein neues Paradigma in den Technikwissenschaften ist notwendig, das eine Kultur des Friedens und der Suffizienz vorsieht, das ökologisch sensibel und gesamtheitlich ist (vgl. ebd.). Technikwissenschaftliche Akteur*innen müssen sich für gesellschaftliche Prozesse und Aushandlungen öffnen. Das Verständnis von technikwissenschaftlicher Forschung, die eigene Rolle und Positionierung in der Gesellschaft und gegenüber anderen gesellschaftlichen Akteur*innen müssen reflektiert, hinterfragt und neu definiert werden, um auch bestehende Machtverhältnisse sichtbar zu machen und aufbrechen zu können. Aufgrund der zentralen Rolle von Wissenschaftler*innen als Multiplikator*innen ist diese Reflexion auch institutionell und fest in der Lehre zu verankern (Felt et al. 2018). Dies impliziert systematische Veränderungen in der Ausbildung von

Technikwissenschaftler*innen. Angehende Technikwissenschaftler*innen sollen holistisch ausgebildet und mit den notwendigen Werkzeugen und Fähigkeiten ausgestattet werden, um Probleme auch aus sozialer und ökologischer Sicht beurteilen zu können. Darüber hinaus sollen partizipative Prozesse in Zusammenarbeit mit Technikwissenschaften und organisierten zivilgesellschaftlichen Akteur*innen gefördert werden und verstärkt stattfinden. Dadurch wird auch eine demokratische Verankerung (technik-)wissenschaftlicher Wissensproduktion und Praxis ermöglicht.

Weiterführende Forschung

Um ein umfassenderes Bild von der Rolle der technikwissenschaftlichen Akteur*innen im Kontext einer sozial-ökologischen Transformation des Mobilitätssystems und darüber hinaus zu erhalten, wird es notwendig sein, *weiterführende Forschung* zu betreiben. Mithilfe von Interviews, Fokusgruppen von Studierenden, der Analyse von Studienplänen sowie dem Besuch von Lehrveranstaltungen an technikwissenschaftlichen Fakultäten können aktuelle Veränderungen in technikwissenschaftlicher Praxis, besonders in der Ausbildung, wahrgenommen werden. Das Verhältnis zwischen Technikwissenschaften, (Auto-)Industrie, politischen und anderen relevanten Akteur*innen des Mobilitätssystems und deren gegenseitigen Abhängigkeiten und Beeinflussungen kann durch eine Akteursanalyse tiefergehend erfasst werden. Mobilität ist nur ein Aspekt einer umfassenderen sozial-ökologischen Transformation. Über diesen Aspekt hinaus muss die Rolle von Technologie und Technikwissenschaften stärker hervorgehoben, kritischer reflektiert und neu definiert werden. Dies ist besonders im Kontext zunehmender Digitalisierung und der wachsenden gesellschaftlichen Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologien von großer Bedeutung.

Dabei reicht es nicht, Forschung *über* Technikwissenschaften zu betreiben. Aus sozialwissenschaftlicher Perspektive und insbesondere aus interdisziplinärer Perspektive der Sozialen Ökologie ist es sinnvoll, nach Kooperationsmöglichkeiten für gemeinsame Forschungs- und Ausbildungsprojekte zu suchen, einen Wissens- und Perspektivenaustausch zu fördern und *gemeinsam mit* Technikwissenschaftler*innen nach Wegen und Maßnahmen in Richtung einer sozial-ökologischen Transformation zu suchen.

Wir hoffen, mit unserer Arbeit einen wertvollen Beitrag zur Debatte um eine sozial-ökologische Transformation des Mobilitätssystems zu leisten, der den Blick auf relevante Akteur*innen und in kritischem Denken weitert sowie einen Schritt in Richtung eines stärkeren interdisziplinären Austausches zwischen Sozialer Ökologie und Technikwissenschaften setzt. In Prozessen inter- und transdisziplinären Austausches können *alternative Zukunftsvorstellungen* und Imaginaries über ein sozial-ökologisch gerechtes und nachhaltiges gesellschaftliches Zusammenleben entstehen. Solche Utopien über gesellschaftliche Veränderungen können konkretisiert und in Handlungsoptionen transferiert werden. Durch die Verbindung radikaler Kritik und alternativer Vorstellungen gesellschaftlichen Zusammenlebens können *neue Einsatzpunkte* für eine sozial-ökologische Transformation entstehen.

Literaturverzeichnis

- Alkemadede, Floortje; Suurs, Roald A.A. (2012): Patterns of expectations for emerging sustainable technologies. In: *Technological Forecasting and Social Change* 79 (3), S. 448–456. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.08.014.
- Avelino, Flor (2017): Power in Sustainability Transitions: Analysing power and (dis)empowerment in transformative change towards sustainability. In: *Env. Pol. Gov.* 27 (6), S. 505–520. DOI: 10.1002/eet.1777.
- Bakker, Sjoerd; van Lente, Harro; Engels, Remko (2012): Competition in a technological niche: the cars of the future. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 24 (5), S. 421–434. DOI: 10.1080/09537325.2012.674666.
- Bauman, Zygmunt (2010): *Socialism. The active utopia*. Abingdon, Oxon: Routledge (Controversies in sociology, 3).
- Baunhardt, Christine (2007): Feministische Verkehrs- und Raumplanung. In: Oliver Schwedes, Weert Canzler und Andreas Knie (Hg.): *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 301–319.
- Beck, Ulrich (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Belhoste, Bruno; Chatzis, Konstantinos (2007): From Technical Corps to Technocratic Power: French State Engineers and their Professional and Cultural Universe in the First Half of the 19th Century. In: *History and Technology* 23 (3), S. 209–225. DOI: 10.1080/07341510701300288.
- Blosser, Emily (2017): Gender Segregation Across Engineering Majors: How Engineering Professors Understand Women's Underrepresentation in Undergraduate Engineering. In: *Engineering Studies* (9), S. 24–44.
- Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (2014): *Interviews mit Experten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Borup, Mads; Brown, Nik; Konrad, Kornelia; van Lente, Harro (2006): The sociology of expectations in science and technology. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 18 (3-4), S. 285–298. DOI: 10.1080/09537320600777002.
- Brand, Ulrich; Görg, Christoph; Wissen, Markus (2019): Overcoming neoliberal globalization: social-ecological transformation from a Polanyian perspective and beyond. In: *Globalizations* 13 (2), S. 1–16. DOI: 10.1080/14747731.2019.1644708.
- Brand, Ulrich; Welzer, Harald: *Alltag und Situation. Soziokulturelle Dimensionen sozial-ökologischer Transformation*, Bd. 28, S. 313–332.
- Brand, Ulrich; Wissen, Markus (2017): *Imperiale Lebensweise. Zur Ausbeutung von Mensch und Natur im globalen Kapitalismus*. München: oekom verlag.

- Brown, Nik; Michael, Mike (2003): A Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 15 (1), S. 3–18. DOI: 10.1080/0953732032000046024.
- Brown, Nik; Rappert, Brian; Webster, Andrew (2000): Introducing Contested Futures: From looking into the future to looking at the future. In: N. Brown und B. Rappert (Hg.): *Contested Futures: A Sociology of Prospective Techno-Science*: Taylor & Francis, S. 3–20.
- Brown, Nik; Rip, Arie; van Lente, Harro (2003): *Expectations In & About Science and Technology. A background paper for the 'expectations' workshop of 13-14 June 2003*. Online verfügbar unter <https://www.york.ac.uk/satsu/expectations/Utrecht%202003/Background%20paper%20version%2014May03.pdf>, zuletzt geprüft am 28.06.2019.
- Budde, Björn; Konrad, Kornelia (2019): Tentative governing of fuel cell innovation in a dynamic network of expectations. In: *Research Policy* 48 (5), S. 1098–1112. DOI: 10.1016/j.respol.2019.01.007.
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): *Fortschrittsbericht 2019 nach § 6 Klimaschutzgesetz (III-340 d.B.)*. Online verfügbar unter https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVI/III/III_00340/index.shtml.
- Cech, Erin A.; Waidzunas, Tom J. (2011): Navigating the heteronormativity of engineering: the experiences of lesbian, gay, and bisexual students. In: *Engineering Studies* 3 (1), S. 1–24. DOI: 10.1080/19378629.2010.545065.
- Christensen, Steen Hyldgaard; Didier, Christelle; Jamison, Andrew; Meganck, Martin; Mitcham, Carl; Newberry, Byron (2015): *International Perspectives on Engineering Education*. Cham: Springer International Publishing (20).
- Cockburn, Cynthia (1986): *Machinery of dominance. Women, men and technical know-how*. London: Pluto Pr.
- Daum, Timo (2018): *Das Auto im digitalen Kapitalismus. Dieselskandal, Elektroantrieb, Autonomes Fahren und die Zukunft der Mobilität*. Rosa Luxemburg Stiftung.
- Demaria, Federico (2019): Degrowth: A Call for Radical Socio-Ecological Transformation. In: *Global Dialogue* (9).
- Downey, Gary L. (1995): The world of industry-university-government: reimagining R&D as America. In: George E. Marcus (Hg.): *Technoscientific imaginaries. Conversations, profiles, and memoirs*. Chicago: Univ. of Chicago Press (Late editions, 2), S. 197–226.
- Downey, Gary L. (2015): Engineering Studies. In: James D. Wright (Hg.): *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, S. 641–648.
- Downey, Gary L.; Lucena, Juan C. (1994): Engineering Studies. In: Sheila Jasanoff, Gerald Markle, James Petersen und Trevor Pinch (Hg.): *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage, S. 167–188.
- Downey, Gary L.; Lucena, Juan C. (2005): Engineering Cultures. In: *Science, Technology, and Society*, S. 124–129.

- Downey, Gary L.; Lucena, Juan C.; Mitcham, Carl (2007): Engineering ethics and identity: emerging initiatives in comparative perspective. In: *Science and engineering ethics* 13 (4), S. 463–487. DOI: 10.1007/s11948-007-9040-7.
- Durkheim, Émile (Hg.) (1984): *Die Regeln der soziologischen Methode*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- European Environment Agency (2018): *Greenhouse gas emissions from transport*. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11>.
- Faulkner, Wendy (2000a): Dualisms, Hierarchies and Gender in Engineering. In: *Social studies of science*, S. 759–792.
- Faulkner, Wendy (2000b): The Power and the Pleasure? A Research Agenda for “Making Gender Stick” to Engineers. In: *Science, Technology, & Human Values* (25), S. 87–119.
- Faulkner, Wendy (2007): ‘Nuts and Bolts and People’. In: *Social Studies of Science* 37 (3), S. 331–356. DOI: 10.1177/0306312706072175.
- Faulkner, Wendy (2009): Doing gender in engineering workplace cultures. I. Observations from the field. In: *Engineering Studies* 1 (1), S. 3–18. DOI: 10.1080/19378620902721322.
- Felt, Ulrike; Fochler, Maximilian; Richter, Andreas; Schroeder, Renée; Sigl, Lisa (2018): How to weave societal responsibility into the fabric of universities. STS Department University of Vienna. Wien. Online verfügbar unter <https://blog.sts.univie.ac.at/2018/09/06/how-to-weave-societal-responsibility-into-the-fabric-of-universities/>, zuletzt geprüft am 02.04.2019.
- Felt, Ulrike; Fouché, Rayvon; Miller, Clark A.; Smith-Doerr, Laurel (2017): Introduction to the Fourth Edition of *The Handbook of Science and Technology Studies*. In: Felt, Ulrike and Fouché, Rayvon and Miller, Clark A. and Smith-Doerr, Laurel (Hg.): *The handbook of science and technology studies*. Fourth edition. Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press, S. 1–26.
- Fischedick, Manfred; Grunwald, Armin (Hg.) (2017): *Pfadabhängigkeiten in der Energiewende. Das Beispiel Mobilität*. München: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V (Analyse).
- Garz, Detlef; Kraimer, Klaus (Hg.) (1991): *Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: *Research Policy* (31), S. 1257–1274.
- Geels, Frank W. (2005): Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective. In: *Technological Forecasting and Social Change* 72 (6), S. 681–696. DOI: 10.1016/j.techfore.2004.08.014.
- Geels, Frank W. (2014): Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. In: *Theory, Culture & Society* 31 (5), S. 21–40. DOI: 10.1177/0263276414531627.

- Geels, Frank W.; Berkhout, Frans; van Vuuren, Detlef P. (2016): Bridging analytical approaches for low-carbon transitions. In: *Nature Clim Change* 6 (6), S. 576–583. DOI: 10.1038/nclimate2980.
- Geels, Frank W.; Kemp, René; Dudley, Geoff; Lyons, Glenn (Hg.) (2012a): *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. New York: Routledge.
- Geels, Frank W.; Kemp, René; Dudley, Geoff (2012b): Introduction: Sustainability Transitions in the Automobility Regime and the Need for a New Perspective. In: Frank W. Geels, René Kemp, Geoff Dudley und Glenn Lyons (Hg.): *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. New York: Routledge, S. 3–28.
- Giddens, Anthony (1991): *Modernity and Self-Identity. Self and Society in the Late Modern Age*. Stanford, Calif: Stanford University Press.
- Giddens, Anthony (1999): *Runaway World. Risk*. Reith Lectures 1999. Hong Kong, 1999. Online verfügbar unter <http://www.bbc.co.uk/radio4/reith1999/lecture2.shtml>, zuletzt geprüft am 05.11.2019.
- Gramsci, Antonio (1991): *Gefängnishefte*. Band 1. Hamburg: Argument-Verlag.
- Haas, Tobias (2018): Das Ende des Autos, wie wir es kannten? In: *PROKLA* 48 (193), S. 27. DOI: 10.32387/prokla.v48i193.1145.
- Hartung, Alfred (2018): Elektro-Pkw - eine ökologische Modernisierung der Automobilität? In: *PROKLA* (193), S. 561–567.
- Hausknost, Daniel; Haas, Willi (2019): The Politics of Selection: Towards a Transformative Model of Environmental Innovation. In: *Sustainability* 11 (2), S. 506. DOI: 10.3390/su11020506.
- Hedgecoe, Adam; Martin, Paul: The Drugs Don't Work. In: *Social studies of science* 2003 (33), S. 327–364.
- Hill, Stephen (1988): *The tragedy of technology. Human liberation versus domination in the late twentieth century*. London: Pluto Press.
- Hölscher, Lucian (1999): *Die Entdeckung der Zukunft*. Frankfurt am Main: Fischer-Taschenbuch-Verl.
- Holzapfel, Helmut (2015): Mobilitätszukunft: Bewusstseinswandel oder Technik? In: *movum* (9), S. 8.
- IPCC (2018): *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Online verfügbar unter https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf.
- Jasanoff, Sheila; Kim, Sang-Hyun (2015): *Dreamscapes of modernity : sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Joly, Pierre-Benoit (2010): On the Economics of Techno-scientific Promises. In: *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*. Paris: Presse des Mines, S. 203–222.

- Kanger, Laur; Schot, Johan (2016): User-made immobilities: a transitions perspective. In: *Mobilities* 11 (4), S. 598–613. DOI: 10.1080/17450101.2016.1211827.
- Karwat, Darshan M. A. (2012): *On the combustion chemistry of biofuels and the activist engineer*. University of Michigan.
- Karwat, Darshan M. A.; Eagle, Walter E.; Wooldridge, Margaret S.; Princen, Thomas E. (2015): Activist engineering: changing engineering practice by deploying praxis. In: *Science and engineering ethics* 21 (1), S. 227–239. DOI: 10.1007/s11948-014-9525-0.
- Kemp, René; Avelino, Flor; Bresser, Nanny (2011): Transition Management as a Model for Sustainable Mobility. In: *European Transport* (47), S. 26–46.
- Kemp, René; van Lente, Harro (2011): The dual challenge of sustainability transitions. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1 (1), S. 121–124. DOI: 10.1016/j.eist.2011.04.001.
- Kerschner, Christian; Wächter, Petra; Nierling, Linda; Ehlers, Melf-Hinrich (2018): Degrowth and Technology: Towards feasible, viable, appropriate and convivial imaginaries. In: *Journal of cleaner production* 197, S. 1619–1636. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.147.
- Kleif, Tine; Faulkner, Wendy (2003): “I’m No Athlete [but] I Can Make This Thing Dance!” Men’s Pleasures in Technology. In: *Science, Technology, & Human Values* (28), S. 296–325.
- Köhler, Jonathan; Laws, Norman; Renz, Ina; Hacke, Ulrike; Wesche, Julius; Friedrichsen, Nele et al. (2017): Anwendung der Mehr-Ebenen-Perspektive auf Transitionen. In: *Working Paper Sustainability and Innovation, Fraunhofer ISI*.
- Köhler, Jonathan; Turnheim, Bruno; Hodson, Mike (2018): Low carbon transitions pathways in mobility: Applying the MLP in a combined case study and simulation bridging analysis of passenger transport in the Netherlands. In: *Technological Forecasting and Social Change*, S. 119314. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.06.003.
- Konrad, Kornelia (2006): The social dynamics of expectations: The interaction of collective and actor-specific expectations on electronic commerce and interactive television. In: *Technology Analysis & Strategic Management*, 18 (3-4), S. 429–444. DOI: 10.1080/09537320600777192.
- Konrad, Kornelia; van Lente, Harro; Groves, Christopher; Selin, Cynthia (2017): Performing and Governing the Future in Science and Technology. In: Felt, Ulrike and Fouché, Rayvon and Miller, Clark A. and Smith-Doerr, Laurel (Hg.): *The handbook of science and technology studies*. Fourth edition. Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press, S. 465–493.
- Konzeptwerk Neue Ökonomie e.V., DFG Kolleg Postwachstumsgesellschaften, Burkhart, Corinna; Schmelzer, Matthias; Treu, Nina (2017): *Degrowth in Bewegung(en). 32 alternative Wege zur sozial-ökologischen Transformation*. München: oekom.
- Koselleck, Reinhart; Presner, Todd Samuel (2002): *The practice of conceptual history. Timing history, spacing concepts*. Stanford, Calif: Stanford University Press (Cultural memory in the present).

- Law, John; Callon, Michel (1988): Engineering and Sociology in a Military Aircraft Project: A Network Analysis of Technological Change. In: *Social Problems* 35 (3), S. 284–297. DOI: 10.2307/800623.
- Lucena, Juan C.; Schneider, J. (2008): Engineers, development, and engineering education: From national to sustainable community development. In: *European Journal of Engineering Education* 33 (3), S. 247–257. DOI: 10.1080/03043790802088368.
- Lyons, Glenn (2012): Visions for the Future and the Need for a Social Science. Perspective in Transport Studies. In: Frank W. Geels (Hg.): *Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport*. New York: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions, 2), S. 29–48.
- MacKenzie, Donald (1990): *Inventing Accuracy. A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance*. MIT Press.
- Marcus, George E. (1995): Technoscientific Imaginaries. Introduction. In: George E. Marcus (Hg.): *Technoscientific imaginaries. Conversations, profiles, and memoirs*. Chicago: Univ. of Chicago Press (Late editions, 2).
- Marris, Peter (1991): The social construction of uncertainty. In: Parkes, Hinde et al. (Hg.): *Attachment across the life cycle*, S. 77-90.
- May, Anthony; Shepherd, Simon; Pfaffenbichler, Paul; Emberger, Günter (2018): *The potential impacts of automated cars on urban transport: an exploratory analysis*. Working Paper, TU Wien.
- McNeil, Maureen; Arribas-Ayllon, Michael; Haran, Joan; Mackenzie, Adrian; Tutton, Richard (2017): Conceptualizing Imaginaries of Science, Technology and Society. In: Felt, Ulrike and Fouché, Rayvon and Miller, Clark A. and Smith-Doerr, Laurel (Hg.): *The handbook of science and technology studies*. Fourth edition. Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press, S. 435–463.
- Meadows, D. (1971): *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
- Meuser, Michael; Nagel, Ulrike (1991): ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht: ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Detlef Garz und Klaus Kraimer (Hg.): *Qualitativ-empirische Sozialforschung*. Konzepte, Methoden, Analysen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (Qualitativ-empirische Sozialforschung : Konzepte, Methoden, Analysen), S. 441–471.
- Michael, Mike (2000): Futures of the present: From performativity to prehension. In: N. Brown und B. Rappert (Hg.): *Contested Futures: A Sociology of Prospective Techno-Science*: Taylor & Francis, S. 21–39.
- Muraca, Barbara (2015): Wider den Wachstumswahn: Degrowth als konkrete Utopie. In: *Blätter für deutsche und internationale Politik* 2015 (2), S. 101–109.
- Nikolaeva, Anna; Adey, Peter; Cresswell, Tim; Lee, Jane Yeonjae; Nóvoa, Andre; Temenos, Cristina (2019): Commoning mobility: Towards a new politics of mobility transitions. In: *Transactions of the Institute of British Geographers*, 44 (2), S. 346–360. DOI: 10.1111/tran.12287.

- Noble, David F. (1977): *America by design. Science, technology, and the rise of corporate capitalism*. 1st ed. New York: Knopf.
- Nykvist, Björn; Whitmarsh, Lorraine (2008): A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: Niche development in the UK and Sweden. In: *Technological Forecasting and Social Change* 75 (9), S. 1373–1387. DOI: 10.1016/j.techfore.2008.05.006.
- Oldenziel, Ruth (1999): *Making technology masculine. Men, women and modern machines in America, 1870-1945*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Ornetzeder, Michael; Rohracher, Harald (2013): Of solar collectors, wind power, and car sharing: Comparing and understanding successful cases of grassroots innovations. In: *Global Environmental Change* 23 (5), S. 856–867. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2012.12.007.
- Ortega y Gasset, J. (1941): *Toward a History of Philosophy*. New York: W.W. Norton.
- Raman, Sujatha; Mohr, Alison (2014): Biofuels and the role of space in sustainable innovation journeys. In: *Journal of cleaner production* 65 (100), S. 224–233. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.07.057.
- Rappert, Brian (1999): Rationalising the Future? Foresight in Science and Technology. In: *Futures* (31), S. 527–546.
- Rosa Luxemburg Stiftung (Hg.) (2017): *Kein Wachstum ist euch (k)eine Lösung. Mythen und Behauptungen über Wirtschaftswachstum und Degrowth*. Berlin: Luxemburg Argumente (14).
- Schmelzer, Matthias (2015): Spielarten der Wachstumskritik: Degrowth, Klimagerechtigkeit, Subsistenz – eine Einführung in die Begriffe und Ansätze der Postwachstumsbewegung. In: *Atlas der Globalisierung: Weniger wird mehr*, Le Monde diplomatique/taz, S. 116–121.
- Schot, Johan; Steinmueller, W. Edward (2018): Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. In: *Research Policy* 47 (9), S. 1554–1567. DOI: 10.1016/j.respol.2018.08.011.
- Selin, Cynthia (2007): Expectations and the Emergence of Nanotechnology. In: *Science, Technology, & Human Values* 32 (2), S. 196–220. DOI: 10.1177/0162243906296918.
- Sheller, Mimi (2004): Automotive Emotions. In: *Theory, Culture & Society* 21 (4-5), S. 221–242. DOI: 10.1177/0263276404046068.
- Slaton, Amy E. (2010): *Race, rigor, and selectivity in U.S. engineering. The history of an occupational color line*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Smith, Dorothy E.; Turner, Susan M.; Hacker, Sally L. (Hg.) (1990): *“Doing it the hard way”. Investigations of gender and technology*. Boston: Unwin Hyman.
- Strand, Roger; Saltelli, Andrea; Giampietro, Mario; Rommetveit, Kjetil; Funtowicz, Silvio (2018): New narratives for innovation. In: *Journal of cleaner production* 197, S. 1849–1853. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.10.194.
- Strübing, Jörg (2013): *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung*. Berlin/Boston: De Gruyter Oldenbourg.

- Tonso, Karen L. (2007): *On the outskirts of engineering. Learning identity, gender, and power via engineering practice*. Rotterdam: Sense (New directions in mathematics and science education, 6).
- Umweltbundesamt (2019): *Verkehr beeinflusst das Klima. Hauptverursacher bei den klimarelevanten Gasen*. Wien. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/verkehr/auswirkungen_verkehr/verkehr_reibhausgase/, zuletzt geprüft am 15.06.2019.
- van Lente, Harro (2000): Forceful Futures: From Promise to Requirement. In: N. Brown und B. Rappert (Hg.): *Contested Futures: A Sociology of Prospective Techno-Science*: Taylor & Francis, S. 43–64.
- van Lente, Harro; Rip, Arie (1998): Expectations in Technological Developments. An example of prospective structures to be filled in by agency. In: Cornelis Disco und Barend van der Meulen (Hg.): *Getting New Technologies Together*. Studies in Making Sociotechnical Order. Berlin: De Gruyter (de Gruyter Studies in Organization, 82), S. 203–230.
- VCÖ (2019a): *Schlechtes Zeugnis für Österreichs Nationalen Energie- und Klimaplan – Verkehrsmaßnahmen erreichen im EU-Vergleich nur 22. Platz 2019*, 6/2019. Online verfügbar unter <https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/schlechtes-zeugnis-fuer-oesterreichs-nationalen-energie-und-klimaplan-verkehrsmassnahmen-erreichen-im-eu-vergleich-nur-22-platz?fbclid=IwAR0o9ixGImgK7Wy4RaRnWTo47EeYa-RMcqIKIMRxrZUt5vH7B9pFMiGCMV0>.
- VCÖ (2019b): *Klima-Fortschrittsbericht bescheinigt Verkehr miserable Klimabilanz*. 10/2019, 2019. Online verfügbar unter <https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/klima-fortschrittsbericht-bescheinigt-verkehr-miserable-klimabilanz-utlvcoe-fordert-oekosoziale-steuerreform-und-massiven-ausbau>.
- Wajcman, Judy (1991): *Feminism confronts technology*. Cambridge: Polity Press.
- Wajcman, Judy (2010): Feminist theories of technology. In: *Cambridge Journal of Economics* (34), S. 134–152.
- Wells, Peter; Nieuwenhuis, Paul; Orsato, Renato J. (2012): The Nature and Causes of Inertia in the Automotive Industry: Regime Stability and Non-Change. In: Frank W. Geels, René Kemp, Geoff Dudley und Glenn Lyons (Hg.): *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. New York: Routledge, S. 123–139.
- Whitmarsh, L.; Kohler, J. (2010): Climate change and cars in the EU: the roles of auto firms, consumers, and policy in responding to global environmental change. In: *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 3 (3), S. 427–441. DOI: 10.1093/cjres/rsq008.
- Wissen, Markus (2019): Kommodifizierte Kollektivität? Die Transformation von Mobilität aus einer Polanyischen Perspektive. In: *Berliner Journal für Soziologie* (29).
- Yi, Lan; Thomas, Hywel R. (2007): A review of research on the environmental impact of e-business and ICT. In: *Environment international* 33 (6), S. 841–849. DOI: 10.1016/j.envint.2007.03.015.

Yin, Robert K. (2014): *Case study research. Design and methods*. 5. edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington, DC: Sage.

Anhang

Anhang A: Übersicht über die Interviews

Code	Institution	Datum
INT_1	TU Wien – Institut für Verkehrswissenschaften	04.03.2019
INT_2	TU Wien – Institut für Verkehrswissenschaften – Forschungsbereich Verkehrsplanung und Verkehrstechnik	19.02.2019
INT_3	TU Wien – Institut für Raumplanung – Forschungsbereich Verkehrssystemplanung	20.02.2019
INT_4	TU Wien – Institut für Fahrzeugtechnik	22.02.2019
INT_5	FH Campus Wien – Studiengang Green Mobility	20.03.2019
INT_6	BOKU – Institut für Verkehrswesen	04.03.2019
INT_7	BOKU – Institut für Verkehrswesen	19.03.2019
INT_8	TU Graz – Institut für Straßen- und Verkehrswesen – Transportation and Environment	01.03.2019
INT_9	TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik	08.03.2019
INT_10	TU Graz – Institut für Fahrzeugtechnik	21.02.2019
INT_11	FH Joanneum Graz – Institut für Fahrzeugtechnik/Automotive Engineering	28.03.2019
INT_12	FH Joanneum Kapfenberg – Institut für Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement	11.03.2019
INT_13	FH Oberösterreich – Campus Steyr Logistikum	22.03.2019
INT_14	AIT – Center for Mobility Systems	18.03.2019
INT_15	AustriaTech	29.04.2019
INT_16	AIT – Center for Low-Emission Transport	20.03.2019
DIS_17	Ö1 Science Arena – Kontroversen der Wissenschaft, „Stadt, Land, Auto! Die Verkehrsdebatte: Hermann Knoflacher versus Georg Hauger“	12.06.2019
MAIL_18	E-Mail TU Wien Fahrzeugtechnik	18.01.2019

Anhang B: Interviewleitfaden

Vorstellungen von der Zukunft

- Wie denken Sie, dass sich Automobilität in den nächsten 50 Jahren entwickeln wird? Wird es das Auto, in seiner jetzigen Form, als dominierendes Verkehrsmittel im Jahr 2070 noch geben bzw. wird noch daran geforscht werden?
- Nachfragen:
 1. Würden Sie das als wünschenswerte Zukunft sehen?
 2. Wie würden Sie das aus ökologischer Sicht bewerten?
 3. Wie haben Sie das früher gesehen, können Sie sich noch daran erinnern, wie Sie sich vor 30 Jahren die Zukunft vorgestellt haben?
 4. Was ist nachhaltige Mobilität für Sie? Was gehört dazu?
- Was werden in den nächsten Jahren die wichtigsten Themen/Schlagworte in Bezug auf die Zukunft der Automobilität sein?

Vorstellungen über Wandel der Automobilität – wie?

- Welche Akteur*innen spielen bei den Veränderungsprozessen in der Automobilität aus Ihrer Sicht eine Rolle und welche Kooperationen, Netzwerke, Institutionen (zwischen diesen Akteur*innen) sind dabei entscheidend?
- Was sind aus Ihrer Sicht derzeit die größten Hindernisse für eine nachhaltigere Mobilität (evtl. nach Pfadabhängigkeiten fragen)?
- Wie glauben Sie, dass das andere Wissenschaftler*innen (aus anderen Disziplinen) sehen? Würden das alle so sehen?

Rolle der Wissenschaft

- Welche Rolle spielen wissenschaftliche Akteur*innen in den Veränderungsprozessen der Automobilität und wie können sie auf diese einwirken?

Nachfrage:

- Welche Bedeutung haben hier Ihre Forschung und Lehre sowie die am Institut generell?
- Versuchen Sie mit politischen Entscheidungsträgern zusammenzuarbeiten?
- Inwieweit machen Sie medial auf Ihre Arbeit aufmerksam?

- Inwieweit ist die Zukunft ein Thema für Sie und für Ihre Forschung? Ist sie eine Motivationsquelle für Ihre Arbeit? Und wie schätzen Sie das bei den Studierenden ein?
- Mit wem arbeiten Sie zusammen? Wer sind wichtige Kooperationspartner in der Wissenschaft?
- Mit wem ist es schwierig und warum?
- Die Verkehrswissenschaft, Verkehrsplanung, Fahrzeugtechnik etc. sind sehr männlich dominierte Wissenschaftsbereiche. Inwiefern, glauben Sie, spielt das eine Rolle für die Zukunft der Automobilität?

Abschlussfrage

- Was ist Ihnen noch wichtig zu sagen? Ist etwas Ihrer Meinung nach Wichtiges nicht vorgekommen, worüber Sie noch sprechen möchten?

Kontakt

Nora Krenmayr
Nora.krenmayr@gmx.at

Esther Wawerda
Esther.wawerda@posteo.at

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 1

Umweltbelastungen in Österreich als Folge menschlichen Handelns. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut.

Fischer-Kowalski, M., Hg.; Wien (1987)

Band 2

Environmental Policy as an Interplay of Professionals and Movements - the Case of Austria. Paper to the ISA Conference on Environmental Constraints and Opportunities in the Social Organisation of Space, Udine 1989.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (1989)

Band 3

Umwelt & Öffentlichkeit. Dokumentation der gleichnamigen Tagung, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut in Wien, (1990)

Band 4

Umweltpolitik auf Gemeindeebene. Politikbezogene Weiterbildung für Umweltgemeinderäte.

Lackner, C.; Wien (1990)

Band 5

Verursacher von Umweltbelastungen. Grundsätzliche Überlegungen zu einem mit der VGR verknüpfbaren Emittenteninformationssystem.

Fischer-Kowalski, M., Kisser, M., Payer, H., Steuerer A.; Wien (1990)

Band 6

Umweltbildung in Österreich, Teil I: Volkshochschulen. Fischer-Kowalski, M., Fröhlich, U.; Harauer, R., Vymazal R.; Wien (1990)

Band 7

Amtliche Umweltberichterstattung in Österreich.

Fischer-Kowalski, M., Lackner, C., Steuerer, A.; Wien (1990)

Band 8

Verursacherbezogene Umweltinformationen. Bausteine für ein Satellitensystem zur österr. VGR. Dokumentation des gleichnamigen Workshop, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut, Wien (1991)

Band 9

A Model for the Linkage between Economy and Environment. Paper to the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991.

Dell'Mour, R., Fleissner, P., Hofkirchner, W.; Steuerer A.; Wien (1991)

Band 10

Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung. Forschungsbericht gem. mit dem Österreichischen Ökologie-Institut.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H.; Steuerer, A., Zangerl-Weisz, H.; Wien (1991)

Band 11

Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse. Vorschlag für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut.

Haberl, H.; Wien (1991)

Band 12

Gentechnik als gezielter Eingriff in Lebensprozesse. Vorüberlegungen für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut.

Wenzl, P.; Zangerl-Weisz, H.; Wien (1991)

Band 13+

Transportintensität und Emissionen. Beschreibung österr. Wirtschaftssektoren mittels Input-Output-Modellierung. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut.

Dell'Mour, R.; Fleissner, P.; Hofkirchner, W.; Steuerer, A.; Wien (1991)

Band 14

Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut.

Payer, H. unter Mitarbeit von K. Turetschek; Wien (1991)

Band 15

Die Emissionen der österreichischen Wirtschaft. Systematik und Ermittelbarkeit. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut.

Payer, H.; Zangerl-Weisz, H. unter Mitarbeit von R.Fellinger; Wien (1991)

Band 16

Umwelt als Thema der allgemeinen und politischen Erwachsenenbildung in Österreich.

Fischer-Kowalski M., Fröhlich, U.; Harauer, R.; Vymazal, R.; Wien (1991)

Band 17

Causer related environmental indicators - A contribution to the environmental satellite-system of the Austrian SNA. Paper for the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H., Steuerer, A.; Wien (1991)

Band 18

Emissions and Purposive Interventions into Life Processes - Indicators for the Austrian Environmental Accounting System. Paper to the ÖGBPT Workshop on Ecologic Bioprocessing, Graz 1991.

Fischer-Kowalski M., Haberl, H., Wenzl, P., Zangerl-Weisz, H.; Wien (1991)

Band 19

Defensivkosten zugunsten des Waldes in Österreich. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung.

Fischer-Kowalski et al.; Wien (1991)

Band 20*

Basisdaten für ein Input/Output-Modell zur Kopplung ökonomischer Daten mit Emissionsdaten für den Bereich des Straßenverkehrs.

Steurer, A.; Wien (1991)

Band 22

A Paradise for Paradigms - Outlining an Information System on Physical Exchanges between the Economy and Nature.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H.; Wien (1992)

Band 23

Purposive Interventions into Life-Processes - An Attempt to Describe the Structural Dimensions of the Man-Animal-Relationship. Paper to the Internat. Conference on "Science and the Human-Animal-Relationship", Amsterdam 1992.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H.; Wien (1992)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 24

Purposive Interventions into Life Processes: A Neglected "Environmental" Dimension of the Society-Nature Relationship. Paper to the 1. Europ. Conference of Sociology, Vienna 1992.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H.; Wien (1992)

Band 25

Informationsgrundlagen struktureller Ökologisierung. Beitrag zur Tagung "Strategien der Kreislaufwirtschaft: Ganzheitl. Umweltschutz/Integrated Environmental Protection", Graz 1992.

Steurer, A., Fischer-Kowalski, M.; Wien (1992)

Band 26

Stoffstrombilanz Österreich 1988.

Steurer, A.; Wien (1992)

Band 28+

Naturschutzaufwendungen in Österreich.

Gutachten für den WWF Österreich. Payer, H.; Wien (1992)

Band 29+

Indikatoren der Nachhaltigkeit für die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung - angewandt auf die Region.

Payer, H. (1992). In: KudlMudl SonderNr. 1992:Tagungsbericht über das Dorfsymposium "Zukunft der Region - Region der Zukunft?"

Band 31+

Leerzeichen. Neuere Texte zur Anthropologie.

Macho, T.; Wien (1993)

Band 32

Metabolism and Colonisation. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H.; Wien (1993)

Band 33

Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion.

Haberl, H.; Wien (1993)

Band 34

Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990 - Inputseite.

Steurer, A.; Wien (1994)

Band 35

Der Gesamtenergieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991. Zur Erweiterung des Begriffes "Energieverbrauch".

Haberl, H.; Wien (1994)

Band 36

Ökologie und Sozialpolitik.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (1994)

Band 37

Stoffströme der Chemieproduktion 1970-1990.

Payer, H., unter Mitarbeit von Zangerl-Weisz, H. und Fellinger, R.; Wien (1994)

Band 38

Wasser und Wirtschaftswachstum. Untersuchung von Abhängigkeiten und Entkoppelungen, Wasserbilanz Österreich 1991.

Hüttler, W., Payer, H. unter Mitarbeit von Schandl, H.; Wien (1994)

Band 39

Politische Jahreszeiten. 12 Beiträge zur politischen Wende 1989 in Ostmitteleuropa.

Macho, T.; Wien (1994)

Band 40

On the Cultural Evolution of Social Metabolism with Nature. Sustainability Problems Quantified.

Fischer-Kowalski, M., Haberl, H.; Wien (1994)

Band 41

Weiterbildungslehrgänge für das Berufsfeld ökologischer Beratung. Erhebung u. Einschätzung der Angebote in Österreich sowie von ausgewählten Beispielen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, England und europaweiten Lehrgängen.

Rauch, F.; Wien (1994)

Band 42+

Soziale Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung.

Fischer-Kowalski, M., Madlener, R., Payer, H., Pfeffer, T., Schandl, H.; Wien (1995)

Band 43

Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluß von Ökosystemen. Sozio-ökonomische Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs.

Haberl, H.; Wien (1995)

Band 44

Materialfluß Österreich 1990.

Hüttler, W., Payer, H.; Schandl, H.; Wien (1996)

Band 45

National Material Flow Analysis for Austria 1992. Society's Metabolism and Sustainable Development.

Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H.; Wien (1997)

Band 46

Society's Metabolism. On the Development of Concepts and Methodology of Material Flow Analysis. A Review of the Literature.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (1997)

Band 47+

Materialbilanz Chemie-Methodik sektoraler Materialbilanzen.

Schandl, H., Weisz, H. Wien (1997)

Band 48

Physical Flows and Moral Positions. An Essay in Memory of Wildavsky.

Thompson, M.; Wien (1997)

Band 49

Stoffwechsel in einem indischen Dorf. Fallstudie Merkar.

Mehta, L., Winiwarter, V.; Wien (1997)

Band 50+

Materialfluß Österreich- die materielle Basis der Österreichischen Gesellschaft im Zeitraum 1960-1995.

Schandl, H.; Wien (1998)

Band 51+

Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften.

Dirlinger, H., Fliegenschnee, M., Krausmann, F., Liska, G., Schmid, M. A.; Wien (1997)

Band 52+

Der Naturbegriff und das Gesellschaft-Natur-Verhältnis in der frühen Soziologie.

Lutz, J. Wien (1998)

Band 53+

NEMO: Entwicklungsprogramm für ein Nationales Emissionsmonitoring.

Bruckner, W., Fischer-Kowalski, M., Jorde, T.; Wien (1998)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 54+

Was ist Umweltgeschichte?

Winiwarter, V.; Wien (1998)

Band 55+

Agrarische Produktion als Interaktion von Natur und Gesellschaft: Fallstudie SangSaeng.

Grünbühel, C. M., Schandl, H., Winiwarter, V.; Wien (1999)

Band 56+

MFA 1996 - Implementierung der nationalen Materialflußrechnung

in die amtliche Umweltberichterstattung

Payer, H., Hüttler, W., Schandl, H.; Wien (1998)

Band 57+

Colonizing Landscapes: Human Appropriation of Net Primary Production and its Influence on Standing Crop and Biomass Turnover in Austria.

Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Loibl, W., Schulz, N. B., Weisz, H.; Wien (1999)

Band 58+

Die Beeinflussung des oberirdischen Standing Crop und Turnover in Österreich durch die menschliche Gesellschaft.

Erb, K. H.; Wien (1999)

Band 59+

Das Leitbild "Nachhaltige Stadt".

Astleithner, F.; Wien (1999)

Band 60+

Materialflüsse im Krankenhaus, Entwicklung einer Input-Output Methodik.

Weisz, B. U.; Wien (2001)

Band 61+

Metabolismus der Privathaushalte am Beispiel Österreichs.

Hutter, D.; Wien (2001)

Band 62+

Der ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels.

Erb, K.H., Krausmann, F., Schulz, N. B.; Wien (2002)

Band 63+

Material Flow Accounting in Amazonia: A Tool for Sustainable Development.

Amann, C., Bruckner, W., Fischer-Kowalski, M., Grünbühel, C. M.; Wien (2002)

Band 64+

Energieflüsse im österreichischen Landwirtschaftssektor 1950-1995, Eine humanökologische Untersuchung.

Darge, E.; Wien (2002)

Band 65+

Biomasseeinsatz und Landnutzung Österreich 1995-2020.

Haberl, H.; Krausmann, F.; Erb, K.H.; Schulz, N. B.; Adensam, H.; Wien (2002)

Band 66+

Der Einfluss des Menschen auf die Artenvielfalt. Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion als Pressure-Indikator für den Verlust von Biodiversität.

Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Schulz, N. B., Plutzer, C., Erb, K.H., Krausmann, F., Loibl, W., Weisz, H.; Sauberer, N., Pollheimer, M.; Wien (2002)

Band 67+

Materialflussrechnung London.

Bongardt, B.; Wien (2002)

Band 68+

Gesellschaftliche Stickstoffflüsse des österreichischen Landwirtschaftssektors 1950-1995, Eine humanökologische Untersuchung.

Gaube, V.; Wien (2002)

Band 69+

The transformation of society's natural relations: from the agrarian to the industrial system. Research strategy for an empirically informed approach towards a European Environmental History.

Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Schandl, H.; Wien (2003)

Band 70+

Long Term Industrial Transformation: A Comparative Study on the Development of Social Metabolism and Land Use in Austria and the United Kingdom 1830-2000.

Krausmann, F., Schandl, H., Schulz, N. B.; Wien (2003)

Band 72+

Land Use and Socio-economic Metabolism in Preindustrial Agricultural Systems: Four Nineteenth-century Austrian Villages in Comparison.

Krausmann, F.; Wien (2008)

Band 73+

Handbook of Physical Accounting Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities MFA – EFA – HANPP.

Schandl, H., Grünbühel, C. M., Haberl, H., Weisz, H.; Wien (2004)

Band 74+

Materialflüsse in den USA, Saudi Arabien und der Schweiz.

Eisenmenger, N.; Kratochvil, R.; Krausmann, F.; Baart, I.; Colard, A.; Ehgartner, Ch.; Eichinger, M.; Hempel, G.; Lehrner, A.; Müllauer, R.; Nourbakhch-Sabet, R.; Paler, M.; Patsch, B.; Rieder, F.; Schembera, E.; Schieder, W.; Schmiedl, C.; Schwarzlmüller, E.; Stadler, W.; Wirl, C.; Zandl, S.; Zika, M.; Wien (2005)

Band 75+

Towards a model predicting freight transport from material flows.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (2004)

Band 76+

The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption.

Weisz, H., Krausmann, F., Amann, Ch., Eisenmenger, N., Erb, K.H., Hubacek, K., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2005)

Band 77+

Arbeitszeit und Nachhaltige Entwicklung in Europa: Ausgleich von Produktivitätsgewinn in Zeit statt Geld?

Proinger, J.; Wien (2005)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Mit + gekennzeichnete Bände sind unter <http://short.boku.ac.at/sec-workingpapers> im PDF-Format und in Farbe downloadbar.

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 78+

Sozial-Ökologische Charakteristika von Agrarsystemen. Ein globaler Überblick und Vergleich.

Lauk, C.; Wien (2005)

Band 79+

Verbrauchsorientierte Abrechnung von Wasser als Water-Demand-Management-Strategie. Eine Analyse anhand eines Vergleichs zwischen Wien und Barcelona.

Machold, P.; Wien (2005)

Band 80+

Ecology, Rituals and System-Dynamics. An attempt to model the Socio-Ecological System of Trinket Island.

Wildenberg, M.; Wien (2005)

Band 81+

Southeast Asia in Transition. Socio-economic transitions, environmental impact and sustainable development.

Fischer-Kowalski, M., Schandl, H., Grünbühel, C., Haas, W., Erb, K.-H., Weisz, H., Haberl, H.; Wien (2004)

Band 83+

HANPP-relevante Charakteristika von Wanderfeldbau und anderen Langbrachesystemen.

Lauk, C.; Wien (2006)

Band 84+

Management unternehmerischer Nachhaltigkeit mit Hilfe der Sustainability Balanced Scorecard.

Zeithofer, M.; Wien (2006)

Band 85+

Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Maßnahmenvorschläge zum Ressourceneinsatz.

Haberl, H., Jasch, C., Adensam, H., Gaube, V.; Wien (2006)

Band 87+

Accounting for raw material equivalents of traded goods. A comparison of input-output approaches in physical, monetary, and mixed units.

Weisz, H.; Wien (2006)

Band 88+

Vom Materialfluss zum Gütertransport. Eine Analyse anhand der EU15 – Länder (1970-2000).

Rainer, G.; Wien (2006)

Band 89+

Nutzen der MFA für das Treibhausgas-Monitoring im Rahmen eines Full Carbon Accounting-Ansatzes; Feasibilitystudie; Endbericht zum Projekt BMLFUW-UW.1.4.18/0046-V/10/2005.

Erb, K.-H., Kastner, T., Zandl, S., Weisz, H., Haberl, H., Jonas, M.; Wien (2006)

Band 90+

Local Material Flow Analysis in Social Context in Tat Hamelt, Northern Mountain Region, Vietnam.

Hobbess, M.; Kleijn, R.; Wien (2006)

Band 91+

Auswirkungen des thailändischen logging ban auf die Wälder von Laos.

Hirsch, H.; Wien (2006)

Band 92+

Human appropriation of net primary production (HANPP) in the Philippines 1910-2003: a socio-ecological analysis.

Kastner, T.; Wien (2007)

Band 93+

Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen. Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells.

Adensam, H., V. Gaube, H. Haberl, J. Lutz, H. Reisinger, J. Breinesberger, A. Colard, B. Aigner, R. Maier, Punz, W.; Wien (2007)

Band 94+

The Work of Konstantin G. Gofman and colleagues: An early example of Material Flow Analysis from the Soviet Union.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (2007)

Band 95+

Partizipative Modellbildung, Akteurs- und Ökosystemanalyse in Agrarintensivregionen; Schlußbericht des deutsch-österreichischen Verbundprojektes.

Newig, J., Gaube, V., Berkhoff, K., Kaldrack, K., Kastens, B., Lutz, J., Schlußmeier, B., Adensam, H., Haberl, H., Pahl-Wostl, C., Colard, A., Aigner, B., Maier, R., Punz, W.; Wien (2007)

Band 96+

Rekonstruktion der Arbeitszeit in der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert am Beispiel von Theyern in Niederösterreich.

Schaschl, E.; Wien (2007)

Band 97+

Arbeit, gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung.

Fischer-Kowalski, M.; Schaffartzik, A., Wien (2007)

Band 98+

Local Material Flow Analysis in Social Context at the forest fringe in the Sierra Madre, the Philippines.

Hobbess, M., Kleijn, R. (Hrsg); Wien (2007)

Band 99+

Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP) in Spain, 1955-2003: A socio-ecological analysis.

Schwarzlmüller, E.; Wien (2008)

Band 100+

Scaling issues in long-term socio-ecological biodiversity research: A review of European cases.

Dirnböck, T., Bezák, P., Dullinger, S., Haberl, H., Lotze-Campen, H., Mirtl, M., Peterseil, J., Redpath, S., Singh, S., Travis, J., Wijdeven, S.M.J.; Wien (2008)

Band 101+

Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP) in the United Kingdom, 1800-2000: A socio-ecological analysis.

Musel, A.; Wien (2008)

Band 102 +

Wie kann Wissenschaft gesellschaftliche Veränderung bewirken? Eine Hommage an Alvin Gouldner, und ein Versuch, mit seinen Mitteln heutige Klimapolitik zu verstehen.

Fischer-Kowalski, M.; Wien (2008)

Band 103+

Sozialökologische Dimensionen der österreichischen Ernährung – Eine Szenarianalyse.

Lackner, M.; Wien (2008)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 104+

Fundamentals of Complex Evolving Systems: A Primer.
Weis, E.; Wien (2008)

Band 105+

Umweltpolitische Prozesse aus diskurstheoretischer Perspektive: Eine Analyse des Südtiroler Feinstaubproblems von der Problemkonstruktion bis zur Umsetzung von Regulierungsmaßnahmen.
Paler, M.; Wien (2008)

Band 106+

Ein integriertes Modell für Reichraming. Partizipative Entwicklung von Szenarien für die Gemeinde Reichraming (Eisenwurzten) mit Hilfe eines agentenbasierten Landnutzungsmodells.
Gaube, V., Kaiser, C., Widenberg, M., Adensam, H., Fleissner, P., Kobler, J., Lutz, J., Smetschka, B., Wolf, A., Richter, A., Haberl, H.; Wien (2008)

Band 107+

Der soziale Metabolismus lokaler Produktionssysteme: Reichraming in der oberösterreichischen Eisenwurzten 1830-2000.
Gingrich, S., Krausmann, F.; Wien (2008)

Band 108+

Akteursanalyse zum besseren Verständnis der Entwicklungsoptionen von Bioenergie in Reichraming. Eine sozialökologische Studie.
Vrzak, E.; Wien (2008)

Band 109+

Direktvermarktung in Reichraming aus sozial-ökologischer Perspektive.
Zeithofer, M.; Wien (2008)

Band 110+

CO₂-Bilanz der Tomatenproduktion: Analyse acht verschiedener Produktionssysteme in Österreich, Spanien und Italien.
Theurl, M.; Wien (2008)

Band 111+

Die Rolle von Arbeitszeit und Einkommen bei Rebound-Effekten in Dematerialisierungs- und Dekarbonisierungsstrategien. Eine Literaturstudie.
Bruckner, M.; Wien (2008)

Band 112+

Von Kommunikation zu materiellen Effekten - Ansatzpunkte für eine sozial-ökologische Lesart von Luhmanns Theorie Sozialer Systeme.
Rieder, F.; Wien (2008)

Band 114+

Across a Moving Threshold: energy, carbon and the efficiency of meeting global human development needs.
Steinberger, J. K., Roberts, J.T.; Wien (2008)

Band 115

Towards a low carbon society: Setting targets for a reduction of global resource use.
Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Steinberger, J.K., Ayres, R.U.; Wien (2010)

Band 116+

Eating the Planet: Feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely - a scoping study.
Erb, K-H., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., Plutzer, C., Steinberger, J.K., Müller, C., Bondeau, A., Waha, K., Pollack, G.; Wien (2009)

Band 117+

Gesellschaftliche Naturverhältnisse: Energiequellen und die globale Transformation des gesellschaftlichen Stoffwechsels.
Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2010)

Band 118+

Zurück zur Fläche? Eine Untersuchung der biophysischen Ökonomie Brasiliens zwischen 1970 und 2005.
Mayer, A.; Wien (2010)

Band 119+

Das nachhaltige Krankenhaus: Erprobungsphase.
Weisz, U., Haas, W., Pelikan, J.M., Schmied, H., Himpelmann, M., Purzner, K., Hartl, S., David, H.; Wien (2009)

Band 120+

**LOCAL STUDIES MANUAL
A researcher's guide for investigating the social metabolism of local rural systems.**
Singh, S.J., Ringhofer, L., Haas, W., Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2010)

Band 121+

Sociometabolic regimes in indigenous communities and the crucial role of working time: A comparison of case studies.
Fischer-Kowalski, M., Singh, S.J., Ringhofer, L., Grünbühel C.M., Lauk, C., Remesch, A.; Wien (2010)

Band 122+

Klimapolitik im Bereich Gebäude und Raumwärme. Entwicklung, Problemfelder und Instrumente der Länder Österreich, Deutschland und Schweiz.
Jöbstl, R.; Wien (2012)

Band 123+

Trends and Developments of the Use of Natural Resources in the European Union.
Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Steinberger, J.K., Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Weisz, U.; Wien (2011)

Band 125+

Raw Material Equivalents (RME) of Austria's Trade.
Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Krausmann, F., Weisz, H.; Wien (2013)

Band 126+

Masterstudium "Sozial- und Humanökologie": Selbstevaluation 2005-2010.
Schmid, M., Mayer A., Miechtner, G.; Wien (2010)

Band 127+

Bericht des Zentrums für Evaluation und Forschungsberatung (ZEF). Das Masterstudium „Sozial- und Humanökologie“.
Mayring, P., Fenzl, T.; Wien (2010)

Band 128+

Die langfristigen Trends der Material- und Energieflüsse in den USA in den Jahren 1850 bis 2005.
Gierlinger, S.; Wien (2010)

Band 129+

Die Verzehrssteuer 1829 – 1913 als Grundlage einer umwelthistorischen Untersuchung des Metabolismus der Stadt Wien. Hauer, F.; Wien (2010)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 130+

Human Appropriation of Net Primary Production in South Africa, 1961- 2006. A socio-ecological analysis.
Niedertscheider, M.; Wien (2011)

Band 131+

The socio-metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use.
Krausmann, F.; Wien (2011)

Band 132+

„Urlaub am Bauernhof“ oder „Bauernhof ohne Urlaub“? Eine sozial-ökologische Untersuchung der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung und Zeitverwendung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Gemeinde Andelsbuch, Bregenzerwald.
Winder, M.; Wien (2011)

Band 133+

Spatial and Socio-economic Drivers of Direct and Indirect Household Energy Consumption in Australia.
Wiedenhofer, D.; Wien (2011)

Band 134+

Die Wiener Verzehrungssteuer. Auswertung nach einzelnen Steuerposten (1830 – 1913).
Hauer, F.,
Gierlinger, S., Nagele, C., Albrecht, J., Uschmann, T.,
Martsch, M.; Wien (2012)

Band 135+

Zeit für Veränderung? Über die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung und Zeitverwendung in landwirtschaftlichen Betrieben und deren Auswirkungen auf Landnutzungsveränderungen in der Region „Westlicher Wienerwald“. Eine sozial-ökologische Untersuchung.
Madner, V.; Wien (2013)

Band 136+

The Impact of Industrial Grain Fed Livestock Production on Food Security: an extended literature review.
Erb, K-H., Mayer, A., Kastner, T., Sallet, K-E., Haberl, H.;
Wien (2012)

Band 137+

Human appropriation of net primary production in Africa: Patterns, trajectories, processes and policy implications.
Fetzel, T., Niedertscheider, M., Erb, K-H., Gaube, V.,
Gingrich, S., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., Plutzer,
C.; Wien (2012)

Band 138+

VERSCHMUTZT – VERBAUT – VERGESSEN: Eine Umweltgeschichte des Wienflusses von 1780 bis 1910.
Pollack, G.; Wien (2013)

Band 139+

Der Fleischverbrauch in Österreich von 1950-2010. Trends und Drivers als Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage.
Willerstorfer, T.; Wien (2013)

Band 140+

Veränderungen im sektoralen Energieverbrauch ausgewählter europäischer Länder von 1960 bis 2005.
Draxler, V.; Wien (2014)

Band 141+

Wie das ERP (European Recovery Program) die Entwicklung des alpinen, ländlichen Raumes in Vorarlberg prägte.
Groß, R.; Wien (2013)

Band 142+

Exploring local opportunities and barriers for a sustainability transition on a Greek island.
Petridis, P., Hickisch, R., Klimek, M., Fischer, R., Fuchs, N.,
Kostakiotis, G., Wendland, M., Zipperer, M., Fischer-
Kowalski, M.; Wien (2013)

Band 143+

Climate Change Mitigation in Latin America: A Mapping of Current Policies, Plans and Programs.
Ringhofer, L., Singh, S.J., Smetschka, B.; Wien (2013)

Band 144+

Arbeitszeit und Energieverbrauch: Grundsatzfragen diskutiert an der historischen Entwicklung in Österreich.
Weisz, U., Possanner, N.; Wien (2013)

Band 145+

Barrieren und Chancen für die Realisierung nachhaltiger Mobilität. Eine Analyse der Zeitabhängigkeit von Mobilitätsmustern am Beispiel von Krems/Donau.
Gross, A.; Wien (2013)

Band 147+

The rise of the semi-periphery: A physical perspective on the global division of labour. Material flow analysis of global trade flows (1970-2005).
Loy, C.; Wien (2013)

Band 148+

Historische Energietransitionen im Ländervergleich. Energienutzung, Bevölkerung, Wirtschaftliche Entwicklung.
Pallua, I.; Wien (2013)

Band 149+

Socio-Ecological Impacts of Land Grabbing for Nature Conservation on a Pastoral Community: A HANPP-based Case Study in Ololosokwan Village, Northern Tanzania.
Bartels, L. E.; Wien (2014)

Band 150+

Teilweise waren Frauen auch Traktorist. Geschlechtliche Arbeitsteilung in landwirtschaftlichen Betrieben Ostdeutschlands heute – Unterschiede in der biologischen und konventionellen Bewirtschaftung.
Fehlinger, J.; Wien (2014)

Band 151+

Economy-wide Material Flow Accounting Introduction and guide.
Krausmann, F., Weisz, H., Schütz, H., Haas, W.,
Schaffartzik, A.; Wien (2014)

Band 152+

Large scale societal transitions in the past. The Role of Social Revolutions and the 1970s Syndrome.
Fischer-Kowalski, M., Hausknost, D. (Editors); Wien (2014)

Band 153+

Die Anfänge der mineralischen Düngung in Österreich-Ungarn (1848-1914).
Mayrhofer, I.; Wien (2014)

Band 154+

Environmentally Extended Input-Output Analysis.
Schaffartzik, A., Sachs, M., Wiedenhofer, D., Eisenmenger,
N.; Wien (2014)

Band 155+

Rural Metabolism: Material flows in an Austrian village in 1830 and 2001.
Haas, W., Krausmann, F.; Wien (2015)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 156+

A proposal for a workable analysis of Energy Return On Investment (EROI) in agroecosystems. Part I: Analytical approach.

Tello, E., Galán, E., Cunfer, G., Guzmán-Casado, G.I., Gonzales de Molina, M., Krausmann, F., Gingrich, S., Sacristán, V., Marco, I., Padró, R., Moreno-Delgado, D.; Wien (2015)

Band 157+

Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Landwirtschaft und Landnutzung in der LEADER Region Mostviertel-Mitte.

Riegler, M.; Wien (2014)

Band 158+

Ökobilanzierung im Zierpflanzenbau. Treibhausgasemissionen der Produktion von Zierpflanzen am Beispiel eines traditionellen Endverkaufsbetriebs in Österreich.

Wandl, M. T.; Wien (2015)

Band 159+

CO₂-Emissionen und Ressourcennutzung im Bergtourismus. Zur Frage der nachhaltigen Bewirtschaftung einer alpinen Schutzhütte und des Carbon Footprint ihrer Gäste.

Fink, R.; Wien (2015)

Band 160+

Social Multi-Criteria Evaluation (SMCE) in Theory and Practice: Introducing the software OPTamos.

Singh, S. J., Smetschka, B., Grima, N., Ringhofer, L., Petridis, P., Biely, K.; Wien (2016)

Band 161+

„Und dann war das Auto auch wieder weg“ – Biografische Betrachtung autofreier Mobilität.

Sattlegger, L.; Wien (2015)

Band 162+

Die Konstruktion von traditional ecological knowledge: Eine kritische Analyse wissenschaftlicher Umwelt- und Naturschutzdiskurse.

Andrej, M.; Wien (2015)

Band 163+

Stickstoffflüsse von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Lebensmittelverzehr in Österreich von 1965 bis 2010.

Sinnhuber, L.; Wien (2015)

Band 164+

Socio-ecological Impacts of Brick Kilns in the Western Ghats: A socio-metabolic Analysis of small-scale Brick Industries in the Mumbai Metropolitan Region, Maharashtra, India.

Noll, D.; Wien (2015)

Band 165+

Wachsende Fahrradnutzung in Wien und ihre Relevanz für Klima und Gesundheit.

Maier, P.; Wien (2015)

Band 166+

Auswirkungen von Krieg und Besatzung auf die Ressourcennutzung auf dem Truppenübungsplatz Döllersheim/Allentsteig in den Jahren 1938-1957.

Mittas, S.; Wien (2016)

Band 167+

Zwischen Kolonie und Provinz. Herrschaft und Planung in der Kameralprovinz Temeswarer Banat im 18. Jahrhundert.

Veichtlbauer, O.; Wien (2016)

Band 168+

The Relevance of Governance Quality for Sustainable Resource Use. Greece as a Case Study.

Kolar, J.; Wien (2016)

Band 169+

Environmental Conflicts in Austria from 1950 to 2015

Wendering, S.; Wien (2016)

Band 170+

Die sozial-ökologischen Auswirkungen der Palmölproduktion in ländlichen Gemeinden. Eine regionale Materialflussanalyse in der Mikroregion Tomé-Açu, Brasilien.

Kottusch, C.; Wien (2016)

Band 171+

Die Versorgung der Zivilbevölkerung mit Lebensmitteln und Ersatzlebensmitteln während des Ersten Weltkriegs.

Hallwirth, L.; Wien (2016)

Band 172+

Erntenebenprodukte als Ressource. Produktionsmengen, Verwendung und Nutzungspotentiale von Erntenebenprodukten des Zuckerrohrs.

Buchberger, A.; Wien (2017)

Band 173+

Ernährungsempfehlungen in Österreich. Analyse von Webinhalten der Bundesministerien BMG und BMLFUW hinsichtlich Synergien zwischen gesunder und nachhaltiger Ernährung.

Bürger, C.; Wien (2017)

Band 174+

Kraftwerke, Flussbäder und Hochwässer. Eine Umweltgeschichte des mittleren Kamp ab 1890.

Spitzbart-Glasl, C.; Wien (2018)

Band 175+

Von Überlebensstrategie zur biologischen Landwirtschaft. Eine HANPP-Analyse des Landnutzungswandels in Montenegro von 1962 bis 2011.

Koppensteiner, S.; Wien (2018)

Band 176+

Treibhausgasemissionen österreichischer Ernährungsweisen im Vergleich. Reduktionspotentiale vegetarischer Optionen.

Wolbart, N.; Wien (2019)

Band 177+

Environmental inequality in Austria: How equally is the air pollution burden spread in Styria?

Brenner, A.-K.; Wien (2019)

Band 178+

5th Summer School on “Aquatic and Social Ecology” on Samothraki, Greece.

Fischer-Kowalski, M., Petridis, P. (Editors); Wien (2019)

Band 179+

Das Verkehrssystem im Stock-Flow-Service-Nexus. Analyse der Materialbestände und -flüsse für verschiedene Formen von Mobilität in Wien.

Virág, D.; Wien (2019)

Band 180+

Der Wolf und das Waldviertel. Sozial-ökologische Betrachtung der Mensch-Wolf-Interaktion.

Herzog, O. I.; Wien (2019)

WORKING PAPERS SOCIAL ECOLOGY

Band 181+

Die Lausmädchen. Frauen in der österreichischen Anti-Atom-Bewegung. Ca. 1970 bis 1990.

Hosp, L., Wien (2019)

Band 182+

Material stocks and sustainable resource use in the United States of America from 1870 to 2017.

Dammerer, Q., Wien (2020)

Band 183+

Vienna's GHG emissions from a production vs. consumption-based accounting perspective - A comparative analysis.

Schmid, F., Wien (2020)

Band 184+

6th Summer School on "Aquatic and Social Ecology" on Samothraki, Greece

Petridis, P., Fischer Kowalski, M. (Eds.), Wien (2020)

Band 185+

Cars for Future? Zukunftsvorstellungen über (Auto)Mobilität von Seiten technikwissenschaftlicher Akteur*innen.

Krenmayr, N., Wawerda, E., Wien (2020)