

Forschungsergebnisse der Themenklasse
Nachhaltigkeit & Globale Gerechtigkeit 2019/2020

Water Security

Richard Berner, Michaela Daberner, Dženeta Hodžić, Theresa Hohmann, Johannes Nöfer,
Marie Pratzer, Sophia Schroth, Jana Katharina Stahl, Paul Trabhardt, Nelly Unger,
Jonas Wittern und Lysianne Wolf



IRI THESys - Integrative Research Institute on
Transformations of Human-Environment Systems
Humboldt-Universität zu Berlin
Unter den Linden 6
10099 Berlin

Tel: +49 30 2093-66336
Fax: +49 30 2093-66335
Web: www.iri-thesys.org

Kontakt:

Nora Milena Vehling (IRI THESys)
vehlingn@hu-berlin.de

Leitende Redakteure:

Dr. Bettina König (IRI THESys)
Prof. Dr. Tobias Krüger (IRI THESys)

Diese Veröffentlichung darf ganz oder teilweise und in beliebiger Form für pädagogische oder gemeinnützige Zwecke ohne besondere Genehmigung des/der Urheberrechtsinhaber(s) unter Angabe der Quelle vervielfältigt werden. Diese Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des/der Urheberrechtsinhaber(s) nicht für den Weiterverkauf oder andere kommerzielle Zwecke verwendet werden.

Zitierhinweis:

Berner, R.; Daberge, M.; Hodžic, D.; Hohmann, T.; Nöder, J.; Pratzner, M.; Schroth, S.; Stahl, J.K.; Trabhardt, P.; Unger, N.; Wittern, J.; Wolf, L. 2020: Water Security. THESys Deutschlandstipendium Themenklasse Globale Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit 2019/2020. Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland. https://www.iri-thesys.org/education/deutschlandstipendium/Themenklasse202019_20/ResearchSummary

Titelbild: Wersinger, 2020.

Copyright © Juni 2020 durch die AutorenInnen und IRI THESys

Druck: HU Druckerei, Dorotheenstraße 26, 10117 Berlin

Inhaltsverzeichnis

<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	II
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	II
Einleitung des Forschungsprojekts zu Water Security	1
1. Tragik der Allmende oder Tragik des Eigentums?	2
<i>Einleitung</i>	2
1.1 <i>Dialog Teil I. Theorie</i>	3
1.2 <i>Dialog Teil II. Praxis</i>	10
1.3 <i>Dialog Teil III. Fazit</i>	16
2. Klimaanpassung im deutschen Kartoffelbau	18
<i>Einleitung</i>	18
2.1 <i>Interviewpartner</i>	19
2.2 <i>Anbautendenzen</i>	20
2.3 <i>Bewässerungstechnik und -steuerung</i>	22
2.4 <i>Tierische Schaderreger</i>	26
2.5 <i>Fazit</i>	27
3. System Dynamics: Systemdynamische Modellierung der Folgen von Dürre auf Landwirtschaft	29
<i>Einleitung</i>	29
3.1 <i>Makroebene</i>	33
3.2 <i>Mikroebene</i>	40
3.3 <i>Fazit</i>	43
4. Zusammenarbeit von Akteuren im Kontext klimatischer Veränderungen	46
<i>Einleitung</i>	46
4.1 <i>Theoretischer Hintergrund</i>	47
4.2 <i>Methodisches Vorgehen</i>	51
4.3 <i>Ergebnisse</i>	54
4.4 <i>Diskussion</i>	61
4.5 <i>Fazit</i>	66
Literaturverzeichnis	I
Anhang zu Kapitel 2	1
Anhang zu Kapitel 4	21

Abkürzungsverzeichnis

BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BWB	Berliner Wasserbetriebe
FFH	Fauna-Flora-Habitat
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
IP	Interviewpartner
RCP	Representative Concentration Pathway
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin
UBB	UBB - Umweltvorhaben Dr. Klaus Möller GmbH
WW	Wasserwerk
WVK 2040	Wasserversorgungskonzept 2040

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Erntemengen in Deutschland.

Abb. 2: Positionierung der Schläuche auf der Dammkrone in der Tröpfchenbewässerung.

Abb. 3: Düsenwagen.

Abb. 4: Regenkanone in Getreide.

Abb. 5: Wassereinsatz durch Furchenbewässerung.

Abb. 6: Modelldarstellung von Systemdynamiken, die von einem Wassermangel durch Dürre ausgelöst werden.

Abb. 7: Akteursnetz zum Wasserversorgungskonzept 2040.

Einleitung des Forschungsprojekts zu Water Security

Erarbeitet von Dženeta Hodžić und Nora Milena Vehling sowie der gesamten Themenklasse

Im Förderjahr 2019/2020 drehten sich die Forschungsprojekte der Themenklasse rund um Wasserknappheit. Dabei sind die Forschungen dieser Gruppe so facettenreich wie das Forschungsobjekt selbst. Die einzelnen Gruppen nähern sich den Themen Wasser und Wasserknappheit anhand spezifischer Fallstudien, wie bspw. dem Berliner Müggelsee oder dem deutschen Kartoffelanbau, oder über philosophische Streitgespräche und systemdynamische Betrachtungen. Den Anstoß für die Themenwahl gab die europaweite Dürre im Sommer 2018.

Alle Forschungsergebnisse zeigen eine Gemeinsamkeit: Wer sich mit Wasser wissenschaftlich auseinandersetzen möchte, wird mit äußerst komplexen Zusammenhängen und globalen Verflechtungen konfrontiert. Wie wirken sich etwa die planetaren Klimaveränderungen auf landwirtschaftliche Betriebe und ihre Bewässerungssysteme aus? Welche Rückkopplungseffekte können bei bestimmten Handlungsstrategien unbeabsichtigterweise entstehen? Welche Konflikte entstehen bei der Aushandlung angemessener Klimaanpassungsstrategien zwischen Trinkwasserversorgung und dem Sicherstellen von Ökosystemleistungen? Wie hängen diese Dynamiken damit zusammen, wie wir Wasser überhaupt verstehen und für uns greifbar machen können?

Mit der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse möchte dieser Jahrgang der Themenklasse einem breiten Publikum das Thema der Wasserknappheit näherbringen. Unterteilt ist diese Arbeit in die vier folgenden Themen, die Kapitelweise vorgestellt werden:

Kapitel 1: Tragik der Allmende oder Tragik des Eigentums? (auch als Podcast auf der IRI THESys Webseite verfügbar)

Kapitel 2: Klimaanpassung im deutschen Kartoffelbau (auch als Podcast auf der IRI THESys Webseite verfügbar)

Kapitel 3: System Dynamics: Systemdynamische Modellierung der Folgen von Dürre auf Landwirtschaft (auch als interaktive Prezi auf der IRI THESys Webseite verfügbar)

Kapitel 4: Zusammenarbeit von Akteuren im Kontext klimatischer Veränderungen (auch als Podcast auf der IRI THESys Webseite verfügbar)

1. Tragik der Allmende oder Tragik des Eigentums?

Eine Debatte über den besten Weg der Wasserversorgung

Ausgearbeitet von Sophia Schroth und Paul Trabhardt mit Unterstützung von Dženeta Hodžić

Einleitung

Wassermangel gehört in Deutschland aktuell nicht zu den akuten Sorgen der Öffentlichkeit. Für den Großteil der Bevölkerung ist es selbstverständlich, der Infrastruktur und Verwaltung zu vertrauen. Hierzulande sind Ängste, die mit Wasserversorgung zu tun haben, nicht so allgegenwärtig wie in anderen Orten der Erde, die bereits direkter und stärker von Auswirkungen des Klimawandels beeinträchtigt sind. Das betrifft zwar besonders den globalen Süden, aber auch in Deutschland zeigen sich die Auswirkungen des Klimawandels - unter anderem in der Wasserknappheit. Einige Projekte unserer Themenklasse demonstrieren Auswirkungen des Dürresommers 2018 anhand verschiedener Beispiele aus Umwelt und Landwirtschaft. Dass Wasserversorgung also auch in Deutschland ein wichtiger Punkt auf der politischen Agenda werden könnte, ist nicht mehr so schwer vorstellbar. Aber trotz der intensiven Dürrephasen der letzten Jahre ist das Bewusstsein darüber bei den meisten Menschen in ihrem Alltag - besonders in den Städten - noch nicht angekommen.

In der Themenklasse "Nachhaltigkeit und globale Gerechtigkeit", stellen wir Frage: Wie sollten wir als Gesellschaft mit unseren Wasserressourcen umgehen?

Im folgenden Kapitel werden die beiden Philosoph:innen Sophia und Paul darüber debattieren, welche institutionelle Form am besten dafür geeignet ist, die Wasserversorgung zu sichern. Ist die aktuelle rechtliche Lage und Infrastruktur dazu geeignet Problemen des Wassermangels zu begegnen oder bedarf es einer Umstrukturierung?

In einem philosophischen Dialog möchte diese Forschungsgruppe näher bringen, wie Philosoph:innen über solche Zusammenhänge nachdenken. Sie stellen sich vor, wie Vertreter:innen bestimmter Positionen argumentieren würden.

Paul wird dabei die Sicht einnehmen, wonach Wasser als besonders geschützte Ware behandelt werden sollte. Sophia wird die Position einnehmen, die eine Vergemeinschaftung von Wasserressourcen befürwortet. Die Diskussion hat zwei Teile: Im ersten geht es darum, wie sich die beiden die ideale Situation vorstellen - also um die Theorie. Im zweiten Teil geht es darum, was diese Überlegungen für die Praxis bedeuten:

P: Im Juli 2020 gibt es seit 10 Jahren das Menschenrecht auf Zugang zu sauberem Wasser gemäß UN-Resolution (UN General Assembly 2010: Res. 64/292). Das scheint doch einer ziemlich fundamentalen Intuition zu entsprechen. Ich finde es beinahe verwunderlich, dass es so lange gedauert hat, das auch offiziell anzuerkennen, oder?

S: Ja, ich teile natürlich auch die Ansicht, dass allen Menschen ein Recht auf sauberes Wasser zukommt. Aber mit bloßer Anerkennung ist es ja nicht getan. Also, ich finde, es muss immer wieder geprüft werden, ob dieses Recht eigentlich effektiv geschützt wird. Sonst ist es zweifelhaft, ob das Recht auf Wasser seinem Namen gerecht wird (Arendt 1986 [1951]: 452ff). Wir müssen uns also die organisatorischen Institutionen einer Gesellschaft angucken, und zwar spezifisch diejenigen Institutionen, die Zugang und Verfügung über Wasser regulieren.

1.1 Dialog Teil I. Theorie

P: Uns geht es ja erstmal um Individuen und deren Zugang zu Wasser. Das ist in den anderen Projekten unserer Forschungsgruppe teilweise anders, da geht es um Wasser in der Landwirtschaft allgemein oder um verschiedene Nutzungsweisen von Gewässern wie dem Müggelsee.

Aber für eine übersichtliche philosophische Debatte würde ich vorschlagen, dass wir uns erstmal auf **jene Ebene** konzentrieren, die die UN-Resolution anspricht: individuellen Zugang zu sauberem Wasser für den alltäglichen Gebrauch, also zum Trinken, Kochen, Waschen und so weiter. Wir sollten uns auf Deutschland fokussieren, da kennen wir uns am besten aus.

S: Das ist vermutlich sinnvoll. Wir sind uns also erstmal in einem einig — wir teilen dasselbe Ideal, und zwar: In einer idealen Welt verfügen alle Individuen über genug Wasser zum Leben.

P: Genau. Dieses Ideal ist aber kein reines Gedankenspiel, sondern hat unserer Gesellschaft gegenüber einer normativen Kraft: Es ist das Ziel, dass wir in der tatsächlichen Welt erreichen wollen. Ob es dafür notwendig ist, dass dieses Ziel erreicht sein muss darüber kann man streiten. Jedenfalls: Egal, ob es insgesamt auf der Welt genug Wasser für alle Menschen gibt oder nicht, können alle möglichen Hindernisse der Verwirklichung des Ideals im Weg stehen: zum Beispiel natürliche Hindernisse wie eine geographisch unausgeglichene Verteilung von Wasser. Oder soziale Organisationsformen, die Wasser ungleich verteilen.

S: Unsere Frage ist also: Wie kommen wir in der echten Welt diesem Ideal *am nächsten*? Welche Institution ist am besten dafür geeignet, das Menschenrecht auf Wasser in einem Land wie Deutschland abzusichern?

P: Ich werde die Position vertreten, dass Wasser als Ware behandelt werden sollte. Etwas zu einer Ware zu machen oder als Ware zu behandeln, nennt man "Kommodifizierung". Waren werden auf Märkten gehandelt. Die liberalen Ideale, die der Markt erfüllt, sind Gleichheit und

Gerechtigkeit: Wenn Wasser kommodifiziert wird, ist es auf dem Markt universell verfügbar. Niemand wird aufgrund irgendeines Merkmals ausgeschlossen, Wasser zu erwerben. Gerecht ist es, wenn jede Person in der Lage ist, mindestens die für den Alltag notwendige Menge an Wasser zu erwerben. Um das auch in Krisen sicherzustellen, muss Wasser in Notzeiten vom Staat geschützt werden.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil des Marktes ist es, Innovation und Effizienz zu fördern. So wird der niedrigste mögliche Wasserpreis hervorgebracht. Das dahinterstehende Ideal ist das der Wohlfahrtsmaximierung. Je niedriger der Preis ist, desto höher ist das Wohlergehen der Individuen.

S: Ich werde die Position vertreten, dass Wasser als Gemeingut behandelt werden sollte. Organisatorische Institutionen, die der Logik eines gemeinschaftlichen Besitzes folgen, erfüllen auch die Ideale der Gleichheit und Gerechtigkeit – also, dass alle Individuen gleich behandelt werden, wenn es um Wassernutzung geht, und einen gerechten Anteil bekommen. Zusätzlich aber denke ich, dass Wasser als Gemeingut uns dem Ideal der Nachhaltigkeit viel näherbringt als die Ware. Weil diese Institution Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit besser zusammenbringt als die verfügbaren Alternativen, ist sie am besten geeignet, das Menschenrecht einzulösen.

P: Unsere Positionen unterscheiden sich also in Bezug auf die Eigentumsform. Ich halte die **Ware** für besser geeignet, das Menschenrecht auf Wasser zu erfüllen, du hältst das **Gemeingut** für besser geeignet. Warum finden wir verschiedene Antworten auf die Frage: Auf welche Weise sollten wir den Besitz über Wasser organisieren?

S: Um diese Frage zu klären, lass uns doch folgendermaßen vorgehen: Erläutere deine Position nochmal im Detail und ich sage dir, womit ich zustimme und womit nicht.

P: Wir leben doch in einer liberalen Marktgesellschaft mit einem relativ starken Sozialstaat. Aus meiner Sicht ist das schon vollkommen ausreichend, um dem Menschenrecht auf theoretischer Ebene zu entsprechen. Märkte basieren auf dem Prinzip, dass alle Individuen gleichermaßen ein Recht dazu haben, am Markt teilzunehmen. Sie begegnen sich dort als Ebenbürtige. Märkte gewähren die universelle Verfügbarkeit der Waren und die Gleichheit der Individuen. Deshalb ist die Kommodifizierung von Wasser im Sinne der Gleichheit eine angemessene Strategie der gerechten Verteilung.

S: Ich gebe dir in der These recht, dass das Versprechen der Kommodifizierung eine Art Gleichbehandlung der Käufer:innen oder Konsument:innen in sich trägt. Aber ich glaube, dass diese Gleichbehandlung wenig mit der Realität zu tun hat. Das ist ganz ähnlich wie die alte marxistische Kritik an dem Versprechen des liberalen Kapitalismus ganz allgemein: Diese Ebenbürtigkeit zwischen Käufer:in und Verkäufer:in oder Arbeiter:in und Arbeitgeber:in oder in

sonstigen vertraglichen Beziehungen: Das ist eine Illusion. Vielleicht sieht es auf legaler Ebene so aus, als seien die Leute gleich, als würden beide vollkommen freiwillig den Kaufvertrag eingehen. Aber letztendlich ist eine Person abhängig von der anderen. Wasser ist einfach lebensnotwendig. Ich kann mir nicht aussuchen, ob ich heute eben mal Lust habe, Wasser zu kaufen oder nicht.¹ Die Wasserverkäufer:innen werden aber immer irgendwelche Abnehmer:innen finden, die sind auf mich als Einzelperson nicht angewiesen. Ich aber auf sie. Vielleicht erfüllt das in der Theorie irgendwie das *Gleichheitsideal*, aber ich sehe nicht, wie das auch gerecht sein soll - es scheint mir eher Ungerechtigkeiten zu untermauern.²

P: Aber die Wasserverkäufer:innen sind genauso auf dich angewiesen. Die Verkäufer:innen werden keine Abnehmer:innen finden, wenn ihr Preis zu hoch ist. Sie müssen dann den Preis senken oder werden aus dem Markt verdrängt. So funktioniert ja gerade der Marktmechanismus, der den niedrigsten Preis hervorbringt. Marx' Kritik ist stark, aber ich denke, die hohe, materielle Lebensqualität, die wir heutzutage haben, wäre nicht ohne den Mechanismus des Marktes möglich gewesen. Der Mechanismus spart enorm viel Zeit, weil wir dadurch nicht immer wieder von Neuem Kompromisse aushandeln müssen. Weniger Aufwand führt zu höherer Produktivität und Lebensqualität.³

S: Aber wie kann man in den Genuss der Vorteile einer solchen Kommodifizierung kommen, ohne die gleiche und gerechte Behandlung der Menschen zu gefährden? Es kann ja immer noch sein, dass ich zu wenig Geld habe, um mir diese, aus deiner Sicht fairen, Preise leisten zu können.

P: Um dem Status des Menschenrechts zu genügen, muss Wasser in Notsituationen unter besonderen Schutz gestellt werden. In Notsituationen sollten sowohl der Wasserverbrauch als auch das Wasserangebot staatlich geregelt werden. Dann ist Kommodifizierung auch gerecht. Aber Gerechtigkeit ist ja nicht das einzige Ideal, das wir als Gesellschaft haben. Wir haben auch das Ideal der Wohlfahrtsmaximierung, die wir durch Steigerung der Effizienz erreichen.

¹ Für Debra Satz sind manche moralisch problematischen Märkte dadurch gekennzeichnet, dass manche der Käufer:innen so verletzlich und bedürftig sind („vulnerability“), dass sie jegliche Bedingungen, die die Verkäufer:innen stellen, akzeptieren müssen: „Markets can arise in circumstances in which some people are so poor or so desperate that they accept any terms of exchange that are offered“ (Satz 2010: 9).

² In Ballesteros Feldstudie spielt die Homologie von Rechten und Waren eine große Rolle; beide haben ähnliche Prinzipien und Strukturen und dieselbe Annahme von rechtlicher Äquivalenz: Die Kommodifizierung öffentlicher Güter scheint wie ein Versprechen universeller Zugänglichkeit (Ballestero 2019: 21f). Genau dieses scheinbar gleiche Verhältnis ist das, was Marx als die Illusion des Liberalismus aufgedeckt hat - formale Gleichheit bedeutet nicht materielle Gleichheit, bzw. Gleichheit in sozialer Macht. Vgl. z.B. Rahel Jaeggis Rekonstruktion dieses Arguments in Bezug auf den Arbeitsvertrag (Jaeggis 2009: 67).

³ Argument an Habermas angelegt, siehe auch Iser & Strecker 2010: 102ff.

Das ist der Kerngedanke von Waren: Angebot und Nachfrage regulieren den Preis und sorgen dafür, dass Konsument:innen den niedrigsten Preis erhalten.

S: Aber Effizienz ist doch irgendwie ein veraltetes Ideal. Wir sind doch schon längst bei der Erkenntnis, dass Nachhaltigkeit viel wichtiger ist als Effizienz. Ich würde sogar sagen: Nachhaltigkeit ist die neue Effizienz. Langsam setzt sich die Ansicht durch, dass ein Produkt nur dann als hochwertig gilt, wenn dessen Produktion auch auf nachhaltige Art und Weise passiert. Und so, wie Effizienz als Ideal irgendwie in der Form der Ware enthalten ist, so ist Nachhaltigkeit eben in der Logik des Gemeingutes enthalten.

P: Ich bin der Ansicht, dass es aber zu übermäßigem Verbrauch der Allmende kommen wird, wenn dieser nicht gesetzlich verboten ist. Wenn man für ein bestimmtes Gut nicht bezahlen muss, wird das schamlos ausgenutzt. Das ist die "Tragik der Allmende". Lass mich das mit einem Beispiel erläutern: die Einleitung von Abwasser in Flüsse. Es ist kein großes Problem, wenn ein Unternehmen Abwasser in den angrenzenden Fluss leitet. Aber wenn alle Unternehmen es machen, dann richtet die Praktik große Umweltschäden an. Die gemeinschaftliche Nutzung wird torpediert durch egoistische Interessen. Daher plädiere ich dafür, dass diese Unternehmen Verschmutzungszertifikate kaufen müssen und nicht mehr Rechte zur Abwasserentsorgung verkauft werden, als der Fluss langfristig verträgt.

S: „Allmende“ ist doch ein ziemlich alter Begriff mit feudalen Konnotationen. Heutzutage debattiert man in anderen Begriffen über Vergemeinschaftung. Zum Beispiel in Form von Commons bzw. der Praxis des Commonings, also der Vergemeinschaftung bestimmter Ressourcen und Güter. Commoning hat drei Elemente:

1. Eine Ressource, zum Beispiel Wasser zur individuellen Grundversorgung.
2. Eine Community, also eine Gruppe, die diese Ressource teilt.
3. Gibt es ein Set von Gebrauchsregeln, auf die sich die Community gemeinsam einigt (Loick 2016: 122; Helfrich 2012; The Commons Transition Primer (o.D.): 1.2).

Ich behaupte: Alle Mitglieder der Community haben ein Interesse daran, dass ihre Community immer dazu in der Lage ist, von der Ressource Gebrauch zu machen. Unter diesen Bedingungen findet die Tragik der Allmende gar nicht statt, weil die einzelnen eben selbst Teil dieser Community sind und die Rationalität des Gebrauchs jene eindimensionale egoistische Form gar nicht erst annimmt.

P: Wenn ich das auf mein Leben übertrage: Immer, wenn meine Nachbar:innen Apfelkuchen backen wollen, dürfen sie sich an meinem Apfelbaum bedienen. Das kann doch nicht nachhaltig sein.

S: Gemeingut muss ja nicht immer gleich *open access* bedeuten. Anders als Wasser deckt dein Apfelbaum ja keine absoluten Grundbedürfnisse der Nachbarschaft ab. Also, wenn die Nachbarschaft von der Apfelkuchenproduktion leben würde, gäbe es dafür vielleicht Argumente. Aber ich denke, beim Commoning geht es zunächst um solche Dinge wie Wohnraum, Grundnahrungsmittel, Arzneimittel, aber auch immaterielle Güter wie Know-How. Aber nehmen wir mal an, du teilst deinen Haushalt mit vier anderen Erwachsenen, also Menschen, unter denen es keine Autoritätsverhältnisse gibt wie z.B. zwischen Kindern und Eltern. Und jede:r von euch hat eigene Präferenzen, was den Gebrauch dieser Äpfel angeht, z.B. ins Müsli schnippeln oder damit zu backen. Lass uns mal überlegen, was für eine Gebrauchscharta für euch sinnvoll wäre. Wieso wolltest du nicht, dass die gesamte Nachbarschaft Zugang zu eurem Apfelbaum hat?

P: Weil der Apfelbaum dann innerhalb kürzester Zeit leer geerntet werden würde und ich nichts mehr davon hätte. Wie gesagt, das ist die Tragik der Allmende. Jedes Mal, wenn neue Äpfel wachsen, sind sie sofort weg. Alle holen sich so schnell so viele Äpfel, wie sie können.

S: OK, dasselbe wollt ihr also auch in eurer kleinen Wohn-Community verhindern, weil ihr alle während der gesamten Erntezeit etwas von dem Baum nehmen können wollt. Was sind die Voraussetzungen für eine möglichst nachhaltige Ernte für euch selbst innerhalb dieser Community, in der ihr lebt?

P: Der Baum muss möglichst gut gepflegt werden, damit die Ernte so hoch wie möglich ausfällt und wir alle so viel wie möglich davon haben können. Und wenn Anna besonders gerne Äpfel mag, sollte sie mehr Äpfel bekommen als Bert, der keine Äpfel mag. Die Ernte sollte in der Regel nicht an eine einzige Person gehen.

S: Eben hast du aber behauptet, dass wir aus reinem Selbstinteresse motiviert sind. Kommst du da jetzt also aus reiner Empathie für deine Mitbewohner:innen darauf, dass ihr Rücksicht aufeinander nehmen müsst?

P: Ich muss dafür sorgen, dass die anderen genug von dem Baum haben, um ihre persönlichen Bedürfnisse zu befriedigen, damit auch sie bereit sind, *meine* Apfel-bezogenen Präferenzen anzuerkennen.

S: Genau, es ist die rationale Strategie in dieser Situation. Hier ist ein fundamentaler Unterschied zur Produktionslogik in der Marktwirtschaft, wo die rationale Entscheidung auf individuelle Nutzenmaximierung zielt. Ressourcen nicht zu überlasten und stetig wiederherzustellen kann im Commoning zu einer *rationalen Notwendigkeit* werden, damit das Gebrauchssystem für alle Beteiligten funktioniert. Commoning hat im Gegensatz zur Kommodifizierung den Vorteil, ein Nachhaltigkeitsprinzip von vornherein inne zu haben. Bei Waren ist Nachhaltigkeit nur dann enthalten, wenn es dazu dient, weiterhin Handel und Profit

zu garantieren. Und es ist von Anfang an sozial gerecht. Wenn ich eine Ressource nutze, die Gemeingut ist, weiß ich, dass ich sie auch deshalb nicht übermäßig verbrauchen darf, weil andere Leute sie auch noch nutzen können müssen. Auf dem Markt ist das anders: Wenn ich dort etwas erworben habe, kann es mir völlig egal sein, ob andere noch etwas davon haben. Der einzige Grund, den ich hätte, es für die anderen zu erhalten, wäre einer, der nicht aus der Ware selbst kommt. Sondern in diesem Fall vielleicht wirklich aus Empathie, oder vielleicht wette ich darauf, dass die anderen dann eher geneigt sind, mir auch einen Zugang zu gewähren und so weiter. Das alles kommt aber erst in einem zweiten Schritt und nur in dem Interesse, die Marktwirtschaft am Laufen zu halten - was aber an sich keine sowohl sozial gerechte-, als auch nachhaltige Gebrauchscharta garantiert. Beim Gemeingut ist das von vornherein geboten; Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit stecken da logisch schon drin. Und zwar ganz eng miteinander verknüpft! Soziale und ökologische Gerechtigkeit sind dann nicht mehr voneinander zu trennen.

P: Ich finde, der Begriff „Community“ hört sich erstmal sehr solidarisch und offen an. Aber die Community ist ja doch eine ziemlich exklusive Gruppe (Ostrom1990: 90ff). Ihre Grenzen müssen klar definiert sein, damit das Konzept auch in der Realität funktioniert. Wenn ich mir vorstelle, dass das ganze Land oder der ganze Kontinent eine Community wären, habe ich Bedenken, ob das funktionieren kann. Wenn aber nur Kleingruppen als Community durchgehen, frage ich mich, wie bestimmt wird, wer in die Community aufgenommen wird. Letztendlich kommt man um die Exklusivität nicht herum. Das scheint mir dem Anspruch der Commons jedoch zu widersprechen. Wer darf also Teil der Community sein und wer gerade nicht?

S: Die Annahme ist auf jeden Fall, dass *idealerweise* alle Menschen Teil irgendeiner Community sind. Es stimmt, es ist besser, wenn die Communities eher kleiner sind, weil sie lokalen Bedingungen angepasst sein müssen. Aber deshalb kann ich dir auch keine pauschalen Kriterien der Zugehörigkeit nennen. Das kommt auf die individuellen Umstände an. Höchstens können wir festhalten: Eine Community teilt immer irgendein gemeinsames Identitätsmerkmal; im Falle von Commons besteht das mindestens in einem gemeinsamen Interesse an irgendwelchen Gütern und Ressourcen. Aber diese Art von Gruppenidentifikation ist anders als etwa bei Nationen: Eine Community ist viel stärker lokal eingegrenzt. Manche überlappen miteinander, manche stehen in Wechselbeziehungen zueinander. Zu welchen Communities jemand gehört ist vielschichtig und komplex. Außerdem ist eine Community nicht einfach da. Sondern sie ist das Resultat eines Prozesses, in dem Bedürfnisse und Bedarf festgestellt werden und darauf hingearbeitet wird, sinnvolle Communities zu bilden. Sie arbeitet unter sich die für sie angemessene Gebrauchscharta heraus und schreibt sie fest. Letztendlich basieren solche Communities also durchaus auf real existierendem Bedarf, der

eben immer lokalen Bedingungen unterliegt - sowohl ökologischen als auch sozialen. Danach können sie auf einer höheren Ebene miteinander kooperieren, und da gibt es sicherlich nach wie vor Gesetze, die für alle gelten. Also ja, um deine Frage zu beantworten: Man wird sicherlich von einigen Communities ausgeschlossen sein. Aber es ist so gedacht, dass alle Teil von *irgendeiner* Community sind, bzw. von mehreren verschiedenen, die miteinander im Austausch stehen.

P: Also für mich klingt das trotzdem noch nach einem Zufallsereignis. Wenn ich zur richtigen Zeit in die richtige Community geboren werde, habe ich mein Leben lang Zugang zu bestimmten Gütern. Wenn nicht, dann nicht. Das sind doch vormoderne Zustände, von denen wir uns längst befreit haben. Ein Ideal potentieller Nachhaltigkeit rechtfertigt nicht, manche Leute vom Gebrauch eines Gutes auszuschließen, wenn man die Nachhaltigkeit auch anders erreichen kann.

Ich sehe Effizienz und Nachhaltigkeit nicht im Widerspruch miteinander. Entscheidungen, die hohe Kosten in die Zukunft verlagern für schnellen Profit, sind nicht nachhaltig. Aber wenn der Nutzensgewinn durch die Entscheidung niedriger ist als der Verlust an Nutzen durch die zukünftigen hohen Kosten, dann ist die Entscheidung auch nicht effizient. Um Nachhaltigkeit zu garantieren, muss man alle Effekte in die Rechnung einbauen. Für die Entscheidung, ob ein Sommerbad am See errichtet werden soll, muss auch berücksichtigt werden, welche Folgen das für die Wasserqualität des Sees und den Fischbestand hat. Unsere Welt ist so komplex, dass wir mathematische Modelle benötigen, um effiziente Entscheidungen zu treffen. Eine wichtige Aufgabe heutzutage ist es, alle sozialen Kosten und Gewinne mit einzubeziehen, um Nachhaltigkeit zu erreichen. Letztendlich hat doch auch die Kommodifizierung unter bestimmten Einschränkungen Gebrauchsregeln, die wir nämlich in Gesetzen festhalten. Wenn dann in der Realität etwas schief läuft, dann liegt das nicht an der Ware an sich, sondern einzig und allein daran, dass sich manche Leute eben nicht an die Spielregeln halten.

1.2 Dialog Teil II. Praxis

S: OK, aber jetzt reden wir ja über Kriterien der Umsetzbarkeit oder Machbarkeit, da geht es nicht mehr um unsere Ideale. Interessiert uns das als Philosoph:innen überhaupt? Also, sollten wir uns Gedanken um realweltliche Möglichkeiten in der Praxis machen, oder sollten wir einfach nur bei den Idealen bleiben?

P: Naja, bisher haben wir beide dafür argumentiert, dass unsere jeweilige präferierte Institution des Eigentums - bei mir die Kommodifizierung, bei dir das Commoning - geeignet ist, unseren gemeinsamen Idealen der Gleichheit und Gerechtigkeit unter Bürger:innen gerecht zu werden. Dann habe ich dafür argumentiert, dass Kommodifizierung gewählt werden soll, weil es zusätzlich dem Ideal der Effizienz dient. Du bist der Ansicht, dass Commoning vorgezogen werden soll, weil es uns dem Ideal der Nachhaltigkeit näherbringt, indem es dieses eng mit dem Ideal der sozialen Gerechtigkeit verknüpft. Ich muss dir jetzt also zeigen, dass Kommodifizierung *tatsächlich* Effizienz liefern kann, ohne Nachhaltigkeit und sozialer Gerechtigkeit im Weg zu stehen, und du musst mir zeigen, dass Commoning *tatsächlich* Effizienz nicht ausbremsen würde und damit keine schlechten Auswirkungen auf die allgemeine Wohlfahrt hätte. Und ob das stimmt, ob unsere Institutionen das jeweils *können*, hängt doch wohl sehr stark davon ab, in welcher Welt wir leben - was für Bedürfnisse es gibt, was für Technologien uns zur Verfügung stehen und so weiter. Deshalb interessiert uns Machbarkeit schon.

S: Dann schauen wir uns doch mal an, was in der echten Welt passiert. In Deutschland ist es ja momentan so: Einzelne Haushalte bezahlen die Wasserwerke für ihre Versorgung, entweder als Hausbesitzer:innen oder integriert in den Mietvertrag. Allerdings läuft das nicht auf Basis eines freien Marktes, sondern unter weitgehender öffentlicher Kontrolle - entsprechend deiner Erklärung der in Notsituationen geschützten Ware. Wasser ist also erstmal nicht umsonst.

P: Offiziell lautet das Menschenrecht 'Recht auf *Zugang* zu Wasser'. Daraus folgt aus meiner Sicht nicht, dass Wasser gratis sein muss. Es muss nur gewährleistet sein, dass das Wasser für alle Individuen *bezahlbar* ist. Laut United Nations Development Programme 2008 ist das der Fall, wenn Haushalte nicht mehr als 3 Prozent ihres Einkommens für Wasser bezahlen müssen (Ballesterio 2019: 18f). In Berlin gibt man zurzeit im Schnitt 0,7% der monatlichen Ausgaben eines Haushalts für Wasser aus (Schiffler 2015: 111). Dieses Kriterium der Bezahlbarkeit scheint mir für das Umsetzen des Menschenrechts besonders wichtig zu sein.

S: OK, und was ist, wenn ich kein Einkommen habe?

P: Wenn ich kein Einkommen habe, dann muss mir meine Grundversorgung durch den Sozialstaat bereitgestellt werden. Natürlich ist in der echten Welt nie alles perfekt, zum Beispiel hat nicht jeder Mensch in Deutschland durchgängig Zugang zu einer Dusche. Trotzdem: Relativ gesehen ist die Wasserversorgung hier ziemlich gut öffentlich abgesichert. Damit kommen wir schon unserem Ideal der Gleichbehandlung ziemlich nah.

S: Aber wo bleibt die *gerechte* Behandlung? Seit den 90ern wird die Verantwortlichkeit für die Versorgung mit öffentlichen Gütern wie Wasser, Gas, Strom usw. vermehrt in private Hände gegeben (Dobner 2010: 136f). Wasser wird also zunehmend kommodifiziert. Das hat in der Vergangenheit zu enormen Preiserhöhungen geführt. Zum Beispiel haben sich in England und Wales seit der Privatisierung der Wasserversorgung 1989 bis heute die Preise um 40% erhöht - Inflation herausgerechnet (BBC 2017). In Deutschland gibt es auch Beispiele wie Potsdam, wo sich nach der Privatisierung der Wasserwerke 1997 innerhalb von zwei Jahren die Preise verdoppelten, so dass die Stadt die Aktien ihrer Stadtwerke wieder zurückkaufte (Dobner 2010: 153). Wenn die Nutzer:innen, und besonders die in den ökonomisch schlechter situierten Schichten, stärker belastet werden: Geht das nicht genau in die entgegengesetzte Richtung von gerechter Behandlung?

P: Die knappen Haushalte der Kommunen lassen die notwendigen Investitionen für Verbesserungen der Trinkwasserversorgung nicht zu. Private Akteure sind profitorientiert und können Investitionen leisten, die nicht möglich sind, wenn die Versorgung in rein öffentlicher Hand liegt. Als Bestandteil von Teilprivatisierungsstrategien ermöglicht Kommodifizierung ein effizienteres Management, und lässt die Kommune oder Stadt gleichzeitig erheblichen Einfluss und Kontrolle behalten, indem sie zum Beispiel mehrheitlich die Anteile an dem Unternehmen behält. Beispielsweise hatte Berlin Anfang der 90er Jahre eine im nationalen Vergleich sehr hohe Anzahl von Angestellten. In den 10 Jahren nach der Privatisierung konnte man die Zahl der Mitarbeiter:innen von 6200 auf 5000 reduzieren (Schiffler 2015: 113).

S: Darüber freut sich die Öffentlichkeit doch nicht!

P: Die Bürger:innen sind aber auch an einem möglichst niedrigen Wasserpreis interessiert, und eine unnötig hohe Mitarbeiter:innenzahl wirkt sich eben negativ darauf aus. Hier muss man die Effekte für die Gesamtwohlfahrt gegeneinander abwägen: lieber 1200 Arbeitsplätze mehr und ein höherer Wasserpreis für alle oder lieber 1200 Arbeitsplätze weniger und ein geringerer Wasserpreis für alle.⁴

⁴ Die Beurteilung von Entscheidungen anhand des Gemeinwohls geht auf Adam Smith zurück, vgl. dazu Dobner (2010: 217ff).

S: Das stimmt vielleicht in der Theorie, aber erfahrungsgemäß kriegen wir ja nicht mal den niedrigeren Wasserpreis dafür, wie in meinen Beispielen vorhin. Sondern es wird für die Endverbraucher:innen sogar teurer.

P: Klar ist, dass die Kosten auf die Konsument:innen umgelegt werden, um die maroden Infrastrukturen auszubessern. Die Kommunen müssen eben dafür Sorge tragen, dass die Unternehmen bestimmte Regeln einhalten. Es hat viele gerichtliche Entscheidungen gegeben, die Unternehmen davon abhalten, ein Monopol auf Wasserversorgung auszunutzen.

S: Aber hier sieht man doch genau das Problem der Kommodifizierung: Wassernutzung heißt dann *Wasserkonsum*. Wenn Infrastrukturelle Verbesserungen durch Profite anstatt öffentlichen Mitteln finanziert werden, dann hat der Staat eigene finanzielle Anreize zu Kommodifizierungsstrategien. Und um an diesem Profit teilzuhaben ist er ja anscheinend bereit dazu, hinzunehmen, dass die unteren Einkommensschichten besonders stark belastet werden - wenn auch immer unter der Qualifizierung „vorübergehend“. Letztendlich steckt der Staat da in der Marktlogik mit drin, anstatt dass er sie kontrolliert. Es gibt eher Anreize für ihn, das Kriterium der Bezahlbarkeit neu zu interpretieren. Das zeigt für mich, dass die Eigentumsform der Kommodifizierung einem Menschenrecht auf Wasser nie vollständig gerecht werden kann.

P: Aber wir haben doch schon festgestellt, dass der Kommodifizierung von Wasser klare Grenzen gesetzt sind. Sie kann keinen völlig unkontrollierten Lauf nehmen. Zum Beispiel passieren manchmal Pandemien. Oder Naturkatastrophen. Oder andere Krisen. All diese Dinge haben starken Einfluss auf die Märkte und führen zu Versorgungsengpässen in allen möglichen Bereichen. In Zeiten von Corona wird uns doch bewusst, wie wichtig der Staat als obere Kontrollinstanz ist, um auf solche Situationen angemessen reagieren zu können. Solange die Grundversorgung der Menschen in Krisensituationen gesichert ist, steht der Kommodifizierung doch nichts im Wege.

S: Naja, in der Coronakrise ist das letzte Wort noch längst nicht gesprochen. Und tatsächlich gibt es unglaublich viele Beispiele aus der Realität, in der offensichtlich gerade die ökonomisch schwächeren Schichten am stärksten beeinträchtigt werden. Wir leben in einer Welt, in der mit dem Klimawandel die Wasserversorgung allgemein immer prekärer wird. Im globalen Süden sind solche Gefahren momentan am stärksten erkennbar. Nicht nur ist man dort jetzt schon viel stärker von Effekten des Klimawandels beeinträchtigt (WaterAid 2019; World Economic Forum 2019a). Der globale Süden ist auch am stärksten vom Mangel an sauberem Wasser für den persönlichen Gebrauch betroffen. Der World Water Development Report 2019 der UN berichtet im Detail, wie die ärmsten und marginalisiertesten Menschen auf der Welt nicht nur viel schlechter an Wasser kommen, sondern dabei 10-20 mal mehr für Wasser bezahlen

müssen als besser situierte Bevölkerungsgruppen, die in Infrastrukturen eingebunden sind, die sie mit Leitungswasser versorgen.⁵ Auch in Mitteleuropa nehmen in den letzten Jahren ja beispielsweise Dürrephasen zu, welche die Landwirtschaft bedeutend beeinträchtigen. Jetzt stell dir einmal vor, auch Trinkwasser würde knapp werden: Warum würden nicht auch hier die ökonomisch prekären Schichten zuerst davon betroffen sein? Das gleiche gilt übrigens für die Corona-Situation. In den USA ist es schon längst klar, dass die marginalisiertesten Bevölkerungsgruppen am stärksten betroffen sind. Warum sollte das hier anders sein?

P: Also in den USA hat man ja ein deutlich anderes Verständnis von Sozialstaat als in Europa. Und wie gesagt - wenn das Trinkwasser knapp werden würde, wovon wir in vielen Regionen Deutschlands auch im Dürrejahr 2018 weit entfernt waren, dann müssen sich per Gesetz erstmal alle einschränken und die nicht notwendigen Wassernutzungen unterlassen, z.B. Rasen sprengen oder Pool befüllen. Und es ist gesetzlich festgelegt, dass Inhaber:innen von Wasserversorgungsanlagen den Zugang in Notsituationen nicht verwehren dürfen (<http://www.gesetze-im-internet.de/wassig/>, zuletzt abgerufen am 31.03.2020). Wasser darf nur dann wirklich als Ware gehandelt werden, wenn der Mindestbedarf aller gedeckt ist.

S: Wie gesagt kann das alles vielleicht in akuten Notsituationen relativ gesehen gut funktionieren. Aber ich meine letztendlich etwas, was das langfristige Management von Wasser betrifft. Ich halte es nicht für einen Zufall, dass die Marginalisiertesten am stärksten betroffen sind, sondern, dass das schon in der Kommodifizierung mit drinsteckt. Man könnte das auch als eine Tragik des Eigentums bezeichnen: Private Verfügung über ein Gut verhindert dessen sinnvollen Gebrauch (Loick 2016: 123). Dort, wo mehr Bedarf ist, gibt es weniger oder schwerer zugängliche bedarfsdeckende Güter als dort, wo weniger Bedarf ist. Und das resultiert aus eben jener Profitorientiertheit, die du als Motor für Effizienz und Innovation angeführt hast.

P: Aber da muss ich meinen Punkt wiederholen: Effizienz und Nachhaltigkeit schließen sich nicht aus. Wenn du Nachhaltigkeit vor Effizienz stellst, lässt du zu viel verloren gehen - unter anderem die tatsächliche Umsetzbarkeit der Nachhaltigkeit. Denn wie soll das Commoning in so hohem Maße umgesetzt werden, dass es großflächig ein Prinzip der nachhaltigen Ressourcenverwaltung darstellen könnte? Wenn Communities, wie du gesagt hast, klein und vielschichtig sind: Wie sollte das überhaupt effizient und damit wirklich nachhaltig funktionieren können, wenn da jede Community ihr eigenes Süppchen kocht?

⁵ Das World Economic Forum berichtet, dass Indien zwar der drittgrößte Exporteur von Grundwasser ist, zugleich aber an die 1 Milliarde Menschen im Land unter Wasserknappheit leben (World Economic Forum 2019b).

S: Ein bekanntes Motto des Commoning ist: „jenseits von Markt und Staat“ (Loick 2016: 123). Das soll ausdrücken: Commoning befindet sich jenseits des Marktes, da die Ressource nicht als Ware gehandelt wird. Und es befindet sich jenseits vom Staat, weil die verwalterischen Entscheidungen direkt von den Nutzer:innen der Ressource getroffen werden, also von den Mitgliedern der Community anstatt von der aktuellen Regierung. Anstatt also *eine* zentrale Entscheidungsschnittstelle zu haben, bilden sich sogenannte polyzentrische Governance-Systeme (Ostrom 2005, 2010; Bollier & Helfrich 2019). Polyzentrisch heißt: Entscheidungen werden an vielen verschiedenen Stellen getroffen, anstatt an einer zentralen. Sie müssen nämlich an die jeweiligen lokalen Bedingungen und Bedürfnisse angepasst und von lokal vorhandenem Wissen informiert werden, können aber gleichzeitig von global geteilten Wissensressourcen profitieren. Dazu sind die polyzentrischen Systeme auszulegen. (Manche versprechen sich hiervon übrigens, dass das einen hohen Wert in einer dekolonialisierten Praxis haben könnte, weil man örtliche Gebrauchsweisen und örtliches Wissen einbezieht anstatt sie zu überschreiben). Gleichzeitig ist eine Ressource wie Wasser ja an ein viel größeres Ressourcensystem geknüpft, das über die lokale Ebene hinausgeht. Also gibt es wiederum Entscheidungssituationen auf einer höheren Ebene, in die dann die kleineren eingebettet sind. Sie sind quasi ineinander verschachtelt. Das soll erlauben, dass die Nutzer:innen auf mehreren Ebenen selbst direkt am Entscheidungsprozess teilhaben können.

P: Aber nach wie vor sehe ich nicht, wie sowas in der Praxis funktionieren soll. Das klingt nach einem extrem langsamen, trägen Prozess und nach sehr viel Arbeit für alle Involvierten. Und wenn ich auch noch Teil von mehreren verschiedenen Communities bin, dann bin ich ja nur noch am Abstimmen und am Entscheidungen treffen. Es gibt doch aus gutem Grund staatliche und kommunale Zentralisierungsstrategien und Marktmechanismen, die die Verwaltung bestimmter Güter einfach viel effizienter machen. Ich sehe nicht, dass Wasser als Commons irgendetwas leisten kann, was Wasser als Ware nicht leisten kann. Im Gegenteil kann Letzteres, Effizienz und Motivation zur Innovation liefern, wohingegen ich bei Commoning nicht sehe, wie da irgendjemand motiviert wäre, in Innovationen zu investieren. Allein die Verwaltung muss ja so diffus sein, dass da niemand weiß, wer wo was macht.

S: Die Idee von Commoning, auf die ich mich hier beziehe, setzt auf die technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte. Zum Beispiel ist ein P2P-Modell ganz zentral. P2P steht für peer-to-peer und bedeutet, dass Aktivitäten wie Transaktionen oder Entscheidungsmechanismen unter ebenbürtigen Individuen getroffen werden. Großflächig und in hohem Maße möglich wird das durch das Internet. Solche Technologien werden jetzt schon weltweit implementiert, zum Beispiel in sozialen Medien, Wikis, oder Crypto-

Währungen.⁶ Es gibt nur das Netzwerk der Teilnehmenden, ohne Hierarchie (P2P Foundation (o.D.): 1.3). Die Systeme funktionieren durch die fortlaufende Reziprozität, also Gegenseitigkeit unter den Akteuren. So kann man sich vielleicht ganz gut vorstellen, wie dieselben Individuen bei Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen - von der Wasserversorgung im Kiez bis zur Investition in Projekte am anderen Ende der Welt - teilnehmen können, ohne an Effizienz einzubüßen.

P: Ehrlich gesagt hört sich das für mich wie die blumige Start-Up-Sprache des Silicon Valley an. Dort geht es in erster Linie um erhöhten Profit und nicht um Solidarität.

S: Aber das macht es doch vielleicht trotzdem ganz gut vorstellbar. Wenn wir uns neben Wikis und Crypto-Währungen mal solche Apps wie Uber, Airbnb, und Co. vor Augen führen: Würde man deren Funktionsweisen auf ein kooperatives Modell übertragen, das nicht auf Profit ausgelegt ist - also eine tatsächliche Sharing Economy, die nicht nur aus Marketingzwecken so genannt wird - dann kann man doch ganz deutlich sehen, dass die technologischen Möglichkeiten gegeben sind.

P: Wasser ist aber anders als Wikipedia: Mein Lesen eines Wikipedia-Eintrags verringert nicht deine Freude daran, denselben Artikel zu lesen. Das geht aber nur, weil ich das „Gut“, nämlich das Wissen, nicht verbrauche. Das kann aber nicht auf Wasser übertragen werden, denn Wasserkonsum ist **rival**: Das Glas Wasser, das ich getrunken habe, kannst du nicht mehr trinken.

S: Stimmt, immaterielle Commons wie Wissen können mit *open access* zur Verfügung stehen, wie es bei Wikipedia ist. So etwas wie Trinkwasser verringert sich natürlich im Gebrauch. Aber das wird im Commoning nicht in Begriffen der Rivalität im Konsum gefasst, sondern als Subtraktion im Gebrauch (Ostrom 2010: 644f). Und sicherlich spielt das Subtraktionsverhalten einer Ressource eine große Rolle darin, wie sie und ihre Nutzungscommunity eingegrenzt werden.

P: Ok, jetzt wird's aber sehr technisch. Bevor wir jetzt abschweifen: Wo bleiben wir hier philosophisch? Das ist doch eigentlich unsere Aufgabe.

S: Wo hört denn die Machbarkeit auf, die uns als Philosoph:innen interessiert, und fängt das 'zu Technische' an?

P: Wir wollen einander nur über die Erreichbarkeit unserer jeweiligen Ideale überzeugen. Es ist vielleicht interessant, **dass** wir in einer Welt leben, in der es Technologien gibt, die

⁶ Ähnliche Technologien entwickeln sich in allen möglichen Sektoren, vgl. Bollier & Helfrich (2019): 298ff., v.a. zum Thema „Holochain“.

bestimmte Entscheidungen dezentralisieren können. **Was** es genau für Apps gibt wird dann relativ willkürlich.

S: Ich wollte dir jedenfalls zeigen, dass diese Welt, in der das Commoning in hohem, komplexem Maß möglich ist, gar nicht so weit weg ist, wie du behauptest. Sie ist vielleicht sogar näher als die nachhaltige Marktwirtschaft.

P: Dann sind wir jetzt wohl wieder in einer Sackgasse. Lass uns nochmal einen Schritt zurückgehen und über das Recht an sich sprechen. Vielleicht können wir darüber unseren Dissens auflösen oder zumindest erklären.

1.3 Dialog Teil III. Fazit

S: Ich glaube, wir brauchen nochmal eine Zwischenbilanz. Also: Ich sage, Kommodifizierung wird dem Menschenrecht auf Wasser nicht gerecht; Commoning sollte gewählt werden, weil es nicht nur soziale Gerechtigkeit, sondern auch Nachhaltigkeit mit sich bringt. Du sagst, Kommodifizierung ist **doch** geeignet, um das Recht auf Wasser zu sichern, und sollte gewählt werden, weil es noch anderen Ideale bedient, zu denen nicht nur Effizienz und Innovation gehören müssen, sondern wo wir auch Nachhaltigkeit unterbringen können. Deshalb bist du der Meinung, dass sie alles leisten kann, was ich mir vom Commoning verspreche, aber sogar noch mehr, nämlich Ideale, die zur Wohlfahrtsmaximierung führen. Ich behaupte dagegen, dass Commoning nicht bedeutet, dass wir Effizienz einbüßen, weil wir dafür die nötigen Technologien haben. Jetzt haben wir immer noch keinen Gewinner.

P: Genau, also nochmal ein Schritt zurück zum Recht. Offiziell lautet das Menschenrecht *Recht auf Zugang zu Wasser*. Ich würde die Betonung auf "Recht" legen. Man kann zwischen negativem und positivem Recht unterscheiden. Mein negatives Recht auf Zugang wäre sichergestellt, wenn andere mich nicht am Zugang zu Wasser hindern. Das positive Recht ist hingegen stärker. Mein positives Recht auf Zugang wäre erst sichergestellt, wenn mir ein Zugang zu Wasser bereitgestellt werden würde.

S: Und für welche Interpretation plädiert du?

P: In den letzten Jahrzehnten wurden viele Gewässer verschmutzt. Es gibt Fälle, in denen einige Menschen daher keinen Zugang mehr zu sauberem Wasser haben. Man könnte die Umweltverschmutzungen in den letzten Jahrzehnten also als kontinuierliche Verletzung des negativen Rechts sehen. Es ist dann jedoch zynisch, Menschen, zum Beispiel aus dem globalen Süden, nur ein **negatives** Recht auf Wasser einzuräumen mit dem Verweis auf einen frei zugänglichen Gebirgsbach in Deutschland. Ich denke daher, dass Menschen ein positives Recht auf Zugang zu sauberem Wasser haben.

S: Interessant. Ich würde die Betonung ja eher auf das Wort "Zugang" legen. Man kann zwischen Zugang als Chance und Zugang als Verfügung unterscheiden. Zugang als Chance meint, dass der Zugang noch an weitere Bedingungen geknüpft ist. In diesem Fall wäre mein Recht auf Wasser dann gesichert, wenn ich nicht an dessen Erwerb gehindert werde, aber die Mittel zum Erwerb muss ich selbst mitbringen. Es ist nur formal bzw. rechtlich gesichert. Aber Zugang als Verfügung ist stärker. Es sind keine weiteren Bedingungen daran geknüpft. Das heißt, dass ich tatsächlich jederzeit materiell über Wasser verfügen können muss, damit mein Recht auf Wasser erfüllt ist. Es ist nicht nur formal, sondern substantiell gesichert.

P: Und wofür plädierst du?

S: Für das zweite natürlich. Wir haben ein Grundbedürfnis auf Wasser. Es ist eines der Dinge, die für alles andere eine Grundvoraussetzung darstellen. Ich brauche bestimmte Dinge wie Wasser, Nahrung, Dach über dem Kopf und so weiter, um überhaupt so etwas zu machen wie einen Job zu suchen und Geld zu verdienen. Von solchen Bedingungen darf meine Verfügung über Wasser nicht abhängen.

P: Das entspricht auch meiner Intuition. Könnten wir uns nicht darauf einigen, dass jeder Mensch ein positives Recht auf Zugang zu Wasser hat, womit gleichzeitig das Recht auf substantielle Verfügung über Wasser einhergeht?

S: An sich könnte ich dir zustimmen. Aber meine Kritik an deiner Position war, dass die Kommodifizierung nur so aussieht, als könne sie diese Bedingungen erfüllen. Selbst wenn du der Meinung bist, dass du damit substantielle Verfügung gesichert hast, würde ich behaupten, dass man höchstens bei formaler Verfügung landet. Denn die substantielle Verfügung ist noch an andere Bedingungen geknüpft. Zu sagen, Kommodifizierung sei geeignet, um ein Recht auf Wasser abzusichern, halte ich für komplett idealistisch.

P: Da widerspreche ich dir! Damit die Umsetzung von Wasser als Gemeingut wirklich gelingt, müssen doch eine große Anzahl von Bedingungen erfüllt sein. Außerdem bezweifle ich, dass viele Menschen Lust haben ihre Freizeit damit zu verbringen, über die Verteilung der lokalen Wasserressourcen abzustimmen oder Preise festzulegen. In der Theorie hören sich Commons nett an, aber in der Realität funktionieren sie nicht. Ich denke: Du bist hier die Idealistin!

S: Schön, dass wir dort enden, wo die besten philosophischen Debatten enden - wir werfen uns gegenseitig Idealismus an den Kopf und am Ende sucht irgendjemand anderes einen realistischen Mittelweg.

P: Das überlassen wir dann unseren Leser:innen.

2. Klimaanpassung im deutschen Kartoffelbau

Ausgearbeitet von Jonas Wittern, Richard Berner und Johannes Nöfer

Einleitung

Wasser ist für die landwirtschaftliche Produktion und die Ernährungssicherheit unerlässlich. Weltweit stammen über 40 % der produzierten Lebensmittel von bewässerten Flächen, diese machen jedoch lediglich 17 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche aus (Feres, Soriano 2007:147). Obwohl aktuell rund 70% des gesamten Wasserverbrauchs dem Agrarsektor zugeschrieben werden können (FAO 2008), wird jedes Jahr in vielen Regionen der Welt durch einen zu geringen Wassereinsatz der Ertrag von Kulturen gemindert (Jones 2014:331). Hinzu kommt, dass die Wasserverfügbarkeit in vielen von der Landwirtschaft abhängigen Regionen geringer wird (Obidiegwu et al. 2015:2). Feres, Soriano (2007:147) betonen, dass obwohl zukünftig eine unzureichende Wasserverfügbarkeit für Bewässerungszwecke eher die Regel, als die Ausnahme sein wird und Bewässerungen in vielen Regionen ohne den geringsten Sinn für Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit erfolgen. Anstatt die Produktion weiterhin in der Einheit kg pro ha anzugeben, wird aus ihrer Sicht die Einheit der Zukunft Liter Wasser je produziertem kg Nahrung lauten. Obidiegwu et al. (2015:15) kommen zu dem Schluss, dass die wohl größte Herausforderung in der Landwirtschaft für die nächsten Jahrzehnte darin liegen wird, die Ertragsfähigkeit unter reduzierter Wasserverfügbarkeit beizubehalten.

Die globale Wasserknappheit wirkt sich unterschiedlich auf nationaler Ebene aus. In Deutschland müssen Landwirte bereits Beregnungswasser beantragen, dieses wird in der Regel für einen Zeitraum von 10 Jahren vergeben und auf ein jährliches Maximum von 80 l/m² festgelegt (Top Agrar 2019). Ziel ist es, dem Grundwasserkörper nicht mehr Wasser zu entnehmen, als an Neugrundwasser entsteht. Wegen der Trockenheit ist jedoch in einigen Regionen bereits nach der Hälfte der Jahre das ganze Kontingent verbraucht (Report München 2019: Min. 2:30). Für die zukünftige Wasser- als auch für die Ernährungssicherheit besteht global einerseits die Notwendigkeit, national weniger Wasser in der Landwirtschaft zu verbrauchen, andererseits ist eine intensivere Wassernutzung in der Landwirtschaft ein Schlüsselement für eine nachhaltige Intensivierung der Nahrungsmittelproduktion global (World Bank 2019).

Nach Reis, Weizen und Mais zählen Kartoffeln heutzutage zu dem viertwichtigsten Nahrungsmittel der Welt und sind für mehr als 1,4 Milliarden Menschen ein Grundnahrungsmittel (FAO 2008). Kartoffeln, die sich einerseits durch ihr oberflächliches Feinwurzelwerk, in dem tiefgehende Pfahlwurzeln fehlen, charakterisieren (Nitsch 2013:37),

andererseits mit der geringen Speicherfähigkeit von Bodenwasser der Sandböden, auf denen sie normalerweise kultiviert werden, reagieren sehr sensibel auf Trockenstress (Rud et al. 2014) und schon relativ kurze Trockenperioden können eine signifikante Reduzierung an marktfähigen Knollen bewirken (Walworth, Carling 2002:387). Die Trockenheit des Sommers 2018 hat sich in der Kartoffelproduktion in Deutschland deutlich bemerkbar gemacht. Der durchschnittliche Hektarertrag betrug 2018 353,838 dt ha⁻¹. Das sind Ertragseinbußen von 24,4 % zu 2017 und 20,5 % zum sechsjährigen Mittel (2012 bis 2017) (BLE 2019).

Meyer (2016:36), ein Landwirt aus Niedersachsen, traf folgendes Urteil:

„Beregnung ist alternativlos, sonst ist der Standort hier tot.“

Spohrer (2015:12) berichtet, dass auch in Deutschland der Klimawandel nicht mehr aufzuhalten sei, sich in Form von ausgeprägter Sommertrockenheit ausdrückt und aus dem damit einhergehenden erhöhten Bewässerungsbedarf erwartet er geringer werdende Wasserreserven.

Im Rahmen der Förderung der Themenklasse „Nachhaltigkeit & Globale Gerechtigkeit“ haben wir mit verschiedenen Akteuren der Kartoffelwirtschaft Interviews geführt. Ziel der Arbeit ist es, Ideen, Reaktionen und Probleme der deutschen Landwirtschaft in der Anpassung auf die veränderten Klimabedingungen vorzustellen, um eine Einschätzung zu zukünftigen Entwicklungen im Kartoffelanbau treffen zu können. Einen besonderen Fokus haben wir auf die Anbautendenzen, die Bewässerungstechnik und -steuerung, sowie die Schädlingsbekämpfung gelegt.

2.1 Interviewpartner

Damit nachfolgende Kommentare in den folgenden Abschnitten eingeordnet werden können, sollen die folgenden kurzen Beschreibungen einen Überblick über den Hintergrund der vier befragten Akteure geben:

Berater F. ist Sachgebietsleiter für Beregnung in einer Bezirksstelle einer Landwirtschaftskammer. Darüber hinaus ist er Geschäftsführer eines relevanten Fachverbands. Er zählt seit vielen Jahren als einer der profiliertesten Experten für Bewässerung in Deutschland und setzt den Fokus des Einsatzes effizienter, ressourcenschonender Technologien auf den Nutzen einer nachhaltigen Produktion.

Wissenschaftlerin K. promovierte zu Einflüssen von Nährstoffen auf die Qualität und den Ertrag von Kartoffeln. Sie arbeitet heute als Postdoktorandin an einer renommierten Universität in verschiedenen Forschungsprojekten zur Kartoffelpflanze, unter anderem in einem Versuch, der sich mit der Wurzelaktivität von Kartoffeln im Unterboden beschäftigt.

Landwirt O. hat einen Betrieb im Osten Niedersachsens und baut auf knapp 40 Hektar konventionell Kartoffeln an. Der Betrieb befindet sich ab Sommer 2020 in der Umstellung zum ökologischen Landbau, in Zukunft sollen auf 30 Hektar Bio-Speisekartoffeln erzeugt werden. Herr O. studierte Agrarwissenschaften, sowie Prozess- und Qualitätsmanagement.

Berater G. ist promovierter Agrarwissenschaftler und Leiter einer Bezirksstelle der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Er gilt seit vielen Jahren als Experte für die Auswirkungen des Klimawandels auf den deutschen Kartoffelbau und publizierte schon mehrfach zu diesem Thema.

2.2 Anbautendenzen

Die veränderten Anbaubedingungen von Kartoffeln, die durch die zunehmenden Sommertrockenheit immer deutlicher werden (Spohrer 2015), stellen die Landwirtschaft vor Herausforderungen. Anbautechniken und Sortenwahl müssen sich in den nächsten Jahren auf die veränderten Bedingungen einstellen. Wissenschaftlerin K. schlägt vor, dem Anpassungsdruck offen zu begegnen, sie sieht darin „*viel Potential*“. Man solle „*einerseits schauen, was mit Sorten zu machen ist und dann {...} das Wasserhaltevermögen im Boden verbessern oder die Durchwurzelbarkeit erhöhen*“. Ähnliche Maßnahmen sieht auch der Landwirt O. für den Kartoffelanbau in den kommenden Jahren auf seinem Betrieb vor. Er geht davon aus, dass der Weg über verbesserte Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau⁷ gehe. Das sei zwar kritisch zu sehen, da man mit dem Humusaufbau Pilzerreger und andere Schädlinge stärken, aber für ihn sei es wichtig, den Boden in den Jahren zwischen den Kartoffeln möglichst wenig zu bewegen. Auch Berater F. sieht Handlungsspielräume, das Wachstum der Kartoffel auch bei hohen Temperaturen im Sommer durch gezielte Maßnahmen zu sichern: „*30 Grad sind der Kartoffel zu warm, dann steht die nur noch, dann wächst sie nicht mehr. Die Beregnung hat dann auch eine Art Kühleffekt für den Bestand. Wenn er dann feucht ist und die Kartoffel verdunsten kann, dann kann sie sich auch durch die Verdunstungskälte eine gewisse Abkühlung verschaffen.*“

In den Interviews hat sich bei allen Gesprächsteilnehmer:innen gezeigt, dass eine Verschiebung von Anbaumethoden und Anbaugebieten, nicht jedoch eine Einschränkung des Anbaus selbst zu erwarten ist.

⁷ Humus meint die fruchtbare Schicht des Bodens, die biologisch, chemisch und physikalisch gepflegt werden kann.

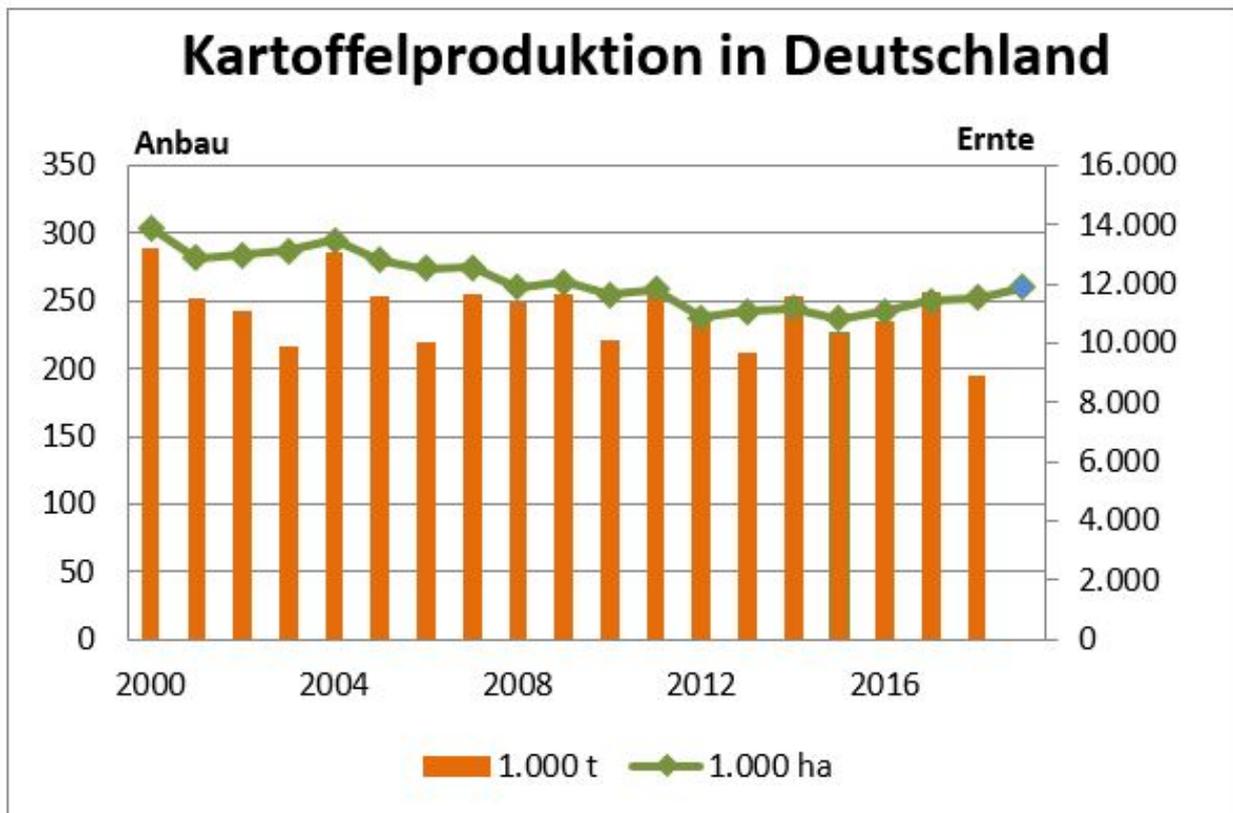


Abbildung 1 Erntemengen in Deutschland. Quelle: UNIKA e.V.

Das Bundesamt für Statistik verzeichnet eine Steigerung der Anbaufläche in Deutschland von 250.500 Hektar im Jahr 2017 auf 271.600 Hektar im Jahr 2019 (Stand 22. Januar 2020). Eine Fortsetzung dieses Trends, beziehungsweise eine Stagnation, erwartet auch Landwirt O.:

„Gerade bei den spezialisierten Kartoffelanbaugebieten {werden} so lange Kartoffeln angebaut, wie es geht. Aber trotzdem sind sich alle bewusst, dass die Wassermengen nicht reichen, wenn jetzt nochmal so ein niederschlagsarmes Jahr kommt. {...} Die Konsequenz müsste also sein, dass der Kartoffelanbau in den nächsten Jahren zurückgefahren wird. Wenn man das beobachtet, sieht man aber, dass das nicht passiert.“

Daraus wird deutlich, dass die Klimaveränderungen der vergangenen Jahre in der Kartoffelbranche zwar ein Thema sind, den Umfang des Anbaus jedoch nicht einschneidend beeinflussen. Das liegt auch an der Vorrangstellung im Kartoffelanbau, die Deutschland in Europa hat. Laut der UNIKA e.V. belegt Deutschland mit einer Erntemenge von über 8,9 Millionen Tonnen Kartoffeln in der EU Platz Eins (Stand 2018). Die Kartoffel spielt in vielen landwirtschaftlichen Betrieben wirtschaftlich eine so essenzielle Rolle, dass ein weiteres „niederschlagsarmes Jahr“ ein „Desaster“ für die Kartoffelanbauer:innen in Deutschland wäre (Landwirt O.). Für Expert:innen aus Verbänden und der Wissenschaft, sowie für den befragten Landwirt, scheinen innovative Maßnahmen, die eine ausreichende Versorgung der Kartoffel

mit Wasser in den heißen und trockenen Sommermonaten sicherstellen, demnach unausweichlich. Insgesamt bedienen sich die Praxis und der Markt zunächst einmal jedoch an konservativen Methoden, wie eine Ausweitung der Bewässerungsmengen für die Kartoffel, eine Verlagerung des Anbaus hin zum Anbau auf besseren Böden mit einer höheren Wasserspeicherkapazität und die Lagerung in Kühllhallen. Berater G. von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen im Kreis Uelzen fragt sich deshalb zu Recht: „Was machen wir denn, wenn das Wasser für die Beregnung nicht mehr im erforderlichen Maße zur Verfügung steht?“. Er geht davon aus, *„dass {...} Betriebe versuchen im Kartoffelanbau zu bleiben und die sich durch den Klimawandel andeutenden Probleme durch technische Hilfen zu lösen“*. Anpassungsmöglichkeiten würden jedoch zunehmend eingeschränkt (2019). Eine Anpassung durch eine gezielte Sortenwahl wird beispielsweise zum einen durch die beschränkte Wurzel- und Knollausprägung der Kartoffel auf 30 Zentimeter Tiefe und zum anderen durch den Markt beschränkt. Es müsse im Speisekartoffelmarkt am Ende das angebaut werden, was der Handel an Sorte fordere, so Berater G.

Die befragten Expert:innen erwarten also trotz der erschwerten Anbaubedingungen durch den Klimawandel keinen Rückgang des deutschen Kartoffelanbaus. Um eine Wasserunterversorgung und Hitze- oder Lagerschäden zu vermeiden, werden die Investitionen in technische Hilfsmittel, besonders in Bewässerungs- und Kühltechnik, und das Ringen um Wasserentnahmerechte die Zukunft des Kartoffelanbaus in Deutschland bestimmen. Hinzu kommt ein gesteigertes Interesse an der Ressource Boden: diversifizierte Fruchtfolgen, eine eher extensive Bewirtschaftung der Flächen zwischen den Jahren mit Kartoffeln und eine Tendenz zum Anbau auf Böden mit einer hohen Wasserspeicherkapazität scheinen eine immer größere Rolle zu spielen.

2.3 Bewässerungstechnik und -steuerung

Die zunehmende Kultivierung von Kartoffeln in ariden Regionen mit häufigen Trockenperioden lässt zukünftig verstärkte Auswirkungen von Wassermangel im Kartoffelanbau erwarten (Monneveux et al. 2013:77). Prognosen sagen für das Jahr 2050 als Folge von zunehmendem Trockenstress einen weltweiten Rückgang von 18% bis 32% in den Kartoffelerträgen voraus (Hijmans 2003:84). Die steigende Notwendigkeit der Bewässerung auf bisher unbewässerten Flächen (Fricke 2017:65), die in vielen Regionen zunehmend geringer werdenden Wasserreserven und der dadurch steigende Preis für Bewässerung, unterstreichen die Bedeutung der Entwicklung von Strategien, die ohne Ertrags- und Qualitätsminderungen Wasser in der Landwirtschaft einsparen (Levy, Coleman 2014:17).

Anter et al. (2017:82) berichten, dass heutzutage die Erfahrungen der Landwirte in Kombination mit agrarklimatischen Berechnungsmodellen die Grundlage sind, auf der die

Entscheidungen über Zeitpunkte und Mengen einer Bewässerung getroffen werden. Um den Bestand zum richtigen Zeitpunkt mit der angemessenen Menge Wasser zu versorgen, wird ein möglichst präziser Einblick in den aktuellen Versorgungsstand der Pflanze mit Wasser benötigt. Jones (2004:2428) betont, dass die aussagekräftigsten Informationen über den Wasserversorgungsgrad in Reaktionen zu finden sind, welche direkt von den Pflanzen ausgedrückt werden. Der *Crop Water Stress Index (CWSI)* wird verwendet, um basierend auf der Blattoberflächentemperatur Trockenstress an Pflanzen zu erfassen (Yuan et al. 2004:154). Der Zusammenhang zwischen der Blattoberflächentemperatur und dem Trockenstress beruht auf der Tatsache, dass ausreichend mit Wasser versorgte Pflanzen ihre Stomata öffnen, folglich bewirkt die kühlende Wirkung der Transpiration einen Abfall in der Temperatur der Blattoberflächen (Erdem et al. 2006:206).

Als Experte für Bewässerung, äußerte sich Berater F. bezüglich des Einsatzes des *CWSI*, um bedarfsgerechte und zeitlich optimale Bewässerungsentscheidungen in der Praxis zu treffen, wie folgt: *„In Zukunft könnte man mit einer Drohne die Bestände überfliegen und deren Temperatur messen. Hierzu muss jedoch ganz klar sein, dass wenn ein bestimmter CWSI gemessen wird, die Bodenfeuchte bei der und der nutzbaren Feldkapazität ist und ab wann ich berechnen muss. Der Rückschluss, der ist noch nicht so ganz eindeutig klar, da ist noch Forschungsbedarf.“*

Neben der Bewässerungssteuerung können auch verschiedene Bewässerungstechniken (Abb.2 - 5) Einfluss auf die Effizienz der Bewässerung nehmen.



Abbildung 2 Positionierung der Schläuche auf der Dammkrone in der Tröpfchenbewässerung. Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 4 Wassereinsatz durch Furchenbewässerung. Quelle: Eigene Aufnahme



Abbildung 3 Düsenwagen. Quelle: BLE 2020



Abbildung 5 Regenkanone in Getreide. Quelle BLE 2020

Für die Anwendung einer Tröpfchenbewässerung (Abb. 2) - eine in ariden Regionen zunehmend vermehrt genutzte Bewässerungstechnik - spricht die besonders hohe Wassernutzungseffizienz in Kombination mit einer präzisen Allokation des Wassers (El-Hendawy et al. 2007:836). Berater F. bestätigte, dass auch hierzulande die Landwirte sehr bemüht sind, den Nutzen des Wassereinsatzes zu maximieren: „Der Trend ist auf jeden Fall da, dass man versucht mit den wenigen Millimetern, die man nur hat, möglichst effizient umzugehen. Wer nur 60 oder 80 Millimeter Wasser je m² zur Bewässerung zur Verfügung hat - das sind zwei bis drei Regengaben - der muss diese natürlich möglichst gewinnbringend einsetzen.“

Denn, wie Berater G. ergänzte: „... ist jede Wassernutzung genehmigungspflichtig und gesteuert vom Umweltministerium. Es wird genau geguckt, wie viel Wasser insgesamt zur

Verfügung steht und wie viel entnommen werden darf, ohne ökologische Schäden im Naturhaushalt hervorzurufen.“

Auch Landwirt O. betonte: *„Wir müssen angeben, wie viel wir von den Brunnen aus verregnet haben.“* Jedoch sagte er ergänzend: *„... eine Kontrolle hatte ich aber noch nie.“*

Welche Bewässerungstechnik in Deutschland sinnvoll für eine effektive und effiziente Bewässerung ist und sich in der Praxis durchsetzt, hängt nach Aussagen der Experten der Landwirtschaftskammer Niedersachsen von wirtschaftlichen Faktoren, der Wasserverteilung, sowie Energie- und Arbeitsaufwand ab: *„Die Regenkanone⁸ ist ja hierzulande zu 98 % verbreitet. Die effizientere Technik, die das Wasser besser und bodennäher verteilt, sowie die Verluste minimiert, weil einfach dieser Strahl nicht so weit durch die Luft geschmissen wird, ist der Düsenwagen⁹“* berichtete Berater F. und ergänzte: *„Insgesamt ist das System Tröpfchenbewässerung zu teuer und arbeitsaufwendig, als dass sie großflächig angewandt wird. Den Betrieben ist das oft zu viel, weil man ja letztendlich nicht weiß wie das Jahr wird. 2017 - ein Jahr wo Bewässerung kaum eine Rolle spielte - ist noch nicht lange her.“*

Steduto et al. (2012:435) Aussage über die hohe Ertragsrelevanz einer Bewässerung während der Knollenbildung und dem frühen Knollenwachstum stimmte auch Landwirt O. aus eigener Praxiserfahrung zu: *„Wenn die Kartoffelpflanze beim Knollenansatz nicht bewässert wird, hat man später oft Probleme mit Kartoffelschorf. Beregnung ist also nicht nur für den Ertrag essenziell, sondern auch für die Qualität der Kartoffeln.“*

Eine Divergenz ist demgegenüber zwischen den Empfehlungen des BLE 2020 erkennbar. Ein effizienter Einsatz des Betriebsmittels Wasser gewinnt an Bedeutung und deshalb sollte jeder Millimeter Wasser möglichst gewinnbringend eingesetzt werden. Entsprechend sind die Beobachtungen von Landwirt O.: *„In unserer Region wird einfach nach Bedarf großflächig beregnet, obwohl die Flächen eigentlich ganz unterschiedlich sind. Dadurch ist es an einer Stelle zu viel, an der anderen zu wenig“.*

Als Ausblick in die Zukunft, in der das Wasser für die Beregnung nicht mehr im erforderlichen Maße zur Verfügung stehen könnte, kann sich Berater G. folgendes vorstellen: *„Wenn es mit den Wasserkontingenten noch enger wird, mag es durchaus sein, dass sich die Frage nach effizienteren Techniken wie der Tröpfchenbewässerung, wo es ja auch noch technischen Fortschritt gibt, auch noch im Bewusstsein weiter nach vorn dringen und dann auch tatsächlich eingesetzt werden.“*

⁸ Abb. 4

⁹ Abb. 3

2.4 Tierische Schaderreger

Verschiedene durch den Klimawandel bedingte Veränderungen haben bereits heute einen signifikanten Einfluss auf tierische Schaderreger im Kartoffelbau in Deutschland. Die Effekte werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten an Intensität gewinnen. Oft liegen die Tagesdurchschnittstemperaturen noch unter dem für die wechselwarmen Schädlinge optimalen Bereich. Die steigenden Temperaturen können zu erhöhten Reproduktionsraten und zur Bildung zusätzlicher Generationen führen. Die milderen Temperaturen im Winter machen eine vermehrte Lebendüberwinterung und einen früheren Befall im Folgejahr möglich (Krengel et al. 2014:2). Das erhöhte Aufkommen tierischer Schaderreger lässt sich jedoch nicht monokausal über eine erhöhte Temperatur erklären. Die Insekten werden auch durch die Verteilung von Niederschlägen und Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Nimmt man verringerte Niederschlagsmengen im Sommerhalbjahr an, kann sich das negativ auf die optimale Luftfeuchtigkeit auswirken, die erhöhten Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr können jedoch Pilzinfektionen bei Schädlingen begünstigen, die für eine höhere Sterberate sorgen. Mit Hilfe von Simulationsmodellen (SIMEP) können eine Vielzahl komplexer Einflussfaktoren berücksichtigt werden, um eine regional spezifische Populationsdynamik z.B. des Kartoffelkäfers vorherzusagen (Krengel et al.2014:1).

Neben kontinuierlichen Temperaturveränderungen haben auch zunehmende Extremwetterereignisse wie Hitze, Dürre, Dauerregen oder Spätfrost einen Effekt auf tierische Schaderreger im Kartoffelbau. Seidel (2017:126) legt dar, dass es nach Hitzeereignissen 2013 und 2015 in Bayern zu einer starken Zunahme des Befalls von Erdräupen (*Agrotis* sp.) kam. Es bestand im Sommer 2013 ein Niederschlagsdefizit und Hitze um 35°C, die Erdräupen wurden durch diese Temperaturbedingungen ebenso gefördert, wie der verursachte Schaden der Larven an den Knollen. Die hohen Temperaturen führten weiterhin dazu, dass Transportprozesse in den Pflanzen zum Erliegen kommen, weshalb Insektizide geringere Wirkung zeigten. Dies begünstigte auch die Vermehrung der Kreuzdornblattlaus¹⁰.

Die Ergebnisse der aktuellen Forschung spiegeln sich auch in den Berichten, die in den durchgeführten Experteninterviews zutage traten. So äußert sich Berater G. besorgt im Hinblick auf seine Erfahrungen der letzten Jahre in Bezug auf tierische Schaderreger: *„Wir haben also mit dem trockeneren Klima schon mit zunehmenden und anderen Schaderregern zu tun, worauf dann durch resistente Züchtung wiederum reagiert werden kann. Aber es gab im Rheinland einen großen Spinnmilbenbefall, etwas was wir im Kartoffelanbau bisher selten kannten, die schwierig zu bekämpfen sind. Wir hatten Blattlausjahre, wo die Blattläuse*

¹⁰ a. frangulae

überwintert haben und virusbeladen auf die Bestände eingeflogen sind, was die Pflanzkartoffelvermehrung erschwert. Vielleicht müssen wir auch irgendwann mal mit zwei oder mehreren Generationen Kartoffelkäfer rechnen, wie das in anderen Ländern durchaus der Fall ist.“

Gleichzeitig äußerte er sich besorgt im Hinblick auf eingeschränkte Handlungsmöglichkeiten der Landwirt:innen: *„Ich denke an das Verbot der Neonicotinoide, die die Bekämpfungsmöglichkeiten bei Insekten einschränken, auch andere Mittel werden sehr kritisch betrachtet. Neuzulassungen gibt es nur wenig, sodass die Probleme im Pflanzenschutzbereich mehr werden und gleichzeitig die traditionellen Handlungsmöglichkeiten, sprich Einsatz entsprechender Mittel deutlich geringer wird.“* Zielkonflikte würden oft nicht diskutiert, man fordere Klimaschutzmaßnahmen der Landwirte, schränke aber gleichzeitig manche Anpassungsmaßnahmen ein.

2.5 Fazit

Veränderte Klimabedingungen haben bereits spürbare Effekte auf die deutsche Landwirtschaft und dies wird sich in den kommenden Jahren und Jahrzehnten intensivieren (Gömann et al. 2017:184). Vor allem Extremereignisse wie die Trockenheit des Sommers 2018 und die daraus resultierenden Ertragseinbußen scheinen dies immer mehr ins Bewusstsein der Betroffenen zu rufen. In Interviews mit verschiedenen Akteur:innen des Kartoffelbaus in Deutschland wollten wir mehr über Problemstellungen, Ideen und das Stimmungsbild erfahren.

Damit vermehrter Sommertrockenheit zu rechnen ist, wird die Bewässerung im Kartoffelanbau zunehmend alternativlos, damit Ertragsverluste begrenzt werden können. Da in einigen Regionen jedoch mit zunehmend geringer werdenden Wasserreserven und dadurch steigenden Preisen zu rechnen ist, gewinnen Strategien an Bedeutung, die ohne Ertrags- und Qualitätsminderung Wasser einsparen (Levy, Coleman 2014:17). Die Befragten rechnen mit einem Ausbau bestehender bzw. modernerer Technik. Neben dem Einsatz von z.B. Messdrohnen werden auch teurere und arbeitsaufwendigere Methoden wie die Tröpfchenbewässerung nicht mehr ausgeschlossen. Steigende Tagesdurchschnittstemperaturen in Deutschland sorgen auch für das vermehrte Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Pilzbefall und tierischen Schaderregern, auf welche exemplarisch eingegangen wurde. Die wechselwarmen Schädlinge erhöhen ihre Reproduktionsraten, es kommt zu Bildung zusätzlicher Generationen oder zu vermehrten Lebendüberwinterungen (Krengel et al. 2014:2). Berater G. berichtet von zunehmenden Spinnenmilben- oder Blattlausbefall. Seine Erfahrungen decken sich mit dem Stand der Forschung, in denen auch

Extremwetterereignisse wie Trockenheit als förderlich für verschiedene Schaderreger¹¹ identifiziert werden (Seidel 2017:126). Besorgt äußert er sich darüber hinaus, dass Anpassungsmethoden für die Landwirte zunehmend erschwert würden. Als Beispiel führt er das Verbot von Neonicotinoiden und die erschwerte Neuzulassung von Pflanzenschutzmitteln an.

Die Kartoffel spielt für viele Betriebe finanziell eine essenzielle Rolle, unter anderem deshalb ist nicht mit einer Verringerung des Anbaus zu rechnen. Da ein weiteres niederschlagsarmes Jahr wie 2018 ein finanzielles „Desaster“ (Landwirt O.) für viele Landwirt:innen wäre, rechnen die Befragten mit einer Reihe von Anpassungsstrategien. Zunächst versuche man die Ausweitung der Bewässerungskapazitäten, die Verlagerung des Anbaus auf bessere Böden mit höherer Wasserspeicherkapazität und den Ausbau von Kühlhäusern, um Hitze- und Lagerschäden zu vermeiden. Es gäbe zwar Sorten, deren Erträge weniger unter Hitzestress leiden, eine Anpassung durch gezielte Sortenwahl werde durch die beschränkte Wurzel- und Knollenausprägung der Kartoffel und die Nachfrage auf dem Markt aber beschränkt. Deutschland hat mit 8,9 Mio. Tonnen (UNIKA e.V. 2018) pro Jahr die größte Erntemenge im europäischen Kartoffelbau und die Befragten erwarten auch diesbezüglich keinen Rückgang. Eher steige das Interesse an der Ressource Boden als Wasserspeicher und -lieferant für die Pflanze, sowie an technischen Hilfsmitteln, wie Bewässerungs- und Kühltechnik.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Kartoffelanbau in Deutschland zwar vor einigen Veränderungen und Herausforderungen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten steht, diese werde die Branche aber nicht vor unlösbare Probleme stellen. Eine Hauptvoraussetzung bleibt eine ausreichende Wasserversorgung für die Kulturen, weshalb zunehmend in effiziente Bewässerungstechnik investiert werden wird. Dort, wo aktuell mit Bewässerung profitabel angebaut werden kann, wird das auch in Zukunft möglich sein (Berater G.). Dem vermehrten Schädlingsbefall muss, wie in der gesamten Landwirtschaft, mit innovativen Maßnahmen begegnet werden. Extremwetterereignisse wie der Sommer 2018, mit hohen Ertragseinbußen, bleiben für die gesamte Branche ein schwer kalkulierbares Risiko.

¹¹ z.B. Erdraupen

3. System Dynamics: Systemdynamische Modellierung der Folgen von Dürre auf Landwirtschaft

Ausgearbeitet von Nelly Unger, Marie Prutzer und Michaela Dabberger

Einleitung

In Zeiten des Klimawandels bleibt auch Deutschland nicht von den direkten Auswirkungen verschont (Eckstein *et al.*, 2019). Ausbleibende Niederschläge und die dadurch hervorgerufene Trockenheit und Dürreperioden stellen eines der zentralen Probleme dar, mit denen die ganze Welt konfrontiert ist (Trenberth *et al.*, 2014; Dai, Zhao and Chen, 2018; Xu *et al.*, 2019). Dürren gelten als eine der kostspieligsten Naturkatastrophen, die neben erheblichen Umweltweltschäden häufig auch enorme sozioökonomische Verluste verursachen (Wilhite, 2000). Beispielsweise erlebte Europa 2003 eine der schwersten Dürreperioden der Geschichte (Fink *et al.*, 2004; Luterbacher *et al.*, 2004), die allein im deutschen Agrarsektor für einen geschätzten Schaden von 1,5 Milliarden Euro verantwortlich war (COPA COGECA, 2003). Mit der Dürre von 2018 bis Ende 2019 wurde Deutschland auch in jüngster Vergangenheit mit den Auswirkungen des Klimawandels konfrontiert (Deutscher Wetterdienst, 2019). Wie jede Dürre bringt auch diese viele Fragestellungen und Unsicherheiten mit sich, wobei die Landwirtschaft stets eine zentrale Rolle einnimmt (Wilhite, Svoboda und Hayes, 2007; Zink *et al.*, 2016).

Ziel unserer Forschung war es, die mit der Dürre 2018, 2019 einhergehenden Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion darzustellen. Damit wir die Beziehungen zwischen verschiedenen Faktoren verstehen und deren Zusammenhänge visuell abbilden können, haben wir den Ansatz der Systemdynamischen Modellierung (SDM) genutzt. Systemdynamische Modellierung ist ein Tool zum Verständnis von Ursache-Wirkungs-Beziehungen in komplexen Systemen, das zunehmend für Entscheidungsfindungsprozesse eingesetzt wird. Aufgrund der Komplexität der Systeme erfordert die Modellierung allerdings eine inhärente Vereinfachung bestimmter Komponenten und Beziehungszusammenhänge, wodurch an verschiedenen Knotenpunkten Mehrdeutigkeiten oder sogar Widersprüche verursacht werden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Methode für Systeme mit sozialen Komponenten angewendet wird (Ford and Ford, 1999; Sterman, 2002, 2010).

In unserem Modell widmen wir uns neben der Veranschaulichung verschiedener Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der Landwirtschaft unter dem Einfluss einer Dürre auch den Unsicherheiten, die sich aus der Simplifizierung einer komplexen Realität ergeben. Zu Gunsten der Übersichtlichkeit und des Verständnisses haben wir uns dazu entschieden das Phänomen, wie sich Dürre auf Landwirtschaft auswirkt, in zwei Ebenen aufzuteilen. Auf der

Makroebene widmen wir uns den globalen sozioökonomischen Zusammenhängen, um dann auf der Mikroebene die Faktoren eines landwirtschaftlichen Betriebs in Bezug auf Wasserknappheit genauer zu beleuchten. Die Zusammenstellung der Modellfaktoren, die Richtung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen sowie die damit verbundenen Unsicherheiten erfolgten auf Basis einer ausführlichen Literaturrecherche. Dabei fokussierten wir uns zuerst darauf, wie sich Wasserknappheit auf einen landwirtschaftlichen Betrieb und die damit verbundenen Variablen auswirkt. Die dafür verwendeten Suchbegriffe bewegten sich hierbei im Laufe der Untersuchung von einer sektoralen Betrachtungsweise („water use agriculture“, „system dynamic modelling agriculture“, „system dynamic modelling water use“, „water use efficiency agriculture“) hin zu einer individuelleren, Akteurs-bezogenen Perspektive („environmental awareness agriculture“, „modelling behaviour agriculture“), bevor sie sich über diesen Pfad schließlich im Themenfeld der Unsicherheiten konzentrierten („uncertainty agricultural water use“, „rebound effect“, „uncertainty system dynamic modelling water“).

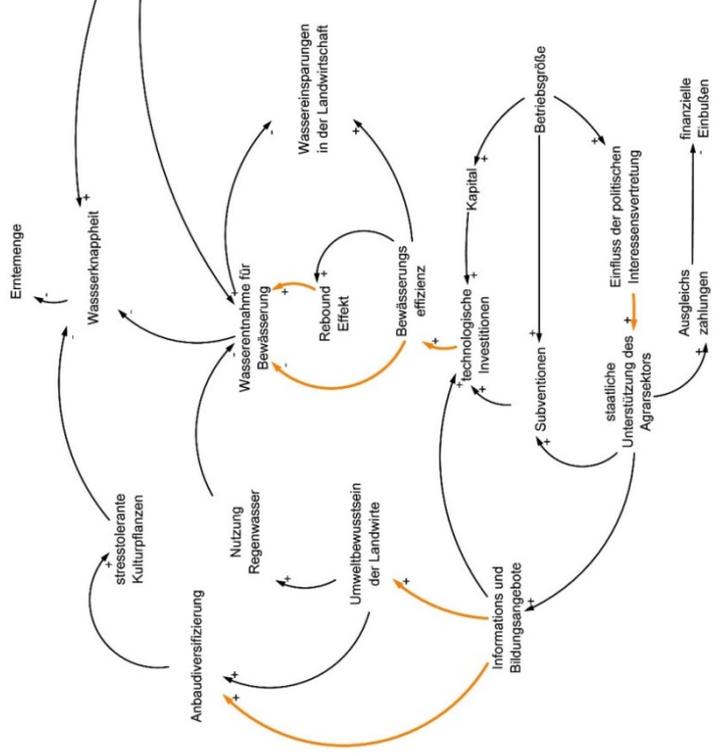
Im nächsten Schritt wurde das mikroökonomische Bild um die makroökonomische Perspektive ergänzt. Dafür wurde zunächst nach Studien gesucht, die sich mit dem Zusammenhang von internationalem Handel und Wasserressourcen auseinandersetzten („international trade virtual water“, „gravity model water“). Anschließend erfolgte eine gezielte Suche nach Handlungsoptionen einzelner Länder im Falle einer Dürre und deren Auswirkungen auf andere Länder („productivity shock agriculture drought“, „trade agriculture water scarcity“, „trade productivity shock agriculture“) sowie zu Abhängigkeitsverhältnissen in Handelsbeziehungen („trade dependency water“, „virtual water dependency“, „trade dependency agriculture“). Somit erfolgte eine holistischere Betrachtungsweise der globalen sozioökonomischen Zusammenhänge und letztendlich auch der Blick auf die Bevölkerung eines Landes und deren Entscheidungsoptionen als Zusammenschluss von Individuen im Hinblick auf nachhaltigen Konsum und nachhaltige Lebensweise. Die Schlüsselbegriffe bei der Recherche starten mit grundlegenden Begriffen zu nachhaltigem Konsum und dessen beeinflussende Indikatoren für Kaufentscheidungen („indicators for sustainable, green consumption“, „purchasing decision and sustainability“, „impacts of sustainable education (on consumption)“, „environmental awareness“, „ecological footprint and consumption“).

Nachfolgend wurden Studien ermittelt, die sich explizit mit den daraus erschließenden Zusammenhang zwischen Bewusstsein/Einstellung und Verhalten und der darin liegenden Unsicherheit auseinandersetzen („awareness/attitude/behaviour and consumption“, effects of environmental knowledge/awareness“, „indicators for less/sustainable consumption“, „environmental awareness gap“, „attitude - behaviour gap“), woraufhin eine weitere Unsicherheit innerhalb der „environmental awareness gaps“ offengelegt und recherchiert wurde: die Kluft zwischen Verhalten und realen Auswirkungen („environmental awareness

gaps“, „impact of green/environmental/sustainable awareness“, „behaviour-impact gap“). Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die beiden systemdynamischen Modelle in Abbildung 6.

Mikroebene

Wasserverbrauch eines landwirtschaftlichen Betriebs



Makroebene

Globale sozioökonomische Zusammenhänge

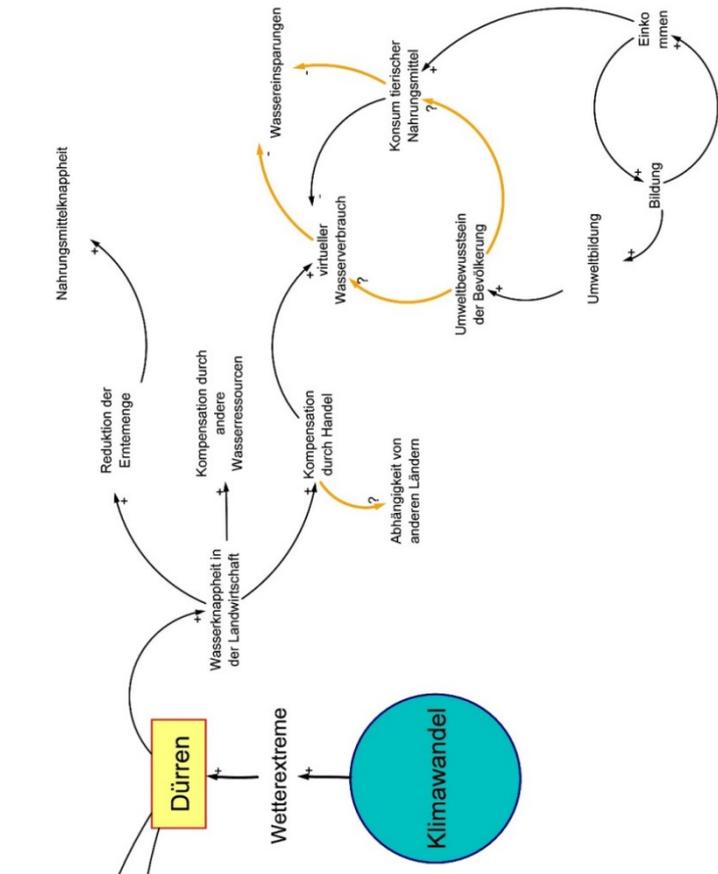


Abbildung 6 Modelldarstellung von Systemdynamiken, die von einem Wassermangel durch Dürre ausgelöst werden.

3.1 Makroebene

Beschreibung

Die rechte Seite von Abbildung 6 ermöglicht eine Betrachtung der sozioökonomischen Wirkungszusammenhänge von Dürreereignissen auf der Makroebene. Dabei soll besonders die globale Reichweite einer Dürreperiode beleuchtet werden. Die Auswirkungen von Wetterextremereignissen einer Region überschreiten Ländergrenzen und Kontinente. Ein zentraler Grund hierfür sind starke wirtschaftliche Verflechtungen in Form von globalen Handelsströmen. Diese ermöglichen es, Ernteauffälle in der Landwirtschaft zu kompensieren (Varis, Keskinen and Kummu, 2017; Motoshita *et al.*, 2018). Da folglich Wasser in Form von Produkten gehandelt wird, kann sich die Wasserknappheit eines Landes auf die Verfügbarkeit von Wasser in anderen Regionen der Welt auswirken (Hoekstra, 2009; Motoshita *et al.*, 2018). Es handelt sich hierbei keinesfalls nur um das in einem Produkt physikalisch enthaltene Wasser, sondern um alles Wasser, das während der Produktion des Produktes benutzt wurde - das sogenannte "virtuelle" Wasser (siehe Box 1, S.38). Der Umgang mit der Wasserknappheit in der Landwirtschaft und daraus resultierenden Ernteauffällen hängt dabei maßgeblich von den Verhaltensweisen der Bevölkerung in Zusammenhang mit ihrem Bildungshintergrund und finanziellen Einkommen ab.

Führt eine Dürre zu Wasserknappheit in der Landwirtschaft, ist mit Ernteauffällen zu rechnen. Bei hohen Ernteauffällen kann - gekoppelt mit unzureichender Lagerhaltung von Vorjahresernten - die Nahrungsmittelsicherheit eines Landes gefährdet sein. Es existieren verschiedenen Handlungsoptionen, um dies zu verhindern. Das rechtzeitige Hinzuziehen anderer Wasserressourcen kann die Dürre-bedingte Wasserknappheit ausgleichen und Ernteauffälle verhindern (Motoshita *et al.*, 2018). Die fehlende Ernte kann durch Importe aus anderen Ländern kompensiert werden. Somit kann die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln gesichert werden. Welche Kompensationsmöglichkeiten bestehen und durchgeführt werden, unterscheidet sich je nach betrachtetem Land (Varis, Keskinen and Kummu, 2017; Motoshita *et al.*, 2018). Zudem besteht in der Wissenschaft kein Konsens darüber, inwieweit Wasserknappheit zu einer wesentlichen Verschiebung internationaler Handelsströme führt (Hoekstra, 2010). In welcher Intensität Dürreereignisse über Handel weitergegeben werden unterliegt folglich einer hohen Unsicherheit. Diese wird im Folgenden näher beleuchtet.

Findet eine Kompensation des Ernteauffalls durch internationalen Handel statt, kann dies zu einer neuen Abhängigkeitsstruktur zwischen zwei Ländern führen. Welcher Richtung die Abhängigkeit folgt, ist dabei nicht immer eindeutig. Das Land mit den Ernteauffällen ist zunächst abhängig von der Versorgung mit internationalen Gütern (Hoekstra, 2009). Die Entscheidungsmacht von Großkonzernen (Sojamo *et al.*, 2012) und mögliche Verkaufszwänge des Handelspartners können das Abhängigkeitsgefälle jedoch schnell

umkehren (Otero, Pechlaner and Gürcan, 2013). Die folgenden Abschnitte beinhalten weitere Informationen zu diesen Zusammenhängen.

Mit dem Handel von Gütern steigt der virtuelle Wasserverbrauch (siehe Box 1, S.38) eines Landes. Ob bei der Produktion der importierten Güter mehr Wasser verbraucht wird als bei der Produktion im Inland, ist unklar. Jedoch ist allein durch den Transport mit einem erhöhten Wasserverbrauch zu rechnen. Ein Anstieg des virtuellen Wasserverbrauchs führt unweigerlich zu negativen Auswirkungen auf eine mögliche Wassereinsparung. Das kann besonders schwerwiegend für Länder sein, die bereits vorher von Wasserknappheit betroffen waren.

Es erschließt sich, dass der Anstieg des virtuellen Wasserverbrauchs stark von der Nachfrage internationaler Güter abhängt. Eine Alternative zum erhöhten Konsum von Importwaren ist die Substitution der Ernteauffälle mit anderen inländisch produzierten Gütern. Um den gesteigerten Verbrauch virtuellen Wassers auszugleichen, können Wassereinsparungen in anderen Bereichen erfolgen, beispielsweise mit einem reduzierten Konsum tierischer Lebensmittel.

Zwei Faktoren, die bei den benannten Handlungsoptionen eine große Rolle spielen, sind die Bildung und das Einkommen der betrachteten Bevölkerung. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Bildung und das Einkommen der Bevölkerung gegenseitig auf positive Weise bedingen (Heckman, Lochner and Todd, 2006; Krenz, 2008). Ebenso ist das Einkommen positiv mit dem Konsum tierischer Produkte korreliert (Hoekstra and Chapagain, 2007). Dies wirkt sich negativ auf Wassereinsparungen aus (siehe Box 1, S.38). Ein erhöhter Bildungsgrad kann jedoch auch die gegenteilige Wirkung haben. Es ist davon auszugehen, dass das Bildungslevel mit dem Grad der Umweltbildung und darüber auch mit dem Umweltbewusstsein positiv korreliert (Pauw *et al.*, 2015). Ob ein erhöhtes Umweltbewusstsein tatsächlich zum geringeren virtuellen Wasserverbrauch oder reduzierten Konsum tierischer Nahrungsmittel führt, ist unklar. Diese Unsicherheit wird im Folgenden mit dem Konzept der „attitude-behavior gap“ erläutert. Somit bleibt ungewiss, ob sich ein erhöhtes Umweltbewusstsein in jedem Fall positiv auf Wassereinsparungen auswirkt. Die Unsicherheit in diesem Wirkungsstrang wird durch das Konzept der „behavior-impact gap“ erweitert. Selbst wenn ein erhöhtes Umweltbewusstsein zu einem geringeren Konsum tierischer Nahrungsmittel oder einem reduzierten virtuellen Wasserbrauch führt, muss dies nicht den gewünschten Effekt der Wassereinsparung hervorbringen. Es lassen sich im folgenden Text weitere Ausführungen zu diesem Thema finden.

Abschließend ist zu erwähnen, dass der Handlungsspielraum von Individuen durch Faktoren wie staatliche Vorgaben und das Produktangebot stark limitiert sein kann. Einzelpersonen

können nur schwer in Entscheidungen, die entlang der Herstellungskette von Produkten getroffen werden, eingreifen. Zudem ist der Umgang mit den Wasserressourcen in vielen Fällen von der staatlichen Infrastruktur abhängig. Dennoch ermöglicht der Blick auf individuelle Konsumententscheidungen eine Annäherung an die Frage, wie das Zusammenwirken von Einzelentscheidungen auf Größen einwirkt, die die Bevölkerung als Ganzes betreffen.

Unsicherheiten

Box 1: Virtuelles Wasser und tierische Nahrungsmittel

Die Produktion von Gütern und Dienstleistungen erfordert im Allgemeinen stets Wasser. Das im Produktionsprozess eines landwirtschaftlichen oder industriellen Produkts verwendete Wasser wird als das im Produkt enthaltene „virtuelle Wasser“ bezeichnet (Hoekstra, 2003). Das Konzept des „virtuellen Wassers“ wurde Anfang der neunziger Jahre von Tony Allan eingeführt (Allan, 1993, 1994). Virtuelles Wasser ist also das Wasser, das in einem Produkt „enthalten“ ist, jedoch nicht im realen, sondern im virtuellen Sinne. Es bezieht sich auf das Wasser, das für die Herstellung des Produkts benötigt wird (Hoekstra, 2003). Die Herstellung tierischer Nahrungsmittel erfordert generell mehr Wasser pro Kilogramm des Erzeugnisses als pflanzliche Nahrungsmittel. Zum Vergleich: Für die Herstellung von 1 kg Getreide benötigen wir 1000-2000 kg Wasser (entspricht 1-2 m³) wogegen für die Produktion von 1 kg Käse 5000-5500 kg Wasser verbraucht werden und für 1 kg Rindfleisch im Durchschnitt sogar 16.000 kg Wasser (Chapagain and Hoekstra, 2003). Das Konzept des virtuellen Wassers lässt sich allerdings nicht nur auf Nahrungsmittel anwenden, sondern auf jegliche non-food Produkte. Beispielsweise werden für die Herstellung eines 32-Megabyte-Computerchips mit 2 Gramm Gewicht 32 kg Wasser benötigt (Williams, Ayres and Heller, 2002). Das bedeutet, dass weniger Konsum und insbesondere weniger Konsum tierischer Nahrungsmittel mit Wassereinsparungen einhergeht.

Aufgrund der Beschreibung des Modells auf der Makroebene und der farblichen Hervorhebung (siehe Abbildung 6) wird ersichtlich, dass die Auswirkungen verschiedener Variablen nicht eindeutig einem verstärkenden (+) oder vermindernenden (-) Effekt zugeordnet werden können. Eine Vereinfachung im Sinne einer eindeutigen Zuordnung würde diese Unsicherheiten außer Acht lassen und das Risiko irrtümlicher Handlungsweisen auf Basis dieses Modells erhöhen. Die Identifizierung dieser Unsicherheiten ist deshalb unerlässlich.

Mit welcher Intensität Dürreereignisse über den Handel weitergegeben werden, hängt wesentlich vom beobachteten Land ab. Eine Aussage mit allgemeiner Gültigkeit lässt sich in

diesem Kontext nicht machen. Tatsache ist jedoch, dass Länder, die bereits durch ein plötzliches Dürreereignis von Wasserknappheit in der Landwirtschaft betroffen waren, schlechtere Chancen besitzen zu Kompensationszwecken auf andere Wasserressourcen zurückzugreifen. Laut Varis et al. (2017) sind besonders Regionen in Nord- und Ostafrika, im Nahen Osten, in Südasien und in China von dieser Situation betroffen.

Als Anpassungsstrategie an langfristige Wasserknappheit nutzen Länder internationale Handelswege. Sie importieren Produkte, die beispielsweise in der Landwirtschaft durch fehlendes Wasser nicht inländisch produziert werden können (Hoekstra, 2009; Varis, Keskinen and Kummu, 2017). Jordanien importiert jährlich beispielsweise fünfmal so viel virtuelles Wasser, wie dem Land an erneuerbaren Wasserressourcen zu Verfügung stehen (Hoekstra, 2009). Auch im Falle eines plötzlich auftretenden Wetterextremereignisses kann diese Kompensationsmöglichkeit genutzt werden. Ob ein Land die Möglichkeit besitzt, die fehlende Ernte durch Importprodukte zu kompensieren, hängt maßgeblich von den sozialen und ökonomischen Voraussetzungen des Landes ab. Um diesbezüglich Aussagen für einzelne Länder treffen zu können, nutzen Varis et al. (2017) das Konzept der gesellschaftlichen Resilienz. Dies beschreibt die Fähigkeit einer Gesellschaft, sich an Veränderungen anzupassen und zu entfalten und basiert auf drei Faktoren: die Wirtschaft, die Regierungsführung und die menschliche Entwicklung. Varis et al. haben in ihrer Studie einen statistischen Zusammenhang zwischen Resilienzfaktoren und der Fähigkeit, mit Nahrungsmittelimporten durch Wasserknappheit bedingte Nahrungsmittelengpässe zu reduzieren, gefunden. Vor allem in Afrika und Teilen Asiens z.B. Afghanistan stelle die Abwesenheit von gesellschaftlicher Resilienz ein Problem für die Nahrungsmittelsicherheit vor dem Hintergrund von Wasserknappheit dar. In Kontrast dazu besäßen z.B. Teile Europas, darunter auch Deutschland, eine hohe gesellschaftliche Resilienz und können im Fall von Wasserknappheit in der Landwirtschaft internationalen Handel als Kompensationsmöglichkeit nutzen.

Inwieweit sich Wasserknappheit jedoch in einer Verschiebung von Handelsströmen widerspiegelt und somit tiefgreifende Auswirkungen auf andere Länder hat, ist nicht eindeutig (Ansink, 2010; Hoekstra, 2010; Motoshita *et al.*, 2018). Ansink findet keinen Beweis dafür, dass Handelsströme durch die „Ausstattung“ eines Landes mit Wasserressourcen bedingt sind. Das bedeutet, dass sowohl Länder ohne Wasserknappheit Nettoimporteure von virtuellem Wasser sowie Länder mit Wasserknappheit Nettoexporteure von virtuellem Wasser sein können. Auch Hoekstra kommt zu dem Schluss, dass andere Faktoren als die Verfügbarkeit von Wasser, wie z.B. Arbeitsproduktivität, Subventionen oder die Verfügbarkeit von Land, ausschlaggebend für internationale Handelsströme von landwirtschaftlichen Gütern seien.

Auch wenn sich Handelsströme aktuell nicht vordergründig auf die jeweilige Ausstattung mit Wasserressourcen zurückführen lassen, zeigt sich dennoch, dass Wasserknappheit zu Veränderungen in einzelnen Handelsströmen führen kann. Die Dürre im Jahr 2018 in Deutschland hat zu einem so enormen Ernteausfall geführt, dass Deutschland nach über zehn Jahren erstmals Nettoimporteur von Getreide war (o.V., 2018). Motoshita et al. (2018) zeigen zudem, dass die Wasserknappheit eines Landes über internationalen Handelsverflechtungen großen Einfluss auf andere Länder haben kann. Die Studie gibt an, dass beispielsweise Deutschland und die Schweiz in der Vergangenheit durch das Beziehen von Importen Wasserknappheit auf bereits gefährdete Länder, wie z.B. Teile Afrikas und Südasiens, übertragen haben.

Hoekstra (2010) fasst die vorangegangenen Erkenntnisse folgendermaßen zusammen: Internationaler Handel habe einen maßgeblichen Einfluss auf Wasserressourcen, indem der Import von virtuellem Wasser die Nachfrage nach Wasser reduziere, während Export von virtuellem Wasser die Wassernachfrage erhöhe. Umgekehrt haben Wasserressourcen laut Hoekstra jedoch keinen maßgeblichen Einfluss auf die Ausrichtung von globalen Handelsströmen.

In welcher Form die Kompensation von Dürre-bedingten Ernteausfällen zu einer Abhängigkeit gegenüber anderen Ländern führt, ist umstritten. Hoekstra und Hung (2002) finden bei einer weltweiten Betrachtung keine Korrelation zwischen der Abhängigkeit von virtuellen Wasserimporten und der Wasserknappheit. Wasserknappheit scheint somit nicht zwangsweise zu einer Abhängigkeit gegenüber anderen Ländern zu führen. Die Datengrundlage stammt jedoch aus dem Jahre 1995 (Hoekstra and Hung, 2002). Dennoch kann durch den Import von virtuellem Wasser ein Abhängigkeitsverhältnis bestehen, wenn der Bedarf an Produkten die dafür benötigten inländischen Wasserressourcen übersteigt. Hoekstra berechnet für die Jahre 1997 bis 2001 eine vergleichsweise hohe Abhängigkeit Deutschlands von virtuellen Wasserimporten (Hoekstra, 2009). In der Literatur wird vielfach vor einer Abhängigkeit virtueller Wasserimporte gewarnt. Während die kurzfristige Kompensation von Ernteausfällen durch den Import von virtuellem Wasser eine wichtige Hilfestellung darstellen könne, gefährde die langfristige Abhängigkeit von virtuellen Wasserimporten die Selbstversorgung und mache das betroffene Land verletzlich gegenüber plötzlich auftretenden Problemen in internationalen Handelsbeziehungen (Hoekstra, 2009, 2010).

Das Exportland kann jedoch ebenso in eine Abhängigkeit zum Importeur geraten. Hierbei handelt es sich jedoch um eine finanzielle Abhängigkeit, nicht um eine Abhängigkeit von virtuellem Wasser. Je abhängiger die Wirtschaft eines Landes von den Einnahmen durch den

Export eines spezifischen Gutes ist, desto eher ist das Land genötigt, Forderungen in der Handelsbeziehung, wie z.B. die Adaption der Preise am globalen Nahrungsmittelmarkt, zu akzeptieren (Otero, Pechlaner and Gürcan, 2013). Weitere Unsicherheiten bezüglich der gegenseitigen Abhängigkeit von Ländern können dadurch entstehen, dass große Agrarkonzerne durch Direktinvestitionen das Machtverhältnis zwischen Staaten beeinflussen (Sojamo *et al.*, 2012).

Darüber hinaus haben wir uns auf der Makroebene auf die Wirkungen fokussiert, die vom Umweltbewusstsein der Bevölkerung ausgehen und sich auf die Höhe der Wassereinsparungen auswirken.

Beim Blick auf das Diagramm erscheint es zunächst einleuchtend, dass ein höheres Umweltbewusstsein der Bevölkerung zu einem niedrigeren Konsum tierischer Nahrungsmittel und zu einem geringeren virtuellen Wasserverbrauch führen müsste (zur Erklärung der Variablen siehe Box 1). Hier findet sich allerdings schon die erste Unsicherheit, die wir in den Fokus nehmen: die sogenannte „**attitude-behaviour gap**“ (Dt.: Einstellung/Absicht-Verhaltenslücke). Der Begriff findet häufig Gebrauch in den Nachhaltigkeitswissenschaften (Vermeir and Verbeke, 2006; Juvan and Dolnicar, 2014; Higham, Reis and Cohen, 2016), stammt aus der psychologischen Literatur und beschreibt die Kluft zwischen Einstellung und Verhalten (Carrington, Neville and Whitwell, 2010). Studien ergaben, dass ein gesteigertes Umweltbewusstsein nicht unbedingt zu einem umweltfreundlichen Verhalten führt. Sie legen nahe, dass diese Diskrepanz auf die komplexe Natur der Realität und auf wirtschaftlich-strukturelle Faktoren zurückzuführen ist. Daher ist Verbrauchern mit einem hohen Maß an Umweltbewusstsein möglicherweise gar nicht möglich, nachhaltig zu handeln (Csutora, 2012a). Dem liegt zugrunde, dass nachhaltiger Konsum auf Entscheidungsprozessen basiert, die neben den individuellen Bedürfnissen und Wünschen auch die soziale Verantwortung des Konsumenten berücksichtigen (Meulenberg, 2003). Die alltäglichen Konsumgewohnheiten werden immer noch stark von Bequemlichkeit, Gewohnheit, Preis-Leistungs-Verhältnis, persönlichen Gesundheitsbedenken, Hedonismus und individuellen Reaktionen auf soziale und institutionelle Normen bestimmt und, was am wichtigsten ist, sie sind wahrscheinlich resistent gegen Veränderungen (Dawson, 2000; Sustainable Development Commission, 2001; Vermeir and Verbeke, 2006).

Die beschriebene Ambivalenz bedeutet allerdings nicht, dass durch Umweltbildung keine positiven nachhaltigen Effekte erzeugt werden. Eine Studie beschreibt beispielsweise, dass durch das Engagement für Nachhaltigkeit, Gewissheit und wahrgenommene

Verbraucherwirksamkeit¹² einen signifikanten positiven Einfluss auf die Einstellung zum Kauf nachhaltiger Milchprodukte resultiert, der wiederum stark mit der Kaufabsichten korreliert (Vermeir and Verbeke, 2006). Gerade die Möglichkeit beider Entwicklungsstränge (+/-) verursacht enorme Unsicherheiten bei der Modellierung und macht die Prognostizierung des tatsächlichen Verbrauchs virtuellen Wassers und Konsums tierischer Nahrungsmittel zu einer Herausforderung.

Folgt man dem Diagramm (siehe Abbildung 6, rechte Seite) stellt sich eine weitere Ambivalenz dar. Geht man von einem verminderten Konsum aufgrund eines höheren Umweltbewusstseins der Bevölkerung aus, bleibt immer noch fraglich in welchem Ausmaß sich diese Verhaltensänderung in Wassereinsparungen niederschlägt. Bei dieser zweiten Unsicherheit ist die Rede von der sogenannten „**behaviour-impact gap**“ (Dt.: Verhaltens-Wirkungskluft). Selbst wenn die erforderlichen Verhaltensänderungen eintreten, können die Ergebnisse weit hinter den ursprünglichen Erwartungen zurückbleiben. Das heißt, es können Widersprüche zwischen dem Verhalten der Verbraucher und den beobachteten Ergebnissen festgestellt werden. Dieses Konzept ist jünger und hat zum Hintergrund, dass die Forschung bisher kaum den Versuch unternommen hat, die ökologischen Auswirkungen eines umweltschonenden Verhaltens objektiv zu messen. Oft wurden die Effekte nur vermutet oder berechnet. Csutora (2012b) untersuchte den ökologischen Fußabdruck umweltbewusster und nicht umweltbewusster Konsumenten. Sie kam zu dem Ergebnis, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den ökologischen Fußabdrücken beider Gruppen besteht, was darauf hindeutet, dass individuelle umweltschonende Einstellungen und Verhaltensweisen die Umweltauswirkungen des Konsums nicht immer reduzieren. Daraufhin schlug Csutora (2012b) das BIG-Problem (Behavior Impact Gap Problem) als konzeptionellen Rahmen für Inkonsistenzen vor, die zwischen dem Verhalten der Konsumenten und dem beobachteten Ergebnis gefunden werden können (Csutora, 2012b; Csutora and Zsóka, 2016).

Ein BIG-Problem ist immer dann gegeben, wenn die erforderliche Verhaltensänderung erreicht wird, der beobachtete ökologische Effekt jedoch gering ist oder fehlt. Ein Beispiel hierfür bietet die Umstellung auf vegetarische Ernährung: Die ökologischen Vorteile einer vegetarischen Ernährung können so effizient kommuniziert werden, dass dies in einer Änderung der Konsumentengewohnheiten resultiert. Jedoch ändert sich der ökologische Fußabdruck der Ernährung nur bedingt, da viele „frische“ Vegetarier die zuvor konsumierten Fleischprodukte durch importierte oder exotische vegane Lebensmittel (z.B. exotische Früchte, Humus)

¹² Wahrgenommene Verbraucherwirksamkeit (engl.: Perceived Consumer Effectiveness, PCE) beschreibt das Ausmaß, zu dem eine Person davon überzeugt ist, mit dem eigenen Handeln einen echten Beitrag (z.B. zur Schonung der Umwelt) leisten zu können (Furchheim, 2015).

ersetzen und somit die meisten ökologischen Vorteile der neuen Ernährungsweise wieder aufgehoben werden können. Ein anderes Beispiel ist der Konsum von biologischen Lebensmitteln: Importierte Bioprodukte sind eine fragwürdige Alternative zu nicht biologischen lokalen Lebensmitteln (Csutora, 2012b).

Auch in Bezug auf den Verbrauch virtuellen Wassers stellt sich beispielsweise die Frage, ob die Produktion und der Import von Avocados, die den langen Weg aus Mexico machen, umweltschonender sind und weniger Wasser benötigen als Eier aus Brandenburg. Unser Modell soll diese Unsicherheit widerspiegeln aber gleichzeitig aufzeigen, dass im Allgemeinen mehr Konsum mit geringeren Wassereinsparungen einhergeht.

3.2 Mikroebene

Beschreibung

Die linke Seite des Modells verlässt die Makroperspektive und verkleinert den Fokus zugunsten einer Untersuchung der Mikroebene: Welche Zusammenhänge bestimmen – direkt oder indirekt – den Wasserverbrauch eines landwirtschaftlichen Betriebes? Und welche Systemdynamiken entstehen insbesondere vor dem Hintergrund zunehmend auftretender Dürren?

Die Einflussfaktoren hierfür sind zahlreich und vielfältig. Sie übersteigen disziplinäre Grenzen und gehen sowohl auf individuelles Verhalten als auch auf strukturelle Muster zurück.

Abermals beschreibt die Klimawandel-bedingte Zunahme von Wetterextremereignissen und damit Dürren den Ausgangspunkt für die Untersuchung der Systemreaktionen. Eine Dürre kennzeichnet, dass durch ausbleibenden oder geringen Niederschlag die aktuelle Bodenfeuchte in sehr niedrige Wertebereiche fällt. Während dieser Trockenperioden sinkt das pflanzenverfügbare Wasser im Boden und führt in der Landwirtschaft ohne Kompensation durch künstliche Bewässerung zu Ernteeinbußen oder sogar -Ausfällen (Trenberth *et al.*, 2014). Werden Agrarpflanzen hingegen künstlich bewässert, erhöht sich die Wasserentnahme an anderer Stelle. Von wo die Wasserressourcen dafür eingespeist werden und wie effizient sie das Bewässerungssystem durchlaufen und von der Pflanze aufgenommen werden, hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab.

Zunächst gilt die Annahme, dass technologische Investitionen in der Landwirtschaft meist die Bewässerungseffizienz erhöhen (McNabb, 2019). Ob diese Steigerung jedoch schlussendlich auch zu absoluten Einsparungen führt, ist strittig und wird im fortlaufenden Abschnitt näher beleuchtet. Eindeutiger ist der positive Zusammenhang vom Kapital eines Betriebes und seiner gleichsam steigenden Investitionsbereitschaft für ressourceneffizientere Technologien (Wang *et al.*, 2019). Der Ursprung dieses Kapitals kann sich dabei sowohl auf das Einkommen

beziehen (Walters *et al.*, 2016), oder aber in staatlichen Subventionen liegen (Napoli *et al.*, 2018).

Im Fall von Letzterem ist besonders der imperative Charakter von staatlicher Unterstützung zu beachten, welche entweder explizit an Handlungszwänge gebunden ist oder implizit kulturelle, politische oder wirtschaftliche Absichten mit sich bringt (Napoli *et al.*, 2018). Da ökologische Vertretbarkeit nicht die höchste Priorität darstellt und damit nicht richtungsweisend ist, wirkt sich das je nach Fall eher zufällig positiv oder zufällig negativ auf die Nachhaltigkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes aus. Wie signifikant einerseits der richtungsweisende Charakter von staatlichen Subventionen und andererseits die finanzielle Höhe ausfällt, lässt sich unter anderem auf den politischen Einfluss der Interessensvertretung des Agrarsektors und die daraus resultierende Stellung der Agrarlobby zurückführen. Es hat sich herausgestellt, dass Betriebsgröße und informelles Gewicht bei Verhandlungen hierbei korrelieren (Napoli *et al.*, 2018). Darüber hinaus ist ein umgekehrter Zusammenhang von Betriebsgröße und Umweltverträglichkeit sowohl in der landwirtschaftlichen Praxis als auch in der dahinterstehenden Philosophie zu beobachten. Beide genannten Zusammenhänge sollten vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeit und gesellschaftlicher Verantwortung auch in der Debatte um Ausgleichszahlungen für Dürre-verursachte Ernteschäden und daraus resultierende wirtschaftliche Einbußen mitgedacht werden.

Sowohl die Investitionsbereitschaft in effizientere Technologien als auch der Einsatz anderer umweltverträglicher Praktiken wie Regenwassereinspeisung und Anbaudiversifizierung hängen von einer weiteren Kernkomponente ab: Umwelterziehung, Information und Wahrnehmung wirken sich stark auf das Verhalten individueller Landwirt:innen aus. Landwirt:innen mit höheren Bildungsabschlüssen, regelmäßigem Internetgebrauch und Zugang zu Weiterbildung und Informationsangeboten neigen eher dazu, in effizientere Technologien zu investieren (Walters *et al.*, 2016). Darüber hinaus erhöhen Information und Bildung das Umweltbewusstsein landwirtschaftlicher Akteure. Auch wenn sich die Lücke zwischen Bewusstsein und Handeln oft nicht schließen lässt und Landwirt:innen nicht als eine homogen agierende Gruppe auftreten, kann sich ein gestiegenes Umweltbewusstsein durchaus positiv auf eine Reihe von umweltrelevanten Entscheidungen auswirken (Kollmuss and Agyeman, 2002; O'Connor *et al.*, 2002; Story and Forsyth, 2008; Arbuckle, Morton and Hobbs, 2013). Hierzu zählt zum Beispiel die Wahl von Bewässerungstechniken und dem Grad von Mechanisierung und Industrialisierung (Hoekstra and Chapagain, 2007; Sasmal, 2016), oder die Auswahl der Anbaukulturen (Sasmal, 2016; Napoli *et al.*, 2018).

Anbaudiversifizierung und der Einsatz von stresstoleranten Kulturpflanzen, ebenso wie das Auffangen und Einspeisen von Regenwasser ins Bewässerungssystem entschärft die Dürre-

verursachte Wasserknappheit und erfordert weniger zusätzliche Wasserentnahme (McNabb, 2019; Wang *et al.*, 2019).

An dieser Stelle schließt sich die Frage, die mit der Erkundung der Einflussgrößen auf die Wasserentnahme bei Dürre eröffnet wurde (siehe Abbildung 6, links).

Unsicherheiten

Im vorhergegangenen Abschnitt wurde deutlich, dass einige Schlüsselstellen identifiziert werden können, an denen nicht eindeutig zu beurteilen ist, wie bestimmte Faktoren auf der einen Ebene sich in Reaktionen und Rückkopplungen auf einer anderen übersetzen und wie sich dies schließlich auf die ökologische Verträglichkeit und Nachhaltigkeit eines Betriebes auswirkt. Diese Unsicherheiten anzuerkennen ist wichtig, vor allem da bei vereinfachten Annahmen und Modellen die Gefahr von simplistischen Handlungsempfehlungen besteht. Zwei dieser „unklaren“, aber folgenstarken Effekte werden im Folgenden analysiert.

Die erste Ambivalenz wird im Zusammenhang mit effizienteren Bewässerungstechnologien festgestellt. Effizienzsteigernde Bewässerungstechnologien zielen darauf ab, eine bedarfsgerechte Menge zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort für die Pflanzen bereitzustellen, sodass ein möglichst großer Anteil des applizierten Wassers auch tatsächlich von der Pflanze konsumiert wird und nicht „verloren“ geht. Durch eine effizientere Bewässerung besteht jedoch die Gefahr eines Rebound-Effekts. Als Rebound-Effekt bezeichnet man Mechanismen, die dazu führen, dass die Einsparung einer Ressource durch den Einsatz von effizienzsteigernder Technologie kostengünstiger und folglich durch eine erhöhte Nachfrage nach der Ressource kompensiert wird. Übersteigt die erhöhte Nachfrage sogar die Einsparungen spricht man vom Jevons Paradox.

Empirische Nachweise für das Auftreten von Rebound-Effekten bzw. Jevons Paradox in der Landwirtschaft werden von Li und Zhao (Li and Zhao, 2018), Pfeiffer und Lin (Pfeiffer and Lin, 2014) und Freire-González (Freire-González, 2019) beschrieben. Die Autor:innen begründen ihre Befunde damit, dass Landwirt:innen durch die effizientere Bewässerung einen Anreiz haben weiteres Ackerland zu bewässern oder wasserintensivere Kulturen anzubauen. Auch Berbel und Mateos beschreiben einen „Teufelskreislauf“ (Berbel and Mateos, 2014), in dem eine gestiegene Effizienz zur Ausweitung der bewässerten Anbaufläche und letztendlich zur Überbeanspruchung von Wasser führt. Insgesamt lässt sich also nicht eindeutig aussagen, ob der Einsatz von effizienteren Bewässerungstechnologien tatsächlich am Ende zu einem absoluten niedrigeren Ressourcenverbrauch führt oder am Ende sogar die Einsparungen übersteigt.

Eine zweite folgenreiche Vereinfachung ist die Zusammenfassung von Landwirt:innen zu einer homogenen Gruppe mit einheitlichen Werten, Gewohnheiten und Verhaltensweisen.

Traditionell wurde lange Zeit angenommen, dass Landwirt:innen ihren Betrieb ausschließlich nach dem ökonomischen Prinzip der Gewinnmaximierung ausrichten (Burton and Wilson, 2006). Vanclay und Pannell et al. beschreiben diese Vereinfachung insbesondere für die systemische Untersuchung landwirtschaftlicher Entscheidungen als ungeeignet (Vanclay, 2004; Pannell et al., 2006).

Hyland et al. haben untersucht, wie unterschiedlich landwirtschaftliche Akteure mit der Bedrohung ebenso wie mit der Verantwortung durch den Klimawandel umgehen (Hyland et al., 2016). Sie gehen davon aus, dass landwirtschaftliche „Selbstidentität“ Wahrnehmung und Handlungsbereitschaft bestimmt. Diese Selbstidentität bewegt sich vor dem Hintergrund von ökologischem Handeln auf einem Spektrum zwischen reiner Gewinnmaximierung und ausgeprägter Umweltverantwortung. Die Handlungsbereitschaft für Klimawandeladaption und -mitigation hängt dabei von Problembewusstsein und Risikowahrnehmung ab. Weiterhin spielen emotionale Faktoren eine Rolle. Aus diesen Unterscheidungen heraus konstruieren die Autor:innen vier Mustertypen im Umgang mit ökologischen Problemen und Verantwortung. Obwohl sie betonen, dass ein Bewusstsein für Umweltprobleme für jeden Typus eine Voraussetzung für ökologisch motivierte Entscheidungen ist, und die Risikowahrnehmung von Klimawandel in jedem Fall eine Vorstufe zum Handeln darstellt, schließen sie mit der dringenden Empfehlung, die Heterogenität von Landwirt:innen anzuerkennen und Steuerungsstrategien nicht auf vereinfachten Annahmen einer homogenen Gruppe zu stützen.

Auch Darnhofer et al. fordern in ihrer Studie über die Gründe eines Umstiegs auf ökologische Landwirtschaft, Forschungs- und Verwaltungsinstitutionen dazu auf, die Diversität von Landwirt:innen anzuerkennen und in ihre Handlungsstrategien einzubinden (Darnhofer, Schneeberger and Freyer, 2005). Sie beschreiben, dass das Verhalten von landwirtschaftlichen Akteuren zwar auf struktureller Ebene von Agrarpolitik, Technologie und Marktconstellations beeinflusst wird, individuelle Werte jedoch für die meisten Umweltbezogenen Entscheidungen ausschlaggebend sind und warnen davor, Landwirt:innen als passive Empfänger von Regierungsprogrammen und Konventionen anzusehen. In der Modellierung von Systemdynamiken stellen landwirtschaftliche Akteure also eine besondere Herausforderung dar, der nicht mit bloßer Vereinfachung und Vereinheitlichung begegnet werden sollte.

3.3 Fazit

Die vorangegangenen Abschnitte haben anhand einer systemdynamischen Modellierung den Einfluss von Dürre auf Wirkungs-Beziehungen in der Landwirtschaft und darin vorhandene Unsicherheiten dargestellt. Es wurden globale sozioökonomische Zusammenhänge

(Makroebene) sowie Faktoren eines landwirtschaftlichen Betriebs in Bezug auf Wasserknappheit (Mikroebene) betrachtet.

Die Beschreibung der Makroebene hat aufgezeigt, dass von Dürre betroffene Länder unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten haben, um einen Ernteausfall und somit Nahrungsmittelknappheit zu verhindern bzw. auszugleichen. Große Unsicherheiten gibt es bei der Frage, inwieweit Länder internationalen Handel dafür nutzen bzw. nutzen können. Die gesellschaftliche Resilienz eines Landes spielt dabei eine große Rolle. Auch die daraus entstehenden Auswirkungen auf andere Länder sind nicht offensichtlich und hängen stark von den betrachteten Regionen ab. Die Handelsbeziehung zweier Länder kann zudem zu Abhängigkeiten führen. In welche Richtung die Abhängigkeit besteht, ist nicht immer eindeutig. Der Umgang der Bevölkerung mit der Wasserknappheit wirkt sich entscheidend auf den virtuellen Wasserverbrauch eines Landes und somit auch auf die möglichen Wassereinsparungen aus. Bildung und Einkommen haben einen ambivalenten Einfluss auf diese Größe. Die Erläuterung der „attitude-behavior gap“ hat verdeutlicht, dass aus Bildung resultierendes Umweltbewusstsein nicht zwangsweise zu einem verantwortungsbewussten Verhalten gegenüber Wasservorräten führt. Anhand der „behaviour-impact gap“ wurde erläutert, dass umweltbewusstes Verhalten zu widersprüchlichen Ergebnissen führen kann. Beispielsweise muss der reduzierte Konsum von tierischen Produkten nicht erwartungsgemäß zu Wassereinsparungen führen.

Die Betrachtung der Auswirkungen von Dürreereignissen auf der Mikroebene hat veranschaulicht, dass die Handlungsmöglichkeiten eines landwirtschaftlichen Betriebes und institutioneller Steuerungsmechanismen gerade an „Schlüsselstellen“ des Wasserverbrauchs mit hoher Unsicherheit behaftet sind.

Diese ergibt sich zum einen aus dem Einsatz effizienterer Bewässerungstechnologien. Die daraus resultierende Einsparung von Wasser und folglich kostengünstigere Produktionsweise kann zu einer Ausweitung der Produktion führen, welche sogar die Einsparungen übertreffen können. Zum anderen ist es wichtig, bei der Analyse der Wirkungszusammenhänge die Heterogenität von Landwirtinnen und Landwirten anzuerkennen. Nur so können wirkungsvolle Steuerungsanreize entwickelt werden. Insgesamt stellt sich also heraus, dass vor allem in jenen Bereichen große Unsicherheiten herrschen, welche eine zentrale Rolle für gängige Mitigations- und Adaptionstrategien im Umgang mit Wasserverbrauch und Klimawandel spielen.

Die vorliegende Arbeit verdeutlicht, dass politische und ökonomische Entscheidung nicht leichtfertig anhand von vermeintlich eindeutigen Ursache-Wirkungsbeziehungen getroffen

werden sollten. Länder sowie Betriebe sind sehr heterogen, besitzen unterschiedliche Handlungsspielräume und unterliegen diversen Machtstrukturen.

Systemdynamische Modellierung eignet sich aufgrund ihrer anschaulichen Darstellung sehr gut für den inter- und transdisziplinären Einsatz und findet als Modellierungs- und Präsentationswerkzeug zunehmend Aufmerksamkeit in partizipativen Entscheidungsprozessen. Die visuelle Klarheit und intuitive Verständlichkeit können jedoch nur auf Kosten einer Vereinfachung geschehen. Deswegen müssen die zugrundeliegenden Annahmen und daraus resultierenden Unsicherheiten stets mitgedacht und anerkannt werden.

4. Zusammenarbeit von Akteuren im Kontext klimatischer Veränderungen

Eine Akteursanalyse mit Blick auf die Trinkwasserversorgung und das Ökosystem des Müggelsees in (und bei Zunahme von) überdurchschnittlich trockenen Jahren in Berlin.

Ausgearbeitet von Theresa Hohmann, Jana Stahl und Lysianne Wolf

Einleitung

„Der Müggelsee hat sich in 40 Jahren sogar um ungefähr zwei Grad Celsius erwärmt. Das Pariser Klimaabkommen sieht vor, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad Celsius zu begrenzen. Im Wasser haben wir diesen Grenzwert bereits erreicht.“ (Adrian 2018)

Das Jahr 2019 war zusammen mit dem Jahr 2014 das bisher zweitwärmste beobachtete Jahr in Deutschland seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen 1881 (Kaspar, Friedrich 2020). Den Rekord hält weiterhin das Jahr 2019 mit einer Mitteltemperatur von 10,4 °C (Breitkopf 2020). Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen innerhalb der letzten 20 Jahre (ebd.). Die bisher in Deutschland beobachteten Klimaveränderungen führen bereits zu einer Zunahme extremer Wetterereignisse, wie Stürme, Hitzewellen und Dürreperioden (BMU 2018). Diese stellen Ökosysteme und Menschen vor neue Herausforderungen.

Wasser und biologische Vielfalt sind wesentliche Lebensgrundlagen. Der Schutz des einen ist unvermeidbar verknüpft mit dem Schutz des anderen. Natur- und auftragsgemäß richtet sich das Interesse der Wasserwirtschaft in erster Linie auf die Qualität des Wassers. Unternehmen sind zu Maßnahmen zum Schutz von Gewässern und wasserwirtschaftlichen Flächen verpflichtet, von denen automatisch auch Biodiversität und Ökosysteme profitieren (Boßmeyer, Ollech 2015). Je höher die Expertise und Sensibilität für biologische Vielfalt, desto mehr können diese Synergien ausgeschöpft werden (ebd.). Die Zusammenarbeit verschiedener Akteure kann wertvolle Anreize schaffen, für gegenseitige Ergänzung von Expertisen zur Ausarbeitung von effizienten und nachhaltigen Managementstrategien von Binnengewässern.

Im Rahmen dieser Forschung untersuchen wir die Zusammenarbeit und Zielsetzung verschiedener Akteur:innen von Binnengewässern mit Blick auf den Müggelsee in Berlin. Der Müggelsee spielt sowohl für die Trinkwasserversorgung sowie als wertvoller Lebensraum für Organismen eine tragende Rolle in Berlin und im Berliner Umland. Vor dem Hintergrund o.g. Klimaveränderungen stellt sich zunächst die Frage nach den Auswirkungen von Klimastress

und Extremwetterereignissen auf das Gewässer und dessen Ökosystemleistungen¹³, wobei wir innerhalb unseres Forschungsrahmens speziell auf Dürre- und Hitzeereignisse Bezug nehmen. Im nächsten Schritt soll das Management des Müggelsees genauer analysiert werden: Welche Akteure nehmen Einfluss auf den Zustand des Gewässers, welche Managementziele und damit verbundene Konflikte und Synergien werden ersichtlich? Ermöglicht das derzeitige Management des Sees den Erhalt der Ökosystemleistungen des Müggelsees? Welche Kritikpunkte werden am derzeitigen Managementkonzept von außen geäußert und welche nennen die Akteur:innen selbst und wo bestehen Nachbesserungsforderungen?

Diese übergeordneten Leitfragen werden im Laufe dieser Arbeit mithilfe einer umfassenden Literaturrecherche sowie Experteninterviews adressiert. Eine zentrale Rolle spielt dabei das „*Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)*“ (Möller, Burgschweiger 2008), welches als Grundlage für unsere Analyse dient.

Ziel ist es, die Relationen zwischen den verschiedenen Akteuren und ihrer Entscheidungskraft als auch die Zusammenhänge zwischen dem Müggelsee in seiner Funktion als Ökosystem versus als Trinkwasserreservoir zu identifizieren und in Form eines Akteursnetzes darzustellen. Dazu gehen wir zunächst auf die zugrundeliegende Theorie ein, bevor wir die von uns gewählte Forschungsmethode sowie -ergebnisse vorstellen. In der abschließenden Diskussion werden die Ergebnisse kritisch beleuchtet und im Zusammenhang eingebettet.

4.1 Theoretischer Hintergrund

Die Frage nach den Auswirkungen von Klimastress auf Gewässer und ihre Lebensgemeinschaften und damit auch auf ihre ökosystemare Gesundheit und Stabilität sind zentrale Fragen der Klimafolgenforschung an Binnengewässern (Adrian/Shatwell 2018). Allerdings sind die Zusammenhänge und Interaktionen in Seeökosystemen derart komplex, dass Pauschalaussagen kaum möglich sind (ebd.). Dies bedeutet, dass das Gewässermanagement im Rahmen der Klimafolgenanpassung mit Unsicherheiten und Herausforderungen konfrontiert ist. Dieser Abschnitt dient dem besseren Verständnis der Prozesse und Gegebenheiten speziell mit Blick auf den Müggelsee.

Klimatischer Ausblick auf Berlin

Im Berliner Raum stieg die durchschnittliche Mitteltemperatur seit 1881 um ca. 1°C. Für das Repräsentativer Konzentrationspfad (*Representative Concentration Pathway* - RCP) 8.5

¹³ Nutzen bzw. Vorteile, die Menschen von Ökosystemen beziehen

Szenario (Einflussnahme durch den Menschen weiterhin „so wie bisher“) wird für die nahe Zukunft (2013-2060) eine Zunahme der durchschnittlichen Tageshöchsttemperatur zwischen 1,2 und 1,9°C im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971-2000 erwartet (Berlin.de 2019). Gemäß diesem Szenario wird sich diese Entwicklung mit einer Zunahme der Tageshöchsttemperaturen von 2,9 bis 3,7°C gegenüber dem Referenzzeitraum bis zum Ende des 21. Jahrhunderts fortsetzen (ebd.). Bundesweit gehört Berlin mit Jahresniederschlagshöhen zwischen 510 und 580 mm zu den Regionen mit den geringsten Niederschlägen, etwa zwei von drei Tagen sind niederschlagsfrei (ebd.).

Die Klimafolgenforschung prophezeit eine Zunahme von Extremwetterereignissen. Binnengewässer, wie der Müggelsee sind vor allem durch sehr milde (und ggf. eisfreie) Winter beeinflusst, sowie sommerliche Hitzewellen, aber auch durch Sturm- und Regenereignissen (Adrian,Shatwell 2018: 8).

Ökosystem Müggelsee

Der Müggelsee (Großer Müggelsee) liegt im Südosten Berlins und ist mit über 7,3 km² Wasserfläche der größte See in Berlin. Es handelt sich beim Müggelsee um einen polymiktischen¹⁴, eutrophen¹⁵ Flachsee mit einer maximalen Tiefe von 7,9 m und einer durchschnittlichen Tiefe von 4,9 m. (IGB o.J.). Der Müggelsee ist Teil des NATURA 2000- und Flora Fauna Habitat¹⁶ (FFH)-Gebietes Müggelspree-Müggelsee (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2015) und wichtigstes Brutgebiet für viele gefährdete Brutvogelarten in Berlin, insbesondere der Trauerseeschwalbe (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2018). Geschützt gemäß Anhang II der FFH-Richtlinie für das Gebiet sind außerdem diverse Vogelarten, die Säugetierarten Biber und Fischotter, sowie einige Schmetterlings- und Amphibienarten (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2015: 12f.). Aufgrund seiner stadtnahen Lage sowie seines vielseitigen Naturraums kommt dem Müggelsee eine hohe Bedeutung sowohl für die Umwelt als auch für Erholungssuchende und Anlieger zu.

Darüber hinaus hat der Müggelsee eine tragende Rolle in der Trinkwasserversorgung Berlins. Der Müggelsee gehört zum Einzugsgebiet des Wasserwerks Friedrichshagen, welches mit einer maximalen Fördermenge von 230.000 m³/ Tag (BWB o.J.) insbesondere die Stadtteile

¹⁴ In polymiktischen Seen zirkuliert das Wasser häufig, ggf. ganzjährig.

¹⁵ Eutrophie bezieht sich in diesem Fall auf die Verfügbarkeit abiotischer (anorganischer) Nährstoffe im See.

¹⁶ Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, umgangssprachlich Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie), ist eine Naturschutz-Richtlinie der Europäischen Union

Köpenick und Lichtenberg, Hohenschönhausen, Marzahn, Weißensee und Hellersdorf mit Trinkwasser versorgt (Am-Müggelsee.de o.J.).

Unsere Entscheidung, den Müggelsee in den Fokus unserer Forschung zu stellen, begründet sich anhand von vier Argumenten: 1) die tragende Rolle des Sees in der Berliner Trinkwasserversorgung, 2) die solide Datenlage zum Zustand des Müggelsees aufgrund von Langzeitdaten der Forschungsstation des Leibniz Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) sowie dessen Zugehörigkeit zum Global Lake Ecological Observatory Network, 3) die Möglichkeit, den See in der Betrachtung relativ klar abzugrenzen und 4) die lokale Nähe, Verbundenheit und damit auch Relevanz für die Humboldt-Universität zu Berlin.

Veränderungen im Klima, speziell Hitze- und Dürreereignisse, beeinflussen die physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse in Seen. Bei Seen in gemäßigten Breiten lassen sich die folgenden Kategorien möglicher Veränderungen herausstellen: direkte und indirekte Effekte steigender Luft- und Wassertemperatur, Änderungen in der thermischen Schichtung, Veränderungen der Sauerstoffkonzentration, interne Düngung und Cyanophyteenblüten, Verschiebung jahreszeitlicher Ereignisse (Phänologie), Veränderungen der Individuengröße und des Artenspektrums, Wechselwirkungen mit dem Einzugsgebiet von Seen sowie Extremwetterereignissen (Adrian, Shatwell 2018). Die genauen Konsequenzen für den Müggelsee werden anhand unserer Erkenntnisse aus den Experteninterviews näher erläutert.

Wasserversorgungskonzept 2040

2008 haben die Berliner Wasserbetriebe (BWB) in Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro für Umweltvorhaben Dr. Klaus Möller GmbH (UBB) das „Wasserversorgungskonzept für Berlin und das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)“ (kurz: „Wasserkonzept 2040“, WVK 2040) herausgegeben. Dieses umreißt den Ist-Zustand der Wasserverteilung- und Versorgung in Berlin basierend auf dem Kenntnisstand von 2006/2007 und eine Prognose für die Entwicklung des Wasserbedarfs bis 2040. Die Prognose beinhaltet drei hergeleitete Varianten, welche zu erwartenden Einleitungen und Entnahmen sowie Auswirkungen klimatischer Veränderungen berücksichtigen. Diese Informationen und Schätzungen dienen als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen der BWB zum Ausbau und Weiterbetrieb einzelner Wasserwerke sowie angestrebter Bewilligungsmengen.

Unter Berücksichtigung der Kriterien Versorgungssicherheit, Trinkwassertarif, Siedlungsverträglichkeit und Naturschutz wird konkret eine der drei Varianten als ‚Optimum‘ formuliert. Diese Variante beinhaltet folgende Maßnahmen: Weiterbetrieb der derzeit zur Wasserförderung betriebenen Wasserwerke unter Hinzunahme des Wasserwerks Johannisthal (Möller, Burgschweiger 2008: 52). Für das Wasserwerk Friedrichshagen

bedeutet dies eine etwas höhere Fördermenge zum Ende des Zeithorizonts als im Vergleichsjahr 2006. Im Konzept ist vorgesehen, dass die Berliner Wasserversorgung nach 2020 hauptsächlich von den Wasserwerken Tegel und Friedrichshagen getragen wird, gestützt durch eine leichte Anhebung der Fördermengen in einigen anderen Wasserwerken (ebd.).

Das Konzept erfuhr direkt nach seiner Veröffentlichung deutliche Kritik durch mehrere Umweltverbände, u.a. in öffentlichen Medien sowie durch einen offenen Brief an die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin (SenUVK). Diese lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (Ökowerk Berlin, BUND, Grüne Liga, NABU 2008; BUND 2008; Anker 2008):

- Geplante Fördermengen zu hoch angesetzt (entgegen des abnehmenden Verbrauch-Trends)
- Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsprüfung wurden nicht abgewartet
- Keine Begründung für die Auswahl von der einen, der drei untersuchten Varianten
- Mangelhafte Nachvollziehbarkeit der Bewertungen
- Negative ökologische Folgen aufgrund der endgültigen Stilllegung der Wasserwerke Buch, Jungfernheide und Altglienicke nicht absehbar (u.a. für den Müggelsee)
- Keine Einbeziehung der Umweltverbände in den Entscheidungsprozess

Aufbauend auf dem Wasserkonzept 2040 entwickeln die SenUVK Referat II, Wasserwirtschaft gemeinsam mit den BWB derzeit den im Jahr 2020 in Kraft tretenden „Masterplan Wasser“. Dessen Ziel ist es, eine übergreifende Strategie für kurz-, mittel- und langfristige Planungen und Entscheidungen der Wasserwirtschaft in Berlin zu entwickeln (SenUVK 2017). Der weitere Gestaltungsprozess soll diesmal neben der Senatsverwaltung und den BWB unter Beteiligung der Öffentlichkeit sowie unter Einbindung des Landes Brandenburg erfolgen. Weitere inhaltliche Details sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt (ebd.).

Zusammenarbeit und Beziehungen zwischen Akteuren

Die einschlägige Literatur zur gemeinschaftlichen Verwaltung natürlicher Ressourcen zitiert üblicherweise die Tragik der Allmende, wie in Kapitel 1 dieser Forschungsarbeit bereits diskutiert. Die Tragik der Allmende (eng. Tragedy of the commons) von Garrett Hardin sowie Elinor Ostroms institutionsökonomische Sicht auf die selbige, können beide im weitesten Sinne auch in Bezug auf den Müggelsee herangezogen werden. Nichtsdestotrotz bleiben die Ergebnisse einer solchen Betrachtungsweise fallspezifisch. Im Fall des Müggelsees in Berlin

ist eine kooperative Lösung für das Trinkwassermanagement einer Großstadt und den Erhalt von Ökosystemdienstleistungen notwendig.

Zscheischler et al. (2019) identifizierten im Rahmen einer deutschen Fallstudie sieben Kategorien, die helfen können, die Beziehungen zwischen Akteuren zu Beginn einer Kooperation zu verstehen: 1) Akteure und Interessensgruppen, 2) Problembewusstsein und 3) Beschreibung des Problems, 4) Wechselbeziehungen zwischen Akteuren, 5) Interessenschwerpunkte und wertebasierte Zielsetzungen, 6) bestehende Netzwerke und die Bereitschaft zusammenzuarbeiten, und 7) die benötigten Ressourcen um Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Im Folgenden soll die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure im Management des Müggelsees anhand der Experteninterviews und sechs Unterfragen näher skizziert werden. Auf Grundlage der daraus gewonnenen Erkenntnisse wollen wir dann versuchen, Zusammenarbeit und Management anhand der eben genannten Kategorien zu gliedern und zu verstehen.

4.2 Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde die qualitative Methode des Experteninterviews angewendet. Zur Analyse der Zusammenarbeit wurden Interviewpartner (IP) gesucht, die im Bereich der Trinkwasserversorgung und zum Schutz des Ökosystems des Müggelsees arbeiten. Wir haben fünf Interviewpartner innerhalb von drei Monaten befragt (s. Anhang zu Kapitel 4).

Vorstellung und Begründung der Expertenauswahl

Eine kurze Begründung der Wahl der Akteure soll das Forschungsvorhaben transparenter machen. Wir wählten Experten für die Interviews aus dem wirtschaftlichen, politischen, institutionellen und gesellschaftlichen Bereich, um unsere Wissenslücken zu schließen. Die Repräsentanten haben grundlegende Kenntnisse zum Forschungsthema und durch ihre Aussagen wird deutlich, wie sie sich gegenseitig in ihren Handlungen beeinflussen (Mattissek et al. 2013: 175).

Aufgrund des begrenzten Rahmens dieser Arbeit entschieden wir uns Interviews zu führen mit dem UBB Dr. Klaus Möller GmbH (UBB) und den Berliner Wasserbetrieben (BWB), dem IGB und der SenUVK, Referat III Abteilung B 2, Naturschutz und Landschaftspflege. Wir haben ebenfalls das Referat II Abteilung B, Integrativer Umweltschutz des Referats Wasserwirtschaft, Wasserrecht, Geologie und Abteilung II D Gewässerschutz (Wasserbehörde) angefragt, da diese direkt an der Entwicklung des Wasserkonzepts 2040 beteiligt waren. Allerdings lehnten diese das Interview ab, da gerade der Masterplan Wasser erarbeitet wird und sie vorab keine

Aussagen zu beiden Konzepten geben wollten. Aufgrund der Absage können diese Akteure nicht selbst zu Wort kommen. Wir versuchen jedoch bei der Analyse des Referat II auf Grundlage von Aussagen anderer Interviewpartner mit einzubeziehen. Es sollte daher stets bedacht werden, dass die Kenntnisse über diese Akteure nicht vollständig sind. Nach dem ersten Interview entschieden wir uns, einen Vertreter der Naturschutz- und Umweltverbände zu kontaktieren, den BUND, empfohlen vom UBB. In einer Weiterführung der Forschung würde es sich lohnen, neben dem Referat II auch andere Umweltverbände, wie den NABU und Mitarbeiter des IGBs, die enger mit der SenUVK zusammenarbeiten, zu befragen.

Das UBB - Umweltvorhaben Dr. Klaus Möller GmbH (UBB) führt seit 1989 umweltbezogene Genehmigungen durch, beteiligt sich an Planungsprozessen und erbringt Umweltdienstleistungen, wie Studien, Monitoring und Gutachten im Bereich Boden und Wasser (UBB Dr. Klaus Möller GmbH o.J.). IP A hat das Unternehmen mit aufgebaut und war an der Ausarbeitung des WVK 2040 beteiligt (UBB, IP A 2019).

Die Berliner Wasserbetriebe (BWB) versorgen Berlin und Umland, also ca. 3,6 Millionen Bewohner mit Wasser und übernehmen die Reinigung des Abwassers (BWB 2016: 5). Insgesamt fördert das Unternehmen aus 700 Brunnen Grundwasser und bereitet dieses in neun Wasserwerken auf. Zu den drei größten zählen die Wasserwerke (WW) Tegel, Beelitzhof und Friedrichshagen, welches direkt am Müggelsee liegt (ebd. 12). Die BWB nehmen durch die Trinkwasserentnahme Einfluss auf das Ökosystem. IP B war ebenfalls am Wasserkonzept 2040 beteiligt. Er arbeitet im Bereich Wasserversorgung an den Themen Grundlagen und Strategien. Die Weiterentwicklung der Wasserversorgung wird darin erarbeitet, z.B. in Bezug auf Ressourcenverbrauch und Energieeffizienz. Diese Gruppe arbeitet derzeit mit der SenUVK am Masterplan Wasser (BWB, IP B 2019).

Das IGB ist ein wissenschaftliches Institut, in welchem Prozesse in Flüssen, Seen, und Feuchtgebieten erforscht werden. Es entwickelt darauf aufbauend Maßnahmen für ein nachhaltiges Gewässermanagement (IGB o.J.). IP C führt Langzeitforschungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Seen durch, und lieferte uns wichtige limnologische Informationen über die Auswirkungen der Dürrejahre auf den Müggelsee, welche das Schwerpunktthema auch für die Experteninterviews verdeutlichte (IGB, IP C 2019).

Die Abteilung III B 2 der SenUVK ist die oberste Naturschutzbehörde, zu deren Schutzgebiet auch der Müggelsee gehört. Die Behörde stellt Verordnungen für Landschafts- und Naturschutzgebiete, Naturdenkmäler und geschützte Landschaftsbestandteile aus. Zudem regelt die Abteilung Pflegemaßnahmen für Naturschutzgebiete, bearbeitet Anträge zum Artenschutz, stellt Genehmigungen aus und widmet sich der NATURA 2000 Verordnung. IP C ist Gruppenleiter im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege, worunter auch das Gebiet

des Müggelsees fällt und gab uns einen Einblick in die Verwaltungsebene (SenUVK, IP D 2019).

Der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) ist einer der größten Umweltverbände Deutschlands. Der Landesverband Berlin hat 15.000 Mitglieder, Förderer und Spender. Er engagiert sich unter anderem für den Schutz einzelner Biotope und Gewässer (BUND o.J.). Der IP E ist seit Jahrzehnten als Gewässerexperte und ehemaliges Vorstandsmitglied beim BUND und in der Landesgemeinschaft Naturschutz aktiv. Er verfasst Stellungnahmen zu den Themen Grundwasser und Gewässer (BUND, IP E 2020).

Methodenreflexion der Experteninterviews

Für die Durchführung des leitfadengestützten Experteninterviews haben wir die Interviewpartner zunächst per Mail kontaktiert und ihnen bei Terminbestätigung einen groben Interviewleitfaden zugesendet (s. Anhang zu Kapitel 4). Durch unser Vorgehen bei der Kontaktaufnahme, kann davon ausgegangen werden, dass die Interviewten sich möglicherweise auf das Gespräch vorbereiteten und die Beantwortung der Fragen somit zu einem gewissen Grad von den von uns gesetzten Schwerpunkten und Sichtweisen beeinflusst wurde.

Bei der Ausarbeitung des Fragenkatalogs wurde versucht, dennoch eine gewisse Offenheit zu bewahren, um den Interviewten die Möglichkeit zu geben, von ihnen als wichtig empfundene Punkte anzusprechen (Mattissek et al. 2013: 158). Einzelne Fragen wurden durch die zunehmende Informationsgewinnung im Forschungsverlauf aktueursspezifisch neu formuliert und angepasst, der Fokus blieb aber unverändert bei der Zusammenarbeit der Akteure. Der Leitfaden enthielt etwa 12 Fragen und die Gespräche dauerten 45 – 60 Minuten. Wir entschieden uns nur Experten zu befragen, aufgrund ihrer sozialen Relevanz, Erfahrungen und Kenntnisse zum Thema. Zudem gelten sie häufig als Repräsentant einer Gruppe und beeinflussen Handlungsbedingungen anderer Akteure (Mattissek et al. 2013: 175). Dadurch war es für uns möglich die Beziehungen und Konflikte der interviewten Akteure in einem Akteursnetz klarer darzustellen (Abb.7). Die Vollständigkeit dieses Netzes ist nicht gegeben, da weitere Stakeholder die Thematik beeinflussen¹⁷.

Mattissek et al. (2013: 191 ff.) weisen darauf hin, dass Transkriptionen stets Interpretationen des Forschenden sind, die dieser reflektieren und gegenüber dem Leser offenlegen muss. Der Forschende schafft durch die Primärdaten (das Gespräch) und die Sekundärdaten (die Aufzeichnung) eine zweite Konstruktion des Gesagten. Ergebnisse sollten nicht als rein

¹⁷ wird erläutert in folgenden Abschnitten.

objektiv verstanden werden. Dementsprechend ist es wichtig unser eigenes Vorgehen kurz darzustellen und zu begründen. Die Interviews wurden in normales Schriftdeutsch transkribiert und Satzbaufehler teilweise zur einfacheren Lesbarkeit behoben, wobei versucht wurde, die Charakteristik der gesprochenen Sprache aufrecht zu erhalten. Es wurde von einer kommentierten Transkription abgesehen, da wir bei den Gesprächen wenig Auffälligkeiten bemerkten sowie aufgrund zeitlicher Restriktionen. Genauere Informationen, die durch diese Aufzeichnung möglich wären, sind somit nicht enthalten (ebd. 193 f.).

Nach den Transkriptionen haben wir händisch eine offene Kodierung durchgeführt. Unterschiedlich lange Textteile wurden zunächst Verallgemeinerungen zugeordnet. Bei der Auswertung wurde ersichtlich, dass fast alle Interviewpartner verstärkt über die Zusammenarbeit und Schwierigkeiten mit anderen Akteuren gesprochen haben. Die einzelnen Textabschnitte zu diesem Kode wurden im Anschluss nochmals offen kodiert, woraus sich verschiedene Themen und das Akteursnetz ergaben (ebd. 201). Etwas Abseits im Akteursnetz steht IP C des IGB¹⁸, da dieser uns vor allem Sachinformationen vermittelte und kaum in Kontakt mit anderen Akteuren steht. Durch die Transkription, Kodierung, Verkürzung und Verallgemeinerung haben wir bereits Interpretationen der geäußerten Meinungen und Sichtweisen geliefert. Uns ist bewusst, dass unsere eigene Forschungsperspektive dadurch auf die Ergebnisse Einfluss nimmt (ebd. 200f.).

Die Ergebnisse aus den Interviews werden wiedergegeben. Dabei ist zu bedenken, dass wir unsere Erfahrungsebene durch die Darstellung in dritter Person ausblenden. Wir erkennen aber an, dass das Schreiben einen wichtigen Einfluss auf die Produktion wissenschaftlicher Deutungen nimmt und wir alle Schritte beeinflusst haben. Die Ergebnisse sind persönliche Interpretationen, von Hierarchien zwischen den Forschenden und Interviewpartnern geprägt und keine reinen objektiven Darstellungen (ebd. 235).

4.3 Ergebnisse

Folgende Erkenntnisse basieren auf den von uns geführten Interviews und es ist möglich, dass sich in den letzten Monaten die Zusammenarbeit für den Masterplan Wasser verändert hat.

¹⁸ Zur besseren Lesbarkeit wird in der Arbeit, zu der Abkürzung IP, stellvertretend die Abkürzung der Institution/Firma verwendet. Dabei sind die Aussagen der einzelnen IPs aus den Interviews gemeint und keine allgemeine Stellungnahme der Institution/Firma. Die Zugehörigkeit der Aussage wird in der Quellenangabe gekennzeichnet.

Haben die Dürrejahre 2018 und 2019 Folgen für das Ökosystem des Müggelsees?

Ein großer Teil der Wasserversorgung Berlins erfolgt über das an den Müggelsee angrenzende WW Friedrichshagen, daher wurde angenommen, dass die Trinkwasserversorgung Auswirkungen auf dessen Ökosystem hat. Zum derzeitigen Zustand des Müggelsees erklärt das IGB, dass der Müggelsee in den vergangenen Jahren an Eutrophiegrad verloren habe, was generell eine positive Entwicklung sei. Mit sehr eutrophen Seen sind generell Algenblüten und Sauerstoffschwund in den tieferen Gewässerschichten verbunden.

Langanhaltende Hitze, wie 2018 und 2019, befördere jedoch die Eutrophierung; im sonst polymiktischen Müggelsee bilde sich eine langanhaltende thermische Schichtung, die verhindere, dass der Sauerstoff nach unten gelangt. Die unteren Wasserschichten werden anoxisch, sie verlieren Nährstoffe und es entstehen Blaualgenblüten. Dies habe wiederum negative Auswirkungen auf die Fische und Zooplankta, die in oberen Schichten schwimmen und zusätzlichem Hitzestress ausgesetzt sind. Polymiktische Seen wie der Müggelsee befänden sich also im Übergang hin zu dimiktischen Seen, d.h. Seen, die lediglich zweimal im Jahr durchmischt werden. IP C schließt nicht aus, dass es durch die Effekte des Klimawandels in Zukunft auch im Müggelsee zu einem Fischsterben kommen könne. Eine weitere Folge des Klimawandels sei der sinkende Wasserstand. Das Sediment werde teilweise freigelegt und der CO₂ Ausstoß vermehrt sich (IGB, IP C 2019).

Der BUND sieht die bisherige Entwicklung im Müggelsee ebenfalls kritisch und sagt, dass in den vorherigen Jahren mehr Trinkwasser gefördert wurde, als ökologisch verträglich wäre. Weitere Trockensommer könnten die Ökosysteme und den Wasserkreislauf überfordern und es würde zum Absinken des Grundwasserspiegels kommen. Konkrete Auswirkungen auf den Müggelsee seien sinkende Pegelstände, die Verschlechterung der Wasserqualität, wenn die Durchströmung der Spree unterbrochen werde, und die Selektion von Bäumen in angrenzenden Wäldern. IP E betont zudem, dass die Moore um Berlin bereits unter der abnehmenden Feuchtigkeit gelitten haben (BUND, IP E 2020). IP A erklärt dieselben Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel. Er führt zudem an, dass in den Dürrejahren 2000, 2018 und 2019 der Mindestwasserzufluss in der Spree zu gering gewesen wäre und der Fluss rückwärts geflossen sei, aber vom WW Friedrichshagen wurde weiterhin Grundwasser entnommen. In einigen Schleusen in der Spree bildeten sich Zivilisationsrückstände¹⁹. Fließen

¹⁹ IP A des UBB hat keine weiteren Angaben zur Erklärung der Zivilisationsrückstände gemacht. Wir gehen aber davon aus, dass Medikamentenrückstände, Schwermetalle, Abfälle etc. gemeint sind.

diese später ungereinigt in den Müggelsee, kommt es zur weiteren Verschmutzung (UBB, IP A 2019).

Die BWB seien angehalten, genug Wasser für Bevölkerung und Industrie in Berlin zu fördern, denn sonst könnte die Stadt nicht wirtschaftlich und von den Einwohnern weiterwachsen. In den beiden Trockenjahren 2018 und 2019 wurde mehr Wasser benötigt, als im WVK 2040 berechnet. Ein Absinken der Wasserstände in verschiedenen Ökosystemen sei dadurch möglich. Bei einem weiteren Trockenjahr wären die Folgen für den Müggelsee und andere Ökosysteme noch nicht abzusehen (BWB, IP B 2019). Auch die SenUVK habe bisher wenige Informationen zu den Auswirkungen der Dürre und Trinkwasserentnahme auf den Müggelsee. IP D geht davon aus, dass einige Arten stark davon betroffen sein werden und teilt die Sorge des BUND, dass vor allem Moore von der Trinkwasserentnahme betroffen seien (SenUVK, IP D 2019).

Wie arbeiteten die IPs beim WVK 2040 zusammen und welche Konflikte gab es?

Das WVK 2040 dient als Grundlage für Bewilligungsverfahren, Investitionen für Wasserwerke und den Masterplan Wasser. Die in 2.3 vorgestellte „optimale“ Variante wurde aufgrund betrieblicher Erfordernisse des Leitungssystems²⁰ ausgewählt, um die Wasserversorgung sicher zu stellen. Das UBB sagte, es wollte im Prozess auch den Naturschutz und das Thema Altlasten stärker mit einbeziehen, jedoch tauchten diese Themen letzten Endes nur in einer kurzen Anmerkung im Konzept auf. Zwischen UBB, Wasserbehörde und BWB kam es in der Ausarbeitung zu Konflikten, worauf IP A nicht genauer eingegangen ist. Das UBB habe von 2006 bis 2012 stets versucht, Naturschutzverbände und weitere Träger öffentlicher Belange mit einzubeziehen. Mit der neuen Projektleitung der BWB im Jahr 2012 kam es vermehrt zu Konflikten und die Kooperation wurde aufgelöst (UBB, IP A 2019). Nicht alle Maßnahmen des WVK 2040 seien bisher umgesetzt worden, z.B. wurde das WW Johannisthal aufgrund vorhandener Altlasten nicht in Betrieb genommen. Zudem wurde durch die Bevölkerungszunahme Berlins bereits jetzt der prognostizierte Wasserbedarf des WVK 2040 pro Jahr für 2030 erreicht. Folglich müsse der Wasserverbrauch im neuen Masterplan Wasser höher angesetzt werden (BWB, IP B 2019).

Nach Veröffentlichung des Konzeptes entwarfen verschiedene Umweltverbände ein gemeinsames Schreiben, in dem Kritikpunkte aufgelistet wurden. Der BUND kritisiert, dass die BWB verschiedene Mindestgrundwasserstände nur aufs Jahr betrachtet einhalten müssen. IP

²⁰ Aufgrund der Länge dieser Arbeit können wir nicht detailliert auf diesen Punkt eingehen. Von den Interviewpartnern wurde das Leitungssystem manchmal kurz erwähnt, aber sie gingen nicht auf konkrete Aspekte davon ein. Da dies auch nicht der Schwerpunkt unserer Fragestellung ist, haben wir keine Nachfragen gestellt.

E erklärt, dass der Ausgangspunkt für die geplante Wasserentnahme nicht die gemittelten Fördermengen mehrerer Jahre war, sondern die Fördermenge von 2002. Werden die Mengen überschritten, wird lediglich ein Ausgleich gezahlt (BUND, IP E 2020). IP B sagt diesbezüglich, dass man die UVPs aus zeitlichen Gründen nicht abwarten haben könne. Das WVK 2040 solle nach Fertigstellung der UVP nochmal überarbeitet werden (BWB, IP B 2019). Das UBB erstellte die UVP und Grundwasserströmungsmodelle für Spandau, Tegel und Kaulsdorf, konnte diese aber aus verschiedenen Gründen nicht abschließen. Die neue Projektleitung der BWB wollte das WVK 2040 nicht mehr auf Basis der fertigen UVPs prüfen. Neue UVPs seien bei den BWB selbst in Bearbeitung (UBB, IP A 2019).

IP B und A nahmen zu weiteren Kritikpunkten Stellung. IP B erläutert, die Stilllegung des WW Altglienicke sei aufgrund von Altlasten sowie der geringen Fördermenge pro Jahr entschieden worden. Bei Jungfernheide überlege man, im Rahmen des Masterplans Wasser dieses als Zukunftsstandort zu erhalten. Hier habe es einen Konflikt mit der SenUVK II B gegeben, denn diese konnten aus rechtlichen Gründen die Schutzzonen ohne aktives Wasserwerk nicht erhalten. Die BWB wollten diese aber als Reserveflächen nutzen. IP B versichert, dass die Akteure mit den Umweltverbänden gesprochen hätten und es zunächst eine positive Resonanz auf die Erstellung eines Wasserversorgungskonzeptes gegeben habe. Bezüglich der Kritikpunkte macht er deutlich, dass die Sicherstellung der Wasserversorgung von den Grundwasserreserven aus Berlin im Entwicklungsprozess im Vordergrund stand, da dies in der Wassergesetzgebung des Landes festgelegt sei (BWB, IP B 2019). Der tägliche Verbrauch ist mit 110 Liter pro Person bereits sehr niedrig, das Leitungssystem jedoch nicht auf geringere Wassermengen ausgelegt (UBB, IP A 2019).

Der BUND beklagte auch die geringe Teilnahme der Abteilung III B. Diese habe Gebiete als FFH Recht bestimmt, aber verhinderte nicht die negativen Folgen der Entnahme von Grundwasser. IP E meinte es sei ihre Aufgabe gewesen, eine Abweichungserklärung zu bewirken, um die betroffenen Gebiete aus dem FFH Recht zu nehmen. Aber es kam zu internen Konflikten innerhalb der SenUVK: „Und intern streiten sie sich, streiten sich die Wasserabteilung und die Naturschutzabteilung, wer in dem Verfahren das Sagen hat“ (BUND, IP E 2020). Die Abteilung III B teilte uns mit, dass sie kaum in der Ausarbeitung des WVK 2040 eingebunden wurden. Es kommt lediglich zur Zusammenarbeit da einige NATURA 2000 Gebiete grundwasserabhängig sind. IP D wünsche sich von der Abteilung II B die Auswirkungen auf Ökosysteme bei Konzepten von Anfang an mit zu bedenken: „Deswegen wäre es aus meiner Sicht sinnvoll, wünschenswert und auch erforderlich, dass man es bei der Konzeptentwicklung, Erstellung der Konzepte bereits mit bedenkt“ (SenUVK, IP D 2019).

Das IGB wurde von keinem anderen Akteur in die Entwicklung des WVK 2040 einbezogen.

Wer arbeitet am Masterplan Wasser zusammen? Gibt es Hinweise, weshalb einige Akteure von diesem Vorgehen ausgeschlossen wurden?

Die BWB arbeiten mit der SenUVK Abteilung II B am Masterplan Wasser zusammen, der im Frühjahr 2020 veröffentlicht wird. Anders als im WVK 2040 beinhaltet dieser Strategien zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Gerade in den Sommermonaten sei es wichtig, die Klärwerke mit einzubeziehen, damit der Wasserstand in der Spree und Havel gehalten wird und auch die Schifffahrt funktioniert. Zusätzlich werde die Wasserqualität genauer betrachtet. Die Veröffentlichung des Masterplans Wasser könne sich verzögern, da er auf eine noch unfertige Bevölkerungsprognose aufbaue. IP B erklärt, dass die Senatsverwaltung die Federführung habe und die Mitarbeiter der BWB sich vor allem an den Diskussionen beteiligten und zuarbeiteten. Weitere Akteure, die am Entwicklungsprozess teilnehmen, sind das Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg und die Beratungsfirma P2M, die die Modellierung für das Oberflächenwasser erstellt. Diese Firma ist ein Tochterunternehmen der Wasserbetriebe, deren Unabhängigkeit IP B zufolge gewährleistet sei. Umweltverbände und der Umweltschutzbereich der SenUVK wurden bisher nicht mit in den Prozess einbezogen. IP B erläutert, dass die Entscheidungsmacht für den Einbezug anderer Stakeholder bei der Abteilung II B liege. Seiner Meinung nach sollten die Umweltverbände mit einbezogen werden, aber er könne sich nicht über die Entscheidung der Abteilung II B hinwegsetzen (BWB, IP B 2019).

Naturschutzverbände wurden nicht in die Entwicklung des WVK 2040 einbezogen und auch nach der Veröffentlichung kam kaum ein Dialog mit den Behörden zustande. IP E ist daher sehr skeptisch, ob es überhaupt Sinn machen würde, mit dem Referat II zusammenzuarbeiten (BUND, IP E 2020). Zudem könnten die Einwände der Umweltverbände nur berücksichtigt werden, wenn ein Verstoß gegen die FFH Richtlinien vorlege (ebd.).

Die Abteilung III B ist derzeit nicht in den Prozess des Masterplans Wasser einbezogen. Ein Mitarbeiter konnte nur an einer Sitzung vor zwei Jahren teilnehmen und einige Bedenken von der Umweltschutzseite einbringen. Dieser nahm nur an einer Sitzung teil, weil die Abteilung II B die Abteilung III B nicht mehr zu weiteren Treffen eingeladen hatte. IP D ist sich aber unsicher, ob die Einwände des Mitarbeiters auch in der Ausarbeitung mitberücksichtigt werden (SenUVK, IP D 2019). Der Abteilung sei bisher nur bekannt, dass ihnen der Masterplan im Dezember vorgelegt werden soll, damit sie diesen mitzeichnen (ebd.).

Es liegen zudem keine Informationen vor, dass das IGB und der UBB einbezogen werden.

Welche Akteure arbeiten neben den beiden Konzepten noch in anderen Bereichen zusammen?

Neben der Zusammenarbeit zu dem WVK 2040 und dem aktuellen Masterplan Wasser wurden in den Experteninterviews auch andere Projekte und Bereiche genannt, in denen die Akteure miteinander arbeiten und in Kontakt stehen.

IP B erklärte bei den UVPs lade die BWB, neben der Beraterfirma P2M, auch Umweltverbände sowie die Umweltbehörden der Bezirke und des Umlands ein sich an diesen zu beteiligen. Im Austausch stehen sie mit verschiedenen anderen Akteuren, wie der Altlastenbehörde und dem Landesamt für Gesundheit und Soziales der SenUVK, dem Berliner Forst, der Brandenburger Wasserbehörde, Wasserversorgern für Frankfurt Oder und dem Energieunternehmen Lausitz Energie Bergbau AG (BWB, IP B 2019).

Die Abteilung III B sieht ihre derzeitige Hauptaufgabe darin, die Grundwasserentnahmegenehmigungsverfahren durchzusetzen. IP D erläutert, die Abteilung bringe stets Belange der Schutzgebiete ein und möchte die Grundwasserstände für die Biotope erhalten. Eine UVP für die NATURA 2000 Gebiete und FFH Verträglichkeitsprüfungen solle diesbezüglich durchgeführt werden. Dieses Verfahren sei jedoch sehr langwierig und Naturschutzverbände versuchen Druck auszuüben, das Verfahren zu beschleunigen. Die Abteilung arbeite zudem regelmäßig mit der Abteilung II D zusammen. Beispielsweise konnte durch deren Vorarbeit, die Erstellung eines Konzepts für den Müggelsee gesichert werden. Als Verbündete werden auch die Umweltverbände NABU und BUND bezeichnet. Diese müssen sogar in bestimmten Verfahren beteiligt werden und erhalten ein Klagerecht (SenUVK, IP D 2019). Für den Müggelsee gründete die Abteilung III B ein Dialogforum, das jedoch nicht die Wasserversorgung thematisiere, sondern die Nutzung des Müggelsees, z.B. für den Wassersport. Im Rahmen des Forums kommen BUND, Anwohner, Wassersportverbände, und Bootsverleiher zwei bis dreimal im Jahr zusammen und erarbeiteten Maßnahmen zum Schutz des Gebiets. Die SenUVK ist zuversichtlich, dass in diesem Format gemeinsam Probleme überwunden werden können (SenUVK, IP D 2019; BUND, IP E 2020).

IP E des BUND sagt aus, dass es schwierig sei, sowohl mit den BWB als auch der SenUVK zusammenzuarbeiten: „Man muss da auch schon lange drängeln, dass man mal ein Gespräch führt und wenn es ein Gespräch gibt, ist das aus meiner Sicht nicht offen, da werden dann die Probleme nicht offen artikuliert“ (BUND, IP E 2020). Die Aussage zeigt, dass die Abteilung III B kein enger Verbündeter zu sein scheint (ebd.).

IP C des IGB ist nicht mit den anderen Akteuren verbunden, da er eher auf internationaler Ebene arbeitet und dort die Kenntnisse über den Müggelsee einbringt. Zwei Kollegen im IGB

arbeiten allerdings enger mit der Senatsverwaltung und lokalen Bürgerinitiativen zum Thema Müggelsee zusammen (IGB, IP C 2019).

Was fehlt den Akteuren voneinander und von weiteren Stakeholdern, um die Trinkwasserversorgung und das Ökosystem des Müggelsees zukünftig zu sichern?

Zu dieser Frage hat der BUND seine Meinung besonders deutlich formuliert. Die Verantwortlichen für den Schutz des Ökosystems bei der Trinkwasserversorgung sieht IP E zum einen bei den BWB. Sie fördern zwar nicht mehr Wasser als im langfristigen Mittel nachkommt, aber dies berücksichtige nicht Jahre geringer Niederschläge und Dürre. Den Ökosystemen schade besonders die höhere Entnahme im Sommer. IP E erklärt es seien besser steuerbare Einzelfördermengen nötig, er fordert die Einführung von Mindestgrundwasserständen. Er kritisiert die Schließungen von kleineren Wasserwerken, um Kosten zu sparen. Durch neue Bebauung in diesen Gebieten entstanden Altlasten²¹, die eine Wiederinbetriebnahme unmöglich machen. Zum anderen prangert er ein Systemversagen der Senatsverwaltung an, denn diese würden die Zuständigkeit für dieses Thema häufig von einer Behörde zur nächsten weitergeben. Zudem ließen diese bei der Ausarbeitung von Maßnahmen keine Mitarbeit von anderen Abteilungen und Stakeholdern zu. Er bezieht sich hier besonders auf die Wasserbehörde, Abteilung II D. Zudem sei die Wasserversorgung eine bundesweite Herausforderung und Akteure aus anderen Bundesländern, wie beispielsweise Brandenburg, müssten bei der Versorgung und der Festlegung von Fördermengen bedacht werden:

„Sie müssen die Klimasituation berücksichtigen. Das heißt wir müssten eigentlich auch das Wasserdargebot neu berechnen und wir müssen auf die ökologischen Randbedingungen Rücksicht nehmen. Was dann dabei rauskommt, sind sicher andere Fördermengen als wir sie jetzt haben. Das Problem ist ja dann von Berlin auch gar nicht mehr richtig steuerbar.“ (BUND, IP E 2020)

IP E prangert auch an, dass der Einfluss der Trinkwasserversorgung auf die Ökosysteme fast keinen Anklang in der Öffentlichkeit und bei Politikern finde. Insgesamt würde das Thema nur minimal mediale Aufmerksamkeit erhalten und auch innerhalb der Umweltverbände eher untergehen: *„Es gibt niemand, wirklich niemand der sich darum kümmert. Meine Person und*

²¹ IP E des BUND führte nicht aus was Altlasten sind. Aus dem WVK 2040 geht diesbezüglich hervor, dass durch die großen Industriegebiete an Spree und Havel mögliche Schadstoffe, wie Chemikalien in die Nähe der WW Jungfernheide, Johannisthal, Tegel, Wuhlheide, Tiefwerder eingedrungen sind. Dazu kommen geogene Belastungen des Grundwasserkörpers wie Salz und Huminstoffe. Diese Rückstände finden sich heute als Belastungen in Boden und Grundwasser wieder (Möller/Burgschweiger 2008: 37 f.).

noch zwei andere vielleicht, die vielleicht über die ganzen Jahre konsequent diese Verfahren begleitet haben und danach ihre Stellungnahmen geschrieben haben“ (BUND, IP E 2020).

IP D sieht ein großes Problem bei der Sicherstellung der Versorgung mit Trinkwasser, wenn die Zuzugszahlen nach Berlin weiter steigen. In einem Extremfall müsse stets die Versorgung sichergestellt werden, auch wenn Ökosysteme darunter leiden. IP D kritisiert hierbei ebenfalls die Kommunikation dieses Problems an die Öffentlichkeit: *„Was ich wichtig finde ist, (...) dass man die Probleme, die damit verbunden sind, transparent macht und nicht immer so tut, dass es total toll ist, dass wir hier so und so viele Millionen Menschen haben (...). Sondern ja es ist ein Problem, weil und wir lösen es auf folgende Art und Weise und das hat die und die Nachteile auch. Das finde ich wichtig. Und das passiert in meinen Augen viel zu wenig“ (SenUVK, IP D 2019).*

IP C des IGB findet, dass gerade die beiden Trockenjahre 2018 und 2019 das mediale Interesse am Thema Schutz des Ökosystems und der Trinkwasserversorgung geweckt habe, die Nachfrage für Interviews mit Radios und Zeitungen steige in dieser Zeit merklich an (IGB, IP C 2019)

4.4 Diskussion

Im Folgenden sollen die Ergebnisse den Kategorien von Zscheischler et al. (2019) zugeordnet und analysiert werden. Die Kategorien 2 und 3 (Problembewusstsein und Beschreibung des Problems) wurden im Folgenden in einem Punkt behandelt.

Akteure und Interessensgruppen

Eine Vielzahl verschiedener Akteure ist an der Trinkwasserversorgung Berlins und dem Schutz der Gebiete, aus denen die Wasserentnahme erfolgt, beteiligt.

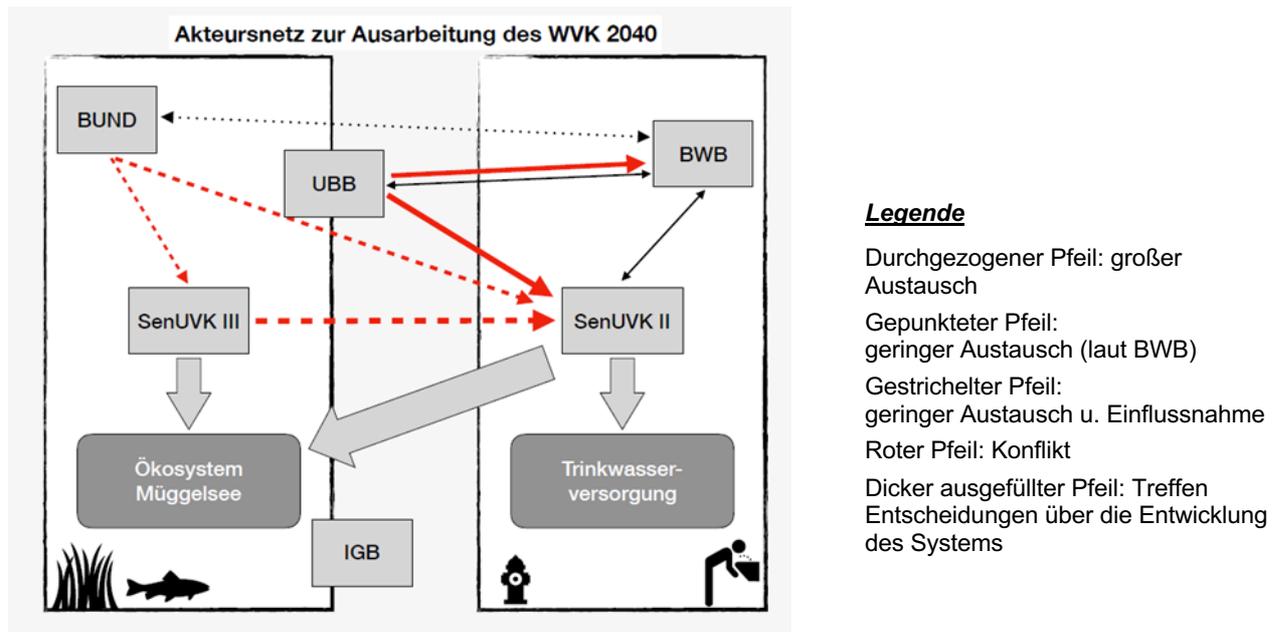


Abbildung 7 Akteursnetz zur Ausarbeitung des WVK 2040

Die Beteiligten lassen sich auf verschiedene Arten gliedern. Zum einen kann man sie in Akteure der Wasserversorgung (Referat II D und B der Senatsverwaltung und Berliner Wasserbetriebe), sowie Akteuren des Ökosystems (Abteilung III B der Senatsverwaltung und Naturschutzverbände) aufteilen. Der UBB und das IGB lassen sich weniger klar einordnen und stehen zwischen den Oberkategorien.

Zum anderen lassen sie sich verschiedene Handlungsebenen aufteilen. Das Land Berlin ist durch die beiden Abteilungen der Senatsverwaltung beteiligt und durch die staatlichen Berliner Wasserbetriebe, wobei die Abteilung III B kaum in die Ausarbeitung der Konzepte integriert ist. Durch den UBB war an der Ausarbeitung des WVK 2040 auch ein Privatunternehmen beteiligt – aber ohne offensichtliche Interessen an einem bestimmten Endergebnis. Das Forschungsinstitut IGB forscht zum Ökosystem Müggelsee, wird aber nicht eindeutig in Entscheidungsprozesse mit einbezogen und bekommt auch keine beratende Rolle. Daher wird es in der Abbildung auch ohne Verbindungen dargestellt. Es steht näher zum Ökosystem, da IP C sich vor allem für dieses einsetzt. Naturschutzverbände sehen die einzige Möglichkeit darin im Prozess aktiv mitzuwirken, eine Art Kontrollinstanz im Nachhinein zu bilden. Direkte Beteiligung der Bevölkerung erfolgt kaum.

Es wird deutlich, dass es sich beim Referat II und den BWB um die Hauptakteure handelt – besonders im Hinblick auf den Masterplan Wasser, da hier anstatt dem UBB die Tochterfirma der BWB P2M beteiligt ist. Deshalb ist im Akteursnetz der Pfeil, der den Einfluss von Entscheidungen auf Trinkwasserversorgung und Ökosystem darstellt, von der Verwaltungsseite größer. Den größten Einfluss auf das Geschehen scheint das Referat II zu

haben, da hier die Entscheidungen darüber getroffen werden, wer in Prozesse involviert wird. Es fehlt allerdings das Interview mit dem Referat II, um diesen Eindruck zu bestätigen.

Obwohl sich innerhalb Berlins verschiedene Akteure mit nachhaltiger Versorgungssicherung beschäftigen, wird deutlich, dass die Beteiligung von Akteuren der umliegenden Länder fehlt. Die Wasserversorgung ist zum größten Teil von der Spree, welche durch Sachsen, Brandenburg und Berlin fließt, abhängig und diese bedingt wiederum den Wasserstand der Havel. Deswegen ist es sinnvoll Akteure der umliegenden Bundesländer zu involvieren. Beim Masterplan Wasser scheinen noch weitere Akteure beteiligt zu werden, wie zum Beispiel das Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, aber die Interviews lassen nur schwer Rückschlüsse darauf ziehen, wie stark diese involviert sind.

Problembewusstsein und Beschreibung des Problems

Alle beteiligten Akteure, mit denen wir gesprochen haben, sind sich der Problematik um die Trinkwasserversorgung und die Bedrohung des Ökosystems bewusst, besonders im Hinblick auf mehrere aufeinander folgende Trockenjahre. Die Konsequenzen, die daraus gezogen werden, fallen je nach Akteur unterschiedlich aus.

Das Referat II und die BWB priorisieren offensichtlich eine gesicherte Wasserversorgung, während die Abteilung III B und die Naturschutzverbände Bedenken beim Erhalt des Ökosystems äußern. Deshalb stehen diese Akteure in der Abbildung 1 näher an den von ihnen jeweils priorisierten Bereichen. Die BWB sind in dieser Hinsicht an die Berliner Gesetzgebung gebunden, die verlangt, die Wasserversorgung zu priorisieren. Die BWB sehen die städtische Wasserversorgung durch mehrere aufeinanderfolgende Trockenjahre erst in Zukunft gefährdet. Die Abteilung III B sieht in diesem Szenario eine Gefährdung der Ökosysteme durch die Trinkwasserentnahme. Der Fokus liegt jedoch eher auf den Mooren Berlins als auf dem Müggelsee. Der UBB gibt ähnliche Bedenken, merkt aber auch an, dass die Wasserversorgung bei drei aufeinander folgenden Hitzejahren kritisch werden könnte. Der BUND sieht dies ähnlich.

Das Problembewusstsein scheint laut Aussage der IPs in der Öffentlichkeit zu fehlen. Auffallend ist, dass die Akteure des Ökosystems den fehlenden Anklang der Thematik in der Berliner Bevölkerung für problematisch halten. Sie würden sich wahrscheinlich Rückhalt für ihre Ansichten erhoffen.

Mit der wachsenden Bevölkerung Berlins, dem fortschreitenden Klimawandel, den veränderten Wettergegebenheiten und vermehrten Extremwetterereignissen ändern sich die Bedingungen der Wasserversorgung. Die Dringlichkeit, das WVK 2040 zu überarbeiten wurde erkannt, weshalb der Masterplan Wasser erarbeitet wird. Dennoch scheint die Problematik um

den Erhalt des Ökosystems und die Relevanz des Müggelsees als Lebensraum für bedrohte Arten eher untergeordnet zu sein, da Akteure des Naturschutzes kaum involviert sind.

Interessenschwerpunkte und wertebasierte Zielsetzungen

Die Akteure haben unterschiedliche Vorstellungen von einem Idealzustand (s. Abschnitt ‚Problembewusstsein und Entscheidung‘), was zum einen die Zusammenarbeit aber vor allem die Entstehung eines für alle zufriedenstellenden Ergebnisses erschwert; außerdem gibt es zwischen den zwei Lagern kaum gemeinsame Erwartungen (Zscheischler et al. 2019: 588). Zwar ist allen klar, dass sowohl Wasser gefördert werden, als auch das Ökosystem geschützt werden muss, doch das Ausmaß der idealen Handlungsmaßnahmen wird unterschiedlich bemessen.

Wechselbeziehungen zwischen Akteuren

In den Interviews wurde ersichtlich, dass es bei der Berliner Trinkwasserversorgung viele Konflikte gab und gibt. Die Konflikte werden in Abbildung 7 durch rote Pfeile zwischen den Akteuren gekennzeichnet. Je nach Schwere des Konflikts sind die Pfeile unterschiedlich dick gezeichnet. Die gestrichelten Pfeile weisen eher mildere Konflikte auf, da die Zusammenarbeit sowieso gering ist.

Die Stellung der unterschiedlichen Akteure ist nicht gleichwertig. Das Referat II ist in einer eindeutigen Machtposition, da es darüber entscheidet wer beteiligt wird. Obwohl die Akteure des Umweltbereichs den ausdrücklichen Wunsch geäußert haben, an den Konzepten mitzuwirken, wurden sie nicht beteiligt. Deshalb sind die Pfeile im Akteursnetz zwischen diesen beiden Gruppen nur gestrichelt dargestellt.

Probleme scheinen besonders in der Kommunikation zwischen den Akteuren zu liegen. Auffällig ist, dass während der Prozesse des WVK 2040 sowie des Masterplan Wasser wenig über den Stand der Dinge nach außen informiert wurde und die Akteure, die nicht aktiv beteiligt waren, erst das fertige Produkt einsehen konnten, können. Dabei wird beispielsweise der Abteilung III B lediglich die Möglichkeit eingeräumt, dem Konzept zustimmen oder es abzulehnen, aber nicht aktiv Veränderungen einzubringen. Auch die Kritikpunkte am WVK 2040 der Naturschutzverbände wurden nicht offen diskutiert. Auffällig ist, dass innerhalb der Senatsverwaltung scheinbar wenig kommuniziert wird, der Pfeil zwischen den Abteilungen ist daher rot und gestrichelt dargestellt. So wird die Chance vergeblich, ein Problem von mehreren Seiten zu beleuchten und damit zu einer holistischeren Lösung zu kommen.

Es findet während der Entstehung der Konzepte scheinbar selten ein Wissensaustausch zwischen aktiven und passiven Akteuren statt (ebd). Durch die Wahl der aktiv beteiligten Akteure werden die Perspektiven und die Aspekte des Naturschutzes vernachlässigt. Das fehlende Problembewusstsein der Bevölkerung ist vermutlich auf Unwissen sowie mangelnde

Kommunikation rund, um durch Klimawandel und eine zunehmende Bevölkerung entstehende Probleme zurückzuführen.

Wie sehr das Referat II und die BWB mit anderen Akteuren außerhalb Berlins im Austausch stehen, wurde im Rahmen unserer Interviews nicht endgültig geklärt. Das Referat II scheint beim Masterplan Wasser im Vergleich zum WVK 2040 weitere Akteure einzubinden. Die aktiv am Masterplan beteiligten Akteuren wirken zuversichtlich, die unbeteiligten Akteure scheinen wenig Vertrauen in einen zufriedenstellenden neuen Masterplan Wasser zu haben.

Bestehende Netzwerke und die Bereitschaft zusammenzuarbeiten

Die Zusammenarbeit zwischen Referat II und BWB scheint zu funktionieren, wobei ein gewisses Machtgefälle zu erkennen ist. Die Zusammenarbeit mit dem UBB hat anfangs funktioniert, wurde zu einem späteren Zeitpunkt allerdings beendet. Hier wurde nicht ausgeführt, worin die zunehmenden Konflikte bestanden, weswegen weitere Schlüsse nicht gezogen werden können.

Scheinbar fehlt die Bereitschaft des Referat II, Akteure des Ökosystems einzubeziehen, was besonders mit Blick auf die Abteilung III B überrascht, da es sich hier ebenfalls um ein Referat der SenUVK handelt. Die Abteilung III B äußert sogar den Wunsch, mitzuarbeiten und hält es für falsch, dass sie nicht von Beginn an als Vertreter des Umweltschutzes miteinbezogen wurde. Gründe für die Nichtbeteiligung wurden in den Interviews nicht genannt und das Referat II konnte sich nicht selbst dazu äußern. Auch bei Naturschutzverbänden kommt es kaum zur Zusammenarbeit mit den BWB und dem Referat II.

Durch die fehlende Beteiligung und Nachvollziehbarkeit der Maßnahmenfindung sowie mangelnde Kommunikation ist auch die Akzeptanz der vorgestellten Lösungen bei den Akteuren des Ökosystems eher gering (ebd). Die niedrigen Erwartungen der Abteilung III B und des BUND an den Masterplan Wasser sind den schlechten Erfahrungen durch fehlende Zusammenarbeit in der Vergangenheit und die für sie nicht zufriedenstellenden Ergebnisse des WVK 2040 geschuldet (ebd). Uns scheint es, dass die Akteure sich eher als Einzelkämpfer für ihre eigenen Ziele sehen, denn als Gemeinschaft mit gemeinsamem Ziel.

Ressourcen, um Zusammenarbeit zu ermöglichen

Zu den verfügbaren Ressourcen in Form von Personal, Zeit und Geld können wir keine Rückschlüsse ziehen. Es wird allerdings klar, dass es im gesamten Prozess keine neutrale Führung beziehungsweise einen Moderator gibt (ebd). In einigen Interviews wurde deutlich, dass unter anderem nicht genügend Zeit eingeplant beziehungsweise investiert wurde, um UVPs durchzuführen und abzuschließen. Dies deutet darauf hin, dass UVPs nicht priorisiert wurden und gegebenenfalls das allgemeine Verständnis für Prozesse innerhalb des Ökosystems und ihre Langwierigkeit fehlt.

Die Involvierung neuer Akteure im Masterplan Wasser birgt die Chance für neue Impulse und Innovation. Inwieweit dies auf den Masterplan Wasser zutrifft, ist derzeit noch unklar.

Fazit der Diskussion

Entsprechend unserer Fragestellung haben wir nach Schnittstellen gesucht, an denen verschiedene Akteure kollaborieren. Dabei stießen wir auf ein hierarchisches Machtgefälle, welches sich in mehreren Punkten hinderlich auf das Endergebnis auswirkt. Die Entscheidungen bezüglich der Trinkwasserversorgung und des Ökosystems werden vorrangig vom Referat II und den BWB getroffen. Diese haben außerdem die Entscheidungsmacht welche Stakeholder in die Prozesse mit eingebunden werden. Die Naturschutzverbände haben dementsprechend nur ein geringer Einfluss – noch einmal verstärkt durch das fehlende Interesse der Öffentlichkeit.

Durch den nicht partizipativen Entstehungsprozess basieren sowohl WVK 2040 sowie der Masterplan auf einem begrenzten Wissens- und Erfahrungsschatz (Zscheischler et al. 2019: 588). Nicht beteiligte Akteure haben dadurch keine Möglichkeit, ihre Perspektive in die Diskussion einzubringen. Zudem ist die Nachvollziehbarkeit der Entstehungs- und Entscheidungsprozesse zumindest mit Blick auf den WVK 2040 nicht gegeben. Die Akteursanalyse des Müggelsees ist ein Stück weit auf die allgemeine Zusammenarbeit in der Wasserversorgung Berlins übertragbar, da die entsprechenden Konzepte Berlin übergreifend erarbeitet werden.

4.5 Fazit

Besonders in Zeiten des Klimawandels sind die Rahmenbedingungen der Wasserversorgung in einem ständigen Wandel. Um die zukünftige Trinkwasserversorgung sowie intakte Ökosysteme zu gewährleisten, müssen viele Aspekte und Perspektiven berücksichtigt werden.

Unsere Analyse der Zusammenarbeit von Akteuren bei der Trinkwasserversorgung Berlins hat eine Dominanz des Referats II der SenUVK und eine unausgewogene Beteiligung der restlichen Akteure – besonders jener, die Umweltschutzinteressen vertreten – gezeigt. Dadurch kommt es zu unvollständigen Informationen und Wissenslücken (Zscheischler et al. 2019: 588). Mit der Einbindung der Abteilung III B, der Naturschutzverbände und gegebenenfalls des IGB könnten andere Endergebnisse entstehen.

Probleme, die im Ökosystem durch Wasserentnahme auftreten, werden vernachlässigt. Einerseits ist die Wasserversorgung für den urbanen Raum notwendig und wird gegenüber anderen Aspekten priorisiert, andererseits darf die Rolle von intakten Ökosystemen als

Erholungsort und Lebensraum für bedrohte Arten nicht ignoriert werden. Ein intaktes Ökosystem ist essenziell für eine nachhaltige Trinkwasserversorgung.

Auf Grund des fortschreitenden Klimawandels gilt es als sicher, dass die Häufigkeit von Extremwetterereignissen zunehmen wird, nur die Form und das konkrete Ausmaß sind noch unklar. Darum ist es notwendig, bereits bestehende Konzepte zu überarbeiten. Dies scheint im Masterplan Wasser zu passieren, doch ist auch hier damit zu rechnen, dass Prozesse des Ökosystems vernachlässigt werden. Wir konnten den Masterplan in unsere Arbeit nur zum Teil einbeziehen, da er zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht veröffentlicht wurde. Außerdem steht das Interview mit dem Referat II noch aus, um ein vollständiges Bild der Beziehungen zwischen den beteiligten Akteuren zu bekommen. Hier besteht Bedarf, unsere Ergebnisse zu einem späteren Zeitpunkt zu aktualisieren.

Wünschenswert wäre aus unserer Sicht eine stärkere Zusammenarbeit insbesondere innerhalb der SenUVK. Die Zuständigkeitsbereiche beider Abteilungen überschneiden sich bei vielen Problematiken, und eine gemeinsame Bearbeitung könnte durch neue Impulse, Ideen, Erfahrungswerte und Wissen zu ganzheitlicheren und innovativeren Lösungen führen. Die Verwaltung scheint in alten Mustern festgefahren zu sein, in diesem Fall zu Lasten des Naturschutzes. Es ist komplex solche Strukturen aufzulösen, wenn die Initiative nicht direkt vom Referat II selbst ausgeht. Gemäß Zscheischler et al. (2019) könnte eine neutrale Leitung ein sinnvoller Impuls sein, um die Prozesse holistischer zu betrachten und die Akzeptanz der Ergebnisse unter den Akteuren zu erhöhen. Auch Druck von Seiten der Bevölkerung könnte eine Veränderung hervorrufen. Dabei ist ausschlaggebend, dass sich die Öffentlichkeit der Problematik bewusst ist, um ihre eigenen Handlungsmuster, die den Konflikt zwischen Trinkwassergewinnung und Ökosystem intensivieren, bewusst ändern zu können. An dieser Stelle kann unsere Forschungsarbeit einen Beitrag leisten, da sie aufzeigt, wie die unterschiedlichen Akteure aktiv das Endergebnis beeinflussen. Dies kann ein Mittel für die unbeteiligten Akteure sein, ihre Positionen zu rechtfertigen und langfristig zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- Adrian, R., Shatwell, T. 2018. Seen im Klimawandel - Seen im Klimawandel Diagnosen und Prognosen aus der Langzeitforschung. Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin.
- Allan, J. A. (1993) 'Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible', *Priorities for water resources allocation and management*. London, ODA, 13(4), p. 26.
- Allan, J. A. (1994) 'Overall perspectives on countries and regions', *Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65–100.
- Am-Müggelsee.de., N.N. Ohne Datum. Das Museum im Alten Wasserwerk Friedrichshagen. Am Müggelsee. Online verfügbar: <https://www.am-mueggelsee.de/pages/ausflugsziele/museum-altes-wasserwerk.php> (abgerufen am 09.03.2020).
- Anker, J. Umweltverbände kritisieren das Berliner Wasserkonzept. Berliner Morgenpost. 13.12.2008. Online verfügbar: <https://www.morgenpost.de/berlin/article103471716/Umweltverbaende-kritisieren-das-Berliner-Wasserkonzept.html> (abgerufen am: 10.03.2020).
- Ansink, E. (2010) 'Refuting two claims about virtual water trade', *Ecological Economics*. Elsevier, 69(10), pp. 2027–2032. doi: 10.1016/j.ecolecon.2010.06.001.
- Anter, J., Kraft, M., Langkamp-Wedde, T. 2018: Sensorgestützte Berechnungssteuerung – ein Blick in die angewandte Forschung. In: Schimmelpfennig, S., Anter, J., Heidecke, C., Lange, S., Röttcher, K., Bittner, F. 2018: Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Thünen Working Paper 85, Braunschweig.
- Arbuckle, J. G., Morton, L. W. and Hobbs, J. (2013) 'Farmer beliefs and concerns about climate change and attitudes toward adaptation and mitigation: Evidence from Iowa', *Climatic Change*. doi: 10.1007/s10584-013-0700-0.
- Arendt, Hannah (1986 [1951]): *Elemente und Ursprünge totaler Herrschaft*. München: Piper.
- Ballestero, Andrea (2019): *A Future History of Water*. Durham: Duke UP.
- BBC (16.05.2017): „Reality Check: Has privatisation driven up water bills?“, 16.05.2017 unter <https://www.bbc.com/news/election-2017-39933817> [Letzter Zugriff 05.04.20]

- Berbel, J. and Mateos, L. (2014) 'Does investment in irrigation technology necessarily generate rebound effects? A simulation analysis based on an agro-economic model', *Agricultural Systems*. doi: 10.1016/j.agsy.2014.04.002.
- Berlin.de. Auswirkungen des Klimawandels. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. 01 2019. Online verfügbar: https://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/klimawandel/de/auswirkungen_des_klimawandels.shtml (abgerufen am 09.03.2020).
- BMU. Extremwetterereignisse. Von Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. 15.03.2018. Online verfügbar: [https://www.bmu.de/themen/gesundheits-chemikalien/gesundheits-und-umwelt/klimawandel-und-gesundheit/extremwetterereignisse/](https://www.bmu.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheits-und-umwelt/klimawandel-und-gesundheit/extremwetterereignisse/) (abgerufen am: 09.03.2020).
- Boßmeyer, C., Ollech, S. M. 2015. Unternehmen der Wasserwirtschaft – aktiv für die biologische Vielfalt. Berlin, 'Biodiversity in Good Company' Initiative e.V.
- BR (2018) <https://www.br.de/radio/bayern1/inhalt/experten-tipps/umweltkommissar/wassersparen-umwelt100.html>
- Breitkopf, A. Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in Deutschland in ausgewählten Jahren von 1960 bis 2019. 02.01.2020. Von Statista. Online verfügbar: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/914891/umfrage/durchschnittstemperatur-in-deutschland/> (abgerufen am: 10.03.2020).
- BUND. Ohne Datum. Über uns. Online verfügbar: <https://www.bund-berlin.de/ueber-uns/> (abgerufen am: 24.02.2020).
- BUND. Berliner Grundwasser muss ökologisch bewirtschaftet werden. Von Wasserversorgung in Berlin. 12.2008. Online verfügbar: http://www.bund.in-berlin.de/bund_berlinde/home/gewaesserschutz/wasserversorgung_in_berlin.html (abgerufen am 10.03.2020).
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2020: Effiziente Bewässerungstechnik – Stand und Trends. [online] [effiziente-bewaesserungstechnik/](#) [25.03.2020].
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019: Kartoffelernte 2018: kleine Menge – knappe Marktversorgung. [online] [25.03.2020].
- Bundesamt für Statistik 2020: Anbaufläche ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich. [online] [19.03.2020].
- Burton, R. J. F. and Wilson, G. A. (2006) 'Injecting social psychology theory into conceptualisations of agricultural agency: Towards a post-productivist farmer self-identity?', *Journal of Rural Studies*. doi: 10.1016/j.jrurstud.2005.07.004.

- BWB. Ohne Datum. Wasserwerk Friedrichshagen. Berliner Wasserbetriebe. Online verfügbar: https://www.bwb.de/de/assets/downloads/WW_Friedrichshagen.pdf (abgerufen am 10.03.2020).
- BWB. 2016. Wasser für Berlin. Informationen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Berliner Wasserbetriebe. Berlin.
- Carrington, M. J., Neville, B. A. and Whitwell, G. J. (2010) 'Why ethical consumers don't walk their talk: Towards a framework for understanding the gap between the ethical purchase intentions and actual buying behaviour of ethically minded consumers', *Journal of Business Ethics*. Springer, 97(1), pp. 139–158. doi: 10.1007/s10551-010-0501-6.
- Chapagain, A. K. and Hoekstra, A. Y. (2003) 'Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products', in *Virtual water trade. Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade*. UNESCO-IHE (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- COPA COGECA (2003) *Assessment of the impact of the heat wave and drought of the summer 2003 on agriculture and forestry, Committee of Agricultural Organisations in the European Union General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union, Brussels*.
- Csutora, M. (2012a) *5th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (15th ERSCP The ecological footprint of green and brown consumers. Introducing the behaviour-impact-gap (BIG) problem*.
- Csutora, M. (2012b) 'One More Awareness Gap? The Behaviour-Impact Gap Problem', *Journal of Consumer Policy*, 35(1), pp. 145–163. doi: 10.1007/s10603-012-9187-8.
- Csutora, M. and Zsóka, Á. (2016) 'Breaking through the behaviour impact gap and the rebound effect in sustainable consumption', in *Sustainable consumption and social justice in a constrained world. SCORAI Europe Workshop Proceedings*, pp. 122–130.
- Dai, A., Zhao, T. and Chen, J. (2018) 'Climate Change and Drought: a Precipitation and Evaporation Perspective', *Current Climate Change Reports*. Springer, pp. 301–312. doi: 10.1007/s40641-018-0101-6.
- Darnhofer, I., Schneeberger, W. and Freyer, B. (2005) 'Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale', *Agriculture and Human Values*. doi: 10.1007/s10460-004-7229-9.

- Dawson, C. R. (2000) 'Qualitative research to explore public attitudes to food safety', *Report for the Food Standards Agency*.
- Deutscher Wetterdienst (2019) *Trockenheit nimmt (k)ein Ende?* Available at: https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2019/9/23.html (Accessed: 18 March 2020).
- Dobner, Petra (2010): *Wasserpolitik*. Berlin: Suhrkamp.
- Eckstein, D. et al. (2019) *GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2020 Who Suffers Most from Extreme Weather Events?* Available at: www.germanwatch.org (Accessed: 18 March 2020).
- El-Hendawy, S., Abd El-Lattief, E., Ahmed, M., Schmidhalter, U., 2007: Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn. *Agricultural Water Management* 95 (2008), Elsevier, S. 836-844.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A. H., Okursoy, H. 2006: Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, Vol. 56, S. 206-216.
- Fereres, E., Soriano, M. A. 2007: Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, Nr. 2, S. 147-159.
- Fink, A. H. et al. (2004) 'The 2003 European summer heatwaves and drought –synoptic diagnosis and impacts', *Weather*. John Wiley & Sons, Ltd, 59(8), pp. 209–216. doi: 10.1256/wea.73.04.
- Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) 2008: Potato and water resources. [online] [25.03.2020].
- Ford, A. and Ford, F. A. (1999) *Modeling the environment: an introduction to system dynamics models of environmental systems*. Island press.
- Freire-González, J. (2019) 'Does Water Efficiency Reduce Water Consumption? The Economy-Wide Water Rebound Effect', *Water Resources Management*. doi: 10.1007/s11269-019-02249-0.
- Fricke, E. 2018: Effiziente Bewässerungstechnik und steuerung – Stand und Trends. In: Schimmelpfennig, S., Anter, J., Heidecke, C., Lange, S., Röttcher, K., Bittner, F. 2018: *Bewässerung in der Landwirtschaft*. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Thünen Working Paper 85, Braunschweig, S. 65-72.
- Furchheim, P. (2015) *Grüner Materialismus: eine Überprüfung der Vereinbarkeit von Materialismus und grünem Konsum*. Springer-Verlag.

- Gömann, H; Frühauf, C.; Lüttger, A.; Weigel, H. (2017): Landwirtschaft. In: Brasseur, G., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hg.): Klimawandel in Deutschland. Springer, Berlin Heidelberg, S. 183-191.
- Heckman, J. J., Lochner, L. J. and Todd, P. E. (2006) 'Earnings functions, rates of return and treatment effects: The Mincer equation and beyond', *Handbook of the Economics of Education*, 1, pp. 307–458.
- Helfrich, Silke & Heinrich-Böll-Stiftung (Hg.) (2012): *Commons. Für eine neue Politik jenseits von Markt und Staat*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Higham, J., Reis, A. and Cohen, S. A. (2016) 'Australian climate concern and the "attitude–behaviour gap"', *Current Issues in Tourism*. Routledge, 19(4), pp. 338–354. doi: 10.1080/13683500.2014.1002456.
- Hijmans, R.J. 2003: The effect of climate change on global potato production. *American Journal of Potato Research*, Vol. 80, S. 271-280.
- Hoekstra, A. Y. (2003) 'Virtual water: An introduction', in *Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Value of water research report series (11)*. IHE Delft, pp. 13–23.
- Hoekstra, A. Y. (2009) 'Water Security of Nations: How International Trade Affects National Water Scarcity and Dependency', in. Springer, Dordrecht, pp. 27–36. doi: 10.1007/978-90-481-2344-5_3.
- Hoekstra, A. Y. (2010) 'The Relation between International Trade and Freshwater Scarcity', in *Handbook on trade and the Environment*. World Trade Organization (WTO), Economic Research and Statistics Division, pp. 1–24. doi: 10.1017/CBO9780511674532.004.
- Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. K. (2007) 'Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern', in *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change: A North-South Analysis*. doi: 10.1007/978-1-4020-5591-1-3.
- Hoekstra, A. Y. and Hung, P. Q. (2002) *Virtual water trade, A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of water research report series*.
- Hyland, J. J. et al. (2016) 'Farmers' perceptions of climate change: identifying types', *Agriculture and Human Values*. doi: 10.1007/s10460-015-9608-9.
- IGB. Ohne Datum. Profil. Online verfügbar: (abgerufen am 24.02.2020).

- IGB. Ohne Datum. Messstation Müggelsee. Von IGB Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Online verfügbar: <https://www.igb-berlin.de/messstation-mueggelsee> (abgerufen am 08.03.2020).
- Jaeggi, Rahel (2009): "Rethinking Ideology." In de Bruin, B. and Zurn, C. F. (eds.): *New Waves in Political Philosophy*. New York: Palgrave Macmillan: 63-86.
- Jones, H. G. 2004: Irrigation scheduling: Advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, Nr. 407, S. 2427-2436.
- Jones, H. J. 2014: *Plants and Microclimate - A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology*. University Printing House, Cambridge.
- Juvan, E. and Dolnicar, S. (2014) 'The attitude-behaviour gap in sustainable tourism', *Annals of Tourism Research*. Elsevier Ltd, 48, pp. 76–95. doi: 10.1016/j.annals.2014.05.012.
- Kaspar, F., Friedrich, K. Rückblick auf die Temperatur in Deutschland im Jahr 2019 und die langfristige Entwicklung. Von Deutscher Wetterdienst. 02.01.2020. Online verfügbar: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20200102_bericht_jahr2019.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (abgerufen am: 08.03.2020).
- Kollmuss, A. and Agyeman, J. (2002) 'Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?', *Environmental Education Research*. doi: 10.1080/13504620220145401.
- Krengel, S., Klocke, B., Seidel, P., Freier, B. 2014: Veränderungen im Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und deren natürlichen Gegenspielern. In: Lozán, J.L., Grassl, H., Karbe, L., Jendritzky, G. (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*. 2. Auflage, S. 1-4.
- Krenz, A. (2008) *Theorie und Empirie über den Wirkungszusammenhang zwischen sozialer Herkunft, kulturellem und sozialem Kapital, Bildung und Einkommen in der Bundesrepublik Deutschland.*, *SOEP papers on Multidisciplinary Panel Data Research*. Edited by D. I. W. Berlin.
- Levy, D., Coleman, W. 2014: Plant- Water Relations and Irrigation Management of Potato. In: Navarre, R., Pavek, J. 2014: *The Potato Botany, Production and Uses*. CAB International / United States Department of Agriculture, Boston, S. 103-114.
- Li, H. and Zhao, J. (2018) 'Rebound effects of new irrigation technologies: The role of water rights', *American Journal of Agricultural Economics*. doi: 10.1093/ajae/aay001.
- Loick, Daniel (2016): *Der Missbrauch des Eigentums*. Berlin: August Verlag.

- Luterbacher, J. *et al.* (2004) 'European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes since 1500', *Science*. American Association for the Advancement of Science, 303(5663), pp. 1499–1503. doi: 10.1126/science.1093877.
- Mattisek, A.; Pfaffenback, C.; Reuber, P. 2013. Methoden der empirischen Humangeographie. Braunschweig, Bildungshaus Schulbuchverlage.
- McNabb, D. E. (2019) 'Agriculture and Inefficient Water Use', in McNabb, D. E. (ed.) *Global Pathways to Water Sustainability*,. Palgrave Macmillan, pp. 99–115.
- Meulenbergh, M. (2003) 'Consumer and citizen, meaning for the market of agricultural products and food products', *Tijdschrift voor Sociaal Wetenschappelijk onderzoek van de Landbouw*, 18(1), pp. 43–56.
- Meyer 2016, in Hollweg, W. 2016: Beregnung ist alternativlos, sonst ist der Standort hier tot. Kartoffelbau, Vol. 3 Jg. 67, S. 36, Oldenburg.
- Monneveux, P., Ramírez, D. A., Pino, M.P. 2013: Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.) Can we learn from drought tolerance research in cereals? *Plant Science*, Vol. 205–206, S. 76– 86.
- Motoshita, M. *et al.* (2018) 'Consistent characterisation factors at midpoint and endpoint relevant to agricultural water scarcity arising from freshwater consumption', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(12), pp. 2276–2287. doi: 10.1007/s11367-014-0811-5.
- Möller, K., & Burgschweiger, J. 2008. Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040). Berlin, Berliner Wasserbetriebe.
- Napoli, C. *et al.* (2018) 'Chapter 12. Policy Options for Reducing Water for Agriculture in Saudi Arabia', in Biswas, A. K., Tortajada, C., and Rohner, P. (eds) *Assessing Global Water Megatrends*. Singapur: Springer, pp. 211–230.
- Nitsch, A. 2013: Praxishandbuch Kartoffelbau. Erling Verlag – Agrimedia, Europäische Union.
- Obidiegwu, J.E., Bryan, G. J., Jones, H. J., Prashar, A. 2015: Coping with droughts: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 6, Artikel: 542.
- O'Connor, R. E. *et al.* (2002) 'Who wants to reduce greenhouse gas emissions', *Social Science Quarterly*. doi: 10.1111/1540-6237.00067.
- Ostrom, Elinor (1990): *Governing the Commons. The evolution of institutions for collective action*. Cambridge UP
- Ostrom, Elinor (2005): *Understanding Institutional Diversity*. Princeton UP.

- Ostrom, E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. Washington, PNAS.
- Ostrom, Elinor (2010): "Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems", in *The American Economic Review* v. 100 no. 3, S. 641-672.
- Otero, G., Pechlaner, G. and Gürcan, E. C. (2013) 'The political economy of "food security" and trade: Uneven and combined dependency', *Rural Sociology*, 78(3), pp. 263–289. doi: 10.1111/ruso.12011.
- o.V. (2018) *Deutschland wird zum Getreide-Nettoimporteur*. Available at: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/deutschland-wird-zum-getreide-nettoimporteur-15730328.html> (Accessed: 31 March 2020).
- Ökowerk Berlin, BUND, Grüne Liga, NABU. 2008. Offener Brief zum Wasserversorgungskonzept für Berlin, Berlin.
- Pannell, D. J. *et al.* (2006) 'Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders', *Australian Journal of Experimental Agriculture*. doi: 10.1071/EA05037.
- Pauw, J. *et al.* (2015) 'The effectiveness of education for sustainable development', *Sustainability*, 7(11), pp. 15693–15717.
- Pfeiffer, L. and Lin, C. Y. C. (2014) 'Does efficient irrigation technology lead to reduced groundwater extraction? Empirical evidence', *Journal of Environmental Economics and Management*. doi: 10.1016/j.jeem.2013.12.002.
- P2P Foundation (o.D.): *The Commons Transition Primer*, unter primer.commonstransition.org
- Report München 2019: Der Kampf ums Wasser: Behörden contra Landwirte. [online] <https://www.youtube.com/watch?v=euOpgcinxwg> [20.03.2020].
- Rud, R, Cohen, Y., Alchanatis, V., Levi, A., Brikman, R., Shenderey, C., Heuer, B., Markovitch, T., Dar, Z., Rosen, C., Mulla, D., Nigon, T. 2014: Crop water stress index derived from multi-year ground and aerial thermal images as an indicator of potato water status. *Precision Agriculture*, Vol. 15, S. 273-289. Springer Science + Business Media, New York.
- Sasmal, J. (2016) *Resources, Technology and Sustainability: An Analytical Perspective on Indian Agriculture*, *India Studies in Business and Economics*. Springer.
- Satz, Debra (2010): *Why Some Things Should Not Be for Sale. The Moral Limits of Markets*. Oxford UP.
- Schiffler, Manuel (2015): *Water, Politics and Money. A Reality Check on Privatization*. Cham: Springer Verlag.

- Seidel, P. 2016: Extremwetterereignisse und ihre Auswirkungen auf Schaderreger in Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps und Grünland. In: Journal für Kulturpflanzen 69 (4), S. 125–136.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. 2015. Erstellung eines flächenspezifischen Entwicklungskonzeptes zur Sicherung und Erreichung der gewässerbezogenen Umweltziele nach WRRL und NATURA 2000 für die Müggelspree zwischen Dämeritzsee und Müggelsee, inklusive des Großen und Kleinen Müggelsees. Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Abt. VIII E 24.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. 2018. Amtsblatt der Europäischen Union - Standard Datenbogen für besondere Schutzgebiete (BSG). Berlin.
- SenUVK. Hundert Tage Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Von Berlin.de. 18.04.2017. Online verfügbar: <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/weitere-meldungen/2017/hundert-tage-umwelt-verkehr-und-klimaschutz-582971.php> (abgerufen am 08.03.2020).
- Sojamo, S. *et al.* (2012) 'Virtual water hegemony: the role of agribusiness in global water governance', *Water International*. Taylor & Francis , 37(2), pp. 169–182. doi: 10.1080/02508060.2012.662734.
- Spohrer, K. 2015: Trends bei der Bewässerungstechnik. In: Kartoffelbau, Vol. 11, Jg. 66, S. 12-14, DLG AgroFood Medien GmbH, Bonn.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., Raes, D. 2012: Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2012.
- Sterman, J. (2010) *Business dynamics*. Irwin/McGraw-Hill c2000.
- Story, P. A. and Forsyth, D. R. (2008) 'Watershed conservation and preservation: Environmental engagement as helping behavior', *Journal of Environmental Psychology*. doi: 10.1016/j.jenvp.2008.02.005.
- Sustainable Development Commission (2001) *A vision for sustainable agriculture* · *Sustainable Development Commission*. Available at: <http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=21.html> (Accessed: 20 March 2020).
- The World Bank Group 2019: Water in agriculture. [online]]
- Top Agrar 2019: Niedersachsen: Längerer Zeitraum für Wasserkontingente möglich [online]].
- Trenberth, K. E. *et al.* (2014) 'Global warming and changes in drought', *Nature Climate Change*. Nature Publishing Group, pp. 17–22. doi: 10.1038/nclimate2067.

- UBB Dr. Klaus Möller GmbH. Ohne Datum. Über UBB. Herzlich Willkommen bei UBB. Online verfügbar: <http://www.u-bb.de/ueber-ubb/ueber-uns> (abgerufen am 24.02.2020).
- UN General Assembly (2010): *The human right to water and sanitation*. Issued in GAOR, 64th sess., Suppl. no. 49.
- UN - Bericht: „Zum Recht auf Nahrung in Übereinstimmung mit Resolution 2001/25 der Kommission für Menschenrechte“ (U.N. Doc A/56/201)
- UNESCO (2019): *The United Nations world water development report 2019: leaving no one behind*, unter <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306> (letzter Zugriff 05.04.20).
- Union der deutschen Kartoffelwirtschaft e.V. 2018: Grafik: Kartoffelproduktion in Deutschland [online] https://unika-ev.de/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=182 [07.06.2020].
- Vanclay, F. (2004) 'Social principles for agricultural extension to assist in the promotion of natural resource management', *Australian Journal of Experimental Agriculture*. doi: 10.1071/EA02139.
- Varis, O., Keskinen, M. and Kummu, M. (2017) 'Four dimensions of water security with a case of the indirect role of water in global food security', *Water Security*. Elsevier B.V., 1, pp. 36–45. doi: 10.1016/j.wasec.2017.06.002.
- Vermeir, I. and Verbeke, W. (2006) 'Sustainable food consumption: Exploring the consumer "attitude - Behavioral intention" gap', *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19(2), pp. 169–194. doi: 10.1007/s10806-005-5485-3.
- Walters, J. P. *et al.* (2016) 'Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling', *Ecological Modelling*, 33, pp. 51–65.
- Walworth, J.L., Carling, D. E. 2002: Tuber Initiation and Development in Irrigated and Non-Irrigated Potatoes. *American Journal of Potato Research*, Vol. 79, S. 387-395.
- Wang, G. *et al.* (2019) 'Oasis Agriculture: Improving Water Usage Efficiency Within River Basin', in. doi: 10.1007/978-981-10-6949-9_4.
- WaterAid (2019): *Beneath the Surface: The State of the World's Water 2019*, unter <https://washmatters.wateraid.org/sites/g/files/jkxoof256/files/beneath-the-surface-the-state-of-the-worlds-water-2019-0.pdf> (letzter Zugriff 05.04.20).
- Wilhite, D. (2000) 'Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions', *Drought Mitigation Center Faculty Publications*. Available at: <https://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/69> (Accessed: 18 March 2020).

- Wilhite, D. A., Svoboda, M. D. and Hayes, M. J. (2007) 'Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness', *Water Resources Management*. Springer, 21(5), pp. 763–774. doi: 10.1007/s11269-006-9076-5.
- Williams, E. D., Ayres, R. U. and Heller, M. (2002) 'The 1.7 kilogram microchip: Energy and material use in the production of semiconductor devices', *Environmental Science and Technology*. American Chemical Society, 36(24), pp. 5504–5510. doi: 10.1021/es025643o.
- World Economic Forum (2019b): "Poor people are having to pay more for clean water", 21.03.19 unter <https://www.weforum.org/agenda/2019/03/poor-peoples-right-to-water-cut-off-by-thirsty-exports-unequal-supply/> (letzter Zugriff 05.04.20).
- World Economic Forum (2019a): *The Global Risks Report 2019*, unter http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf (letzter Zugriff 05.04.20).
- Xu, C. *et al.* (2019) 'Increasing impacts of extreme droughts on vegetation productivity under climate change', *Nature Climate Change*. Nature Research, pp. 948–953. doi: 10.1038/s41558-019-0630-6.
- Yuan, G., Luo, Y., Sun, X., Tang, D. 2004: Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, Vol. 64, S. 29-40.
- Zink, M. *et al.* (2016) *The German drought monitor*. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/7/074002/meta> (Accessed: 18 March 2020).
- Zscheischler, J., Busse¹, M., Heitepriem, N. 2019. Challenges to Build up a Collaborative Landscape Management (CLM)—Lessons from a Stakeholder Analysis in Germany. *Environmental Management*.

Anhang zu Kapitel 2

Interview Berater F. – Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Interview am 20. Februar 2020

Die Fragen stellte Jonas Wittern.

Wittern: In Anbetracht des Klimawandels und der damit einhergehenden Sommertrockenheit: Wie steht es in Zukunft um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Kartoffelwirtschaft?

Berater F.: Gut würde ich sagen. Es gibt die Möglichkeit zu bewässern und wir haben ausreichende Wasserrechte in den kartoffelanbauenden Gebieten. Jedoch haben wir nicht für alle Kulturen genug. Die Kartoffel ist aber einer der berechnungswürdigsten Kulturen, so wird das Wasser für die Kartoffel aufgewandt und dafür wird lieber was anderes nicht beregnet, zum Beispiel Getreide. Deshalb denke ich, dass die Wettbewerbsfähigkeit der Kartoffel nach wie vor gegeben ist, weil die Böden passen und insgesamt das Klima gut passt, wenn es nicht zu heiß wird.

Wittern: Rund 12 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens können bewässert werden, das ist mehr als die Hälfte der bundesdeutschen Bewässerungsflächen. Werden hierzulande zukünftig Investitionen von Landwirten in Beregnungsanlagen zunehmen, um die Risiken von Ertragsausfällen und Qualitätsverlusten zu begrenzen?

Berater F.: Ja, Investitionen sind zu beobachten. In den klassischen Gebieten wo die Kartoffeln angebaut werden, ist die Beregnung da. Da wird nur mal erneuert oder modernisiert. Aber auch in den anderen Regionen ist eine Ausweitung der Beregnung zu beobachten und wenn sie ausgeweitet wird, dann ist die Kartoffel die treibende Frucht für die Ausweitung. Es gibt auch ein paar andere Gründe: Betriebe steigen in Gemüse ein, sie wollen Mais beregnen, weil sie eine Biogasanlage haben... Da die Futtergrundlage für die Biogasanlage in den letzten Jahren aufgrund der Trockenheit deutlich zurückgegangen ist, merken solche Betriebe, dass sie eine Beregnung brauchen, um die Erträge abzusichern. Vorrangig finden Investitionen in Betrieben statt, die auch Kartoffeln anbauen und die jetzt merken, dass geht so nicht mehr. Sie kommen dann zu dem Schluss, dass eine Bewässerung nötig ist, um den Ertrag langfristig zu sichern.

Weil die Kartoffel zunehmend auf bessere Böden wandert (Süden Niedersachsens), dies ist vor allem im Bereich Chips Kartoffeln und Pommes Kartoffeln der Fall, da merkt man das schon, dass eine Ausweitung des Kartoffelbaus auf bessere Böden stattfindet, beziehungsweise dass auch die Firmen Verträge mit Landwirten von besseren Böden schließen wollen. Die Firmen gehen zunehmend dazu über, Verträge über Kartoffelliefermengen nur noch mit, oder bevorzugt mit Betrieben zu machen, welche

berechnen. Zum Beispiel im Südkreis Hannover, Südkreis Peine oder Hildesheim, dies sind Regionen wo bisher überhaupt keine Kartoffeln standen, wo die Firmen nun aber sehr gerne hingehen, weil das eben Kartoffeljungfräuliche Böden sind. Da wachsen sie sehr gut und dementsprechend sind die Erträge gut. Doch in trockenen Jahren können die Böden, die zwar sehr gut sind und eine hohe Wasserspeicherkapazität haben, diese Wassermenge nicht für die Kartoffeln zur Verfügung stellen. Die Kartoffel hat ja ein relativ flaches Wurzelwerk, eine Zuckerrübe kann sich auf guten Böden auch das Wasser in 1,5 Meter Tiefe erschließen, aber das kann eine Kartoffel nicht. Deshalb sind auch gute Böden bei Kartoffelanbau berechnungsbedürftig.

Wittern: Trotz ihrer begrenzten Wassereffizienz setzen viele Landwirte bei der Bewässerung auf die Regenkanone. Können Sie ein gesteigertes Interesse der Landwirte und Landwirtinnen an effizienteren Bewässerungsmethoden, wie zum Beispiel der Tröpfchenbewässerung, feststellen?

Berater F.: Tropfbewässerung ist nach wie vor kaum ein Thema. Wir haben 2018 ein Versuch mit der Firma Netafim zusammen gemacht. Es gibt jetzt neue Maschinen, um die Schläuche oben in die Dämme reinzulegen und vor der Ernte wieder zu entnehmen. Dieser Versuch, mit Begleitung durch einen Feldtag, fand auch Interesse bei den Landwirten. Insgesamt ist das System Tröpfchenbewässerung aber zu teuer und arbeitsaufwendig, als dass es großflächig angewandt wird. Am Anfang, beim Reinlegen, als auch bei der Entnahme und das ist den Betrieben oft zu viel, weil man ja letztendlich nicht weiß wie das Jahr wird. 2017 ist noch nicht lange her. Wenn man jetzt für 500 Euro ha⁻¹ Schläuche in die Dämme legt und dann kommt ein Jahr wie 2017, da brauch ich die kaum oder gar nicht. (Das war ja ein Jahr wo kaum Bewässerung eine Rolle spielte.) Dann habe ich das Geld darein investiert, ohne irgendeinen Nutzen zu haben. Ein verstärktes Interesse ist bei einigen Betrieben jedoch an dem Düsenwagen zu erkennen, weil der einfach auch bei Wind das Wasser eher dort hinbringt, wo es hingehört. Bei der Kanone - sie ist zu 98 % in Niedersachsen verbreitet - haben wir immer das Problem, dass da auf 10 bis 15 Metern, wenn der Wind aus falscher Seite kommt, nichts hinkommt. Die effizientere Technik, die das Wasser besser und bodennäher verteilt, sowie die Verluste minimiert, weil einfach dieser Strahl nicht so weit durch die Luft geschmissen wird, ist der Düsenwagen. Auch wenn es momentan erst einzelne Landwirte sind, der Trend ist auf jeden Fall da, dass man versucht mit den wenigen Millimetern die man nur hat, möglichst effizient umzugehen. Ökonomisch betrachtet kostet der Düsenwagen bei gleicher Arbeitsbreite genauso viel wie die Beregnungskanone. Es wäre also tragbar von den Betrieben, es ist ja nicht wie eine Tropfbewässerung, die ist ja deutlich teurer.

Wittern: Warum ist der Düsenwagen dann nicht stärker verbreitet?

Berater F.: Es kann am Arbeitsaufwand scheitern, Sie müssen pro 25 ha Kartoffeln eine Maschine einplanen. 100 ha Kartoffel entsprechen somit 4 Maschinen. Wenn mit vier Düsenwagen gearbeitet wird, dann ist das ein ziemlicher Arbeitsaufwand und der Kontrollaufwand ist einfach auch ein bisschen höher, da muss man öfter mal hinschauen, ob die auch läuft. Die Kanone hingegen ziehen sie aus und dann läuft sie die Nacht über oder den Tag über. Aber mit einem Düsenwagen hätte ich über Nacht schon leichte Bauschmerzen, ob alles so läuft. Da kann immer mal irgendwas sein, die Düse verstopft oder er läuft mal nicht hundertprozentig in der Spur und aufgrund des breiten Gestänges hat das dann schon immer irgendwelche Auswirkungen. Da ist einfach die Gefahr da, dass da mal eher was passiert und von daher ist der Kontrollaufwand höher und insgesamt der Arbeitsaufwand beim Umstellen ist auch höher. Auch das Umstellen dieser vier Maschinen jeden Morgen kann dann eben nicht mehr eine Person machen, sondern dann sind da unter Umständen zwei Leute dran. Die damit verbundenen höheren Kosten und der höhere Arbeitsaufwand führen dazu, dass sie nicht unbedingt angenommen wird.

Wittern: Raten Sie Landwirten sich einen Düsenwagen anzulegen?

Berater F.: Ja, raten tun wir das den Landwirten. Wer eine Beregnung hat, möchte natürlich möglichst hochwertige Kulturen anbauen. Da ist die Kartoffel eine Kultur, aber oft ist der Trend zu beobachten, dass noch andere Kulturen hinzukommen, die mindestens auf der Stufe der Kartoffeln oder noch höherpreisig sind (z.B. Möhren oder anderes Gemüse). Wenn man solche Kulturen zusätzlich noch im Anbau hat, dann macht der Düsenwagen noch eher Sinn, weil dann kann ich es mir überhaupt nicht leisten, dass der Wind von der falschen Seite kommt. Dann hat man Streifen im Feld von 5, 10 oder 15 Metern, die qualitativ schlechter sind und wo der Ertrag überhaupt nicht stimmt. Der Trend zum Düsenwagen ist je intensiver die Betriebe wirtschaften schon da, es sind aber wirklich nur Einzelne.

Wittern: Was für eine Rolle spielen die Bewässerungskontingente?

Berater F.: Wer nur 60 Oder 80 Millimeter für die Bewässerung zur Verfügung hat, das sind 2 bis 3 Regengaben, muss diese natürlich möglichst gewinnbringend eingesetzt und das geht mit dem Düsenwagen besser als mit der Kanone. Wasser kommt dahin wo es hin soll und aufgrund eines geringeren Abdrifts in der Luft kann der Tropfen besser genutzt werden.

Wittern: Sollten nachhaltigere Bewässerungstechniken subventioniert werden?

Berater F.: Die Betriebe sollten letztendlich solche Entscheidungen treffen, weil es wirtschaftlich ist und nicht, weil ich irgendwie noch Almosen vom Staat kriege. Wobei sie natürlich gerne mitgenommen werden. 20 % oder 25 % von so einem Düsenwagen der 30.000 - 40.000€ kostet ist natürlich eine Hausnummer und erleichtert sicherlich die Entscheidung beim Einen oder Anderen. Wenn der Staat möchte, dass wir mit dem Wasser deutlich besser umgehen, dann sollte man solche Techniken vielleicht auch fördern.

Wittern: Die Kartoffel, eine Feldfrucht die an gemäßigtes Klima angepasst ist, wird zukünftig mit im Mittel steigenden Temperaturen, im Sommer mit längeren Trockenphasen sowie heißeren Tagen und im Winter mit weniger Frosttagen ausgesetzt sein. Welcher Faktor wird Ihrer Meinung nach in Zukunft die größte Gefahr für den Kartoffelanbau sein?

Berater F.: Also die weniger Frosttage sicherlich nicht, das ist nur ein Problem daher, weil einfach die übrig gebliebenen Kartoffeln nicht mehr kaputt frieren und wir die Kartoffeln überall in den anderen Kulturen haben. Die heißen Tage vor allem hohe Temperaturen über eine längere Zeit, wie wir das im letzten Jahr auch hatten, mit Wochen über 30 Grad, mag die Kartoffel nicht. Bei 30 Grad ist es der Kartoffel zu warm, dann steht die nur noch aber wächst nicht mehr. Beregnung hätte dann auch eine Art Kühleffekt für den Bestand. Wenn er dann feucht ist und das Wasser verdunstet, dann kann sie sich dadurch auch durch die Verdunstungskälte eine gewisse Abkühlung verschaffen. Ich glaube diese hohen Temperaturen über lange Zeit ist die Hauptbedrohung. Wenn die Temperatur im Mittel der nächsten Jahrzehnte noch über 3 bis 4 Grad ansteigt, dann kann das ein Problem werden. Mais kann diese Hitze viel eher ab!

Wittern: Die Erfahrungen der Landwirte in Kombination mit agrarklimatischen Berechnungsmodellen sind die Grundlage, auf der die Entscheidungen über Zeitpunkte und Mengen einer Bewässerung getroffen werden. Heutzutage ist die am weitesten verbreitete Technik, um basierend auf der Blatttemperatur Trockenstress an Pflanzen zu erfassen, der „Crop Water Stress Index“ (CWSI). Denken Sie, der CWSI wird in Zukunft für eine bedarfsgerechte und zeitlich optimale Bewässerung vermehrt in der Praxis angewendet?

Berater F.: Auf unseren Versuchsflächen - auf denen wir 3 verschiedene Stufen haben - ohne, reduziert und mit optimaler Beregnung, haben wir über die letzten drei Jahre mit dem Thünen Institut ein Versuch zu dem Thema durchgeführt. Wir haben die Beregnung gemäß der wöchentlich gemessenen gravimetrischen Bodenfeuchte gesteuert.

Das Thünen Institut hat die CWSI Varianten mit 0,65 und 0,5 parallel dazu gesetzt und die beiden Varianten verglichen. Nämlich unsere reduziert beregnete und die mit CWSI reduziert beregnete Versuchsfläche. Wir konnten sehen, dass das relativ gut hinhaut, das verschiebt sich mal um ein oder eineinhalb Tage. Insgesamt aber ist dieses Verfahren noch nicht Praxisreif. Es gibt noch keine Steuerung in der Praxis nach dem CWSI, es war also ein reines Forschungsprojekt und es ist noch nicht soweit entwickelt, dass es angewandt werden kann.

Ein Trecker von dem Landwirt wurde ausgerüstet mit Infrarotsensoren oben an der Kabine, einmal rechts, einmal links und die messen die Blatttemperatur des Bestandes bei jeder Überfahrt. Sei es während einer Überfahrt zum Spritzen, oder wenn man einfach nur mal so in der Fahrgasse fährt. Das wäre ja was für die Zukunft, man könnte das Messgerät ja auch an einer Drohne haben und dann fliegt man die Bestände ab und misst die Temperatur, dazu

muss aber erst ganz klar sein, dass es eine Verbindung gibt von diesem Wert, den ich dort messe, zu der Bodenfeuchte. D.h. wenn der und der Wert gemessen wird, bedeutet dass, die Bodenfeuchte ist bei der und der nFK und dann muss ich berechnen. Diesen Rückschluss, der ist noch nicht so ganz eindeutig klar, da ist noch Forschungsbedarf. Ich kann mir aber durchaus vorstellen, dass das sich zu einer praktikablen Berechnungssteuerungsmethode entwickelt, aber es ist noch nicht so weit.

Interview Wissenschaftlerin K. - Postdoktorandin an einer Universität

Interview am Freitag, 17. Januar 2020

Die Interviewpartnerin wurde im Vorfeld über die Interview-Inhalte und das Forschungsvorhaben informiert. Die Fragen stellte Johannes Nöfer.

Nöfer: Jetzt mal genereller, die Wissenschaft grundsätzlich, was sind da Tendenzen momentan, also wo geht es hin, womit beschäftigt sich die Wissenschaft gerade vermehrt? Geht es mehr um Anbautechnik und Bewässerungstechnik oder ist es eher so, dass man sagt, wir versuchen Sorten zu züchten und auszuwählen, die mit zukünftigen Problemen besser zurechtkommen?

Wissenschaftlerin K.: Mein Eindruck war bisher immer, seitdem ich mit der Kartoffel arbeite, dass diese Kultur in der Wissenschaft eher ein seltenes Forschungsobjekt ist. Aber das, was jetzt gerade geforscht wird, da ist mein Eindruck, dass es schon eher um Züchtungsfragen geht und dann vor allem um Dinge wie Krankheitsresistenzen oder Schädlinge, zum Beispiel gegen Phytophthora oder Nematoden. Tatsächlich Trockenstressresistenz ist, wenn dann, jetzt erst im Kommen, und auf jeden Fall eher noch ein Randthema ist mein Eindruck.

Nöfer: Jetzt geht es etwas mehr um das Ökonomische, also die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Kartoffelwirtschaft. Man sagt ja auch, dass sich die Anbauregionen eher weiter nach Norden verschieben, wenn jetzt der Klimawandel weiter fortschreitet. Also, mit diesem Aspekt, wie steht es um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Kartoffelwirtschaft?

Wissenschaftlerin K.: Meinen Sie die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Sinne?

Nöfer: Ja genau.

Wissenschaftlerin K.: Das finde ich eigentlich schwierig zu sagen, weil es ja im Prinzip kein spezifisches Problem für Kartoffeln ist, sondern für andere Kulturen genauso zutrifft. Klar, natürlich sind diese Qualitätseinbußen durch die Trockenheit oder Ertragseinbußen nicht von der Hand zu weisen, aber andererseits ist es ja auch so, dass gerade die Kartoffel weltweit auch in Regionen angebaut wird, wo durchaus trockenes und heißes Klima herrscht. Mein Eindruck ist, dass es schon ein Sortenspektrum gibt, das bei uns in Deutschland nicht so

ausgenutzt wird. Sorten werden ja bisher auch nicht auf Trockenheitsresistenz geprüft und ich denke deshalb ist da auf jeden Fall Ausbaupotenzial da. Bei der Kartoffel gibt es so viele Sorten und Wildarten, die noch gar nicht voll erforscht sind. Ich kann mir nicht vorstellen, dass da nicht noch Potenzial ist, einfach auf Grund der Tatsache, dass die Kartoffel auf absolut trockenen Standorten wächst/angebaut wird. Teilweise sogar auf salzigen Standorten.

Nöfer: Ja stimmt, gerade in Südamerika in den Höhenlagen oder? Da ist ja die Kartoffel eigentlich immer schon prädestiniert dazu gewesen, in solchen Extremlagen angebaut zu werden.

Wissenschaftlerin K.: Richtig, genau! Oder Indien oder in Afrika, das sind ja auch absolute Kartoffelanbauregionen.

Nöfer: Jetzt sind Sie ja hier eigentlich damit beschäftigt in der Arbeitsgruppe zu forschen, sind Sie denn trotzdem auch mit der Praxis in Kontakt? Also haben Sie Kontakt mit Landwirtinnen und Landwirten? Gibt es da bestimmte Interessen, die an Sie herangetragen werden oder vermehrt bestimmte Themen oder Fragen, die aufkommen?

Wissenschaftlerin K.: Also speziell zum Kartoffelanbau ehrlich gesagt nicht. Wir haben hier vom Fachgebiet schon, soweit ich das mitbekommen habe (weil ich wie gesagt einfach noch nicht so lange da bin) feste Kontakte zu verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben, wo dann teilweise auch Bachelorarbeiten durchgeführt werden, explizit zu den Fragestellungen die die Betriebe haben. Also wie gesagt, speziell zur Kartoffel nicht, aber wenn Sie da noch Interesse haben, könnte ich Ihnen durchaus noch Kontakte weitergeben, die mit Sicherheit eher Kontakt zu Landwirten haben und da mehr Einblicke haben, was die Landwirte konkret zu diesem Thema bewegt.

Nöfer: Wir oder Sie haben das vorhin schon ein bisschen anklingen lassen, wir haben mit einem Landwirten gesprochen. Der ist im Landkreis Lüchow-Dannenberg unterwegs und baut auf ungefähr 35 Hektar Kartoffeln an, also macht Stärke- und Speisekartoffeln. Wir haben den auch gefragt, was er von Sortenwahl bezüglich Trockenheitsresistenz hält und da hat er gesagt: „Trockenheitsresistenz ist (bei der Sortenwahl) kein Auswahlkriterium und Sorten, die mit der Trockenheit gut klarkommen, gibt es eigentlich auch nicht.“ Was sagen Sie dazu?

Wissenschaftlerin K.: „Jein“ sage ich dazu. Im Praktischen in Deutschland, zumindest von dem, was man zum Beispiel in der Bundessortenliste aufgereiht sieht, ist es kein Merkmal, das stimmt. Meines Wissens nach wird auch nicht darauf geprüft. Aber was ich zum Beispiel schon gesehen habe: Europlant ist ja unter anderem ein Anbieter für Kartoffelpflanzgut und die haben jetzt neuerdings auch eine Rubrik, wo man durchaus sowas wie „Sorten mit Trockenheitsresistenz“ ankreuzen kann. Also als Resistenz haben sie das nicht direkt beschrieben, das können sie ja natürlich nicht versprechen, aber Kartoffelsorten, die zumindest auf trockenen Standorten offensichtlich ganz gut wachsen. Also Erfahrungswerte

scheinen da schon vorzuliegen. Und das deutet für mich einfach wieder darauf hin, dass es durchaus Trockenstress-tolerantere Sorten gibt, es ist einfach nur nicht klar und da muss mehr gemacht werden.

Nöfer: Ein Problem ist ja wahrscheinlich auch inwiefern Großhändler und so weiter das dann auch abnehmen, weil bestimmte Sorten ja auch gefragt sind oder bestimmte Sorten traditionell besonders abgenommen werden und ich erinnere mich, dass der Landwirt das so formuliert hat, dass da einfach andere Prioritäten gesetzt werden, weil bestimmte Sorten so eine große Akzeptanz in der Gesellschaft haben.

Wissenschaftlerin K.: Klar, wenn man in den Supermarkt geht, da sind ja auch, wenn es viele sind, vielleicht drei Sorten. Das sind dann die Sorten, die gut ankommen.

Nöfer: Haben Sie auch Kontakt zu anderen Feldern der Forschung bezüglich Bewässerung, Anbautechnik und so weiter, gerade da wir uns ja auch mit Bewässerung von Kartoffeln im Speziellen beschäftigen wollen? Wissen Sie, an welchen Bewässerungsmethoden gerade besonders intensiv geforscht wird, also gibt es da Alternativen? Weil ja momentan die traditionellen Bewässerungsmethoden nicht besonders effizient sind oder auch in Zukunft problematisch werden können, wenn Grundwasservorräte nicht mehr in der Form zugänglich sind. Gibt es da Ansätze?

Wissenschaftlerin K.: Ich weiß nur von der Bachelorarbeit Ihres Kollegen, der diese ja bei uns durchgeführt hat und sehr schön zeigen konnte, was Wassernutzungseffizienz angeht, dass Tröpfchenbewässerung zum Beispiel besser ist, als Furchenbewässerung. So viel mehr kann ich Ihnen tatsächlich dazu gar nicht sagen, da sind Sie wahrscheinlich mit Ihrer Gruppe selbst Experte dafür.

Nöfer: Wir haben recherchiert, dass rund 12 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen in Niedersachsen bewässert werden können, was ja relativ viel ist. Das sind zudem auch noch die Hälfte der landwirtschaftlichen Bewässerungsflächen in Deutschland. Glauben Sie, dass hierzulande die Investitionen in Bewässerungsanlagen zunehmen werden?

Wissenschaftlerin K.: Das halte ich schon für wahrscheinlich. Allerdings ist es glaube ich eine andere Frage, ob es ausreichend ist, sich alleine auf so etwas zu fokussieren. Wenn Trockenheit da ist, dann auch zu bewässern und sonst weiter nichts zu machen, ist glaube ich nicht die Lösung. Man sollte einerseits schauen, was mit Sorten zu machen ist und dann, das war ja weiter unten auch noch eine Frage zu Bodenfruchtbarkeit etc., das Wasserhaltevermögen im Boden verbessern oder die Durchwurzelbarkeit erhöhen. Das Problem bei der Kartoffel ist vor Allem, dass sie ein relativ gering ausgebildetes Wurzelsystem hat. Ich denke, da gibt es verschiedene Faktoren, die Einfluss nehmen können, um das Wasserhaltevermögen zu erhöhen und letztendlich die Wassernutzungseffizienz zu verbessern. Also ich denke, da ist auf jeden Fall noch viel Potenzial da.

Nöfer: Wenn jetzt der Klimawandel weiter fortschreitet und die Sommertrockenheit weiter zunimmt und sich dann herausstellen sollte, gut, die Kartoffel ist vielleicht nicht mehr die optimale Feldfrucht, weil sie so unter der Trockenheit leidet: Gibt es alternative Feldfrüchte, die langfristig die Kartoffel ersetzen könnten, vielleicht auch mit Hinblick auf die Stärkeproduktion?

Wissenschaftlerin K.: Also da habe ich jetzt nicht ad hoc eine Kultur parat, die die Kartoffel so wunderbar ersetzen könnte.

Nöfer: Dann ist es ja wichtig, dass du dazu jetzt geforscht wird oder?

Wissenschaftlerin K.: Ja auf jeden Fall.

Nöfer: Gut, dann kommen wir jetzt zur erwähnten Frage: Der Landwirt hat auf die Frage, wie er sich die Zukunft des Kartoffelanbaus vorstellt, auch geantwortet, dass er vermehrt auf Humusaufbau und die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit setzen möchte und weitere Fruchtfolgen ansetzen möchte. Er stellt jetzt gerade auch zu biologischem Anbau um und möchte weniger Bodenbearbeitung und sowas, also hat da ganz viele Ansätze. Ist das ein möglicher und zukunftssträchtiger Weg?

Wissenschaftlerin K.: Ja, definitiv! Ob man dann gleich soweit gehen oder empfehlen sollte, jeder sollte auf ökologische Landwirtschaft umstellen, das ist jetzt mal dahingestellt. Aber vermehrt auf Bodenfruchtbarkeit zu achten und auf weitere Fruchtfolgen, finde ich auf jeden Fall sehr sinnvoll.

Nöfer: Jetzt noch so ein kleiner Ausblick, was ja auch in der aktuellen Agrarpolitik Thema ist, zur Genmodifikation. Das wird ja in anderen Teilen der Welt auch schon angedacht oder auch umgesetzt. Inwiefern wären in Ihren Augen genmodifizierte Sorten eine Chance dem Klimawandel zu begegnen und den Kartoffelanbau nachhaltiger zu gestalten, also halten Sie das hier in Deutschland für umsetzbar?

Wissenschaftlerin K.: Also das sind ja immer sehr persönliche Meinungen zu diesem Thema. Ich persönlich finde es gut, dass wir in Deutschland sehr strenge Regeln in Bezug auf Gentechnik haben. Mit Sicherheit kann das Einiges an Veränderungen mit sich bringen oder an Fortschritt oder auch eine kurzfristige Lösung des Problems mit Hinblick auf reduzierte Erträge unter Trockenheit, soweit gentechnisch da was machbar ist, so genau weiß ich das auch nicht. Aber ansonsten denke ich, ist das so ein bisschen der einfache Weg und geht das eigentliche Problem nicht an, irgendwie ist ja alles ausgelöst durch den Klimawandel. Und auf Methoden, die Ihr Landwirt vorgeschlagen hat, nicht mehr zu setzen, halte ich für den einfacheren Weg und das sollte nicht einfach hinten runterfallen. Früher oder später bringen dann vielleicht auch gentechnisch bearbeitete Sorten nichts mehr.

Nöfer: Das heißt, Sie schlagen eine Kombination aus vielen verschiedenen Ansätzen vor.

Wissenschaftlerin K.: Genau. Und wie gesagt, was bei uns in der Abteilung dieses „Forschungs-Steckenpferd“ ist, ist die Unterbodenforschung. Auch da zu schauen, (das habe ich bisher noch nicht gemacht, aber plane das auf jeden Fall) ob und inwiefern die Kartoffel Bioporen im Unterboden nutzt, um dann an Wasservorräte im Unterboden zu gelangen, wenn der Oberboden bei Trockenheit schon ausgetrocknet ist.

Nöfer: Und da wären ja dann Sorten, die mehr Wurzeln oder vor allem mehr Tiefenwurzeln ausbilden, auch eine Möglichkeit oder?

Wissenschaftlerin K.: Ja, also die Schwierigkeit ist immer oder zumindest häufig ist das so, dass wenn die Pflanze mehr in ihr Wurzelsystem investiert, dass dies zum Nachteil der Sprossausbildung geht. Aber da muss man einfach schauen, wie sich die verschiedenen Sorten verhalten.

Nöfer: Jetzt noch eine etwas generelle Frage: Wenn man sich alle Fruchtarten anschaut, die in Deutschland zur Zeit angebaut werden, haben Sie das Gefühl, dass die Kartoffel im Bezug auf den Klimawandel jetzt besonders stark in den Fokus gerät oder sind da andere Fruchtarten stärker von betroffen und die Kartoffel ist erstmal „in Sicherheit“?

Wissenschaftlerin K.: Nein, also das würde ich nicht sagen. Es gab ja durchaus schon Schlagzeilen, dass die Kartoffeln zu klein ausgefallen sind, was ja beispielsweise für die Pommes-Produktion ein Problem ist oder dass sich durch die Trockenheit Drillinge bilden. Was auch ein großes Problem ist, das auf keinen Fall unterschätzt werden sollte: Viele denken immer, es liegt an der Trockenheit, aber ich glaube, bei der Kartoffel ist vor allem auch Hitze ein Problem. Da muss man immer unterscheiden, ob es daran liegt, dass die Pflanze tatsächlich kein Wasser hat oder sie einfach {durch hohe Temperaturen} die Stomata schließt und deshalb nicht mehr transpiert. Deshalb würde ich nicht sagen, dass die Kartoffel davon ausgeschlossen ist. Aber mein Eindruck ist, ähnliche Probleme gibt es auch bei anderen Kulturen. Gerste zum Beispiel: Da gab es ja auch Meldungen, dass die Bierproduktion eventuell gefährdet ist, weil die Gerstenerträge zurückgegangen sind. Es sind also viele verschiedene Kulturarten, die davon betroffen sind.

Interview Landwirt O. - Kartoffelbauer in Niedersachsen

Interview am 14. Oktober 2019 - telefonisch

Die Fragen stellte Johannes Nöfer.

Nöfer: Wie viele Hektar bewirtschaften Sie in Ihrem Betrieb? Wie hoch ist der Anteil von Kartoffeln?

Landwirt O.: 140 Hektar und davon 35 Hektar Kartoffeln.

Nöfer: Auf welche Sorten setzen Sie und warum? Ist Trockenheitsresistenz ein Auswahlkriterium?

Landwirt O.: Trockenheitsresistenz ist kein Auswahlkriterium und Sorten, die mit der Trockenheit gut klarkommen, gibt es eigentlich auch nicht. Kartoffeln haben eine Durchwurzelungstiefe von nur 30 Zentimetern und dadurch sind sie nicht in der Lage sich schlechter oder besser Wasser anzueignen. Es geht bei der Sortenwahl vielmehr um Absatz und wie sie ertraglich sind, wie die Schale aussieht usw. Grundsätzlich sind für uns die Entscheidungskriterien Optik, Ertrag und Absatz.

Nöfer: Wie waren die durchschnittlichen Niederschlagsmengen der letzten drei Jahre?

Landwirt O.: Die letzten drei Jahre waren sehr unterschiedlich. 2017 waren es knapp 1000 Millimeter, 2018 maximal 300 und in den wichtigen Vegetationsmonaten vielleicht knapp 100 Millimeter, also zwischen April und August. In unserer Region ist der Juli eigentlich niederschlagsreichster Monat und wir hatten in dem Jahr fast nichts im Juli. Dieses Jahr wird wahrscheinlich durchschnittlich werden, wenn in den Wintermonaten noch mal etwas kommt. Im Dreißigjährigen Mittel haben wir ungefähr 550 Millimeter und in 2019 werden es voraussichtlich rund 500 Millimeter. Also ein sehr nasses Jahr, ein ganz trockenes Jahr und ein eher trockenes Jahr.

Nöfer: Erwarten Sie im Kartoffelbau Veränderungen durch den Klimawandel und wenn ja, welche?

Landwirt O.: Wenn du in einem Anbauggebiet bist, in dem viel Kartoffeln angebaut werden, dann ist alles auf die Kartoffel ausgerichtet. Die Feldfrüchte, die in der Fruchtfolge dazwischenstehen, profitieren auch von der Bewässerungstechnik, weil sie unter Umständen auch bewässert werden können. Es wird also passieren, dass Früchte, die bewässerungswürdig und bewässerungsbedürftig sind, weniger angebaut werden, da gerade bei den spezialisierten Kartoffelanbaugebieten, so lange Kartoffeln angebaut werden, wie es geht. Aber trotzdem sind sich alle bewusst, dass die Wassermengen nicht reichen, wenn jetzt nochmal so ein niederschlagsarmes Jahr kommt. Das wäre ein ziemliches Desaster. Die Konsequenz müsste also sein, dass der Kartoffelanbau in den nächsten Jahren

zurückgefahren wird. Wenn man das beobachtet, sieht man aber, dass das nicht passiert. Die Landwirte sparen sich das Wasser lieber für die Kartoffeln auf, was man sonst eigentlich den anderen Früchten geben würde.

Nöfer: Welche Maßnahmen planen sie zu ergreifen, bzw. sehen Sie überhaupt Handlungsbedarf?

Landwirt O.: Ja! Ich denke, bei den Kartoffeln kann man durch die Durchwurzelungstiefe von dreißig Zentimetern nicht viel reißen. Aber wenn man Früchte hat, die sehr viel tiefer wurzeln können, muss man auch dafür sorgen, dass sie das können. Deswegen ist Bodenfruchtbarkeit und Verdichtungen aufzubrechen sehr wichtig. Es geht darum, dass der wurzelbare Raum größer wird, weil die Pflanzen dann mehr Potenzial haben, an Wasser zu kommen. Wenn du alles verdichtet hast, ist das schwierig. Bei den Kartoffeln ist das wegen der geringen Wurzeltiefe nicht unbedingt relevant, sie bringt aber das meiste Geld.

Nöfer: Welche Ertragsrückgänge lassen sich durch eine optimale Wasserversorgung verhindern? Kann man das quantifizieren?

Landwirt O.: Ja, bei uns sind das mindestens 100 Prozent. Auf berechneten Flächen bekommen wir also mindestens doppelt so viel Ertrag wie auf Unberechneten, im Jahr 2018 vielleicht sogar noch mehr. An Stellen wo wir mit der Berechnung nicht hingekommen sind, war der Ertrag fast bei null.

Nöfer: Was sind Maßnahmen für eine effiziente Wassernutzung hinsichtlich Bodenbearbeitung und Fruchtfolge?

Landwirt O.: Was gerade im Trend ist, ist die sogenannte Minimalbodenbearbeitung. Das ist im Kartoffelanbau so nicht möglich, da ist die Bearbeitung immer intensiv. Alle Benefits die man über Jahre hinweg durch Mulchsaat oder Direktsaat hat, hat man beim Anbau von Kartoffeln nicht. Ich denke aber, dass der Weg über verbesserte Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau geht. Das ist zwar kritisch zu sehen, da man mit dem Humusaufbau auch Pilzerreger und andere Schädlinge der Kartoffel stärkt, aber ich glaube, dass es wichtig ist, in den Jahren zwischen den Kartoffeln, den Boden möglichst wenig zu bewegen. Damit fördert man die Wasseraufnahme und -Speicherung des Bodens. Wenn es auf einen Sandboden regnet, ist das Wasser schnell wieder weg. Und da bringt auch eine Minimalbodenbearbeitung im September nichts, wenn man das Wasser im Januar braucht, das Wasser ist weg. Auf besseren Böden ist das was anderes, aber auf Sandboden geht es eher darum, dass man bei den Pflanzen ein starkes Wurzelwachstum provoziert, damit sie von dem Wasser länger etwas haben.

Nöfer: Wie weit können Beregnungsmengen eingeschränkt werden, ohne dass die Erträge zu stark abnehmen und dadurch die Wirtschaftlichkeit des Anbaus leidet? Geht das?

Landwirt O.: Klar, eine effizientere Beregnung ist immer möglich. Mit der Beregnungstechnik, die wir auf dem Betrieb haben, ist das aber relativ stumpf. Man kann zwar die Geschwindigkeit des Einzugs verändern, aber es ist keine Precision Irrigation, wo kleine Flächen spezifisch beregnet werden können. In unserer Region wird einfach nach Bedarf großflächig beregnet, obwohl die Flächen eigentlich ganz unterschiedlich sind. Dadurch ist es an einer Stelle zu viel, an der anderen zu wenig. Aber eine Möglichkeit ist auf jeden Fall Nachts zu beregnen. Da haben wir auch Verbote bekommen. In den beiden letzten Jahren durfte ab 25 Grad nicht mehr beregnet werden. Sonst gab es Verwarnungen oder Bußgelder.

Nöfer: Welche Regelungen gibt es bezüglich Brunnenbau und Beregnungsmengen in ihrer Region? Wie streng sind die Kontrollen?

Landwirt O.: Die Kontrollen sind nicht streng. Wir haben unsere eigenen Brunnen und wir sind auch in keinem Bewässerungsverband. Seitdem ich auf dem Hof bin, hatten wir noch keine einzige Kontrolle. Wir müssen angeben, wie viel wir von den Brunnen aus verregnet haben. Das muss bei einer Kontrolle natürlich auch logisch nachzuweisen sein, so eine Kontrolle hatte ich aber noch nie. Im Zeitraum von fünf Jahren dürfen in unserer Region achtzig Liter pro Quadratmeter Fläche beregnet werden (im Schnitt aller Flächen, die man hat). Wenn man in einem Jahr 160 Liter beregnet, dürfte man im anderen Jahr theoretisch gar nichts beregnen, deshalb gibt es die Regelung für fünf Jahre.

Nöfer: Welche Bewässerungstechnik wird speziell auf diesem Betrieb benötigt oder eingesetzt? Wie lange haben Sie die schon?

Landwirt O.: Wir verwenden eine Trommelberegnung mit Einzug. Ende der siebziger Jahre fing das mit der Beregnung an. In den Jahren 1976 und 1977 hatten wir zwei extrem trockene Jahre, woraufhin viele Betriebe pleite gegangen sind. Daraus hat sich das mit der Beregnung entwickelt.

Nöfer: Welche Sensoren sind gut für die Messung der Bodenfeuchte geeignet? Haben Sie dafür Technik auf dem Hof?

Landwirt O.: Nein, das machen wir nach Gefühl.

Nöfer: Wann sollte die Bewässerung einsetzen? Lohnt sich die Beregnung bisher überhaupt?

Landwirt O.: Nachts und ja. Bei den Kartoffeln ist die Beregnung beim Knollenansatz ganz wichtig. Da muss ausreichend Wasser da sein. Bis dahin bekommt die Pflanze das Wasser aus der Mutterknolle und eine Beregnung ist nicht unbedingt nötig. Wenn die Kartoffelpflanze beim Knollenansatz nicht bewässert wird, hat man später oft Probleme mit Kartoffelschorf. Die Beregnung ist also nicht nur für den Ertrag essentiell, sondern auch für die Qualität der Kartoffeln.

Nöfer: Wie fühlen sie sich von dem Fachverband Feldberegnung (FVF) und der Landwirtschaftskammer bezüglich Wetter- und Klimadaten beraten?

Landwirt O.: Das ist für uns nicht wirklich relevant. Man schaut schon, wie die Verdunstungsraten sind und dann weiß man ja auch schon wie viel der Boden braucht. Wenn du 30 Millimeter beregnest und die Verdunstung am Tag beträgt sechs Millimeter, dann ist das Wasser nach fünf Tagen quasi verdunstet, wenn man die Wasseraufnahme der Pflanze und die Versickerung im Boden vernachlässigt. Wenn es in diesen fünf Tagen dann nicht geregnet hat, muss man wieder beregnen. Hinzu kommt, dass man nicht alle Flächen gleichzeitig beregnen kann. Die Technik steht ja nicht überall gleichzeitig.

Also sind wir teilweise gezwungen früher oder später zu beregnen, als wir eigentlich müssten, damit es bei der letzten Fläche wieder passt. Da ist man ein bisschen getrieben vom Zeitplan, das ist das Problem der mobilen Beregnung. Es ist sehr viel Arbeit und auch viel Know-How, hat sich aber bewährt. Wenn man eine stationäre Anlage hat, ist das natürlich einfacher.

Interview mit Berater G. - Leiter einer Bezirksstelle der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Interview am 26.11.2019 - telefonisch

Die Fragen stellte Richard Berner.

Berner: Guten Tag Herr G.: Wir hatten Ihnen ja schon mitgeteilt, dass wir für ein kleines Forschungsprojekt verschiedene Anspruchsgruppen aus der Landwirtschaft, also Landwirte selbst, Interessenverbände oder Mitarbeitern in Kammern rund um das Spannungsfeld Kartoffelanbau und Klimawandel in Deutschland befragen. Die Frage ist dürfte ich das Gespräch aufzeichnen damit ich die Antworten dann transkribieren kann.

Berater G.: Ja das können Sie machen. Dann haben sie es um es in Ruhe nochmal wieder anzuhören.

Berner: Ich hatte Ihnen ja schon die Fragen geschickt. Ich würde einfach mal mit der ersten Frage einsteigen dann können wir ein bisschen durchgehen und gucken einfach wie, sie hatten ja gesagt sie haben ungefähr bis 11 Zeit, und wenn wir dann irgendwann aufhören müssen.

Berater G.: Ich denke wir fangen mal locker an und gehen die Fragen durch, ich denke, dass wir das auch bis 11 schaffen.

Berner: Die erste Frage wäre ob überhaupt Landwirte an sie herantreten die Fragen zum Thema Kartoffel und Klimawandel haben, also ob sie dazu im Allgemeinen Anfragen kriegen.

Berater G.: Dass direkt einzelne Landwirte und direkt im Hinblick auf den Klimawandel Anfragen das kommt eher selten vor, obwohl natürlich jeder Betrieb in den letzten drei Jahren

schon gemerkt hat was mit dem Klimawandel auf ihn zukommt. Wir hatten 2017 das nasse Jahr, wo man nicht immer auf den Acker raufkam wenn man wollte. Wir hatten 2018 ein extremes Trockenjahr ja, 19 war ja auch sehr trocken was dann auch gravierende Verbräuche bei der Feldberegnung zur Folge hatte mit der Folge, dass die Wasserkontingente eben auch sehr ausgereizt sind. Insofern gibt es schon fragen danach wie gehen wir damit um. Wie steuern wir die Beregnung zukünftig, wo bekommen wir das Wasser her. Wie können wir Beregnung effizienter machen? Aber das ist eben, sag ich mal vor dem Anlass der konkreten Beispiele insbesondere 18. und 19. Wenn´s um Nässe geht und Erosionsfragen auch das Jahr 17 wo wir auch viele Starkregen Ereignisse hatten. Aber das ist eben weniger die allgemeine Anfrage nach Klimawandel, sondern an diesen konkreten Beispielen festgemacht. Die Anfrage direkt zum Spannungsfeld Kartoffel und Klimawandel kommt dann eher von Veranstaltern, die die Tagungen machen, die Vortragsthemen suchen und so weiter, wo wir dann sowohl zum Thema Klimaschutz in Vorträgen unterwegs sind als auch zum Thema Anpassung an den Klimawandel. Landwirte stellen eher konkrete Fragen was mache ich denn mit meiner Beregnung, wo kriege ich das Wasser her.

Berner: Ja, das ist ja auch schon ein bisschen in Verbindung mit der zweiten Frage dass Landwirte direkt an sie herantreten bezüglich der Bewässerung. Welche Beratungsangebote von ihrer Kammer gibt es denn für die Landwirte?

Berater G.: Wir beraten natürlich in Sachen Bewässerung wobei wir das weniger in Regionaldienststellen machen, sondern das wird hauptsächlich vom Sachgebiet Beregnung gemacht, die dort arbeiten und die auch parallel mit dem Fachverband Feld Beregnung arbeiten. Das ist an sich der Weg wo meistens die Beratung stattfindet. Das Sachgebiet Beregnung macht zum einen Beratung zur Anlagengestaltung. Also wenn ein Betrieb noch keine Begegnungsanlage hat und sich überlegt in Beregnung zu investieren, dann guckt man wie hoch ist der Wasserbedarf ist. Rechnet sich das, wie sieht das wirtschaftlich aus, wie sollte er in dieses Thema einsteigen. Das ist eine firmenunabhängige Beratung. Der eigentliche Anlagenbau, der wird dann mit den entsprechenden Firmen vor Ort gemacht, ob das dann ein Brunnenbauer ist oder ein Anlagenbauer. Da müssen sich die Anlagen die Landwirte dann bei den entsprechenden Firmen die konkreten Angebote holen, aber die Beratung zur Einrichtung von Beregnungstechnik, die machen die Kollegen des Sachgebiete Feldberegnung. Genauso kommt auch die Beregnungsberatung, die wir machen in Zusammenarbeit mit dem Fachverband Feldberegnung. Die geben ein Beratungsfax heraus, das in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst die klimatische Wasserbilanz als Steuerungsgröße für die Feldberegnung berechnet wird. Die Landwirte abonnieren um dann laufend informiert zu sein.

Berner: Und inwiefern sieht das zum Beispiel mit einer Beratung zu alternativen Methoden zum Beispiel Tröpfchenbewässerung bzw Wassersparende Bewässerungsmethoden, sind die im Gespräch?

Berater G.: Ja. Insbesondere nach dem Jahr 18. und den knappen Kontingenten sind natürlich Wassersparende oder Wasser effizienter nutzende Techniken im Gespräch. Der Klassiker der auf über 90 Prozent der Fälle angewendet wird, ist die Trommelberegnung mit der Kanone am Ende. Die ist natürlich insbesondere dann, wenn wir etwas windiges Wetter haben von der Wassereffizienz her nicht so ganz ideal, weil das Wasser nicht immer da hinkommt, wo man es haben will. Ja insofern gab es schon mal Ansätze - gerade im Landkreis Uelzen mit einem Düsenwagen zu arbeiten, das hat sich aber auf Grund der arbeitswirtschaftlichen Nachteile dieses Gerät nicht durchsetzen können. Also ich glaube da sind zwei, drei irgendwie im Gemüsebau im Einsatz. In der flächigen Landwirtschaft im Ackerbau haben sich diese Düsenwagen weniger durchgesetzt wobei sie von der Wassereffizienz ein deutlicher Fortschritt wären, gerade bei windigen Rahmenbedingungen. Was wir beratungsmäßig dann auch propagieren sind Großflächenregner als Kreis oder Linearberegnung, die von der Wassereffizienz deutlich besser sind. Insbesondere dadurch, dass die Windanfälligkeit nicht so da ist, die vom Energieverbrauch her günstiger sind, wodurch man auch etwa 40 bis 50 Prozent des Energieverbrauchs für die Pumpen einsparen kann- also enormer Kostenfaktor. Ist bei uns aber schwierig einzusetzen, da sie eine entsprechende Agrarstruktur erfordern. Insofern gucken wir auch durchaus mit Landwirten zusammen: Wo kann man solche Kreisberegner aufstellen, aber 20 bis 25 Hektar Minimum Fläche ohne Baum und Mast im Weg haben wir kaum. Da ist auch ein großes Interesse bei Landwirten da, weil die auch von den Investitionskosten her im Vergleich zur Rohrtrommelberegnung nicht so wesentlich teurer sind. Aber von der Arbeitswirtschaft her natürlich erheblich günstiger sind. Den Kreis kann ich im Prinzip mit dem Handy an und ausschalten, wenn das erstmal scharf geschaltet ist.

Tropfbewässerung ist durchaus Interesse da, wir machen da Versuche im Kartoffelanbau, aber da sprechen aktuell die Kosten und wirtschaftliche Belastung im Moment noch dagegen. Es gibt jetzt technische Verfahren quasi mechanisch in jedem Kartoffeldamm im oberen Bereich des Dammes einen Tropfschlauch abzulegen leicht mit Erde bedeckt und es gibt inzwischen auch ein Verfahren diesen mechanisch vor der Ernte aus dem Damm herauszunehmen. Aber die Kostenbelastungen und auch die Arbeitswirtschaftliche Belastung ist noch eine gewisses Problem. Aber Interesse an diesen Techniken ist durchaus da. Man muss es eben auch umsetzen können und wenn ich 50 oder noch mehr Hektar Kartoffeln habe und will da überall Tropfschläuche auslegen kann, dann ist das ein nicht zu unterschätzender Kosten- und Arbeitsaufwand.

Berner: Verständlich. Sie haben schon gesagt die sich verändernden Bedingungen werden auf jeden Fall erkannt, Sie sind auf jeden Fall im Gespräch. Also Bedingungen, die sich verändern aber wird das allgemein eher als Bedrohung wahrgenommen oder sehen Landwirte auch Chancen oder ist es eher so dass die Leute sagen ja okay. "Hat sich eigentlich immer

verändert". Also den sich verändernden klimatischen Bedingungen von daher eher gelassen gegenüberstehen?

Berater G.: Also ich würde mal sagen bis 2018 herrschte da eher Gelassenheit, weil hier auch Landwirtschaft im Gegensatz zur Forstwirtschaft sich relativ kurzfristig anpassen kann. Wenn wir nicht gerade über den Bau von Kühllägern und ähnlichem nachdenken wo man doch ein bisschen mehr Vorlauf benötigt. Ich denke spätestens seit dem Jahr 18 wo man diesen extremen Wechsel von sehr nassem und extrem trockenem Jahr- was sich dann 19 wiederholt hat, verbunden auch mit großer Hitze ist, das war für die Kartoffeln alles andere als förderlich. Da würde ich schon sagen, die Landwirte sehen das was sich andeutet eher als Bedrohung denn als Chance.

Berner: Also würden Sie auch sagen, dass gerade im Kartoffelanbau durch die vermehrte Trockenheit das es da eher schadet. Und würden Sie sagen eher sagen deshalb geht die Tendenz eher von der Kartoffel weg oder wird dann eher wahrscheinlich auf Beregnung gesetzt?

Berater G.: Ja die Frage ist ja, was ist die mit der Trockenheit besser zurecht kommende Alternative, auch wirtschaftliche betrachtet. Das ist natürlich schwierig zu sagen, denn ich sage mal wenn ich so eine Trockenheit habe wie 2018 dann ist es im Prinzip egal welche Kultur ich anbaue, die wächst nicht mehr, weil einfach das Wasser fehlt. Es gibt ja keine Kultur, die ohne Wasser wächst. Und da muss ich natürlich auch sehen, dass bei uns in der Region der Kartoffelanbau und deren Vermarktung für viele Betriebe schon ein sehr wesentliches Standbein ist und die Wirtschaftlichkeit oder die wirtschaftliche Aufstellung die die Betriebe jetzt haben, die können wir rein mit Getreide nicht darstellen. Auf den leichten Böden ist beispielsweise auch Weizenanbau nicht ohne eine durchaus erhebliche Zusatzbewässerung möglich. Roggen wäre sicherlich etwas robuster aber der Roggenmarkt ist sehr begrenzt. Auch die Zuckerrübe kann Wasser sehr effizient nutzen. Aber der Zuckermarkt ist im Umbruch, auch dort ist es so, dass die relative Vorzüglichkeit der Rübe nicht mehr so groß ist wie sie vor einigen Jahren noch war. Insofern gehe ich schon davon aus, dass unsere Betriebe versuchen im Kartoffelanbau zu bleiben und die sich durch den Klimawandel andeutende Probleme durch technische Hilfen zu lösen. Also Beregnung, Lagerung durch Kühlläger. Ich habe ja auch das Problem, dass ich nach der Ernte, wenn es noch länger warm ist die Läger nicht runter kühlen kann, um die Knollen zur guten Lagerung zu bringen. Auch dort wird es in meinen Augen eher Richtung technische Lösung gehen, um die Unbilden des Klimawandels aufzufangen.

Berner: Das war auch was ein Landwirte mit dem wir gesprochen hatten zurückgemeldet hat, dass für ihn die Kartoffel immer noch das Produkt ist, dass sich sozusagen noch finanziell am meisten lohnt und er deswegen dann lieber auf Beregnung setzt weil er ja genau weiß, wie Sie schon sagten, die Alternativen dazu sind eben begrenzt oder bringen nicht so viel.

Berater G.: Die wirklich spannende Frage ist dann wie sieht das mit der Verfügbarkeit von Beregnungswasser aus. Denn auch das ist ja nicht unbegrenzt verfügbar wir sind hier in der intensiven Beregnungsregionen schon eher am Rande dessen was die derzeitigen Wasserkontingente hergeben angelangt. Insofern ergibt sich dann eventuell irgendwann die Frage: Was machen wir denn wenn das Wasser für die Beregnung nicht mehr im erforderlichen Maße zur Verfügung steht? Da sind wir eben auch in verschiedenen Überlegungen dabei, wie man dort auch noch höhere Wasserkontingente für die Landwirtschaft generieren kann. Aber in diesem Zuge wird sich dann vielleicht noch mal wieder neu die Frage nach effizienteren Techniken wie der Tröpfchenbewässerung, wenn das mit den Wasserkontingenten noch enger wird dann mag es durchaus sein, dass dort auch die Tröpfchenbewässerungsanlagen wo es ja auch noch technischen Fortschritt gibt auch noch im Bewusstsein weiter nach vorn dringen und dann auch tatsächlich eingesetzt werden.

Berner: Ja,- also die Landwirte kriegen wahrscheinlich ein Kontingent, wie viel Sie bewässern dürfen jährlich oder wird es dann von der Kammer überprüft oder gibt es andere Prüfstellen wie viel Wasser entnommen wird?

Berater G.: Grundsätzlich ist jede Wassernutzung genehmigungspflichtig. Dafür sind die Genehmigungsbehörden nicht die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, sondern die unteren Wasserbehörde bei den Landkreisen zuständig und das Ganze wird letztendlich gesteuert vom Umweltministerium. Und da wird genau geguckt wie viel Wasser steht insgesamt zur Verfügung. Wie viel darf entnommen werden ohne ökologische Schäden im Naturhaushalt hervorzurufen. Das heißt, es wird ausgerechnet wie groß ist die mittlere Grundwasser Neubildung pro Jahr. Dann werden so ganz extreme trockene Jahre noch zusätzlich betrachtet und von der dann verfügbaren jährlichen Grundwasser Neubildungen wird ein bestimmter Abschlag gemacht als Mindestabfluss für Flüsse, für ökologische Zwecke und so weiter. Daraus ergibt sich dann eine Wassermenge, die für alle Nutzer zur Verfügung steht. Die müssen das mit entsprechenden Wasserrechtsanträgen beantragen. Priorität hat immer die öffentliche Wasserversorgung, der Rest, der dann noch übrig bleibt, dürfen sich Industrie und Landwirtschaft teilen. Das Ganze ist ein Verfahren, das inzwischen von Gutachten her auch sehr aufwendig ist. Die Landwirte gehen dazu über das großräumig auf Landkreis Ebene zu machen, weil man da mal eben schnell sechsstellige Beträge für Umweltverträglichkeitsstudien ausgibt, um solch einen Wasserrecht für die Entnahme von Wasser für die Beregnung genau wie bei jedem Wasserwerk zu erhalten. Und das wird auch von den unteren Wasserbehörde kontrolliert. Jeder Entnehmer muss genau Buch führen, wie viel Wasser er entnimmt er muss das an die untere Wasserbehörde melden. In den meisten Landkreisen ist es so, dass das nicht für ein Jahr festgelegt wird, sondern es gibt ja Jahre wie 18, da wird sehr viel Wasser verbraucht und es gibt Jahre, da wird überhaupt kein Wasser gebraucht. Die Wahrheit liegt meistens irgendwo dazwischen, sodass man im Grunde so eine

Art Mittel betrachtet. Wenn man in einem Jahr etwas weniger entnimmt kann man im nächsten Jahr etwas mehr entnehmen sodass sich das ein bisschen über die Zeit ausgleicht. Es wird aber von Region zu Region durchaus unterschiedlich gehandhabt. Aber es ist eben nicht so, dass der Landwirt einfach Wasser entnimmt, sondern er braucht ein entsprechendes Wasserrecht und das wird auch kontrolliert.

Berner: Gibt es denn Überlegungen hinzu trockenheitsresistenten Sorten bei der Kartoffel oder hin zu genmodifizierten Sorten?

Berater G.: Fangen wir mit trockenheitsresistenten Sorten an. Es gibt sicherlich gewisse Sortenunterschiede. Wir haben das auch in Versuchen auf unseren Feldern geprüft- mal verschiedene Sorten in verschiedenen Bewässerungsregimen dargestellt. Es gibt bei Kartoffeln genau wie bei Getreide und anderen Früchten durchaus Sorten, die bei fehlendem Wasser einen nicht ganz so starken Ertragseinbruch haben wie andere Sorten. Aber alle Sorten, die wir geprüft haben, haben ohne Beregnung einen unter unseren Bedingungen in den trockenen Jahren erheblichen Ertragseinbruch gehabt, sodass sich eigentlich wenn man wirtschaftlich Kartoffeln produzieren will insbesondere auch unter Berücksichtigung der vom Markt geforderten Speisequalitäten eine Kartoffelproduktion ohne Beregnung nicht darstellt. Die Landwirte gucken dann schon welche Sorte kann auch mal mit etwas trockenere Bedingungen etwas besser zurechtkommen. Aber die Unterschiede bei den Sorten sind vergleichsweise gering. Und dann kommt noch im Speisekartoffelmarkt dazu, dass am Ende das angebaut werden muss was auch der Handel an Sorte fordert. Das ist ein sehr von den Vermarktern bedingter Markt und der Landwirt hat ja nicht unbedingt die Möglichkeit das zu nehmen was auf seinem Acker am besten passt was, was ihm nicht weiterhilft, wenn er das danach nicht für die richtigen Preise vermarkten kann. Ob wir bei der Trockenheitsresistenz durch die Gentechnik ganz große Fortschritte zu erwarten haben... würde ich eher so ein bisschen bezweifeln. Aber gut da muss man sehen, was sich entwickelt. Das größere Problem ist eher die Frage der Akzeptanz gentechnisch modifizierter Sorten. Wir sehen das noch in der Diskussion um CRISPR/Cas, was im Endprodukt quasi nicht mehr nachzuweisen ist ob da was gemacht wurde vorher oder nicht an der Sorte. Aber in der Bevölkerung ist dafür im Moment keinerlei Akzeptanz da -selbst wenn wir eine gentechnische Methode anwenden, die nicht zur Einführung artfremder Gene in eine Sorte führt.

Berner: Ja, das kommt ja dann wieder darauf zurück was sie schon gesagt haben, der Landwirt muss sich ja dem Handel anpassen. Die Skepsis gegen genmodifizierte Pflanzen ist glaube ich weit verbreitet.

Berater G.: Das ist ein Grundproblem was wir haben, dass in diesen Diskussionen über Klimaanpassung sehr oft gesagt wird dann baut doch andere Sorten, andere Arten an, baut doch irgendwas an, was unter trockenen Bedingungen besser zurecht kommt und dann wird

über Hirse gesprochen oder oder oder, über alles Mögliche bloß der Landwirt produziert das ja nicht nur damit er sich freut dass es schön wächst das will er auch, aber hauptsächlich produziert er das um das Produkt am Ende zu verkaufen und davon seinen Lebensunterhalt zu bestreiten. Insofern ist jeder Landwirt darauf angewiesen das anzubauen was der Markt fordert. Und da hilft es nicht, wenn jemand sagt „ich würde aber gern, das finde ich gut, wenn ihr das macht“ wenn es dann am Ende nicht gekauft wird. Der Landwirt muss das anbauen was auf dem Markt läuft das ist am Ende der Punkt. Da sind die Möglichkeiten oft deutlich eingeschränkt.

Berner: Also würden Sie trotzdem im Generellen eine Bilanz ziehen, dass der Kartoffelanbau gegeben den Veränderungen in den nächsten Jahren eher gleichbleibt oder zurückgefahren oder ausgeweitet wird. Wovon hängt das ab?

Berater G.: Ich gehe im Moment davon aus, dass der Kartoffelanbau insgesamt eher gleichbleibt. Wir beobachten so eine gewisse Verlagerung teilweise in andere Regionen, das hat aber weniger was mit Klimawandel als mit den Marktfragen zu tun. Wir beobachten, dass in den Lössböden Südhannovers durchaus auch mehr Kartoffeln angebaut werden, das liegt aber eher daran, dass die bisher führende Frucht Zuckerrübe weniger lukrativ wird. Ich gehe eigentlich davon aus, dass insgesamt der Kartoffelanbau etwa gleich bleibt. Eine Ausdehnung ist im Grunde nicht möglich, weil das sofort auf die Preise reagiert. Man kann ja sagen wir brauchen im Speisekartoffelmarkt in Deutschland so etwa zehn Millionen Tonnen Speisekartoffeln im Jahr und Jahre wo wir diese zehn Millionen von bundesweiter Ernte haben, sind auch preislich ganz gut. Aber in dem Moment wo wir bundesweit eher bei elf Millionen Tonnen Erntemenge liegen, stürzen die Preise auch zusammen. Also Ausdehnung im Kartoffel Bereich eher nicht möglich und dass es deutlich weniger wird glaube ich auch nicht. Das reguliert in der Tat dann noch den Markt. Der Anbau wird dann so lukrativ, da kann ich im Zweifel lieber ´nen Weizen vertrocknen lassen, um meine Kartoffeln zu beregnen.

Berner: Also bleibt es für die Kartoffel relativ ähnlich, oder die Landwirte gehen immer mehr Richtung Beregnung- Da muss man dann halt in den nächsten Jahren sehen ob die Wassermengen überhaupt zur Verfügung stehen oder ob das noch ein Problem werden kann?

Berater G.: Ich denke entscheidend ist die wärmeren Lagertemperaturen aufzufangen. Das heißt also mechanisch gekühlte Läger zu haben. Das wird aus Qualitätsgründen sowieso verstärkt vorgenommen. Natürlich auch ein enormer Kostenfaktor. Entscheidend sind auch die Bewässerungsmöglichkeiten. Wo wir uns im Moment Sorgen machen, dass es dann durchaus auch der Bereich Pflanzenschutz. Wir haben also mit dem trockeneren Klima schon mit zunehmenden und anderen Schaderegern zu tun, worauf dann durch resistente Züchtung wiederum reagiert werden kann. Aber es gab im Rheinland einen großen Spinnenmilbenbefall, etwas was wir Kartoffelanbau bisher selten kannten, die schwierig zu bekämpfen sind. Wir

hatten Blattlausjahre wo die Blattläuse überwintert sind und Virusbeladen auf die Bestände eingeflogen sind, was die Pflanzkartoffelvermehrung erschwert. Vielleicht müssen wir auch irgendwann mal mit zwei oder mehreren Generationen Kartoffelkäfer rechnen, wie das in anderen Ländern durchaus der Fall ist. Auf der anderen Seite ist die Zulassungssituation bei Pflanzenschutzmitteln zunehmend kritisch zu beurteilen. Ich denke an das Verbot der Neonicotinoide, die die Bekämpfungsmöglichkeiten bei Insekten einschränken, auch andere Mittel werden sehr kritisch betrachtet. Neuzulassungen gibt es nur wenig, sodass die Probleme im Pflanzenschutzbereich mehr werden und gleichzeitig die traditionellen Handlungsmöglichkeiten sprich Einsatz entsprechender Mittel deutlich geringer wird. Das macht uns dann schon auch gewisse Sorgen und schränkt die Handlungsmöglichkeiten etwas ein. Aber das ist im Moment ein generelles Problem, das von den Landwirten Klimaanpassung gefordert wird, das ist auch von wissenschaftlicher Seite eine Menge Möglichkeit gibt, auch produktionstechnisch. Das aber von rechtlicher Seite viele Anpassungsmöglichkeiten wieder eingeschränkt werden.

Berner: Im Bezug auf Pflanzenschutzmittel?

Berater G.: naja, überhaupt: Anpassungsmöglichkeiten an Beregnung wird eingeschränkt durch begrenzte Wasserrechte. Anpassungsmöglichkeiten Bekämpfung von Schaderreger wird eingeschränkt durch Zögern bei der Zulassung und Verbot von Pflanzenschutzmitteln. Schönes Beispiel ist Erosionsbekämpfung. Hat jetzt nicht unbedingt was mit Kartoffelanbau zu tun. Eine der bewährtesten erfolgreichsten Maßnahmen zur Vermeidung Erosion ist der Einsatz von Mulch oder Direktsaat. Wenn ich aber Mulch oder Direktsaat einsetzen will dann muss ich die dort wachsenden Pflanzen dringend anders beseitigen. Das wird traditionell durch den Einsatz von Glyphosat gemacht. Glyphosat soll verboten werden, eine adäquate Alternative haben wir zurzeit nicht. Aus rechtlicher Sicht wird eine sehr bewährte erfolgreiche in meinen Augen auch ökologisch verträgliche Maßnahme durch das Verbot konterkariert.

Berner: Ja, die Glyphosatdebatte die ist sehr aufgeheizt geführt wurden.

Berater G.: Ich wollte ja nur mit dem Beispiel deutlich machen, dass Zielkonflikte die sich dort ergeben oft nicht debattiert werden, es wird sehr einseitig geguckt und das macht Anpassungsmaßnahmen für die Landwirtschaft insgesamt sehr schwierig. Was eigentlich fehlt ist, dass jede Seite nicht nur die spezifischen Ziele sieht. Nur Insektenschutz, nur Klimawandel, nur die Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe. Das eben versucht wird die Zielkonflikte aufzulösen. Das wird nicht gemacht jeder verfolgt nur sein Ziel das ist das was ich im Moment als großes Problem sehe. Aber das liegt nicht nur an einer Seite das liegt immer auch an mehreren Seiten

Anhang zu Kapitel 4

Interviews

UBB - Umweltvorhaben Dr. Klaus Möller (UBB) (2019): Interview mit IP A, Geschäftsführer. 25.10.2019, 12:00 – 12:45, Knesebeckstraße 18, 10623 Berlin.

Berliner Wasserbetriebe (BWB) (2019): Interview mit IP B, Wasserversorgung, Grundlagen und Strategien. 06.11.2019, 14:00 – 15:07, Friedrichstr. 191, 10117 Berlin.

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) (2019): Interview mit IP C, Ökosystemforschung, Abteilungsleiter. 27.11.2019, 11:00 – 11:53 Uhr, Müggelseedamm 301, 12587 Berlin.

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin (SenUVK) (2019): Interview mit IP D, Abteilung III B, Gruppenleiter Naturschutz und Landschaftspflege. 09.12.2019, 08:00 – 08:42 Uhr, Am Köllnischen Park 3, 10179 Berlin.

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Landesverband Berlin (BUND) (2020): Interview mit IP E. 10.01.2020, 10:00 – 10:49 Uhr, Friedrichstr. 191, 10117 Berlin.

Auszug aus den Leitfäden: Interviewleitfaden für die Berliner Wasserbetriebe

1. Zum Einstieg würden wir gerne mehr über Ihre Arbeit und Person erfahren: Für welchen Bereich sind Sie bei den BWB zuständig? An welchen Projekten arbeiten Sie derzeit mit?
2. Im Nachhaltigkeitsbericht von 2018 wird das Leitbild der BWB erwähnt "eine soziale und ökologische Sorgfalt mit Leistung, Qualität und erstklassigem Service zu verbinden". Wie setzen die BWB den Stellenwert der ökologischen Sorgfalt konkret um? (durch welche Maßnahmen, insb. Blick auf WW Friedrichshagen)
3. Das BWB hat 2008 ein Wasserversorgungskonzept mit der Entwicklung bis 2040 herausgebracht. Sind die dortigen Ergebnisse und Varianten zu Nachhaltigkeitsüberlegungen noch aktuell? (falls nein: Was gibt es für neue Überlegungen, Ergebnisse in dem aktuellen Bericht? Wie können wir auf diesen zugreifen?)
4. Am Konzept kam auch Kritik von Seiten der Umweltverbände wie Grüne Liga, NABU, Stiftung Naturschutz und BUND auf (s. Morgenpost und Brief an Senatsverwaltung). Sie kritisierten u.a. dass keine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde. Inwieweit reagierten Sie auf diese Kritik? Wurden die entsprechenden

Umweltverträglichkeitsprüfungen inzwischen durchgeführt? (wenn ja, mit welchem Ergebnis? Von wem?) Inwieweit wurde das Konzept inzwischen umgesetzt? Rückblickend, 10 Jahre später: Bedarf das Konzept einer Überarbeitung, oder ist es weiterhin unverändert anwendbar? Bewahrheiten sich die Prognosen? (falls er nicht mehr am Projekt beteiligt war: Wieso?)

5. Im Gespräch mit anderen Experten zeigten sich diese besorgt, dass mehrere Dürrejahre hintereinander schwerwiegende Auswirkungen für den Müggelsee und die Trinkwasserversorgung in Berlin haben könnten. Z.B. wurde gesagt, dass ein weiteres Dürrejahr das Gleichgewicht zwischen Wasserversorgung und Ökosystem gefährden würde. Teilen Sie diese Meinung? Werden solche Szenarien, in denen es zu einem Extremfall kommt, im BWB diskutiert? (Wie bereitet sich das BWB darauf vor, falls so ein Extremfall eintreten würde? Gibt es konkrete Strategien, wo kann man diese finden? Woher würden Sie das Trinkwasser nehmen? Was würde getan werden, um das Ökosystem Müggelsee intakt zu halten?)
6. Ggf. tiefer: Vom Grundwasser des Müggelsees und Müggelspree hängen Forste, Wiesen und Moorbiotope ab, nun ist das Grundwasser in den letzten Jahren zurückgegangen und für 2040 wird ein Rückgang der Grundwasserneubildung um 40 % vorausgesagt, hat dies bereits negative Auswirkungen auf diese Naturräume? Wie würde sich das niedrige Grundwasser in den kommenden Jahrzehnten auf diese auswirken?
7. Inwiefern bereitet das Wasserversorgungskonzept 2040 und die dadurch bisher durchgeführten Maßnahmen auf solch einen Extremfall vor?
8. Derzeit wird vom BWB und der SenUVK der "Masterplan Wasser 2020" erarbeitet. Sind Sie an diesem Prozess wieder beteiligt? (wenn ja, können Sie näheres zu dem Masterplan bzw. Entwicklungsprozess sagen? Welche Akteure sind daran beteiligt? Wie wurden diese Akteure ausgewählt?)
9. Mit welchen Akteuren stehen Sie im Austausch oder arbeiten Sie zusammen, um die Trinkwasserversorgung zu gewährleisten und um den Naturraum Müggelsee intakt zu halten? (SenUVK, BBK, BMU) (Anschließend Nachfrage nach dem Müggelsee Forum oder eines nun aktuellen Forums, Zusammentreffens und welche Akteure daran beteiligt sind)
10. Von 2010 bis 2016 haben die BWB das Projekt NITROLIMIT durchgeführt, um den Stickstoffgehalt in Seen zu messen, darunter war auch der Müggelsee. Die Forscher fanden heraus, dass es eine Stickstoff- und Phosphor-Zielkonzentration von jeweils 500 und 60 Mikrogramm pro Liter geben sollte. Ist diese Zahl im Müggelsee seitdem erreicht worden? Haben Sie aktuelle Daten dazu? Wie hat sich die Dürre der letzten

beiden Jahre darauf ausgewirkt? (Welche Maßnahmen werden Sie durchführen, um dieses Ziel zu erreichen?)

11. Vielen Dank für die Beantwortung der vielen Fragen. Möchten Sie noch etwas zu diesem Thema hinzufügen?
12. Wäre es möglich Sie bei drängenden Fragen im Laufe unserer Ausarbeitung nochmals per E-mail zu kontaktieren?

Humboldt-Universität zu Berlin
IRI THESys
Unter den Linden 6
10099 Berlin

Joining sustainable pathways

At IRI THESys, the Integrative Research Institute on Transformations of Human-Environment Systems, scientists from humanities, social and natural sciences collaborate to solve interdisciplinary research questions related to the societal challenges of transforming human-environment systems.

www.iri-thesys.org