

UNIVERSITÄT HOHENHEIM



Schlussbericht zum Verbundprojekt der Technischen Universität Berlin (Fachgebiet Energiesysteme) und der Universität Hohenheim (Lehrstuhl für Innovationsökonomik)

## „SW-Agent“ – Die Rolle von Stadtwerken in der Energiewende

Eine agentenbasierte Simulation der Interaktion und Akzeptanz der kommunalen Akteure

mit freundlicher Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des FONAP-Programms (Forschung für Nachhaltige Entwicklungen)



Laufzeit: 01.05.2013 – 31.05.2016  
Förderkennzeichen: 03SF0459

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren:  
Georg Erdmann (georg.erdmann@tu-berlin.de), Markus Graebig (markus.graebig@tu-berlin.de),  
Andreas Pyka (a.pyka@uni-hohenheim.de), Malcolm Yadack (malcolm.yadack@uni-hohenheim.de)

Berlin und Hohenheim, 22.12.2016



## Überblick (Zusammenfassung)

SW-Agent ist ein Verbundprojekt der TU Berlin und der Universität Hohenheim in Kooperation mit den Praxispartnern BIG-STÄDTEBAU, KoM-SOLUTION und Stadtwerke Tübingen. Das Projekt untersucht, welche neuen Geschäftsmodelle sich Stadtwerke (und Energieversorger im weiteren Sinne) erschließen können, um die Energiewende mitzugestalten und sich zugleich fit für ein verändertes Marktumfeld zu machen. Neben konkreten Business Cases werden speziell die Interaktion der beteiligten kommunalen Akteure und die öffentliche Akzeptanz untersucht. Die empirischen Arbeiten münden in die Erstellung eines Computermodells, welches Einflüsse von Marktvariablen und politischen Rahmenbedingungen auf bestehende und neue Stadtwerksgeschäfte abbildet. Dabei kommen sowohl auf empirischer Seite mit dem akteursbezogenen Ansatz als auch auf theoretischer Seite mit der agentenbasierten Modellierung Methoden zum Einsatz, welche die Heterogenität und Individualität der beteiligten Akteure und die dadurch verursachte Komplexität in den Mittelpunkt stellen. So ist auch das Projektkronym zu verstehen: SW-Agent – agentenbasierte Simulation von Stadtwerken.

Die empirischen Ergebnisse belegen, dass Stadtwerke durchaus auf der Suche nach neuen Geschäftsfeldern sind – berechtigterweise, denn die Rentabilität im angestammten Geschäft sinkt seit Beginn der Energiewende und die Unsicherheit nimmt zu. Die Innovationsdynamik ist allerdings fraglich. Die große Mehrzahl der bislang zu beobachtenden Innovationen entfällt auf Verbesserungsinnovation im angestammten Geschäftsfeld. Grundsatzinnovationen in der bekannten Branche (beispielsweise Elektromobilität, Energiedienstleistungen etc.) finden ebenfalls in vielfältiger Ausprägung statt, lassen jedoch in vielen Fällen jenseits des Pilotstadiums noch kein klares, selbsttragendes Geschäftsmodell erkennen. In neuen Branchen und Geschäftsfeldern außerhalb des angestammten Energiegeschäfts, beispielsweise im Bereich der Gesundheitsservices, finden noch fast gar keine Innovationen statt, obwohl hier erhebliches Potenzial liegen könnte. Bei jeder weiteren Geschäftsfeldentwicklung sind Stadtwerke gut beraten, sich auf ihren Markenkern zu besinnen, der in unseren Erhebungen klar zum Ausdruck kommt: Sicherer Infrastrukturbetrieb ist eine „stille Kernkompetenz“; Regionalität ist das Alleinstellungsmerkmal; Servicequalität, Vertrauen und Kundennähe sind die Ankerpunkte des Stadtwerke-Wertversprechens. Mit Blick auf die Kundenerwartungen zeigt sich, dass zum klassischen energiewirtschaftlichen Zieldreieck – Versorgungssicherheit, Preiswürdigkeit, Umweltverträglichkeit – eine vierte, soziale Dimension hinzugetreten ist, die über den oft diskutierten Begriff „Akzeptanz“ hinausragt: Kunden und Bürger verlangen *partizipative Angebote* in der Energieversorgung.

Die agentenbasierte Modellierung konnte methodologisch gezielt in Kombination mit den empirischen Erkenntnissen aus den Befragungen angewendet werden. Im Modell wurden in einer Pilotstudie Zusammenhänge im Wettbewerb zwischen Stadtwerken und anderen Energieversorgern näher betrachtet. So wurden z. B. die in Umfragen identifizierten und getesteten regionalen Präferenzen von Haushalten in die Entscheidungsregeln der Agenten zur weiteren Analyse ihrer Auswirkungen in der Simulation übernommen. Die Ergebnisse deuten zum einen darauf hin, dass starke regionale Präferenzen von Haushalten einen komplexen und sich auf der Makroebene auswirkenden Einfluss auf Endkundenpreise haben. Stadtwerke-Agenten in der Simulation mussten Preisstrategien verfolgen, die ihre unmittelbar naheliegenden Kunden auch bedienten und mussten diese – mit dem Anreiz, im liberalisierten Strommarkt in externe Gebiete vertrieblich zu expandieren – gegeneinander abwägen. Die nichtlineare Steigung von Vertriebsmargen im Modell bestätigte die gleiche Entwicklung für Haushalte seit der Liberalisierung in der realen Wirtschaft. Die Simulationsergebnisse erlauben es Entscheidungsträgern in der Politik, die Rolle der relativ niedrigen Akzeptanz von Haushalten für externe Stromversorger im liberalisierten Strommarkt besser zu verstehen und die entsprechenden Auswirkungen im experimentellen Umfeld mit dieser Methodologie effektiver in Entscheidungen zu berücksichtigen.

## Abstract (Executive Summary)

SW-Agent is a collaborative research effort between the Technische Universität Berlin and the University of Hohenheim with support from the industry partners BIG-STÄDTEBAU, KoM-SOLUTION and Stadtwerke Tübingen. The project seeks to study which new and upcoming business models can especially be pursued by Germany's municipal utility companies. This search for business models underlies the role that municipal utilities seek to play in Germany's "Energiewende". These companies are, however, already under pressure to adapt their businesses to rapidly changing market conditions – including the necessity to adjust the business status-quo of selling electricity and natural gas as "kwh commodities". It is also of particular interest to the project to study the interaction of municipal and community stakeholders as well as the role of public acceptance of aspects of the Energiewende. A variety of empirical studies provide the basis for a simulation model allowing for analysis of affected market variables and policy-making concerns as they relate to municipal utilities in Germany (and more generally beyond). Agent-based modelling is the methodology applied in the simulation study, lending the project its name: SW-Agent – agent-based simulation of "Stadtwerke".

The empirical results confirm that Germany's municipal utilities are actively, and necessarily, searching for new business models, as profitability has sunk since the beginning of the Energiewende while uncertainties have increased. It is however questionable, if the directions in which municipal utilities are seeking to innovate are indeed productive. The majority of municipal utilities' innovations appear to be incremental innovations within traditional utility business areas. More dramatic innovative business models in the energy sector (such as electromobility, energy services, among others) are also wide-spread among municipal utilities. These areas have not yet shown themselves to have potential to become profit centers for the companies, and, for now, seem to retain the form of pilot projects. In areas outside of the energy sectors (e.g., healthcare services), municipal utilities have shown very little innovations, although such areas can show degree of economic potential. Municipal utilities have at any rate strong presences in their respective regions and must continue to make use of this brand strength: Secure operation of energy infrastructure is an importance area of competence for municipal utilities. Regionality is a unique selling point. Quality of service, trust and a closeness to the customer are anchors of the promise that municipal utilities make to both their customers and to their owner-communities. Concerning customers' expectations, it is important to note that customers are showing explicit demand for participative offerings from their municipal utility company, adding effectively a fourth corner "acceptance" to the classic energy policy triangle of supply security, cost effectiveness and ecology.

Applying agent-based modelling as a methodology allowed for a valuable combination of empirical surveys with their use to inform and inspire the specific interaction rules of agents in a simulation. In a demonstrative pilot study, aspects of free competition in the retail electricity market were modelled and empirical insights into the regional preferences of households were informed by the surveys and incorporated appropriately into the simulation as agent-specific decision criteria. The results of the agent-based study indicate that strong regional preferences for municipal utilities as retailers lead to economy-wide changes in prices and to individual changes in pricing strategies of the retailers themselves (e.g., to defend their region from incumbents). The model is able to be historically validated by applied real-world data on the development of retailers' average sales margins since liberalization of the German retail market in 1999. The method of simulation and this particular case empower political decision makers with additional information about the role played by strong regional preferences of households for their local municipal energy supplier, and allows for more informed policy decisions based on feedback from social factors on both the macroeconomic level (price development) and the microeconomic level (firm-specific strategies).

## Inhaltsverzeichnis

Dank an Förderer und Partner .....	1
1 Einleitung und Hintergrund .....	2
1.1 Vorwort an unsere Leserinnen und Leser .....	2
1.2 Stadtwerke als Gestalter einer ungewissen Energiewende-Zukunft?.....	2
1.3 Von einfachen zu komplexen Systemen.....	3
2 Zielsetzung: Impulse für Stadtwerke als Energiewende-Treiber.....	8
3 Arbeitspaket 1: Stakeholder-Befragung und USP-Analyse.....	9
3.1 Überblick.....	9
3.2 Conjoint-Analyse zu Kundenpräferenzen vom Januar 2014 .....	9
3.3 Tübinger Kundenbefragung vom Januar 2015 .....	12
3.4 Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid vom 03.11.2013.....	16
3.5 Stadtwerke-Datenbank zur Charakterisierung der Stadtwerke-Landschaft .....	20
4 Arbeitspaket 2: Innovationsansätze bei Stadtwerken.....	24
4.1 Überblick.....	24
4.2 Metastudie zu Innovationen von Stadtwerken seit Beginn der Energiewende.....	25
4.3 Analyse öffentlich geförderter F&E-Projekte bei Stadtwerken.....	27
5 Arbeitspaket 3: Agentenbasiertes Stadtwerke-Modell.....	32
5.1 Überblick: Agentenbasierte Modellierung als Experimentierumgebung.....	32
5.2 Makroebene: Agentenmodell zur regionalen Stromvermarktung.....	33
5.3 Mikroebene: Ausblicke auf intrakommunale Agentenmodelle .....	38
6 Ergebnisse und Empfehlungen .....	41
7 Output von SW-Agent .....	45
7.1 Übersicht der Publikationen und Zeitungsbeiträge .....	45
7.2 Übersicht der Konferenzteilnahmen, Vorträge und Interviews.....	45
7.3 Übersicht der akademischen Abschlussarbeiten .....	46
7.4 Würdigung als „Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen 2014/15“.....	47
7.5 Abschluss-Workshop an der Universität Hohenheim am 14. April 2016.....	47
7.6 Ergebnisverwertung und Folgeprojekte .....	48
8 Literaturverzeichnis.....	49
Anhang .....	52
A.1 Abkürzungsverzeichnis.....	52
A.2 Dokumentation des Fragebogens aus der zweiten Tübinger Kundenbefragung.....	53
A.3 Agenda des Abschluss-Workshops.....	53
A.4 Dokumentation der Publikationen und Konferenzteilnahmen.....	53

## Dank an Förderer und Partner

SW-Agent wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des FONARahmenprogramms (Forschung für Nachhaltige Entwicklungen) gefördert. Gemeinsam mit 32 weiteren Forschungsverbänden war SW-Agent Teil des Themenschwerpunkts „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“. Förderziel war es, interdisziplinäre Forschung rings um die Energiewende zu beleben und praxisnahe Diskussionen zu initiieren. Ohne die Initiative und die freundliche Förderung durch das BMBF wären die Arbeiten an SW-Agent nicht möglich gewesen.

Wir danken dem BMBF für die Gewährung der Fördermittel und die kreativen wissenschaftlichen Freiheitsgrade während der Projektdurchführung. Dem Projektträger Jülich (PtJ) danken wir für die sehr konstruktive, entgegenkommende Betreuung und Beratung sowie die jederzeit reibungslose administrative Abwicklung. Das Konsortium der Wissenschaftlichen Koordination (Begleitforschung) aus Öko-Institut und Institut für sozial-ökologische Forschung verdient Dank und ein großes Kompliment für die kollegiale Zusammenarbeit. Die Wissenschaftliche Koordination hat aus unserer Sicht ihre Rolle als „Enabler und wissenschaftlicher Partner“ in vorbildlicher Weise erfüllt und damit einen echten Mehrwert für das Programm gestiftet.

Der Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ danken wir für das Vertrauen in unsere Arbeit und für die Auszeichnung unseres Verbundprojekts in einem relativ frühen Stadium. Die damit verbundene Anerkennung und öffentliche Aufmerksamkeit hat unserer Forschung sehr wertvollen Rückenwind verliehen.

Ein ganz besonderer Dank gebührt schließlich unseren drei assoziierten Partnern (Praxispartnern), die uns bei SW-Agent mit unschätzbbarer Expertise und mit Praxiszugängen unterstützt haben. Für die praktische Relevanz unserer Arbeiten war dieser Austausch enorm wichtig.

- BIG-STÄDTEBAU ist als Kommunalberater kompetenter Partner insbesondere von Kommunen für städtebauliche Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen.
- KoM-SOLUTION versteht sich als Kompetenz- und Beratungsplattform für Stadtwerke, Energieversorgungs- und Dienstleistungsunternehmen.
- Stadtwerke Tübingen haben sich einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Wasser zum Ziel gesetzt – ein unverzichtbarer Bestandteil nachhaltigen Wirtschaftens.

Nicht zuletzt danken wir den wissenschaftlichen Kolleginnen und Kollegen, welche im Zuge der Antragsevaluation für SW-Agent „den Daumen gehoben“ und uns damit die Möglichkeit eröffnet haben, unser Forschungskonzept mit der Förderung des BMBF in die Tat umzusetzen.

## 1 Einleitung und Hintergrund

### 1.1 Vorwort an unsere Leserinnen und Leser

Die Zeit, in der Strom einfach „aus der Steckdose“ kam, ist seit der Liberalisierung des deutschen Strommarktes (1998), allerspätestens aber seit Ausruf der Energiewende (2011), vorüber. Wir stehen vor der tiefgreifenden Transformation eines Sektors, der wie wenige andere das tägliche Leben praktisch aller Menschen unseres Landes durchzieht und dennoch für die Allermeisten abstrakt, intransparent und schwer fassbar bleibt. Dabei ist die Energiewende ein Prozess, welcher auf Dezentralisierung einer vormals zentralistischen Versorgungsstruktur setzt und in den Worten von Jeremy Rifkin (2011) „lateral power“, zu Deutsch also eine „Demokratisierung“ der Energiewirtschaft, schaffen soll. Mit dem FONA-Rahmenprogramm hat das BMBF einen Impuls gesetzt, die Energiewirtschaft der Domäne von Ingenieuren, Betriebswirten und Juristen zu entreißen. Wir haben bei SW-Agent diese Einladung zur interdisziplinären Arbeit dankbar und mit Freude aufgegriffen. Bei der Darstellung unserer Ergebnisse in diesem Bericht möchten wir uns ebenfalls an eine breite Zielgruppe interessierter Leserinnen und Leser wenden und bemühen uns daher im Zweifel um eine allgemeinverständliche, lesbare Sprache anstelle von wissenschaftlicher Formvollendung.

### 1.2 Stadtwerke als Gestalter einer ungewissen Energiewende-Zukunft?

Die Energiewende ist in aller Munde, und sie wird zuvorderst als eine „Stromwende“ wahrgenommen – mehr erneuerbare Energie aus Sonne, Wind und Biomasse einerseits, Atomausstieg andererseits. Die damit einhergehenden Herausforderungen sind oft diskutiert worden: Ausbau und Ertüchtigung von Netzen („Smart Grid“), Markt- und Systemintegration der unregelmäßigen erneuerbaren Stromeinspeisungen, Entwicklung von Stromspeichern etc. Gleichzeitig steigt die Eigenversorgung bei Privat- und Industriekunden, während Großhandelsstrompreise historisch niedrig sind. Hinzu kommt die soziale Dimension: Von „Akzeptanz“ ist immer häufiger die Rede, wenn es um Verteilungs- und Gerechtigkeitsfragen geht. Zweifellos ist das politische und Marktumfeld der Energieversorger im Umbruch und wirft fundamentale Fragen auf:

- *Was sind die neuen Geschäftsmodelle?* Das klassische Geschäft der Energieversorger – der energiemengenbasierte Verkauf von Strom und Gas – ist unter Druck. Einige Unternehmen haben sich auf die Suche nach neuen Angeboten gemacht. Am häufigsten werden energiebezogene Dienstleistungen (z. B. Energiesparberatungen), technologische Pilotprojekte (z. B. Elektromobilität) sowie relativ vage Visionen (z. B. Smart City) diskutiert. Es herrscht jedoch verbreitete Ratlosigkeit darüber, wie aus diesen Ansätzen tragfähige Geschäftsmodelle werden sollen. Ideen außerhalb des Geschäfts mit Kilowatt und Kilowattstunden kommen noch fast gar nicht vor.
- *Wie können Bürger beteiligt werden?* Seit Jahren schon zeichnet sich bei Konzessionsvergaben ein Trend zur Rekommunalisierung ab, welcher in den jüngeren Volksentscheiden in Hamburg und Berlin prominenten Ausdruck fand. Die TU Berlin hat eine Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid „Neue Energie“ vom 03.11.2013 durchgeführt: Die Forderung nach mehr Partizipation und Transparenz war das wichtigste Sachziel derjenigen Wahlberechtigten, die sich ein Stadtwerk wünschten – übrigens noch deutlich vor ökologischen Zielen. Es zeigt sich, dass die viel besagte Akzeptanz bisher vor allem unter einem ausgeprägten Misstrauen und Unverständnis gegenüber der Energiewirtschaft leidet.
- *Wie kann Energie interessanter werden?* Der frühere Bundesumweltminister Altmaier hat einmal die deutsche Energiewende mit der Mondlandung der Amerikaner verglichen – jedes Land brau-

che alle paar Jahrzehnte ein Projekt, das fasziniere und banne<sup>1</sup>. Tatsächlich scheint die Energiewende aber das Gegenteil von Faszination zu bewirken. Sie erweist sich vielmehr als Quelle schier unendlicher Kontroversen, während das Produkt „Elektrizität“ aus Sicht der meisten Menschen ebenso abstrakt wie uninteressant bleibt. Für Energieversorger dürfte hier eine enorme Chance liegen, die bislang noch weitgehend ungenutzt geblieben ist: Wer es schafft, Energieversorgung interessanter zu machen, wird nicht nur der Energiewende helfen, sondern auch dem eigenen Geschäft.

Viele Hoffnungen haben sich auf die rund eintausend deutschen Stadtwerke gerichtet. Dank ihres regionalen Fokus' und ihrer anerkannten Kundennähe seien sie prädestiniert, zunehmender Dezentralität in der Energieversorgung und zugleich der gebotenen Bürgerbeteiligung Rechnung zu tragen (vgl. u. a. Bräuning und Gottschalk, 2012). Anders als bei gewinnmaximierenden Privatunternehmen sei es möglich, dass kommunale Stadtwerke mit ihrem denkbar vagen Auftrag der „Daseinsvorsorge“ langfristige Ziele und renditearme Innovationen höher priorisieren. Fraglich ist jedoch, ob Stadtwerke aus ihrer Regionalität tatsächlich einen Wettbewerbsvorteil ziehen werden und ob sie, inmitten ihres komplexen Beziehungsgeflechts kommunaler Akteure, die nötige strategische Beweglichkeit entfalten werden.

### 1.3 Von einfachen zu komplexen Systemen

Vor gut zwei Jahrzehnten fand man in vielen ökonomischen Lehrbüchern die Strommärkte regelmäßig noch als Paradebeispiel für ein sogenanntes natürliches Monopol. Einzelne wirtschaftliche Regionen können in dieser Vorstellung von einem Anbieter günstiger mit Strom versorgt werden im Vergleich zu einer Situation, in der mehrere Anbieter um die Gunst der Nachfrager miteinander konkurrieren. Verantwortlich für diese sonst im wirtschaftswissenschaftlichen Mainstream grundsätzlich abzulehnende Monopollösung sind aufgrund des extrem kapitalintensiven Stromverteilungsnetzes sinkende Durchschnittskosten, die eine kostengünstigere Produktion bei nur einem Anbieter ermöglichen. Selbstverständlich ist dieser Monopolist dann durch eine Regulierungsbehörde in seiner Preisfindung zu beaufsichtigen, damit die monopolistischen Wohlfahrtsverluste vermieden werden.

Heute hält kaum noch jemand an dieser Charakterisierung fest (vgl. auch Erdmann und Zweifel, 2010). Vielmehr gelten zwischenzeitlich praktisch alle Standardmarktmodelle der Volkswirtschaftslehre als ungeeignet für die Beschreibung und Analyse der Strommärkte. Grund dafür ist ein stringentes Annahmengebäude, welches in der Realität vorzufindende Ausprägungen ausklammern muss, um die Modelle überhaupt erst anwenden zu können. Das liegt mitunter an einem zunehmend rascheren technologischen Wandel, der in den letzten Jahren dazu führte, dass neue Energieformen den Energiemix in der Stromerzeugung bereicherten. Gleichzeitig ist die überwiegend zentrale Organisation der Energieversorgung (ein Stadtwerk ist der alleinige Anbieter in einer Region) weitestgehend in eine dezentrale Organisation überführt worden (verschiedene (neue) Anbieter konkurrieren mit den Stadtwerken um die Nachfrage in einer Region). Dieser Trend zur Dezentralisierung erfährt in der jüngsten Zeit eine noch weitere Beschleunigung durch den Einsatz und die Möglichkeiten, die sich in der Stromerzeugung und -verteilung durch die Digitalisierung ergeben.

Mit den neuen Energieformen sind auch im Vergleich zu den Stadtwerken sehr unterschiedliche neue Akteure in den Markt als Anbieter eingetreten. Das für die traditionelle Volkswirtschaftslehre so wichtige Konzept der repräsentativen Firma funktioniert deshalb längst nicht mehr. Nicht nur, dass

---

<sup>1</sup> Interview mit der Zeitung „Die Welt“ am 30.10.2012: „Die Energiewende war unsere Mondlandung“.

die in unserem Projekt im Vordergrund stehenden Stadtwerke selbst mittlerweile eine äußerst heterogene Gruppe darstellen – in ihrer Größe, in ihrem Produkt- und Serviceportfolio, aber auch in ihren Möglichkeiten und Fähigkeiten, selbst an der Technologieentwicklung durch eigene Forschungsanstrengungen beteiligt zu sein – zunehmend findet man neue Anbietertypen, beispielsweise die großen Stromproduzenten, die heute selbst Verträge mit Endnachfragern schließen, oder auch Nachfrager, die sich zu Kollektiven zusammenschließen, um selbst Strom zu erzeugen und zu vermarkten.

Es wurde schon angedeutet, dass die technologischen Entwicklungen in dieser Dynamik eine besondere Rolle einnehmen. Die Stadtwerke waren bis in die Mitte der 1990er Jahre gemäß einer berühmten Unternehmensklassifikation von Keith Pavitt (1984) hinsichtlich der von ihnen eingesetzten Technologie sogenannte angebotsdominierte Unternehmen, die selbst nicht innovativ tätig werden, sondern neue Technologien, die in anderen Sektoren entwickelt werden, in ihrer Produktion einsetzen. Die eigentliche Innovationsleistung fand gemäß Pavitts Taxonomie in wissenschaftsbasierten Sektoren und bei spezialisierten Ausrüstern statt. Die zunehmende technologische Vielfalt, technologische Nischen mit großem Marktpotential, Kombinationen unterschiedlicher Technologien, ein größerer Anteil von Dienstleistungen in der Leistungserstellung sowie Nachfrager, die von den Anbietern eine größere Transparenz und Partizipation einfordern, machen diese Vorstellung heutzutage obsolet. Längst sind auch die verschiedenen Stadtwerke dabei – wenn auch in sehr unterschiedlicher Ausprägung und in äußerst unterschiedlichem Ausmaß – selbst am Innovationsprozess mitzuwirken. Neben Universitäts-Industrie-Netzwerken spielen sogenannte user-producer Beziehungen in der Anlagen- und Kraftwerksentwicklung und bei der Verteilung und Steuerung von Elektrizität eine maßgebliche Rolle.

Die Entdeckung heterogener Kundenbedürfnisse hat zeitgleich zu wichtigen Innovationsanstrengungen im Marketing- und Absatzbereich bei den Stadtwerken geführt. Eine Heranziehung des Preises als einziges Entscheidungskriterium, wie es in den traditionellen volkswirtschaftlichen Modellen abgebildet wird, kann zu keinen überzeugenden Erklärungen mehr beitragen. Nachfrager fordern umweltverträglichen Strom, achten auf das soziale Engagement ihrer Stromproduzenten, fürchten instabile Stromversorgung etc. Gleichzeitig wird von der Preis- und Tarifgestaltung gefordert, dass sie nicht zu sozialen Härten führt. Die Diskussion von Stromarmut hat beispielsweise in Großbritannien im sozialpolitischen Bereich an vielen Stellen zu heftiger Kritik an den Stromanbietern geführt.

Die verschiedenen technologischen Entwicklungen können nicht isoliert betrachtet werden, sondern sind in das vorliegende - und sich ebenfalls im Wandel befindliche – Institutionengefüge einzubetten. Technologie- und Institutionenentwicklung stehen in einer sogenannten co-evolutionären Beziehungen miteinander: Die erfolgreiche Diffusion neuer Technologien verändert den institutionellen Rahmen in einem Wirtschaftssystem und würde ohne entsprechende Anpassungen der Institutionen auch nicht stattfinden. Im Bereich der Stromerzeugung wird das besonders deutlich, betrachtet man die von der Europäischen Kommission seit den späten 1980er Jahren vorangetriebene und schrittweise in den verschiedenen Mitgliedsländern implementierte Liberalisierung der Strommärkte. Hintergrund dieses Institutionenwandels, der zu einer ersten europäischen Richtlinie 1996 führte, ist die Feststellung, dass die eingangs aufgeführte Eigenschaft eines natürlichen Monopols in der Stromwirtschaft letztlich nur auf die Stromnetze anzuwenden ist, die vorgelagerte Stromerzeugung aber durchaus in einem wettbewerblichen Umfeld organisiert werden kann.

Praktisch zeitgleich begann die Diskussion über den von Menschen verursachten Klimawandel, für den insbesondere Treibhausgasemissionen verantwortlich gemacht werden. Ohne Zweifel ist damit die Energiewirtschaft aus einem anderen Blickwinkel ebenfalls in das Zentrum politisch angestoße-

nen Institutionenveränderungen gerückt. Im Kyoto-Protokoll von 1997 einigten sich alle Unterzeichnerstaaten auf langfristige Reduktionsziele bei den Treibhausgasemissionen, vor allem bei den für die Energiewirtschaft so zentralen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dadurch gerieten konventionelle Kohle- und Gaskraftwerke unter großen Druck. In Deutschland sowie in anderen europäischen Ländern galt zu dieser Zeit ein hoher Anteil an Atomstrom, aufgrund der nicht vorhandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen noch als großer Vorteil. Gleichzeitig wurden im Bereich der Innovations- und Wirtschaftspolitik seit Ende der 1990er Jahre vermehrt Entwicklungen im Bereich der regenerativen Energien angestoßen, deren Einsatz durch einen seit 2005 installierten Emissionshandel von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten noch zusätzlich attraktiv gemacht werden sollte. Die erneuerbaren Energien wurden durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 2000 in Deutschland massiv unterstützt, indem man den Preisnachteil gegenüber den konventionellen Energieträgern ausglich und der Nachfrageseite aufbürdete.

Durch die spezifischen Eigenschaften der erneuerbaren Energien kam der oben bereits angesprochene Aspekt der Dezentralität in der Stromversorgung ins Spiel, wodurch insbesondere die Anforderungen an die Stromnetze enorm zunahmen. Da nach wie vor die Nuklearenergie eine wichtige Säule, nicht nur in der Energieerzeugung sondern auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Vermeidung darstellte, war die fundamentale Bedeutung des Wandels von einer zentralen zur dezentralen Stromversorgung zunächst jedoch noch nicht offensichtlich. Der aus anderen umwelt- und sicherheitspolitischen Überlegungen heraus geplante Ausstieg aus der nuklearen Stromversorgung sah in Deutschland einen schrittweisen Ausstieg vor (Novellierung des Atomgesetzes in 2002), der genügend Zeit für notwendige Anpassungen erwarten ließ. Der sogenannte Ausstieg aus dem Ausstieg in 2010, in dem die Restlaufzeiten der Atomkraftwerke sogar noch verlängert und im Gegenzug eine sogenannte Kernbrennstoffsteuer eingeführt wurden, ließ hinsichtlich des Anpassungsprozesses einen noch größeren zeitlichen und finanziellen Spielraum erwarten. Nur ein Jahr später erwiesen sich diese Erwartungen als unzutreffend: Mit der großen Katastrophe der japanischen Atomkraftwerke in Fukushima wurde praktisch über Nacht, mit dem nun wieder beschlossenen schnellen Ausstieg, ein radikaler Institutionenwandel vollzogen. Aus dieser kurzen Schilderung entscheidender Veränderungen bei der Stromproduktion wird deutlich, mit welchen langfristigen Planungsunsicherheiten die Akteure der Energiewirtschaft seit spätestens 2000 konfrontiert waren. Verstärkt wurden diese Unsicherheiten durch weitere zentrale Projekte der Umweltpolitik, die von herausragender Bedeutung in der Energiewirtschaft sind. Beispielhaft sei zum einen die Bioökonomiestrategie 2030 der Bundesregierung genannt, die in vielen Bereichen die Umstellung von Erdöl-basierten Produkten auf biologisch-basierte Produkte vorantreibt und in der Biogasanlagen für die Energieerzeugung eine wichtige Rolle spielen. Zum anderen sind die Zielsetzungen im Bereich der Elektromobilität in vielfältiger Weise und auf das engste mit der Energiewirtschaft verknüpft.

Die Ausführungen zu den Auswirkungen des technologischen und institutionellen Wandels sollen verdeutlichen, welche wechselseitigen Beeinflussungen, unerwartete Dynamiken und Überraschungen in einem solchen System entstehen können. Letztlich zeigt sich genau hier, warum die traditionellen volkswirtschaftlichen Modelle für eine Verbesserung des Verständnisses solcher Prozesse nichts mehr beitragen konnten. Gleichgewichtsorientierte Modelle, die auf repräsentative und optimierende Akteure auf der Angebots- wie auf der Nachfrageseite angewiesen sind und darüber hinaus von unveränderten (oder „nur“ exogen veränderten) Technologien ausgehen, beschreiben einfache Systeme. Die geschilderten Entwicklungen legen jedoch nahe, das aus einem zunächst vergleichsweise einfachen Energiesystem zwischenzeitlich ein äußerst komplexes System geworden ist, in dem heterogene Akteure miteinander interagieren, Technologien sich im ökonomischen System endogen entwickeln und in dem durch die vielen Unsicherheiten Optimalitätsüberlegungen nicht mehr (schließlich) zur Anwendung kommen können.

In den Wirtschaftswissenschaften wird seit den 1980er Jahren auf die Problematik hingewiesen, dass die Annahmen, die für die Schulbuchökonomik getroffen werden müssen, einem verbesserten Verständnis der Vorgänge in der Realität im Wege stehen. Richard Nelson und Sidney Winter (1982) schlagen beispielsweise eine neue Sichtweise ökonomischer Prozesse vor, die auf evolutorische Vorstellungen zurückgreift und den endogenen Wandel ökonomischer Systeme in den Mittelpunkt stellt (siehe auch Erdmann, 1993). Eng verwandt damit ist eine wirtschaftswissenschaftliche Forschungsrichtung, die wegen der Zentralität komplexer Systeme auch als Complexity Economics bezeichnet wird (Arthur, 2014). Diesen Ansätzen ist gemein, dass sie dynamische Phänomene, Interaktionen heterogener Akteure und durch Nichtlinearitäten erzeugte fundamentale Transformationen von Wirtschaftssystemen betrachten und dafür das gleichgewichtsorientierte Instrumentarium der Schulbuchökonomik durch leistungsfähigere Methoden ersetzen müssen.

Die Unterscheidung zwischen einfachen und komplexen Systemen spielt im SW-Agent-Projekt sowohl für die Beschreibung des Forschungsgegenstands als auch für die Methodenwahl und die gewählte Vorgehensweise, eine herausragende Rolle. John Casti (1994) schlägt folgende Kriterien vor, um einfache von komplexen Systemen zu unterscheiden: Die Frage der Zentralität in der Entscheidungsfindung, die Rolle von Interaktionen und Feedbackeffekten, die Frage nach der Zerlegbarkeit des Systems sowie die Frage nach der Möglichkeit von Vorhersagen. In TABELLE 1 sind einfache und komplexe Systeme einander gegenübergestellt.

simple	complex
centralized decision making	de-centralized decision making
few interactions and few feedbacks	many interactions and feedback loops
decomposable	non-decomposable
predictable behaviour	counterintuitive behaviour full of surprises

**Tabelle 1:** Einfache und komplexe Systeme.

Während einfache Systeme durch eine zentrale Entscheidungsfindung gekennzeichnet sind, findet man in komplexen Systemen üblicherweise eine dezentrale Entscheidungsfindung. In der Schulbuchökonomik wird von einem repräsentativen Akteur ausgegangen, der für alle Entscheidungsträger im betrachteten Wirtschaftssystem steht. Die Beobachtung der Energiesysteme hat verdeutlicht, dass sehr viele unterschiedliche Entscheidungsträger eine Rolle spielen. Einfache Systeme sind außerdem durch nur wenige Interaktionen gekennzeichnet. Wenige (negative) Rückkopplungseffekte sorgen für die Stabilität des Systems (beispielsweise im Sinne eines ökonomischen Gleichgewichts). Komplexe Systeme zeichnen sich dagegen durch zahlreiche Interaktionen auf verschiedenen Ebenen aus, die wechselseitig voneinander abhängig sind und wodurch (positive) Rückkopplungsschleifen entstehen. Sich selbstverstärkende Effekte können auf diese Weise zu fundamentalen Systemveränderungen führen. In der Energiewirtschaft sind neben dem Strompreis zwischenzeitlich viele andere Faktoren für das Verständnis wichtig. Insbesondere endogen angestoßene technologische Entwicklungen und Institutionenwandel spielen eine maßgebliche Rolle. Aus analytischer Sicht weisen einfache Systeme die vorteilhafte Eigenschaft auf, dass sie in ihre Einzelteile zerlegbar sind, während komplexe Systeme nur in ihrer Ganzheit zu verstehen sind. Die mit der Betrachtung eines repräsentativen Unternehmens (z. B. eines repräsentativen Stadtwerks) einhergehenden Unterschlagungen der in der Wirklichkeit vorhandenen großen Unterschiede machen deutlich, dass für ein verbessertes

Verständnis der Strommärkte diese Vorgehensweise nicht zielführend sein kann. Ein weiterer Vorteil einfacher Systeme ergibt sich aus der Möglichkeit ihr Verhalten zu prognostizieren, was bei komplexen Systemen deutlich eingeschränkt ist. Komplexe Systeme erlauben allenfalls eine Herausarbeitung von charakteristischen Entwicklungsmustern, z. B. zu welchen Zeitpunkten eine Veränderung wahrscheinlicher wird. Gerade die Beschreibung der koevolutionären Entwicklungsmuster zwischen Technologien und Institutionen hat verdeutlicht, wie schwer die Prognostizierbarkeit in der Energiewirtschaft ist und wie häufig selbst langjährige Insider einräumen müssen, überrascht worden zu sein.

Nach den Kriterien für komplexe Systeme fällt eine Einordnung des Untersuchungsgegenstands unseres SW-Agent-Projekts in diesen Bereich nicht schwer. Die Herausforderung ist die Abbildung der ganzen Komplexität des Energiesektors, denn selbst einzelne Komponenten können in ihrer Wirkung nur im Gesamtsystem verstanden werden. Die größte Beschränkung bei herkömmlichen gleichgewichtsorientierten Ansätzen ist jedoch die fehlende Endogenität zentraler Variablen, wie beispielsweise die Technologieentwicklung, die co-evolutionären Prozesse oder Veränderungen im Verbraucherverhalten. Die Analyse komplexer Systeme gleicht laut Casti dem „exploring of unknown unknowns“. Die Einsicht, dass die traditionellen volkswirtschaftlichen Instrumentarien für die Betrachtung der Strommärkte durch komplexitätsbezogene Ansätze zu ersetzen sind, motivierte die Erprobung und Anwendung sogenannter agentenbasierter Ansätze (z. B. Wooldridge, 2002, Farmer and Foley, 2009) in unserem Projekt. Agentenbasierte Ansätze nähern sich der Akteursebene unter der Prämisse, die Heterogenität der Akteure möglichst genau abzubilden (Gilbert, 2009). Die Unterschiedlichkeiten gelten als wichtige Ursachen für dynamische Entwicklungen, v.a. für Lernprozesse in denen unterschiedliches Wissen miteinander rekombiniert („cross-fertilization effects“) wird.

Agentenbasierte Ansätze spielen sowohl in der theoretischen modellbezogenen Analyse wie auch in der empirischen Betrachtung mittlerweile eine wichtige Rolle, die wir im SW-Agent-Projekt aufgegriffen haben (Yadack, Vermeulen, Pyka, 2017). Auf empirischer Seite wurden zahlreiche neue Daten erhoben, um die Unterschiedlichkeit in der Population der Stadtwerke zu erfassen. Insbesondere stehen Beteiligungen von Stadtwerken in Verbundforschungsprojekten im Vordergrund, wodurch die jeweilige Innovationorientierung erfasst wird. Aber auch die Unterschiedlichkeit der Akteure auf der Nachfrageseite war Gegenstand von Datenerhebungen und empirischen Untersuchungen. Dabei ging es um die Sensitivität der Haushalte gegenüber anderen nicht preisbezogenen Variablen, die einen Einfluss auf die Anbieterentscheidung und die Stromnachfrage haben. Die Erkenntnisse der empirischen Studien wurden in der agenten-basierten Modellierung aufgegriffen, in der die Interaktionen der unterschiedlichen Akteure für eine Dynamik weitab von Gleichgewichtsvorstellungen verantwortlich sind. Es zeigt sich beispielsweise, dass eine Nachfrage, die neben dem Preis auch noch andere Variablen in ihren Präferenzen abbildet, für die Erklärungen unterschiedlicher Margen für Industriekunden und Haushaltskunden herangezogen werden kann.

SW-Agent verdeutlicht die Aussagekraft der komplexitätsbezogenen Ansätze für Fragestellungen in der Elektrizitätswirtschaft. Durch die Kombination von empirischen Methoden, die auf die Unterschiedlichkeit der Akteure abstellt – und damit auch für alle beteiligten Akteure eine höhere Wiedererkennungswahrscheinlichkeit sicherstellt – und Modellierungsansätze, die aufgrund der numerischen Methoden auch in der Lage sind, diese Unterschiedlich in die Modellwelt zu übertragen, können komplexe Phänomene ohne unzulängliche Vereinfachungen analysiert werden. Davon profitiert einerseits unser Wissen über die Ursachen für Entwicklung in komplexen Systemen. Andererseits lassen sich wirtschafts- und unternehmenspolitische Interventionen in einem realitätsnahen Kontext untersuchen, wodurch die Wirksamkeit von politischem Handeln verbessert werden sollte.

## 2 Zielsetzung: Impulse für Stadtwerke als Energiewende-Treiber

Die „Rolle von Stadtwerken in der Energiewende“ kann aus einer politischen Systemperspektive oder aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht des Stadtwerke-Managers, der das Unternehmen nachhaltig erfolgreich führen möchte, betrachtet werden. Im Fokus dieser Studie steht die Sicht des Stadtwerks und seiner Stakeholder<sup>2</sup>. Die Arbeit gliedert sich in drei große Arbeitspakete (APs), die sich jeweils einer zentralen Fragestellung zuwenden und aufeinander aufbauen. Die Motivation, Methodik und Ergebnisse der Arbeitspakete werden im Folgenden jeweils in einem eigenen Kapitel vorgestellt.

- a) *AP 1: Stakeholder-Befragung und USP-Analyse – Kundenwünsche im Fokus der Geschäftsfeldstrategie.* Dieser Teil (Hauptverantwortung bei der TU Berlin) dient der empirischen Datenerhebung, der Ableitung von Stärken-Schwächen-Chancen-Profilen und Alleinstellungsmerkmalen (*USPs, Unique Selling Points*) der Stadtwerke sowie zugleich der Vorbereitung der Modellierung.
- b) *AP 2: Innovationsansätze als Richtungsweiser für Strategieentwicklungen.* Eine Metastudie zum Innovationsverhalten von Stadtwerken sowie eine Analyse der öffentlich geförderten F&E-Projekte bei Stadtwerken zeigen mögliche Trends in der Geschäftsfeldentwicklung auf und laden zu einer Diskussion über mögliche „strategische weiße Flecken“ ein.
- c) *AP 3: Agentenbasiertes Stadtwerke-Modell zur wissenschaftlichen Durchdringung komplexer Energiesysteme.* Aufbauend auf den empirischen Befunden haben wir in diesem Teil (Hauptverantwortung bei der Uni Hohenheim) ein agentenbasiertes Modell entwickelt, und zwar zunächst auf einer Makroebene (Interaktion verschiedener Energieversorger) und später auf einer Mikroebene (Stakeholder eines ausgewählten Modellstadtwerks). Diese Modelle schaffen virtuelle Experimentierumgebungen für die Analyse möglicher neuer Geschäftsmodelle. In einem zunehmend komplexen Energiesystem bietet die agentenbasierte Modellierung eine Methode zur wissenschaftlichen Durchdringung von Komplexität.

Der empirische und der Modellierungsteil münden schließlich in konkrete Empfehlungen für politische Entscheidungsträger und Stadtwerke-Manager, um Impulse für Stadtwerke als Energiewende-Treiber zu bieten. Dazu dienten auch zwei konkrete Fallstudien mit Blick auf mögliche neue Geschäftsmodelle, die im Rahmen dieser Ergebnisdokumentation aber nur im Anhang dokumentiert werden können, vgl. hierzu Ziffer 7.1.b. und 7.1.d. im Publikationsanhang (Abschnitt 7.1: Brennenstuhl et al (2016), *Towards Understanding the Value of Decentralized Heat Pumps for Network Services in Germany*, und Graebig et al (2014), *Assessment of residential battery systems*).

---

<sup>2</sup> Einen guten Abriss von den aktuellen Themen aus Stadtwerke-Entsichtersicht gibt die jährlich erscheinende *Stadtwerkstudie* von Ernst&Young, vgl. insbesondere Ernst&Young (2012) und Ernst&Young (2013).

## 3 Arbeitspaket 1: Stakeholder-Befragung und USP-Analyse

### 3.1 Überblick

Die empirische Arbeit ist ein Herzstück von SW-Agent. Darin haben wir uns vor allem mit drei Themenfeldern (geordnet nach deren Bedeutung für die vorliegende Studie) beschäftigt:

- *Stakeholder-Befragungen.* Wir haben umfangreiche Primärdatenerhebungen unter den Stakeholdern (interessierten Kreisen) der Stadtwerke durchgeführt und uns dabei auf die Methode der Online-Befragung spezialisiert. Im Mittelpunkt standen zwei große Kundenbefragungen in Kooperation mit unserem Partner Stadtwerke Tübingen, wobei die Kundenbefragung vom Januar 2014 in weiten Teilen als Vorstudie der Kundenbefragung vom Januar 2015 zu verstehen ist. Im Folgenden werden aus der 2014er Umfrage der Conjoint-Analyse-basierte Teil zu Kundenpräferenzen sowie aus der 2015er Umfrage weitgehend vollständige Ergebnisse vorgestellt.
- *Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid.* Am 03.11.2013 fand in Berlin der Volksentscheid „Neue Energie“ statt, mit dem über die Gründung eines Berliner Stadtwerks und über die Re-kommunalisierung des Berliner Stromnetzes abgestimmt wurde. Die TU Berlin hat als einzige wissenschaftliche Einrichtung eine umfangreiche Begleitforschung zum Volksentscheid durchgeführt und über 2.000 Wahlberechtigte in einem *Exit Poll* befragt. Die Ergebnisse liefern detaillierte Erkenntnisse über die Motive der Wahlberechtigten hinsichtlich ihrer Energieversorgung.
- *Stadtwerke-Datenbank.* Der Begriff des „Stadtwerks“ ist nicht klar definiert, wenngleich in den letzten Jahren die Rechtsprechung verdeutlicht hat, dass ein Stadtwerk zumindest teilweise ein öffentliches Unternehmen mit regionalem Bezug sein muss. Einen öffentlich verfügbaren Überblick der deutschen Stadtwerke gibt es nicht. Diese Lücke haben wir mit unserer Stadtwerke-Datenbank ein Stück weit geschlossen.

Weitere empirische Arbeiten, die aber in der Gesamtschau unserer Ergebnisse eine nachgeordnete Bedeutung einnehmen, sind u. a. in einer Befragung unter Bürgermeistern deutscher Kommunen entstanden, vgl. hierzu Ziffer 7.1.f. im Publikationsanhang (Abschnitt 7.1: Graebig und Jäschke (2014), *Energiepolitik aus Sicht der kommunalen Entscheidungsträger*).

### 3.2 Conjoint-Analyse zu Kundenpräferenzen vom Januar 2014

#### 3.2.1 Hintergrund und Ziele

Stadtwerke haben offensichtlich eine besondere Bedeutung für ihre Kommunen. Seit der Liberalisierung des Endkundenmarktes für Strom stellt sich für Stadtwerke jedoch die Frage, ob diese regionale Bedeutung auch finanzielle Vorteile und Mehrwert für ihre Produkte, Tarife und Dienstleistungen schaffen kann. Da sie mit ressourcenreichen Großkonzernen und agilen Internet-basierten Startup-Firmen konkurrieren müssen, sind Stadtwerke bemüht, ihre regionalen Vorteile als Alleinstellungsmerkmal ihrer Produkte zu vermarkten. Ob es ihnen gelingt, ihr Bestehen am Markt durch diese regionale Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, wird von Fall zu Fall und von Kommune zu Kommune anders ausfallen. In einer Online-Kundenbefragung haben die SW-Agent-Partner gemeinsam mit den Stadtwerken Tübingen Kundenpräferenzen empirisch erhoben und die Ergebnisse in diesem Kontext als Fallbeispiel für die Gesamtbranche untersucht.

#### 3.2.2 Methodik und Durchführung

Hauptbaustein der im Frühjahr 2014 durchgeführten Online-Umfrage war eine wahlbasierte Conjoint-Studie („Choice-based conjoint analysis“), welche Teilaspekte von Stromtarifen und insbesondere die Auswirkungen der einzelnen Aspekte auf die Kaufentscheidungen von Kunden quantitativ un-

tersuchte. Diese erste Tübinger Kundenbefragung wurde Ende März 2014 online durchgeführt: Befragung per Mail-Einladung (Versand am 20.03.2014, Antwortzeitraum bis 03.04.2014), Aufteilung der Befragung in vier Abschnitte: Kundenzufriedenheit, Einschätzungen zu Energiewirtschaft und Energiewende, Conjoint-Analyse, allgemeine und soziodemografische Angaben.

Conjoint-Analysen sind eine im Bereich Marktforschung weit verbreitete Methode und finden in verschiedenen Branchen für die Entwicklung und Vermarktung von Produkten praktische Anwendung. Typischerweise werden potenziellen Kunden verschiedene Konfigurationen von einem Produkt vorgestellt, und darum gebeten, sich wiederholt zwischen vergleichbaren Alternativen zu entscheiden. Ein Beispiel für solche Vergleiche wären Autos, die in verschiedenen Farben (schwarz, grün, gelb) und mit verschiedener Zusatzausstattung (z. B. runde Scheinwerfer, rechteckige Scheinwerfer) bestellt werden können. Die Automobilhersteller möchten damit herausfinden, wie ihre Kunden diese verschiedenen Optionen bewerten. Einige Optionen könnten sich als interdependent herausstellen (z. B. runde Scheinwerfer sind nur in Kombination mit einer bestimmten Lackierung beliebt), andere als wertvoller für Kunden als ursprünglich erwartet. Besonders wenn die wahlbasierte Conjoint-Studie mit Preisinformationen für die Probanden kombiniert ist, wird es möglich, wertvolle Informationen über den relativen Wert der einzelnen Teilaspekte empirisch abzuleiten. Die Studie in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Tübingen hat diese Methode für die Bewertung von Aspekten fiktiver Stromtarife für Haushalte angewendet.

Attribute	Werte
<b>Ökologie</b> Anteil des verkauften Stroms, das aus erneuerbaren Quellen stammt. Energieversorger bieten entweder "Standardtarife" mit dem ihrem standardausgewiesenen Strommix oder einen 100% erneuerbaren Tarif.	1) Grünstrom 100 % (+1,19 ct/kWh) 2) Normaler Strommix (+0 ct/kWh)
<b>Firmenart / Regionalität</b> Drei verschiedene Arten von Firmen wurden betrachtet, um die Präferenz von Kunden für Stadtwerke mit den Präferenzen für Großkonzerne und unabhängige Grünstromanbieter zu vergleichen.	1) Regionales Stadtwerk 2) Überregionaler Energiekonzern 3) Reiner Ökostromanbieter
<b>Service</b> Um Aspekte von Dienstleistungen rund um den Stromtarif zu betrachten wurden Zusatzangebote von einer 24h Hotline und Energieberatungsangebote abgefragt.	1) Vertragsangelegenheiten können Mo-Fr 08:00-18:00 Uhr telefonisch und per E-Mail geklärt werden 2) Kostenlose Kunden-Hotline und E-Mail-Service rund um die Uhr 3) Kostenlose Kunden-Hotline und E-Mail-Service rund um die Uhr & kostenlose Energiesparberatungen
<b>Preis</b> Der angebotene Preis des Tarifs wurde als monatliche Bruttokosten in Euro dem Probanden bei der Auswahl angezeigt. Der angezeigte Preis wurde durch drei verschiedene angesetzte Vertriebsmargen und zusätzlich interaktiv durch den Faktor Grünstrom berechnet.	1) hohe Marge (2,5 ct/kWh) 2) mittlere Marge (1,0 ct/kWh) 3) niedrige Marge (0,4 ct/kWh)

**Tabelle 2:** Attribute und Ausprägungen von Stromtarifen für die wahlbasierte Conjoint-Analyse [SW-Agent-Team].

Aus verschiedenen Kombinationen dieser Faktoren wurden Tarife kreiert und den Probanden zur Auswahl gestellt. Die Kunden wurden gebeten, ihre Präferenz für eine von den beiden offerierten Tarifen anzugeben. Es wurde auch eine „weder noch“-Alternative angeboten, mit der die Probanden signalisieren konnten, dass sie weder den ersten Tarif noch den zweiten Tarif abschließen würden. Die Vergleiche wurden den Probanden in der Onlinebefragung präsentiert (ABBILDUNG 1).

Monatliche Preise in Euro wurden auf Basis eines durchschnittlichen Jahresverbrauchs von 2.500 kWh, variablen Bruttostromkosten von 25 ct/kWh und Grundkosten von 107 Euro im Jahr berechnet (vgl. TABELLE 2 und Schittenhelm (2014), Seiten 58–59). Um eine möglichst robuste Schätzung von Kundenpräferenzen mit der Conjoint-Analyse zu ermöglichen, wurden drei Vergleichsfragensätze von jeweils zwölf Vergleichsfragen nach der in Aizaki & Nishimusa (2008) und Aizaki (2012) beschriebenen Methode berechnet. Die drei Varianten der Fragen wurden an jeweils verschiedene Kunden

gesendet. Jede dieser Gruppen erhielt somit eine andere Serie von Vergleichen. Die verschiedenen Antworten der Gruppen wurden für die Auswertung der Daten wieder zusammengeführt und aggregiert über den gesamtöglichen Antwortraum ausgewertet. Die geschätzte Nutzenfunktion der Befragten ist eine lineare Funktion in der Form:

$$\text{logit}(U) = \beta_0 + \beta_1 \text{Ökostrom} + \beta_2 \text{Service}_1 + \beta_3 \text{Service}_2 + \beta_4 \text{Marge} + \beta_5 \text{Stadtwerk} + \beta_6 \text{Ecofirm} + \beta_7 \text{Stadtwerk} * \text{Ökostrom}$$

Über einen Zeitraum von zwei Wochen (20.03.2014 – 03.04.2014) wurden die Kunden der Stadtwerke Tübingen GmbH per Email befragt. Insgesamt wurden 27.300 Einladungen zur Teilnahme an der Onlineumfrage versendet und innerhalb des Befragungszeitraums erhielten die Kunden drei Erinnerungsmails. Unter den Teilnehmern wurden von den Stadtwerken gestiftete Tablets verlost, um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen.

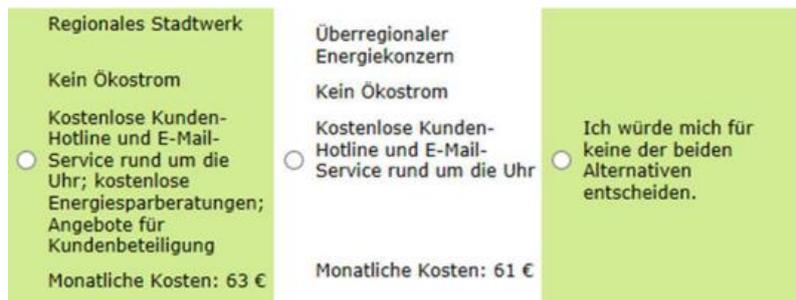


Abbildung 1: Onlinebefragung und Darstellung der Tarifvergleiche für Probanden [Schittenhelm (2014)].

### 3.2.3 Ergebnisse

Die Stadtwerke erhielten von den 27.300 befragten Kunden 4.148 auswertbare Antworten, was einer Rücklaufquote von 15,1 % entspricht. TABELLE 3 zeigt die Ergebnisse einer „Conditional Logit Regression“ auf Basis der Angaben der Befragten.

Ergebnisse: Conditional Logit Regression	
Constant	0,205*** (0,028)
Eco	0,173*** (0,028)
Service1	0,236*** (0,020)
Service2	0,532*** (0,024)
Marge	-0,545*** (0,012)
Stadtwerk	0,178*** (0,033)
Ecofirm	0,845*** (0,020)
Eco:Stadtwerk	1,202*** (0,041)
Observations	118.476
R <sup>2</sup>	0,080
Max. Possible R <sup>2</sup>	0,519
Log Likelihood	-38.418,070
Wald Test	8.754,570*** (df = 8)
LR Test	9.936,648*** (df = 8)
Score (Logrank) Test	9.995,907*** (df = 8)

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Tabelle 3: Regressionsergebnisse wahlbasierte Conjoint-Analyse [SW-Agent-Team].

Die Ergebnisse der Regression erlauben es, einige Hypothesen zu überprüfen. Insbesondere können anhand der Daten Aussagen darüber getroffen werden, in welchem Maße die Marke „Stadtwerke“ Kaufentscheidungen beeinflussen kann. Verfügen Stadtwerke über eine Marke, die sich stark auf die Kaufentscheidung von Haushalten auswirkt? Außerdem können durch die Regressionsergebnisse auch die Bedeutung von Dienstleistungsangeboten für die Endkunden der Stadtwerke bewertet werden. Beeinflussen Energiesparberatung und kundenfreundliche Dienstleistungsangebote die Entscheidung eines Haushalts, bei einem Stromversorger einen Tarif abzuschließen?

Die empirischen Daten bestätigen beide Hypothesen. Insbesondere die Koeffizienten der Regression in TABELLE 3 können als Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis gegenüber einem gegebenen Szenario interpretiert werden. Der Faktor „Stadtwerke“ von 1,19 (berechnet als  $\exp(0,178) = 1,19$ ) bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Probanden, ein Stadtwerk als Versorger zu wählen, um 19 % höher ist als die Wahrscheinlichkeit, dass der Proband einen überregionalen Energieversorger wählt. Reine Grünstromanbieter zeigen sogar einen stärkeren Vorteil im direkten Vergleich mit anderen überregionalen Energieversorgern. Laut den Daten ist die Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines Grünstromversorgers ungefähr 233 % höher als die für einen konventionellen überregionalen Energieversorger. Durch Verrechnung der Parameter ergibt sich allerdings ein Vorteil für Stadtwerke gegenüber reinen Grünstromanbietern von rund 71 % (ceteris paribus). So konnte eine bedeutend signifikante Wirkung der Marke „Stadtwerk“ auf die Wahlentscheidungen der Haushalte in der untersuchten Stichprobe durch die Daten bestätigt werden.

Obwohl diese Probandenstichprobe aus Stadtwerkekunden bestand, lassen sich aus den erhobenen Daten exemplarisch Erkenntnisse für die Branche ableiten. Die Befragung stellt eine neue Anwendung von Kundenbefragungen und wahlbasierter Conjoint-Analysen dar, die es ermöglicht, die Bedeutung der Marke Stadtwerke für ihre Kunden einzuschätzen. Im vorliegenden Fall wurde auch untersucht, inwieweit Kundenpräferenzen direkt von örtlicher Nähe abhängig sind. Hier ließ sich in den Daten kein direkter Zusammenhang zeigen – an sich ein interessanter Widerspruch gegenüber dem Bevorzugen von Stadtwerken als regional fokussierte Energieversorger. Die Frage der Rolle örtlicher Nähe und Regionalität in den Kundenpräferenzen wurde in der Folgebefragung im Jahr 2015 wieder aufgegriffen und in der agentenbasierten Simulationsstudie modellhaft untersucht.

Über weitere Auswertungen auf Basis der Daten dieser Studie (u. a. über die Einflüsse von soziodemografischen Faktoren) wird sowohl in Schittenhelm (2014) als auch in weiteren Veröffentlichungen des SW-Agent-Teams berichtet, vgl. hierzu auch Ziffer 7.2.g. im Publikationsanhang (vgl. Abschnitt 7.2, Yadack und Schittenhelm (2014), *SW-Agent: Modeling the retail power market*).

### **3.3 Tübinger Kundenbefragung vom Januar 2015**

#### **3.3.1 Hintergrund und Ziele der Kundenbefragung**

Basierend auf den Erkenntnissen aus der ersten Kundenbefragung in Tübingen im Jahr 2014 haben wir im Januar 2015 im Kooperation mit den Stadtwerken Tübingen (swt) eine zweite Kundenbefragung durchgeführt. Dabei wurden folgende Ziele verfolgt:

- *Stimmungsbild unter den Kunden.* Wie nehmen Kunden den Status quo in der Beziehung zu ihrem Stadtwerk und im Zustand der Energiewirtschaft insgesamt wahr?
- *Neue Geschäftsfelder und Kundengruppen.* Im Fokus der Studie standen die Gewinnung von Impulsen für mögliche neue Geschäftsfelder sowie die Bewertung möglicher neuer Produkte/ Services. Insbesondere sollte die interne Hypothese getestet werden, dass Reisende, Studenten und Medizintouristen Potenzial als neue Kundengruppen bieten könnten.

- *Methodenvergleich.* Erstmals bei einer solchen Studie sollte die Ergebnisqualität aus vier verschiedenen Befragungswegen (Post, E-Mail, Telefon, Straße) verglichen werden.

### 3.3.2 Methodik und Durchführung

Der Fragenkatalog bestand aus einer Kombination gestützter und Freitextfragen zu den Themenschwerpunkten: Wahrnehmung von swt, Gesamtzufriedenheit mit swt und neue Geschäftsfelder. Außerdem wurden soziodemographische Angaben (PLZ, Alter, Einkommen, Beruf, etc.) abgefragt, die der Kundengruppen-Charakterisierung dienen. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang A.2 dokumentiert. Die Befragung wurde, inhaltlich identisch und praktisch zeitgleich, auf vier verschiedenen Wegen durchgeführt: per Post (14.–31.01.2015), per E-Mail-Einladung und Online-Fragebogen (14.–31.01.2015), per Telefonbefragung (13./14.01.2015) und per Interview unter Passanten auf Tübinger Straßen (13./14.01.2015). Die Adressaten der Befragungen per Post, E-Mail und Telefon wurden nach dem Zufallsprinzip aus dem Kundenstamm der Stadtwerke Tübingen ausgewählt und verteilten sich über das gesamte Bundesgebiet (swt tritt auch als überregionaler Stromlieferant auf). Auf allen Befragungswegen wurde die Anonymität der Ergebniserfassung sichergestellt. Als Anreiz zur Teilnahme wurde ebenfalls auf allen Befragungswegen und unter strenger Gewährleistung der Anonymität die Teilnahme an einer Verlosung von drei iPads angeboten. Die Befragung wurde durch eine Gruppe von knapp 30 Studierenden der TU Berlin unterstützt, die am 13./14.01.2015 in Tübingen die Befragungen per Telefon und auf der Straße durchführten. Die Befragung lieferte insgesamt 3.248 verwertbare Rückläufer. Die Verteilung auf die vier Befragungswege ist in ABBILDUNG 2 gezeigt.

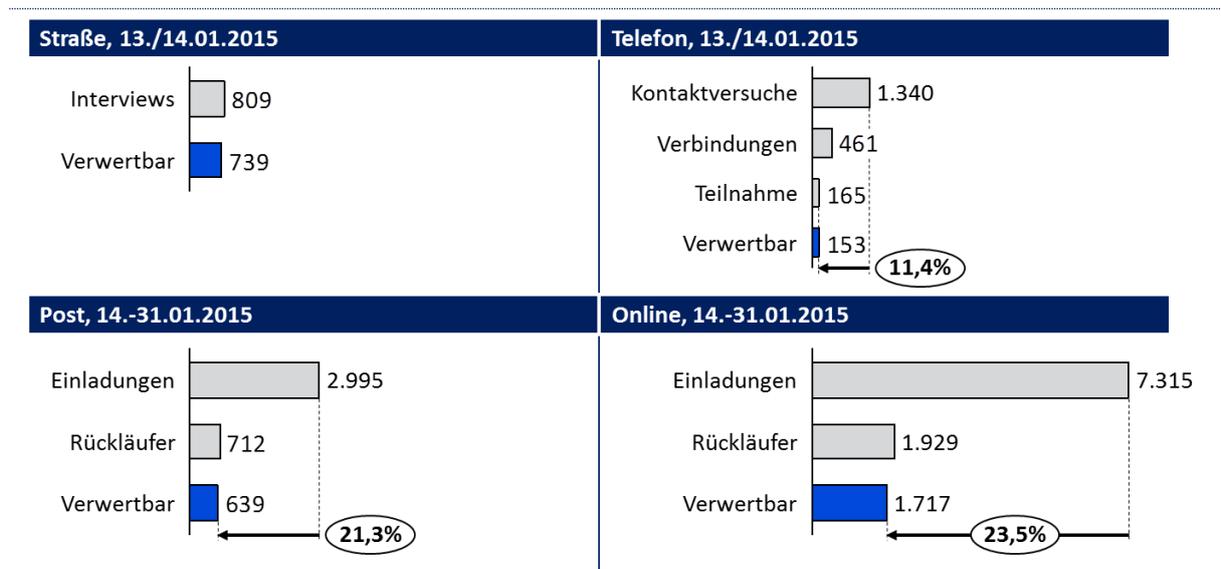


Abbildung 2: Rücklauf der Befragung je nach Befragungsweg [SW-Agent-Team].

Auffallend ist die bemerkenswert hohe Rücklaufquote, die in der postalischen und stärker noch in der Online-Befragung erzielt werden konnte – fast jeder Vierte unter den Angeschriebenen nahm an der Befragung teil und lieferte einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen. Im Vergleich zu anderen Befragungen, wo erfahrungsgemäß bereits ein Rücklauf von 10 % als gutes Ergebnis zu erachten ist, übertrifft dieser Rücklauf alle Erwartungen. Zu den Ursachen dieses hohen Rücklaufs können wir nur Vermutungen anstellen – es mag eine Kombination aus der sehr guten Reputation der Stadtwerke Tübingen, aus dem Anreiz der Verlosung sowie aus einem hoch aktuellen Thema in Verbindung mit einem gut gestalteten Fragebogen sein. In diese Richtung deuten jedenfalls viele positive Feedbacks, die die Befragten im Kommentarfeld am Ende des Fragebogens eingetragen haben, beispielsweise:

- „Durch die Befragung habe ich mich wieder mit meinem Tarif befasst und werde mir nun überlegen, auf Ökostrom umzustellen. Danke“

- „Kundenbefragungen sprechen für ein gelebtes Qualitätsmanagement. Danke!“
- „Ich würde mir wünschen, dass ich auch für meine anderen Immobilien in Süddeutschland den Strom von den swt beziehen könnte.“

### 3.3.3 Methodische Ergebnisse

ABBILDUNG 3 zeigt ausgewählte soziodemographische Indikatoren je nach gewähltem Befragungsweg. Dabei zeigen sich teils massive Unterschiede in der Struktur der erreichten Umfrageteilnehmer je nach gewähltem Befragungsweg. Daraus lassen sich Erkenntnisse und Empfehlungen für die Durchführung zukünftiger Befragungen ableiten:

- *Internet ist der bevorzugte Befragungsweg.* Unter allen Befragungswegen erzielte die Online-Befragung den höchsten Rücklauf (23,5 %) und zeichnete sich durch eine sehr gute soziodemographische Durchmischung sowie sehr hohe Antwortqualität aus. Gleichzeitig ist der personelle und organisatorische Aufwand unter allen Befragungswegen der mit Abstand geringste. Voraussetzung ist allerdings eine gute Verfügbarkeit von E-Mail-Kontakten. Dies war bei swt erfreulicherweise gegeben. Unsere Erfahrung mit anderen Stadtwerken zeigt jedoch, dass noch längst nicht jedes Stadtwerk über einen gut gepflegten E-Mail-Verteiler seiner Kunden verfügt. Um einen effizienten und hochwertigen Kundendialog zu ermöglichen, sind Stadtwerke gut beraten, verifizierte E-Mail-Verteilerlisten ihrer Kunden anzulegen und zu pflegen.
- *Postalische Befragung ist wirksam, aber aufwendig.* Auch die postalische Befragung lieferte einen sehr guten Rücklauf (21,3 %) und eine gute soziodemographische Durchmischung. Jedoch sind der personelle, organisatorische und finanzielle Aufwand (Versand der Fragebögen, Transkription der Ergebnisse) erheblich höher als bei der Online-Befragung.
- *Telefonische Befragung hat grundsätzliche Schwächen.* Bei der telefonischen Befragung wurden mehrere Schwächen deutlich, die in Summe zu der Empfehlung führen, zukünftig auf telefonische Befragungen zu verzichten: (1) Der personelle Aufwand ist erheblich und führt dennoch zu einer relativ kleinen befragten Stichprobe. (2) Die Teilnehmer sind im Mittel rund zwölf Jahre älter als der Altersdurchschnitt (45,2 Jahre) aus allen Befragungswegen. Diese „Senioren-Verzerrung“, welche bereits oft als Schwäche von telefonischen Umfragen vermutet wurde, ist ein sehr plausibler Effekt wenn man in Betracht zieht, welche Personengruppen tendenziell die Zeit und Bereitschaft zu einer tagsüber durchgeführten telefonischen Befragung von rund 15 Minuten Länge haben werden. (3) Freitextfragen, die zu besonders differenzierten Ergebnissen führen, funktionieren am Telefon deutlich schlechter als in schriftlichen Befragungsformen.

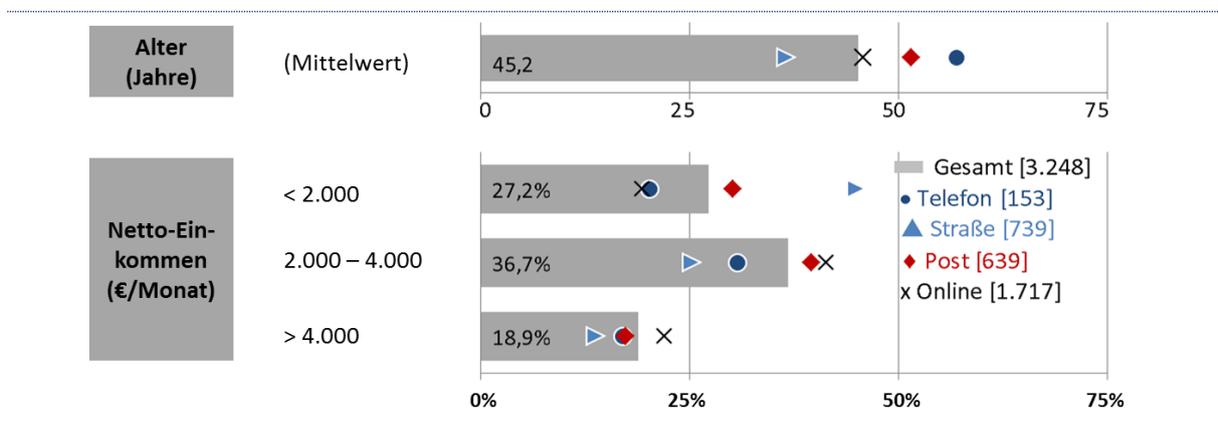


Abbildung 3: Soziodemographische Indikatoren der jeweiligen Befragungswege [TU Berlin/Graebig]

Eine weitere, höchst relevante methodische Erkenntnis ergibt sich aus dem Vergleich von offenen und geschlossenen Fragen. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Antworten auf die Freitextfrage „*Welche Überlegungen spielen für Sie eine Rolle bei der Wahl Ihres Stromversorgers?*“ mit den Ergebnissen der gestützten Frage „*Wie wichtig ist es Ihnen, dass Ihr Stromversorger die folgenden Kriterien erfüllt?*“ mit vorgegebenen Antwortoptionen vergleicht (vgl. die Fragen 1 und 3 des Fragebogens im Anhang A.2), so zeigt sich, dass die Versorgungssicherheit (im Sinne von „Vermeidung von Stromausfällen“) in der gestützten Frage als eines der wichtigsten oder sogar das wichtigste Kriterium bei der Beurteilung eines Stromversorgers abschneidet. In der ungestützten Frage hingegen spielt Versorgungssicherheit praktisch keine Rolle für die Beurteilung eines Stromversorgers (nur 4,5 % der Befragten nennen das Kriterium). In der Sache zeigt sich hier, dass Versorgungssicherheit eine „stille Kernkompetenz“ (ein sogenannter „Dissatisfier“) des Stadtwerks ist – deutsche Kunden sind derart gewöhnt an eine hervorragende Versorgungssicherheit, dass sie diese als positives Qualitätsmerkmal kaum noch bewusst wahrnehmen. In der Methodik belegt das Beispiel, wie wichtig die kluge Auswahl zwischen gestützter und ungestützter Frageform ist. Während in etablierten Befragungsformaten aus Gründen der Auswertungseffizienz fast immer die gestützte Befragungsform gewählt wird, kann dies zu völlig irreführenden Scheinerkenntnissen führen. In der Tat geht die Auswertung einer Freitextantwort bei über 3.000 verwertbaren Fragebogenrückläufern mit erheblichem Aufwand einher, führt jedoch nach unseren Erkenntnissen in manchen Fällen zu dramatisch besseren Ergebnissen.

#### **3.3.4 Inhaltliche Ergebnisse**

Einige ausgewählte inhaltliche Ergebnisse aus der Befragung, die uns sehr gut übertragbar auf andere Stadtwerke erscheinen, werden nachfolgend kurz vorgestellt:

- *„Service und Vertrauen“ sind Ankerpunkte des Stadtwerke-Wertversprechens.* ABBILDUNG 4 zeigt die geclusterten Antworten auf die Freitextfrage, welche Überlegungen eine Rolle bei der Wahl des Stromversorgers spielen. Preisliche Argumente dominieren scheinbar (77,4 %), jedoch zeigt sich auch hier die Überlegenheit der ungestützten Frageform. So zeigt sich nämlich, dass nur rund 18 % der Befragten explizit einen möglichst günstigen Strompreis fordern, während die Mehrzahl der Befragten angibt, überhaupt auf den Preis bzw. auf das Preis-Leistungs-Verhältnis zu achten. Aspekte von Serviceorientierung und Vertrauen sind für Kunden innerhalb und außerhalb des Netzgebiets von hoher Wichtigkeit und bilden einen ortsinvarianten Markenkern des Stadtwerks.
- *Kunden wünschen sich ein Loyalitätsprogramm.* In der gestützten Abfrage möglicher Angebote/Produkte (ABBILDUNG 5) ebenso wie in den Freitextfragen zeigten sich der Wunsch nach „attraktiven Treueprämien für Bestandskunden“ und die deutliche Ablehnung von Neukunden-Prämien. Dies ist eine bemerkenswerte Erkenntnis, da viele Stromversorger nach wie vor eher auf Wechselprämien als auf Maßnahmen zur Kundenbindung setzen.
- *Neue Ökostrom-Produkte treffen auf vorsichtigen Zuspruch.* Ein Angebot von „Ökostrom, der garantiert aus Windkraft stammt“ trifft unter den Kunden im Netzgebiet auf positiven Zuspruch (ABBILDUNG 5). Zielführend erscheint die Kombination mit Aspekten regionaler Identifikation.
- *Regionalität spielt eine wichtige Rolle.* Am Beispiel der „Sonderangebote in Bädern und Parkhäusern“ (ABBILDUNG 5) zeigt sich eine deutliche Ortsabhängigkeit. Während solcherlei Angebote in Tübingen naheliegenderweise für überregionale Kunden von geringem Interesse sind, gehört die Wahrnehmung eines „Corporate Citizenship“, also das spürbare Engagement vor Ort, zu den großen Stärken eines Stadtwerks.

Eine Auswahl der Ergebnisse ist auch in Ziffer 7.2.b. im Publikationsanhang dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.2, Graebig und Yadack (2015), *Redefining utility business models*).

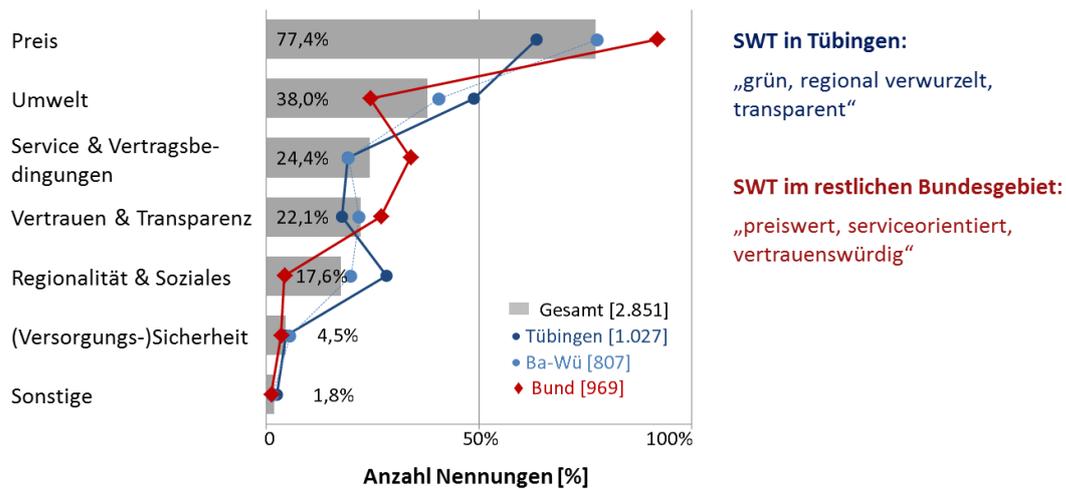


Abbildung 4: Freitextfrage „Welche Überlegungen spielen für Sie eine Rolle bei der Wahl Ihres Stromversorgers?“ [TU Berlin/Graebig]

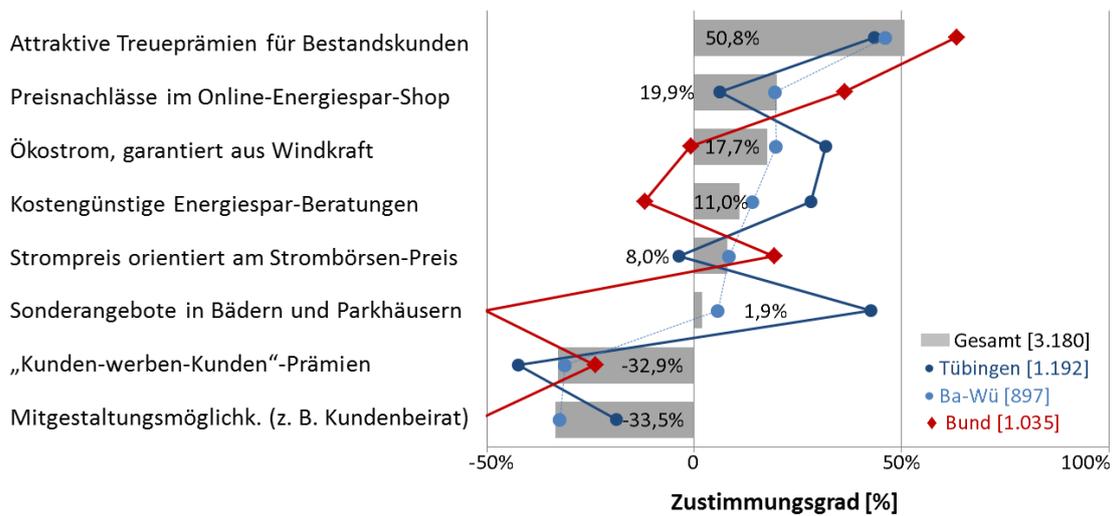


Abbildung 5: Ergebnisse zur gestützten Frage: „Würden Sie sich für folgende Angebote/Produkte der swt interessieren?“ [TU Berlin/Graebig]

### 3.4 Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid vom 03.11.2013

#### 3.4.1 Hintergrund und Ziele

Am 03.11.2013 wurde in Berlin ein Volksentscheid zur Stadtwerke-Gründung und Rekommunalisierung des Stromverteilnetzes durchgeführt. Abgestimmt wurde über den Entwurf des Gesetzes „Gesetz für die demokratische, ökologische und soziale Energieversorgung in Berlin (Energie VG)“, der im Wesentlichen folgende Zielsetzung hatte und der entweder mit „Ja“ angenommen oder mit „Nein“ abgelehnt werden konnte (wiedergegeben auf Basis der Angaben der Landeswahlleiterin Berlin):

- Errichtung von Stadtwerken als Anstalt öffentlichen Rechts, um Strom aus erneuerbaren Energien zu erzeugen und Energieeinsparmöglichkeiten zu nutzen,
- Errichtung einer Netzgesellschaft als Anstalt öffentlichen Rechts mit dem Ziel, die Stromnetze zum 01.01.2015 zu übernehmen,

- *Entgegenwirken von Energiearmut (Energiearmut ist der mangelnde Zugang zu bezahlbaren Energiedienstleistungen),*
- *Schaffung von demokratischen Beteiligungsmöglichkeiten durch Direktwahl des Verwaltungsrats, Initiativrecht und Versammlungen.*

Die Wahlbeteiligung betrug 29,07 %, davon 24,14 %-Punkte „Ja“-Stimmen und 4,88 %-Punkte „Nein“-Stimmen (also unter den abgegebenen Stimmen 83,0 % „Ja“, 16,8 % „Nein“, der Rest ungültig). Trotz des starken Übergewichts an „Ja“-Stimmen war der Volksentscheid damit knapp gescheitert, da das erforderliche Quorum von 25 % „Ja“-Stimmen nicht erreicht wurde. Unabhängig vom knappen Ausgang war die Durchführung des Volksentscheids aus Sicht von SW-Agent eine höchst glückliche (und natürlich bei der Beantragung von SW-Agent noch nicht zu erwartende) Begebenheit, da sich hier die Gelegenheit bot, ein breites und in erster Näherung repräsentatives Stimmungsbild der Berliner Bevölkerung mit Blick auf die Einrichtung und Organisation von Stadtwerken zu erhalten. Das SW-Agent-Team an der TU Berlin hat diese Gelegenheit kurzfristig genutzt, um eine Begleitforschung zum Volksentscheid in Form eines *Exit Poll* durchzuführen und Wahlberechtigte am Ausgang der Wahllokale nach Abgabe ihrer Stimme zur Wahl und zu den Wahlmotiven zu befragen.

### **3.4.2 Methodik und Durchführung**

Mit Genehmigung der Landeswahlleiterin hat die TU Berlin *Exit Polls* an jeweils einem Wahllokal pro Berliner Bezirk (insgesamt zwölf) durchgeführt. Vor Ort waren jeweils Teams aus zwei bis drei Studenten, die innerhalb der Öffnungszeiten des Wahllokals (08:00 bis 18:00 Uhr) mindestens acht Stunden Präsenz am Ausgang der Wahllokale sicherten und Wahlberechtigte befragten. Die standardisierte Befragung erfolgte anhand eines Fragebogens, welchen die Wahlberechtigten selbst ausfüllten und dann verschlossen in einem Umschlag in eine Urne einwarfen (Sicherstellung der Anonymität). Der Fragebogen enthielt insbesondere die folgenden Fragen in der gegebenen Reihenfolge:

- *Wie haben Sie bei dem Volksentscheid abgestimmt? [Ja/Nein]*
- *Was waren Ihre wichtigsten Gründe für diese Abstimmungsentscheidung? [Freitext]*
- *Wie wichtig ist es Ihnen, dass Ihr Stromversorger die folgenden Kriterien erfüllt? [7 Items jeweils anhand einer Skala 1–5]*
- *Bei welchem Stromversorger sind Sie Kunde? [Freitext]*
- *Wie gut werden die folgenden Kriterien durch Ihren Stromversorger erfüllt? [7 Items wie oben; Bewertung anhand einer Skala 1–5]*
- *Was sollte ein Berliner Stadtwerk, falls es gegründet wird, Ihrer Meinung nach leisten? [10 Items jeweils anhand einer Skala 1–5]*
- *Soziodemographische Angaben u. a. zu Geschlecht, Alter, Einkommen, Parteien-Präferenz.*

Auffallend hoch – in den meisten Fällen mit Antworten von über 80 % der Befragten – war übrigens die Bereitschaft, Antworten auf die sensiblen soziodemographischen Fragen zu geben. Insgesamt erhielten wir 2.064 ausgefüllte Fragebögen, von denen nach Abzug der 27 ungültigen Fragebögen (offensichtlich unseriös oder grob unbrauchbar ausgefüllt) und der 133 nicht zuordenbaren Fragebögen (keine Angabe hinsichtlich des Abstimmungsverhaltens mit „Ja“ oder „Nein“) 1.904 verwertbare Fragebögen verblieben. Unter den verwertbaren Fragebögen waren 86,4 % mit „Ja“ und 13,6 % mit „Nein“, eine Verteilung also, die in recht guter Näherung das Gesamtergebnis der Abstimmung (83,0 % „Ja“, 16,8 % „Nein“) reflektiert.

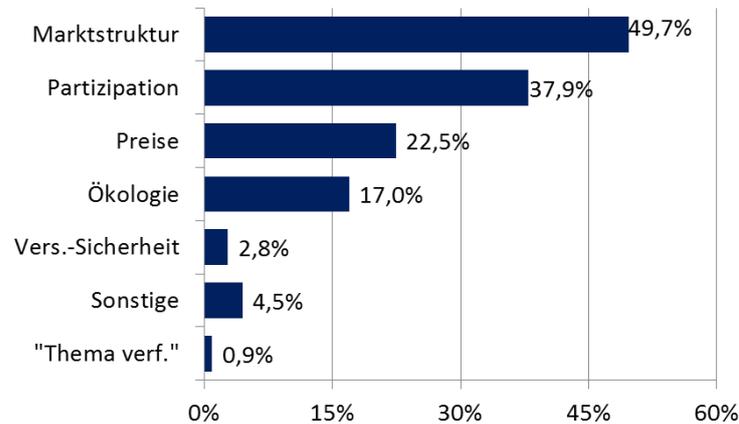
### **3.4.3 Ergebnisse und Beobachtungen**

Einige ausgewählte Ergebnisse und Beobachtungen aus der Befragung werden nachfolgend vorgestellt:

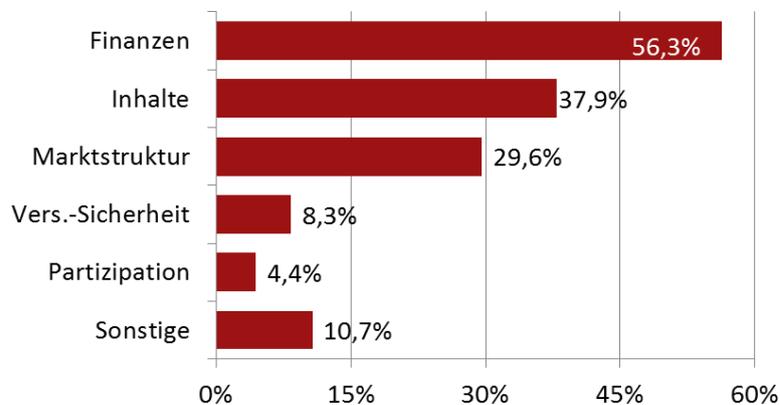
- *Je niedriger das Einkommen, desto höher der Zuspruch zum Stadtwerk.* Die meisten soziodemographischen Indikatoren (Wohndauer in Berlin, Wechselhäufigkeit des Stromanbieters, Geschlecht, Alter) zeigen keinen oder nur geringen Zusammenhang mit dem Abstimmungsverhalten. Ein recht deutlicher Zusammenhang zeigt sich allerdings zwischen dem verfügbaren Einkommen der Befragten und dem jeweiligen Abstimmungsverhalten: Während die Niedrigstverdiener unter den Befragten (weniger als 1.000 Euro/Monat verfügbares Einkommen) zu 92,3 % mit „Ja“ gestimmt haben, sind es unter den Spitzenverdienern (mehr als 5.000 Euro/Monat) nur 71,1 %.
- *Die Linke und die Grünen waren politisches Rückgrat des Volksentscheids.* Unter den „Ja“-Stimmen ordneten sich 28,0 % den Grünen zu, 23,9 % der Linken, 18,8 % der SPD und 10,1 % der CDU (Mehrfachnennungen in der Parteizuordnung möglich). Unter den „Nein“-Stimmen hingegen ordneten sich 32,8 % der CDU zu, 23,6 % der SPD, 12,7 % den Grünen und 10,4 % der Linken.
- *Partizipation ist wichtiger als ökologische Themen.* Bemerkenswert ist, wie diejenigen Befragten, die mit „Ja“ gestimmt haben, ihre Abstimmungsentscheidung begründen. Die geclusterten Antworten auf die Freitextfrage: „Was waren Ihre wichtigsten Gründe für diese Abstimmungsentscheidung?“ sind in ABBILDUNG 6 gezeigt (Mehrfachnennungen möglich). Dominierendes Ziel, welches in jeder zweiten Antwort zum Ausdruck kommt, ist eine generelle Präferenz für „Staat statt Privat“ bei der Energieversorgung, also eine persönliche Überzeugung hinsichtlich der bevorzugten Marktstruktur. Am zweithäufigsten (37,9 %) treten Gründe auf, die mehr Partizipation entweder des Individuums oder seiner demokratisch gewählten Vertreter in Fragen der Energieversorgung einfordern. Die Forderung nach Partizipation verbindet sich dabei häufig mit dem Gefühl fehlender Transparenz in der derzeitigen Struktur der Energieversorgung. Im Vergleich dazu landen ökologische Ziele einer Rekommunalisierung und Stadtwerke-Gründung, die von den Initiatoren des Volksentscheids sehr deutlich herausgestellt worden waren, nur auf abgeschlagenen 17,0 % der Nennungen. Überhaupt spielte die Frage des Strommixes eine völlig untergeordnete Rolle: Nur 1,0 % der Nennungen äußerten sich kritischen gegenüber Kernkraft und Kohle, nur 1,5 % interessierten sich für lokale Energie. Hingegen waren deutliche Elemente einer Protestwahl erkennbar: 5,8 % der „Ja“-Wähler begründeten die Entscheidung ausdrücklich mit ihrer Antipathie gegenüber Vattenfall, 5,3 % wollten dies als „Signal an die Politik“ verstanden wissen. In der Kategorie „Thema verfehlt“, die mit 0,9 % wahrscheinlich nur als Spitze eines Eisbergs in Erscheinung trat, war besonders verbreitet die Annahme, der Volksentscheid handle von der Wasserversorgung.
- *Sorgen um Finanzen und Umsetzungskompetenz Berlins.* Unter denjenigen Befragten, die mit „Nein“ gestimmt haben, dominierten Sorgen um die Finanzierbarkeit des Vorhabens bzw. die Finanzlage Berlins (47,1 %) sowie Skepsis an der Umsetzungskompetenz Berlin bei infrastrukturellen Großprojekten (17,5 %) mit häufigem Verweis auf den Baufortschritt des Berliner Flughafens BER. Dies zeigen die geclusterten Antworten auf die Freitextfrage: „Was waren Ihre wichtigsten Gründe für diese Abstimmungsentscheidung?“ in ABBILDUNG 7 (Mehrfachnennungen möglich).
- *Lieber günstig als grün: „Regionaler Öko-Strom“ ist relativ unwichtig.* ABBILDUNG 8 zeigt die Antworten zu der Frage, was ein Berliner Stadtwerk, sofern es gegründet würde, leisten sollte. Antworten wurden auf einer Skala von 1 (völlig unwichtiges Kriterium) bis 5 (sehr wichtig) gegen und spiegeln sich in der Abbildung als „Zustimmungsgrad“ wieder: Hätten alle Befragten ein Kriterium mit 1 bewerten, ergäbe sich ein Wert von -100 %; bei durchgängiger Bewertung mit 3 ergäbe sich ein Wert von 0 % und bei durchgängiger Bewertung mit 5 ein Wert von 100 %. Sowohl unter Befürwortern wie unter Gegnern des Volksentscheids zeigt sich die Versorgungssicherheit als *conditio sine qua non* eines Stadtwerks – ein bemerkenswerter Befund, da erstens die Versorgungssi-

cherheit bei ungestützter Befragung im Freitext (vgl. ABBILDUNG 6) praktisch keine Rolle spielt und da zweitens die Gewährleistung der Versorgungssicherheit primäre Aufgabe des Netzbetreibers und nicht eines Stadtwerks (in seiner Funktion als Stromvertreiber) ist. Die divergierenden Einschätzungen des „Ja“- und „Nein“-Lagers zu Fragen wie dem Angebot von Sozialtarifen oder der Schaffung eines Kundenbeirats sind erwartungskonform. Überraschend ist hingegen, dass das ausschließliche Angebot regional erzeugten „Berliner Öko-Stroms“ selbst unter den „Ja“-Wählern nur auf sehr verhaltenes Interesse stößt, obwohl gerade diese Forderung sehr im Fokus der Volksentscheid-Initiatoren gestanden hatte und auch in der Folge Teil des kontroversen Gründungsauftrags an die Berliner Stadtwerke war, die unter der Flagge der Berliner Wasserbetriebe entstanden sind. Als eine eher lokalpolitische Anekdote taugt der Befund, dass es nur noch leise Forderungen zur Reaktivierung des ehemals sehr populären Namens BEWAG, 2002 von Vattenfall übernommen und dann umfirmiert, gibt.

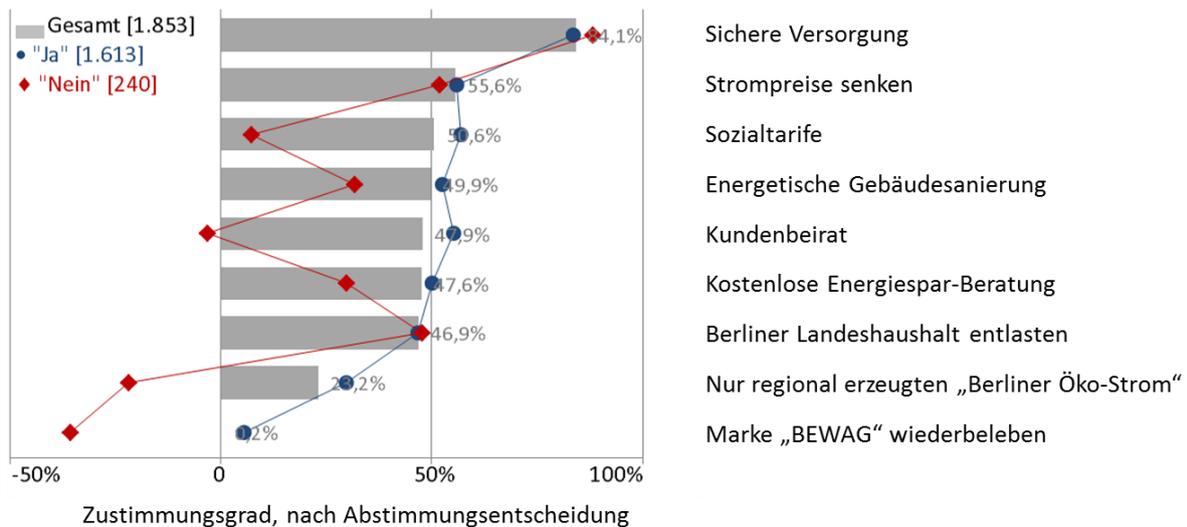
Die Ergebnisse sind auch in Ziffer 7.1.e. und 7.2.i. im Publikationsanhang dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.1/7.2: Graebig (2014), *Mitbestimmung war wichtiger als Ökologie*, und Graebig (2014), *Lehren aus dem Berliner Volksentscheid*).



**Abbildung 6:** Gründe für eine Abstimmung mit „Ja“ im Berliner Volksentscheid, geclusterte Antworten auf die Freitextfrage „Was waren Ihre wichtigsten Gründe für diese Abstimmungsentscheidung?“, N = 1.177. Mehrfachnennungen möglich. [TU Berlin/Graebig]



**Abbildung 7:** Gründe für eine Abstimmung mit „Nein“ im Berliner Volksentscheid, geclusterte Antworten auf die Freitextfrage „Was waren Ihre wichtigsten Gründe für diese Abstimmungsentscheidung?“, N = 206. Mehrfachnennungen möglich. [TU Berlin/Graebig]



**Abbildung 8:** Anforderungen an ein ggf. zu gründendes Berliner Stadtwerk [TU Berlin/Graebig].

### 3.5 Stadtwerke-Datenbank zur Charakterisierung der Stadtwerke-Landschaft

#### 3.5.1 Hintergrund und Ziele

Nach allgemeiner Auffassung sind Stadtwerke (mehrheitlich) kommunale Unternehmen mit überwiegend regionalem Tätigkeitsbereich, die sich typischerweise mit der Energieversorgung sowie oftmals mit weiteren Infrastrukturdienstleistungen („kommunaler Querverbund“) befassen. Der VKU spricht von gut 1.000 deutschen Stadtwerken. Tatsächlich ist die Datenlage jedoch unbefriedigend: Eine öffentlich verfügbare Datenbank, welche Namen und Kennzahlen aller deutschen Stadtwerke auflistet, ist nicht verfügbar, ebenso wenig wie eine Definition des Begriffs „Stadtwerk“. Als ein Teilaspekt von SW-Agent hat daher das Team der TU Berlin den Versuch unternommen, alle deutschen Stadtwerke und im weiteren Sinne alle deutschen Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit deren eigentumsrechtlichen und organisatorischen Kennzahlen in einer Datenbank zu erfassen. Damit sollten Analysen und Typisierungen der deutschen Stadtwerke- und EVU-Landschaft ermöglicht werden.

#### 3.5.2 Methodik und Aufbau der Datenbank

Da der Begriff des „Stadtwerks“ nicht trennscharf ist, wurden in die Datenbank sämtliche deutschen Energieversorgungsunternehmen (EVU) aufgenommen, die im Vertrieb oder in der Verteilung (Netzbetreiber) von Strom und/oder Gas tätig sind – dazu zählen beispielsweise auch die Regionaltöchter der großen Energieversorger e.on und RWE. In die Datenbank wurden auch solche Dachgesellschaften (Holdings) aufgenommen, die Energievertriebs- oder -verteilungsunternehmen koordinieren. Folgende Auswahl- und Ausschlusskriterien haben wir dabei definiert:

- *Unternehmen ist ein EVU.* Wir haben nur Unternehmen aufgenommen, die direkt (als Netzbetreiber oder Vertriebsgesellschaft) oder in Form einer übergeordneten Holding im Energie- und letztlich im Endkundengeschäft (Strom oder Gas) tätig sind. Andere Unternehmen, die oftmals im Zusammenhang mit Stadtwerken auftauchen (beispielsweise reine ÖPNV-Betriebe oder reine Wasserversorger) wurden nicht als eigenständige Unternehmen in die Datenbank aufgenommen.
- *Unternehmen ist keine reine Erzeugungsgesellschaft.* Oftmals werden Stromerzeuger – einzelne Kraftwerke, Windparks etc. – als Erzeugergesellschaften geführt. Solche Unternehmen haben wir nicht als eigenständige Unternehmen in die Datenbank aufgenommen. Grundsätzlich haben wir keine reinen Erzeugungsgesellschaften aufgenommen, die nicht auch im Netzbetrieb oder Vertrieb tätig sind.

In der Datenbank wurden zunächst Unternehmens-Stammdaten aus folgenden Quellen angelegt:

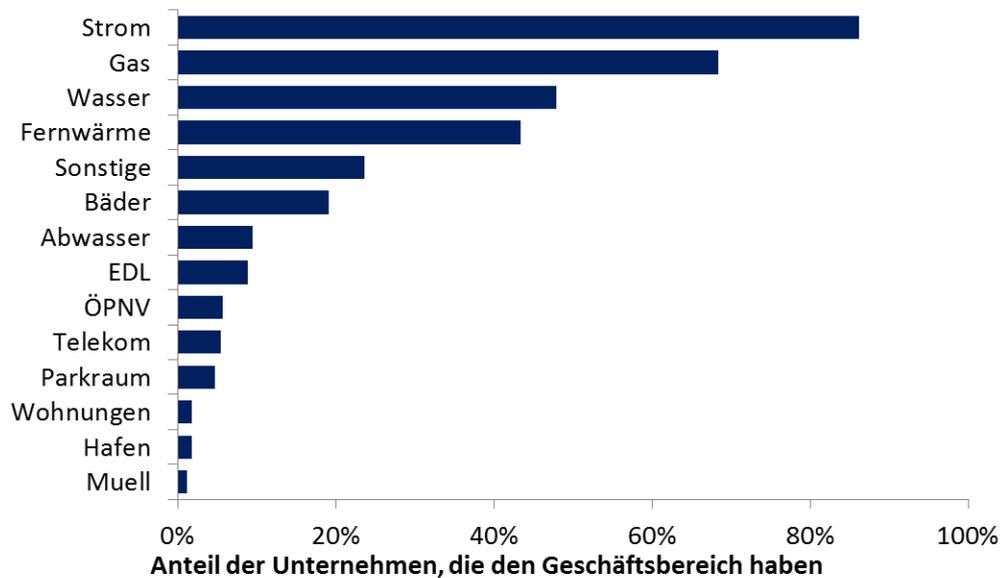
- (1) *Vertriebsgesellschaften*. Alle deutschen Vertriebsgesellschaft gemäß BNetzA (Tabellen „Elektrizitätsversorgungsunternehmen“ und „Gasversorgungsunternehmen“ mit Stand Dezember 2011).
- (2) *Verteilnetzbetreiber*. Alle deutschen Verteilnetzbetreiber (VNB), die sich gemäß BDEW-Liste ergeben (Tabelle „EIC-Codes für VNB-Bilanzierungsgebiete“ mit Stand Januar 2012).

Im Zuge der Recherchen wurden weitere beteiligte Unternehmen manuell in die Datenbank eingetragen, beispielsweise noch nicht erfasste Konzerngesellschaften, welche als Muttergesellschaften der unter (1) oder (2) erfassten Vertriebsgesellschaften oder VNB fungieren. Die Recherche stützte sich ausschließlich auf öffentlich zugängliche Quellen (Unternehmensregister, Jahresabschlüsse und Geschäftsberichte, Websites der Unternehmen und der Kommunen, im Einzelfall andere Online-Quellen). Die Datenbank wurde in Microsoft-Access umgesetzt und mit äußerst tatkräftiger Unterstützung durch mehrere Studierende mit Inhalt gefüllt.

Eine Besonderheit in unserer Stadtwerke-Datenbank ist die Definition und Umsetzung eines „Referenzunternehmen- und Ebenen-Modells“, welches die teils recht unübersichtlichen Verflechtungen kommunaler Unternehmen strukturiert. Oftmals besteht ein „Stadtwerk“ oder ein EVU nicht nur aus einem einzigen Unternehmen, sondern aus einer ganzen Kette eigentumsrechtlich miteinander verflochtener Unternehmen. Stromversorger mit mehr als 100.000 Kunden müssen schon allein aus rechtlichen Gründen (Pflicht zum „Legal-Unbundling“, d. h. zur gesellschaftsrechtlichen Entflechtung) den Netzbetrieb in einer eigenständigen Gesellschaft, separat von Erzeugung und Vertrieb, führen – von dieser Pflicht sind allerdings dank *de-minimis*-Regel die meisten Stadtwerke befreit. Um die Zusammengehörigkeit aller Unternehmen in einem solchen „Gesamtkomplex Stadtwerk“ besser erkennbar zu machen, wird in unserer Datenbank jedem der beteiligten Unternehmen ein und dasselbe Referenzunternehmen zugewiesen. Dabei wird stets dasjenige Unternehmen als Referenzunternehmen ausgewählt, welches in der Hierarchie am höchsten steht und zugleich selbst eine Dienstleistung mit Energiebezug (z. B. Stromvertrieb oder Netzbetrieb) erbringt. Im Rostocker Beispiel werden energiebezogene Dienstleistungen erst auf der Ebene der Stadtwerke Rostock AG (SWR AG) erbracht, die daher Referenzunternehmen sind.

### **3.5.3 Ergebnisse und Anwendungsbereiche – Beispiel: Kennzahlenbasierte Stadtwerke-Analyse**

Die Stärken unserer Stadtwerke-Datenbank liegen darin, dass sie (a) die Unternehmenslandschaft nach bestem Vermögen vollständig abbildet und in Form des Referenzunternehmen- und Ebenen-Modells strukturiert, (b) Stammdaten und Kontakte aller abgebildeten Unternehmen aufzeigt und damit beispielsweise Mailing-Aktionen und Befragungen sehr gut unterstützt, (c) Eigentumsverhältnisse und Verkettungen der Eigentumsverhältnisse abbildet und für die Analyse öffnet sowie (d) die Geschäftsbereiche der Unternehmen aufzeigt und damit den kommunalen Querverbund als Wesenselement deutscher Stadtwerke verdeutlicht (vgl. hierzu die Auswertung in ABBILDUNG 9).



**Abbildung 9:** Geschäftsbereiche von Stadtwerken, Zwischenergebnis aus 507 Unternehmen in der Stadtwerke-Datenbank [TU Berlin/Graebig].

Die Schwächen der Datenbank liegen darin, dass sie nur mit sehr großem manuellem Aufwand zu aktualisieren ist und dass auf eine Einbindung von Unternehmenszahlen (Bilanzen, Jahresabschlüsse) aus Gründen des übermäßigen Aufwandes verzichtet werden musste. Letztere Einschränkung lässt sich aber sehr gut kompensieren, wenn man auf kommerzielle Datenbanken wie beispielsweise vom *Bureau van Dijk* zurückgreift und diese mit unserer Stadtwerke-Datenbank verknüpft. Auf diese Weise ist die ausgezeichnete Masterarbeit „*Kennzahlenbasierte Analyse der deutschen Stadtwerkellandschaft*“ von Falk Scheffler (2015) entstanden, welche allein auf Basis einer umfangreichen Kennzahlenanalyse zu folgenden Ergebnissen geführt hat:

- *Unsicherheit nimmt zu.* Die Finanzkennzahlen deuten auf eine zunehmende Unsicherheit in der Branche hin. Hierfür spricht die deutliche Zunahme der kurzfristigen Fremdkapitalquote, welche sich im Zeitraum zwischen 2006 und 2013 durchschnittlich um 60 % erhöht hat. Diese Verschiebung in der Fremdkapitalstruktur erfolgt vor dem Hintergrund einer im Branchenvergleich verhältnismäßig hohen und stabilen Eigenkapitalquote. Bei kleinen Stadtwerken fällt der seit 2011 deutlich zu beobachtende Anstieg der Eigenkapitalquote auf – grundsätzlich ein positiver Befund, da dies für Dauerhaftigkeit und Stabilität spricht. Zusammen mit der gestiegenen kurzfristigen Fremdkapitalquote können beide Indikatoren aber auch darauf hindeuten, dass es für kleinere Stadtwerke schwieriger wird, sich langfristig am Kapitalmarkt zu finanzieren.
- *Innovationsdynamik ist fraglich.* Die Kennzahlen zum Investitionsverhalten lassen vermuten, dass deutsche Stadtwerke bislang nicht der durch die Energiewende initiierten Dynamik der Branche folgen und eher in den Substanzerhalt ihres Anlagevermögens investieren, was auch mit der hemmenden Wirkung der Anreizregulierung auf das Investitionsklima im Netzgeschäft zusammenhängen könnte. Darauf weist der seit 2009 deutlich absinkende Anlagenabnutzungsgrad der Branche hin, während der Kennzahlenwert für Stadtwerke zeitgleich bei hohen 70 % verharrt. Hinzu kommt, dass die Wachstumsquote nur knapp oberhalb der 100 %-Marke liegt und unter Berücksichtigung von Preissteigerungen des Anlagevermögens im günstigsten Fall für einen reinen Substanzerhalt genügen dürfte.
- *Rentabilität sinkt seit Beginn der Energiewende.* Die Rentabilitätskennzahlen zeigen eine abnehmende Profitabilität des Geschäftsmodells deutscher Stadtwerke an, welche seit 2010 rückläufig

ist und seither auf niedrigem Niveau bleibt. Diese Beobachtung trifft auch dann zu, wenn Stadtwerke mit Zuschussgeschäft (ÖPNV, Bäder) und Erzeugung ausgeschlossen werden. Diese Entwicklung dürfte dazu beitragen, dass Stadtwerke ihr Geschäftsmodell hinterfragen und erneuern. Bislang scheinen jedoch Investitionen und Innovationen noch vornehmlich im etablierten Geschäft zu erfolgen, wie der deutlich gefallene Anlagenabnutzungsgrad impliziert. Der Vergleich zur steigenden Umsatzrendite des Branchendurchschnitts legt die Schlussfolgerung nahe, dass innerhalb der Branche attraktive Geschäftsfelder existieren, die womöglich auch für Stadtwerke Geschäftspotenzial bieten.

- *Differenzierter Befund für die Effizienzwirkung von Eigentümerstruktur und Größe.* Hinsichtlich der Eigentümerstruktur von Stadtwerken gibt es empirische Befunde, die zu der Einschätzung führen können, dass kommunale Stadtwerke mit einer Minderheitsbeteiligung privater Eigenkapitalgeber Effizienzvorteile gewinnen können. Ein grundsätzlicher Effizienzvorteil privater Unternehmen, wie er in manchen früheren Studien postuliert worden war (vgl. insbesondere die Studie von WIK-Consult [Growitsch et al., 2010]), lässt sich aber nicht nachweisen. Auch mit Blick auf die Unternehmensgröße lassen sich Ergebnisse wie beispielsweise diejenigen von WIK-Consult, die einen Effizienzvorteil großer Energieversorger gegenüber kleinen Stadtwerken ausgemacht haben wollen, nicht bestätigen. Vielmehr zeichnen sich empirische Befunde ab, die eine relative Vorteilhaftigkeit mittelgroßer Unternehmen (Umsatzgrößen etwa im Bereich 10 bis 50 Mio. Euro) implizieren.

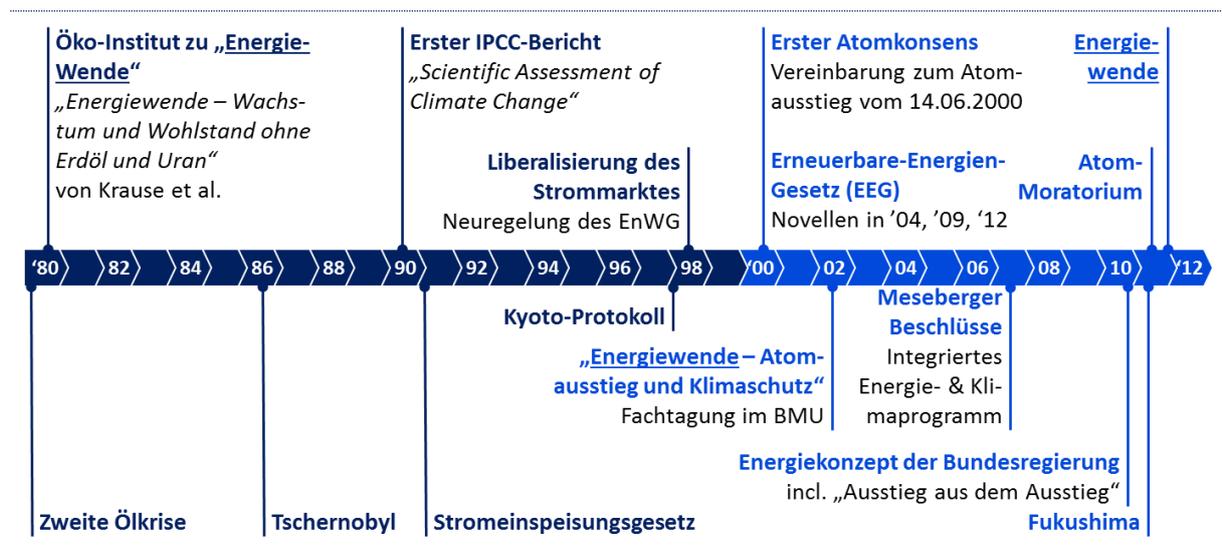
## 4 Arbeitspaket 2: Innovationsansätze bei Stadtwerken

### 4.1 Überblick

Die Idee einer „Energiewende“ ist keineswegs neu – schon vor über 35 Jahren setzte das Öko-Institut (Krause et al, 1980) den Begriff (vgl. **ABBILDUNG 10**). Trotzdem markiert die Energiewende, welche von der schwarz-gelben Koalition im Jahr 2011 unter dem Eindruck der Reaktorkatastrophe von Fukushima ausgerufen wurde, eine Zäsur. Spätestens ab diesem Zeitpunkt stand fest, dass die Branche nicht mehr auf einen „Ausstieg aus dem Ausstieg“ und eine Wiederbelebung alter *Cash Cows* hoffen durfte, sondern sich auf die Suche nach grundsätzlich neuen Geschäftsmodellen begeben musste. Aus Forschersicht brach damit eine enorm spannende Ära in der Energiewirtschaft an, mindestens ebenso spannend wie die massiven Umstrukturierungen, welche die Strommarktliberalisierung zur Jahrtausendwende ausgelöst hatte. SW-Agent lebt von der Disruption, kompetenzerstörendem technischen Fortschritt („competence-destroying“) (Archibugi, 2013, Tushman und Anderson, 1986) und der Suche nach Innovation infolge der Energiewende. Mit zwei Metastudien zeichnen wir die bisherigen Innovationsansätze bei Stadtwerken nach:

- *Innovationen seit Beginn der Energiewende.* Basierend auf Meldungen in ausgewählten Fachmedien haben wir untersucht, welche Innovationsvorhaben bei Stadtwerken seit Ausrufung der Energiewende in 2011 bis Ende 2013 zu beobachten waren.
- *Längerfristige Entwicklung der F&E-Projekte bei Stadtwerken.* In dieser Teilstudie haben wir die geförderten F&E-Projekte von Firmen aus der Strombranche analysiert und über den Zeitraum von 1968 bis Ende 2013 ausgewertet. Besonderer Fokus der Analyse lag darauf, die Rolle der Stadtwerke vor dem Hintergrund aller in Deutschland geförderten F&E-Projekte zu beleuchten.

Außerdem haben wir in Form konkreter Fallstudien ausgewählte Innovationsprojekte bei Stadtwerken analysiert und begleitet. Als besonders ergiebig hat sich die Fallstudie zu Batterie-Hausspeicher-Systemen (*Residential Battery Systems*) erwiesen, deren Ergebnisse in unseren Publikationen im Anhang dokumentiert sind (vgl. Kapitel 7.1 und 7.2: Graebig et al (2014), *Assessment of residential battery systems (RBS)*, im Publikationsanhang mit der Ziffer 7.1.d., sowie Graebig et al (2014), *Assessment of residential battery systems (RBS): profitability, perceived value proposition, and potential business models*, im Publikationsanhang mit der Ziffer 7.2.h.).



**Abbildung 10:** Zeitstrahl ausgewählter Entwicklungen auf dem Weg zur Energiewende von 2011 [TU Berlin/EnSys].

## 4.2 Metastudie zu Innovationen von Stadtwerken seit Beginn der Energiewende

### 4.2.1 Methodik

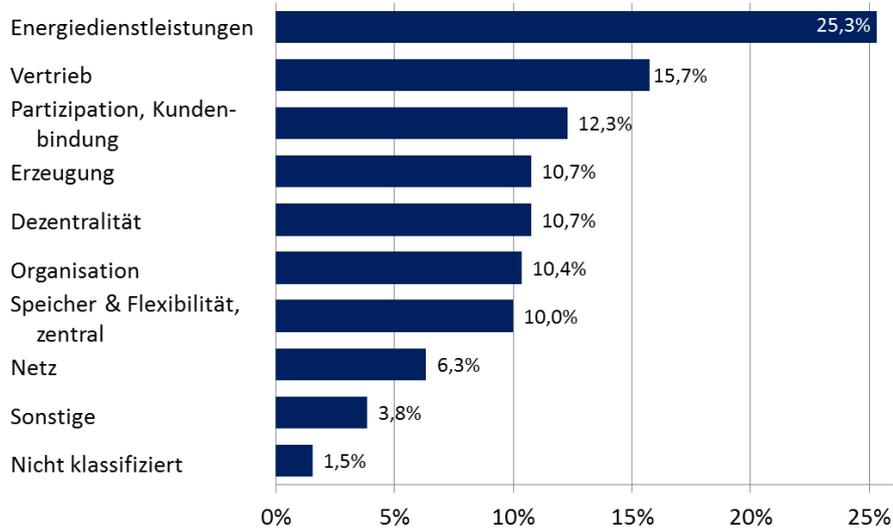
Ausgewertet wurden sämtliche Beiträge in allen Ausgaben von drei wöchentlich bzw. monatlich erscheinenden Fachzeitschriften (Energiewirtschaftliche Tagesfragen – et, energiespektrum, Zeitung für kommunale Wirtschaft – ZfK) sowie in einem werktäglich erscheinenden Newsletter (LBD Newsletter) im Zeitraum Juni 2011 bis Dezember 2013 (der LBD Newsletter ist erst ab November 2011 berücksichtigt). Erfasst wurden sämtliche Artikel, in denen explizit der Begriff „Innovation“ oder Synonyme davon auftauchten oder in denen nach unserer Einschätzung Innovationsprojekte, insbesondere mit Bezug zur Entwicklung neuer energiewirtschaftlicher Geschäftsmodelle, beschrieben wurden. Ausdrücklich ausgeschlossen haben wir dabei Berichte, in denen der Aus- und Aufbau von Anlagen zur erneuerbaren Energiegewinnung gemeldet wurde (es gibt buchstäblich täglich eine Flut solcher Meldungen, ohne dass darin noch ein besonderer Innovationsgehalt erkennbar wäre). Ebenfalls ausgeschlossen haben wir M&A-Vorgänge (Mergers & Acquisitions, also Unternehmenstransaktionen) sowie gesetzgeberische, regulatorische und administrative Vorgänge (z. B. Konzessionsvergaben). Im Ergebnis haben wir 604 Treffer gefunden, von denen sich 83 aufgrund von Überschneidungen zwischen den vier ausgewerteten Medien als redundant erwiesen. Es verbleiben 521 konsolidierte Treffer, welche die Basis der im Folgenden dargestellten Ergebnisse sind.

### 4.3.2 Ergebnisse

Die häufigsten Einzelstichworte in den gefundenen Treffern waren Elektromobilität (9,2 %), Finanzielle (Kunden-)Beteiligungen (7,3 %), Mini-/Mikro-BHKW sowie Photovoltaik und (Eigen-)Erzeugung (6,1 %), Öko-Produkte im Vertrieb (5,6 %) sowie Kooperationen in der Organisation (5,0 %). Nach Gruppierung der Treffer ergibt sich die Übersicht gemäß ABBILDUNG 11 als Ergebnis der Metastudie. Dazu im Einzelnen:

- *Energiedienstleistungen* umfassen (in der Häufigkeit der Nennungen absteigend sortiert) Elektromobilität, Energie(effizienz)-Beratung und -Förderung, Contracting, Bauen/Sanieren/Gebäudetechnik, Energiemanagement und Energienetze, Apps sowie die Direktvermarktung von Erneuerbaren und das Portfoliomanagement.
- *Vertrieb* umfasst Öko-Produkte, Smart Meter, innovative Tarife, Markenentwicklung/Sponsoring, flexible Strompreise sowie die Rechnungsgestaltung.
- *Partizipation und Kundenbindung* beinhaltet insbesondere die finanziellen (Kunden-)Beteiligungen und (Energie-)Genossenschaften, in einigen Nennungen aber auch Kundenkarten und Bonusysteme sowie Kundenbeiräte und Kundenforen.
- *Erzeugung* umfasst im Wesentlichen Gas-basierte Erzeugungsformen (GuD, Gaskraftwerk, KWK, BHKW), aber auch einige „Exoten“ wie Gasversorgung/-exploration, LNG und CCS. Hierbei sei nochmals darauf hingewiesen, dass reine Erneuerbaren-Projekte (Aus- und Aufbau von Anlagen zur erneuerbaren Energiegewinnung) nicht in die Auswertung eingeflossen sind.
- *Dezentralität* umfasst insbesondere dezentrale Mini-/Mikro-BHKW- und Photovoltaik-Anlagen sowie virtuelle Kraftwerke. Nur sehr vereinzelt wurden Smart Home und Batterie-Hausspeicher genannt. Letztere kamen allerdings während der Auswertungsperiode (2011–2013) gerade erst auf dem Markt auf und waren noch sehr teuer. In den darauffolgenden Jahren (2014–2016) hat sich der Markt für Batterie-Hausspeicher, auch dank des Förderprogramms der Bundesregierung, sehr dynamisch entwickelt und erhebliche Preisdegressionen erfahren.
- *Organisation* umfasst Kooperationen mit anderen Unternehmen sowie interne Prozesse. Nur in wenigen Fällen kam auch Internationalisierung vor.
- *Speicher und Flexibilität* umfasst Regelenergie und abschaltbare Lasten, Power-to-Gas- und Power-to-Heat-Projekte sowie zentrale Batteriespeicher und Gasspeicher.

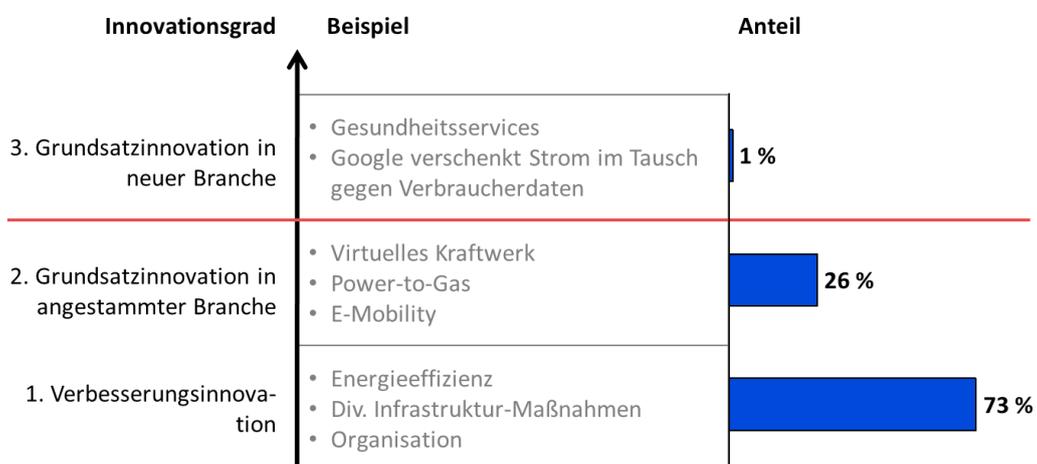
- Netz beinhaltet Fernwärme/-kälte sowie Smart Grid.
- Bei *Sonstigen* finden sich neben Projekten der IKT (Informations- und Kommunikationstechnik) und sonstigen Infrastrukturprojekten (Verkehr, Beleuchtung etc.) mit gerade einmal 0,6 %-Punkten auch Nicht-Energie-Themen.



**Abbildung 11:** Gruppierete Ergebnisse aus der Metastudie zu Innovationen in EVU, N = 521 [TU Berlin/Graebig & Engelke].

Neben der vorgenannten Gruppierung haben wir zu jedem der Innovationsprojekte eine Einordnung in einen von drei „Innovationsgraden“ vorgenommen (siehe auch Saviotti und Pyka, 2013):

- (1) *Verbesserungsinnovationen* im Sinne von inkrementellen Verbesserungsinnovationen finden im Rahmen des existierenden Geschäftsbetriebs statt und beziehen sich auf die Ausweitung und Optimierung von betrieblichen und technischen Prozessen sowie auf Kundenbeziehungen, Vertrieb und sonstige inkrementelle Verbesserungen.
- (2) *Grundsatzinnovationen in angestammter Branche* im Sinne einer Differenzierung bewegen sich zwar weiterhin im vertrauten Umfeld der Energiewirtschaft, wagen sich jedoch in grundsätzlich neue Themenfelder wie z. B. Elektromobilität vor.
- (3) *Grundsatzinnovationen in neuer Branche* im Sinne einer radikalen Innovation suchen außerhalb der Energiewirtschaft nach Chancen für neue Geschäftsmodelle.



**Abbildung 12:** Klassifikation der Innovationsprojekte nach Innovationsgrad, N = 376 [TU Berlin/Graebig & Engelke].

Es zeigt sich, dass Innovationen fast ausschließlich innerhalb der vertrauten Energieversorgungsbranche stattfinden (ABBILDUNG 12). Chancen, die sich möglicherweise aus Verknüpfungen mit anderen Sektoren (IKT, Gesundheit etc.) ergeben könnten, sind noch kaum in den Fokus der Stadtwerke gerückt. Innerhalb der Energiewirtschaft gibt es hingegen ein breites Spektrum an Innovationsvorhaben. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch speziell in der Kategorie 2 (Grundsatzinnovation in angestammter Branche), dass zwar viele Themen belegt und im Sinne von F&E-Projekten entwickelt werden, in den allermeisten Fällen aber noch kein wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell benannt werden kann. Drei Beispiele dazu: Energieberatungen für Privatkunden sind zwar weit verbreitet, allerdings aus Sicht des Stadtwerks primär ein Angebot zur Pflege der Kundenbeziehungen und kaum eine Möglichkeit, ein selbsttragendes Geschäft zu werden. Elektromobilität hat große Zukunftsperspektiven, ist aber momentan aus Sicht der teilnehmenden Stadtwerke noch in einer vormarktlichen („pre-competitive“) Phase angesiedelt. Power-to-Gas schließlich, welches die einzige bekannte und technisch verfügbare Option zur längerfristigen Speicherung großer elektrischer Energiemengen darstellt (über den Weg der Elektrolyse und Rückverstromung), ist auf absehbare Zeit aufgrund der sehr niedrigen Gaspreise und der zugleich hohen Abgaben-/Umlagen-Belastung von elektrischem Strom wirtschaftlich nicht darstellbar. – Die Ergebnisse sind auch in Ziffer 7.1.g. im Publikationsanhang dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.1, Engelke, Graebig (2013), *Der Status quo innovativer Geschäftsmodelle bei Energieversorgern*).

### **4.3 Analyse öffentlich geförderter F&E-Projekte bei Stadtwerken**

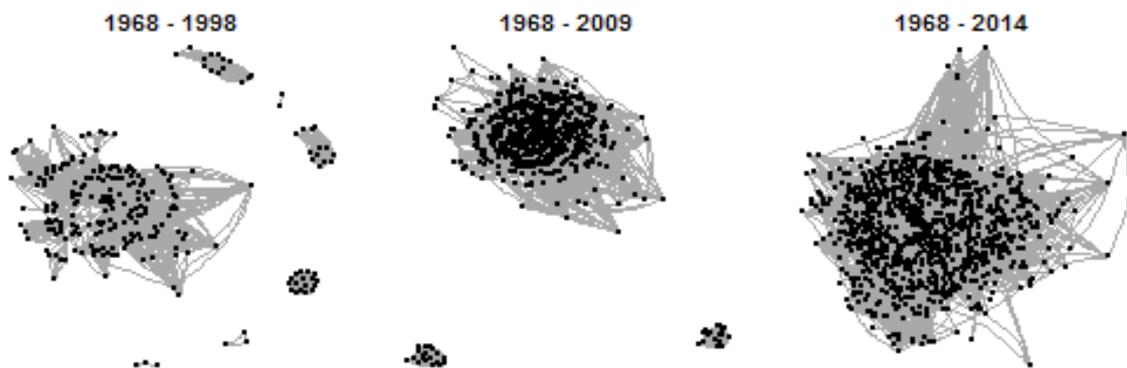
Die folgende Analyse stellt die Aktivitäten der Stadtwerke in geförderten Forschungsprojekten in den Mittelpunkt. Letztlich lässt sich aus einer direkten Beteiligung der Stadtwerke in Forschungskonsortien mit Forschungsinstituten, Universitäten und anderen forschenden Unternehmen eine besonders starke Innovationsorientierung bzw. das Fehlen einer solchen Innovationsorientierung bei Nichtbeteiligung ableiten.

#### **4.3.1 Methodik**

Die Datenbasis der Studie setzt sich zusammen aus öffentlichen Registern von Unternehmen, die in verschiedenen Rollen innerhalb der Energiewirtschaft tätig sind: dem Register des BNetzA der Stromlieferanten, Verteilnetzbetreiber und Kraftwerke sowie der Mitgliederliste der Verbände BDEW und VKU. Zusätzlich hierzu wurde auf die Stadtwerkedatenbank der TU Berlin zurückgegriffen. Diese Firmen wurden den Zuwendungsempfängern von Fördergeldern in dem Förderkatalog des BMBF gegenübergestellt. Daraus ergab sich eine Datenbasis der in der Stromwirtschaft tätigen Unternehmen und ihrer Förderprojekte, inklusive der Projektdaten wie u. a. Laufzeit, Fördersummen und Konsortialpartner.

Mit Hilfe zweier unterschiedlicher Methoden wurden die so im Förderkatalog identifizierten Unternehmen untersucht und deren Innovationsstrategien bewertet. Zuerst wurden die monatlichen erhaltenen Fördermittel als Zeitreihen ermittelt. Die entsprechenden Daten wurden zu jährlichen Fördersummen aggregiert. Diese wurden dann den einzelnen Akteursgruppen gegenübergestellt und ins Verhältnis gesetzt. Die untersuchten Akteursgruppen waren Mitglieder im BDEW, Mitglieder im VKU, Kraftwerksbetreiber, Lieferanten, VNBs, ÜNBs, die Großen Vier und die Stadtwerke. Somit konnten die Gewinner und Verlierer an Einfluss und Erfolg in der Akquise von Fördergeldern über den Zeitverlauf hinweg identifiziert und quantitativ miteinander verglichen werden. Als zweite Methode der Analyse wurde die Vernetzung der Firmen der Strombranche in kooperativen Projekten betrachtet. In der Vernetzung drücken sich die Interaktionen der Akteure sowie die Erschließung unternehmensexterner Wissensquellen aus (Foss et al, 2013). Die soziale Netzwerkanalyse (Wassermann und Faust, 1994) ist dabei eine Methode, um die strukturellen Entwicklungen und Veränderungen im Netzwerk

dieser über die verschiedenen Projekte miteinander verbundenen Akteure aufzuzeigen. Hiermit sollen Indizien und neue Erkenntnisse über die Zentralität – und somit Stärken hinsichtlich des Innovationsvermögens – von einzelnen Gruppen herausgearbeitet werden, die wichtig für das Verständnis der Wissensdynamik in diesem Sektor sind. Da jedoch direkte Messungen von Innovativität schwierig sind (siehe z. B. Smith, 2005), wurde in dieser Studie die Netzwerkanalyse herangezogen, um aus der Stellung der Akteure im Innovationsnetzwerk (Pyka, 2002) Rückschlüsse auf deren Innovationsverhalten zu ziehen. Zahlreiche Studien aus anderen Sektoren (z. B. Qi Donga und Yangb, 2015) haben die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen den beiden Konzepten Innovativität und Zentralität in Netzwerken bereits belegt. Beispielsweise zeigt Tsai (2001), dass sich eine zentrale Position in einem Firmennetzwerk positiv auf die Innovativität der jeweiligen Firmen auswirkt, während Ahuja (2000) zeigt, dass Netzwerkzentralität zu einer erhöhten Patentanzahl der jeweiligen Firma führt. Weitere Studien, die die Verwendung der Ansätze der Netzwerkanalyse in anderen Branchen und Konzepten methodisch und inhaltlich bestätigen sind u. a. Soh (2003), Owen-Smith & Powell (2004), Bell (2005), Björk & Magnusson (2009), und Ting Helena Chiu (2009).



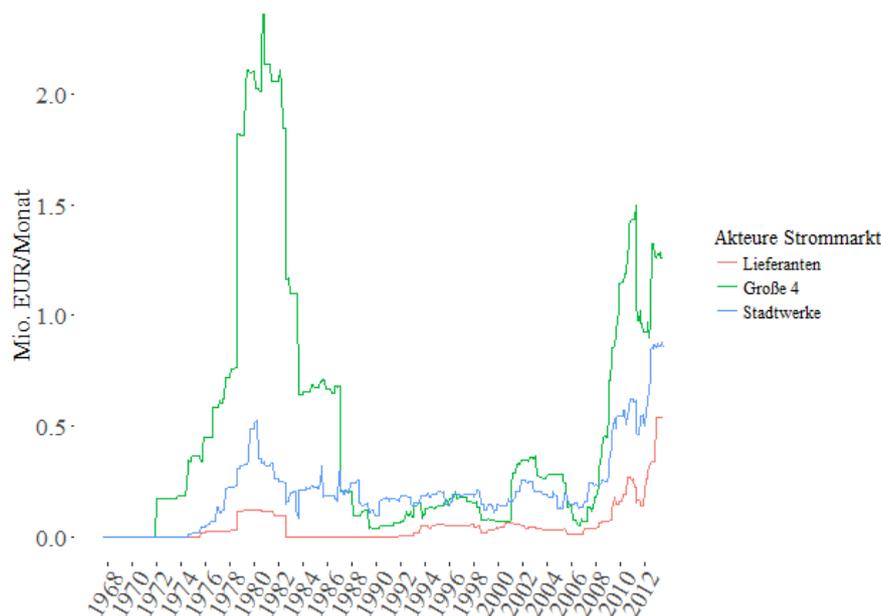
**Abbildung 13:** Netzwerkentwicklung in der deutschen Stromwirtschaft anhand von Förderprojekten im Förderkatalog des BMBF [SW-Agent-Team].

In der Analyse wurde die Zentralität der Stadtwerke im Vergleich zu den anderen Akteuren der Branche betrachtet. Dadurch konnten Aussagen über die Veränderung des Vernetzungsgrades (Anzahl der vernetzten Partner eines Akteurs im Netzwerk) der Stadtwerke in früheren und späteren Zeiträumen gemacht werden. Konkret wurden die Zeiträume zwischen 1968, 1998, 2009, und 2014 betrachtet. Diese „kumulierten“ Netzwerke über die jeweiligen Zeiträume sind in ABBILDUNG 13 dargestellt.

#### 4.3.2 Ergebnisse

Die verschiedenen untersuchten Akteure des Strommarkts haben über den Beobachtungszeitraum hinweg Fördermittel in sehr unterschiedlicher Höhe erhalten. Dies ist in ABBILDUNG 14 ersichtlich, in der die erhaltenen Fördergelder je Gruppe in Euro aufgeführt sind. In der Grafik sind die hohen Fördersummen, welche die „Großen Vier“ (grüne Kurve in ABBILDUNG 14) zwischen 1970 und 1985 erhalten haben, deutlich zu erkennen. In den späten 1980er Jahren wurden deutlich weniger Fördermittel für Projekte an die großen Energieversorger vergeben. Erst im Rahmen der Energiewende ab 2007 und der EEG-Novellierung im Jahr 2009 ist wieder ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Während dieser Phase sind aber auch die Stadtwerke (blau) und Stromlieferanten allgemein (rot) aktiver geworden. Damit zeichnet sich ein Wandel hinsichtlich der Innovationsorientierung und -beteiligung

der verschiedenen Akteursgruppen in der Energiewirtschaft ab, die Pavitt's Klassifikation (1984) der Stadtwerke als *angebotsdominierte Innovationsnehmer* in jüngster Zeit in Frage stellt.



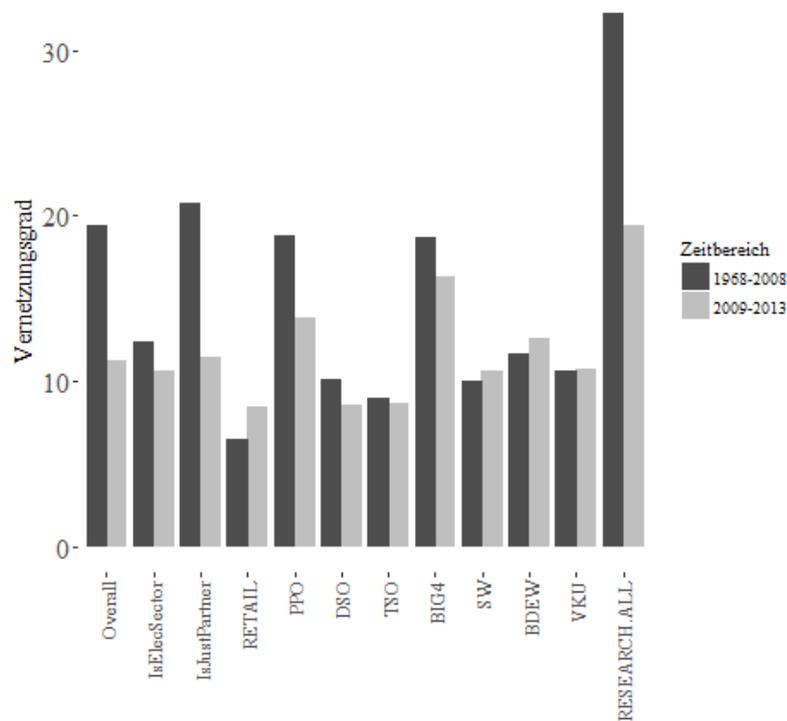
**Abbildung 14:** Erhaltene Fördermittel von Firmen in der Strombranche [SW-Agent-Team].

Der direkte Vergleich zwischen den großen Vier und den Stadtwerken zeigt, dass die kommunalen Energieversorger in den letzten Jahren ungefähr so viele Fördermittel erhalten wie die großen Energiekonzerne: Die großen Vier haben rund 25 % aller Fördermittel der Branche im Jahr 2013 erhalten während alle Stadtwerke zusammen betrachtet rund 23 % erhielten. Dieser angleichende Trend unterstützt die These, dass sich die strukturellen Veränderungen im Strommarkt über die letzten Jahrzehnte auf die Stadtwerke im Sinne einer Strategieänderung auswirken und neue Aktivitäten bei ihnen anstoßen. Tendenziell scheinen sich kommunale Energieversorger zunehmend mit innovativen Themen und Projekten zu beschäftigen und die Rolle eines angebotsdominierten Technologienehmers durch die aktivere Rolle eines Technologiegestalters zu ersetzen.

Inwiefern die verschiedenen Firmen und Institutionen zentrale Rollen in diesem F&E-Netzwerk einnehmen, wurde im nächsten Schritt untersucht. Die Entwicklung des Netzwerks der kooperierenden Unternehmen über die vergangenen Jahrzehnte deutet auf strukturelle Veränderungen in der Branche hin. Die Veränderung der Netzwerkstruktur zeigt beispielsweise, dass Stadtwerke immer mehr Kooperationen für die Realisierung von innovativen Projekten eingehen und somit eine wichtigere Rolle für Innovation in der Branche wahrnehmen. ABBILDUNG 16 zeigt die durchschnittliche Anzahl der Förderprojektpartner der verschiedenen Akteursgruppen für die Zeiträume 1968–2008 und 2009–2013. Der Vernetzungsgrad der großen vier Unternehmen fällt leicht ab, während der der Stadtwerke einen leichten Anstieg zeigt.

Möglicherweise sind die steigenden Vernetzungsgrade der Stadtwerke und Lieferanten als Reaktionen auf die geänderten (wettbewerbsstärkenden) Marktbedingungen nach der Novellierung des EEG im Jahr 2009 zu interpretieren (u. a. Marktprämie, Grünstromprivileg). Die Maßnahmen zur Integration von Wettbewerbsaspekten im Bereich der Erneuerbaren Energien des EEG 2009 konnten bei Stadtwerken durchaus zu Innovation (hier durch innovative Pilotprojekte) und Outreach (durch Ko-

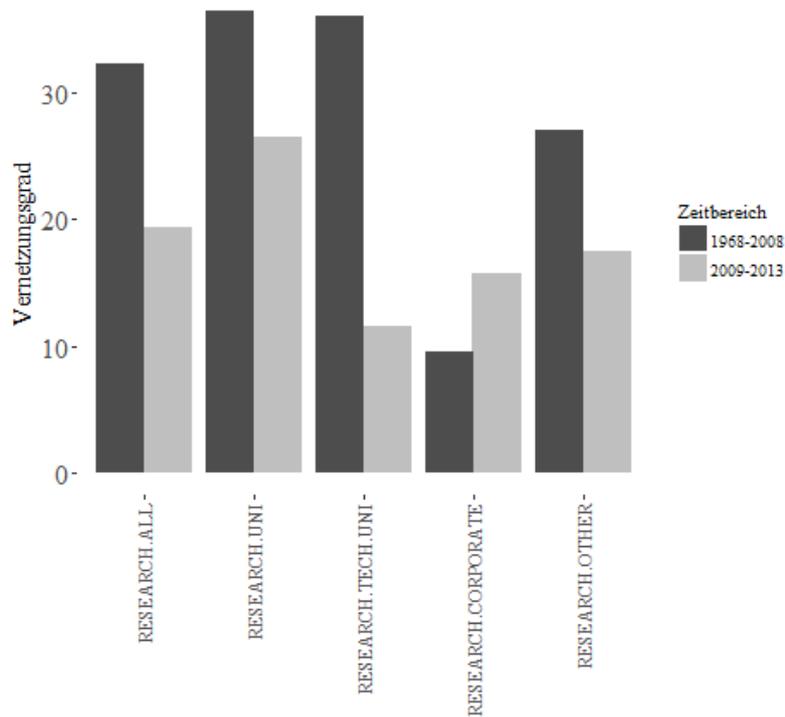
operation mit Forschungskonsortien) geführt haben. Sicher ist, dass Stadtwerke sich zunehmend in Förderprojekten mit Kooperationspartnern vernetzen, was wiederum ein Indiz für erhöhtes innovatives Potenzial sein könnte, welches auch von den Stadtwerken als solches wahrgenommen wird.



**Abbildung 15:** Vernetzungsgrad der Strommarktakteure nach Gruppen in den Zeiträumen 1968–2008 und 2009–2013  
[SW-Agent-Team].

Die Vernetzungsgrade von Forschungsinstituten wurden im Zuge der Analyse ebenfalls ausgewertet. Während Forschungsinstitute im Hinblick auf Förderprojekte erwartungsgemäß viel besser durchschnittlich vernetzt sind als Firmen (ABBILDUNG 15), zeigen sich zwischen unterschiedlichen Arten von Forschungsinstituten verschiedene Entwicklungen, was die Vernetzung mit der Strombranche betrifft (ABBILDUNG 16).

Seit 2009 sind Forschungsallianzen zwischen privaten Unternehmen und Forschungsinstituten in der Strombranche deutlich stärker vertreten. Diese Entwicklung bedarf weiterer detaillierter Untersuchungen – sie könnte aber ein Indiz dafür sein, dass die Energiebranche den Nutzen von Wissensnetzwerken für das Vorantreiben von Innovation und zur Entwicklung von verbesserten Prozessen, Produkten und Technologien stärker wertschätzt und verwendet und sich die jeweiligen Akteure deshalb auch stärker unmittelbar selbst im Forschungsprozess engagieren. Unumstritten ist die stärkere Bedeutung des Technologie- und Wissenstransfers in jüngerer Zeit durch die Kooperation der Forschungsinstitute mit den privaten Akteuren.



**Abbildung 16:** Vernetzungsgrad von Forschungsinstitutionen nach Gruppe in den Zeiträumen 1968–2008 und 2009–2013 [SW-Agent-Team].

Die Ergebnisse sind auch in Ziffer 7.2.e. im Publikationsanhang dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.2, Yadack et al (2014), *Research Networks in the German Electricity Market – Analyzing the role played by municipal energy companies*).

## 5 Arbeitspaket 3: Agentenbasiertes Stadtwerke-Modell

### 5.1 Überblick: Agentenbasierte Modellierung als Experimentierumgebung

Der agentenbasierte Modellierungsansatz erlaubt eine computergestützte Untersuchung von komplexen Entwicklungsprozessen (Deichsel und Pyka, 2009, Pyka, 2006, Pyka und Fagiolo, 2007, Farmer and Foley, 2009). Für wirtschaftswissenschaftliche Untersuchungen bietet sich dieser Ansatz in hervorragender Weise an, da ökonomische Systeme durch das dynamische Zusammenspiel interagierender heterogener Agenten mit einem außerordentlichen hohen Komplexitätsgrad versehen sind (Saviotti, 1996). Seit den frühen 2000er Jahren erfreut sich der agentenbasierte Ansatz in den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen großer Beliebtheit und findet immer breitere Anwendung. Auch in den Wirtschaftswissenschaften wird dieser Ansatz aufgrund seiner unbestritten herausragenden Eignung für die Analyse ökonomischer Problemstellungen nach anfänglich nur zögerndem Einsatz heute immer häufiger verwendet.

Ein wichtiges und noch ganz junges Forschungsfeld stellt die Frage der Anbindung der Simulationsmodelle an empirische Forschungen dar (Brenner und Werker, 2007). SW-Agent liefert hier einen Beitrag zur Kalibrierung und Validierung von agentenbasierten Simulationsmodellen und verdeutlicht gleichzeitig am Anwendungsfall, worin die eigentlichen Schwierigkeiten dieser Vorgehensweise liegen und wie diese exemplarisch zu überwinden sind. Der akteursbezogene Modellierungsansatz ist hinsichtlich der Datenanforderung im Mikrobereich äußerst anspruchsvoll und kann in den meisten Fällen nicht auf vorhandene, standardisierte sowie regelmäßig erhobene Daten zurückgreifen. Aufwendige Primärdatenerhebung zur Erschließung der charakteristischen Eigenschaften der heterogenen Akteure (z. B. in unserer Stadtwerkedatenbank) sowie deren Verhaltensweisen (z. B. in unserer Conjoint-Analyse der Kundenbefragung) sind erforderlich, um den Algorithmus mit der entsprechenden Funktionalisierung und Parametrisierung auszugestalten (vgl. Pyka and Werker, 2009 und Edmonds und Moss, 2004). SW-Agent ist in diesem Sinne zusätzlich als grundsätzliche Machbarkeitsstudie der empirisch-informierten agentenbasierten Modellierung zu betrachten. Dadurch werden die aufwendigen empirischen Arbeiten im SW-Agent-Projekt nicht nur eigenständig vor dem Hintergrund der zu Tage beförderten Ergebnisse verständlich, sondern auch in ihrer komplementären Funktion als Inputgeber für den Modellierungsteil.

Agentenbasierte Modelle zielen auf die Interaktionen zwischen heterogenen ökonomischen Agenten und der daraus resultierenden Dynamik, bei denen sich ökonomische Gleichgewichte allenfalls als Ausnahmesituationen einstellen. Durch die Prozessorientierung werden die Ergebnisse der agentenbasierten Modellierung insbesondere in der modernen Governance-Diskussion (Johnston, 2015) interessant: Wegen der im Vergleich zu herkömmlichen (gleichgewichtsorientierten) Modellierungsansätzen sehr engen Anbindung an die Empirie, rückt damit die Anwendungsorientierung der agentenbasierten Modelle in den Fokus. Die Einbeziehung vielfältiger empirischer Informationen (Kalibrierung und Validierung der Modelle) sowie die Einbindung der Stakeholder ermöglicht eine Anwendung der Modelle in sogenannten Politiklaboren (z. B. Ahrweiler et al., 2016, Johnston, 2015), die Entscheidungsträgern eine experimentelle Herangehensweise an die Steuerung komplexer Systeme ermöglichen (z. B. Gunderson, 2001). Ihre Stärken liegen aber nicht nur im Treffen von Aussagen über Entwicklungstendenzen, sondern insbesondere in der Möglichkeit, Strukturen und Raster zu erkennen, welche sich aus Nicht-Linearitäten durch die Entscheidungen der heterogenen Akteure herausbilden.

In SW-Agent haben wir einen ersten Prototyp eines agentenbasierten und empirisch-informierten Simulationsmodells im Sinne von Politiklaboren entwickelt, welches ermöglicht, den Untersuchungs-

gegenstand „Die Rolle von Stadtwerken in der Energiewende“ in eine computergestützte Experimentierumgebung zu überführen. Im Rahmen eines Fallbeispiels werden verschiedene mögliche Entwicklungsszenarien und der Einfluss unterschiedlicher Rahmenbedingungen im Zusammenspiel mit den Entscheidungen der beteiligten Akteure untersucht.

## 5.2 Makroebene: Agentenmodell zur regionalen Stromvermarktung

### 5.2.1 Hintergrund und Ziele

In dieser Teilstudie wurde eine agentenbasierte Simulationsumgebung für die Untersuchung von Wettbewerbsdynamiken in der Konkurrenz um Endkunden auf dem liberalisierten Strommarkt entwickelt. Das Modell dient dabei einer numerischen Betrachtung, welche die Abhängigkeit der Vertriebsmarge von Kundenpräferenzen darstellt. Die Vertriebsmarge stellt eine wichtige strategische Variable der regionalen Stromversorger dar. Darüber hinaus sollen mit dem Modell Aussagen über die Relevanz der Dynamiken im Simulationsmodell für die reale Wirtschaft induziert werden, indem die artifizielle Preis- und Margenentwicklung des Simulationsmodells mit den entsprechenden empirischen Zeitreihen verglichen werden.

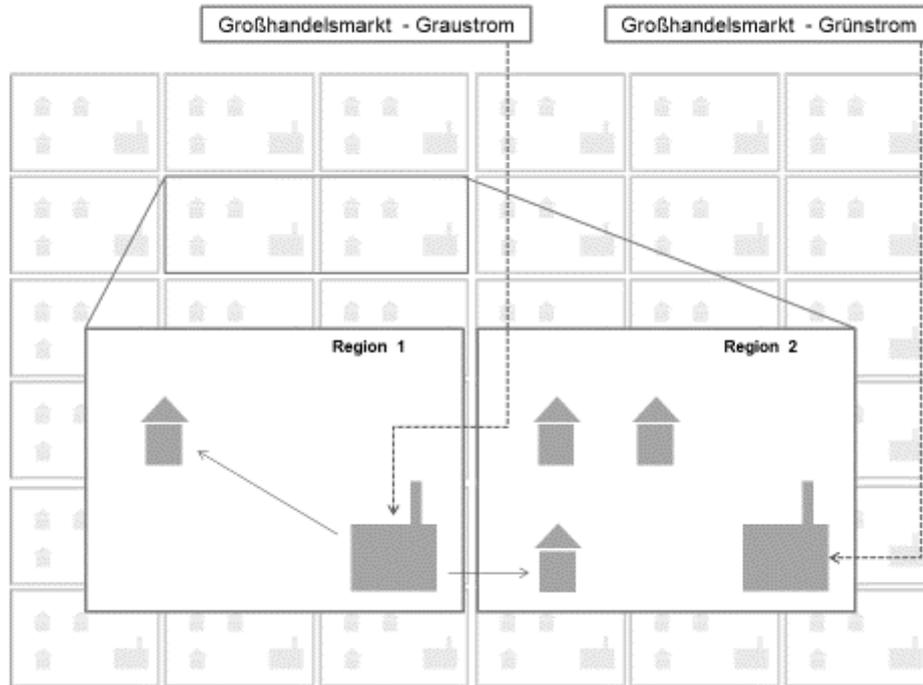
### 5.2.2 Methodik

Ansatzpunkt dieser Studie ist die Untersuchung der Bedeutung der Regionalität für die Nachfrageentscheidungen. Weshalb wurde der Faktor „Regionalität der Anbieter“ bisher in der Gesellschaft nur unzureichend wahrgenommen und von den Stadtwerken in seinem Potential für Absatzstrategien unterschätzt? In die Modellanalyse sind die empirischen Erkenntnisse der verschiedenen Teilstudien eingegangen und somit direkt zur Entwicklung einer simulierten Darstellung des Wettbewerbs um Haushaltsstromkunden eingesetzt worden. Damit lässt sich der Einfluss der regionalen Faktoren sowie weiterer Entscheidungskriterien (v. a. Preis) für die Entwicklung der Strommärkte darstellen und analysieren.

Besonders wichtig: Durch die in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Kundenbefragungen konnten die wesentlichen Faktoren, die zur Wahl eines Stromversorgers führen, berücksichtigt und die entsprechenden Parameter im Modell mit konkreten Zahlen beziffert werden. Unter anderem gaben Kunden an, dass der Preis zwar wichtig ist, dass es sich dabei aber für sie nicht um den „niedrigsten Preis“ handeln muss. 77 % der Befragten aus der 2015er Befragung nannten den Preis als Entscheidungskriterium, aber nur ein Bruchteil davon (rund 18 %) gab an, allein nach dem günstigsten Preis zu entscheiden. Mehr als die Hälfte, 51 %, legten vor allem Wert auf ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und bezogen damit noch andere (individuell wahrgenommene) Qualitätsparameter in ihre Entscheidungen ein. Die Umfragedaten zeigen, dass geographische Nähe zum Versorger ein wichtiger Faktor für die Entscheidung ist. Der Preis ist für Kunden, die in der Nähe eines Anbieters wohnen, weniger oft ein kritischer Entscheidungsfaktor im Vergleich zu Kunden, die weiter entfernt von ihrem Versorger wohnen. Auch die starke Präferenz für das regionale Stadtwerk in der auf der Conjoint-Analyse basierenden Befragung aus dem Jahr 2014 bestätigt die Bedeutung der Regionalität für die Kunden. Vertrauen durch regionale Nähe bleibt auch in den 2015er Befragungsergebnissen wichtig (auf Platz drei nach Preis und Ökologie). Diese Befragungsergebnisse stellten eine wichtige Grundlage zur empirisch kalibrierten Bestimmung der in der Simulation verwendeten Parameter dar.

Aufbauend auf den verschiedenen Stromkunden-Analysen zu den Beweggründen der Kunden wurden eine Struktur für die Simulation und die Modell-Agenten der Stadtwerke und Haushaltskunden entwickelt. Im Modell kaufen die Stadtwerke ihren Strom am Großhandelsmarkt ein und verkaufen die Energiemengen an ihre Haushaltskunden weiter (ABBILDUNG 17). Haushaltskunden entscheiden

sich entsprechend ihrer Präferenzen für einen Versorger. Regionalität spielt in ihren Präferenzen eine explizite Rolle und wird als einfache geografische Distanz in der Simulationsumgebung abgebildet.



**Abbildung 17:** Vereinfachte Darstellung von liberalisiertem Wettbewerb für Endkunden im Strommarkt [SW-Agent-Team/Bogner].

Die Stadtwerke im Modell suchen nach Regionen mit relativ unzufriedenen Kunden und werben um diese potentiellen neuen Kunden mit regionalen Vertriebskampagnen. Der Kundennutzen wurde im Modell durch die folgende funktionelle Form und deren Parameter abgebildet:

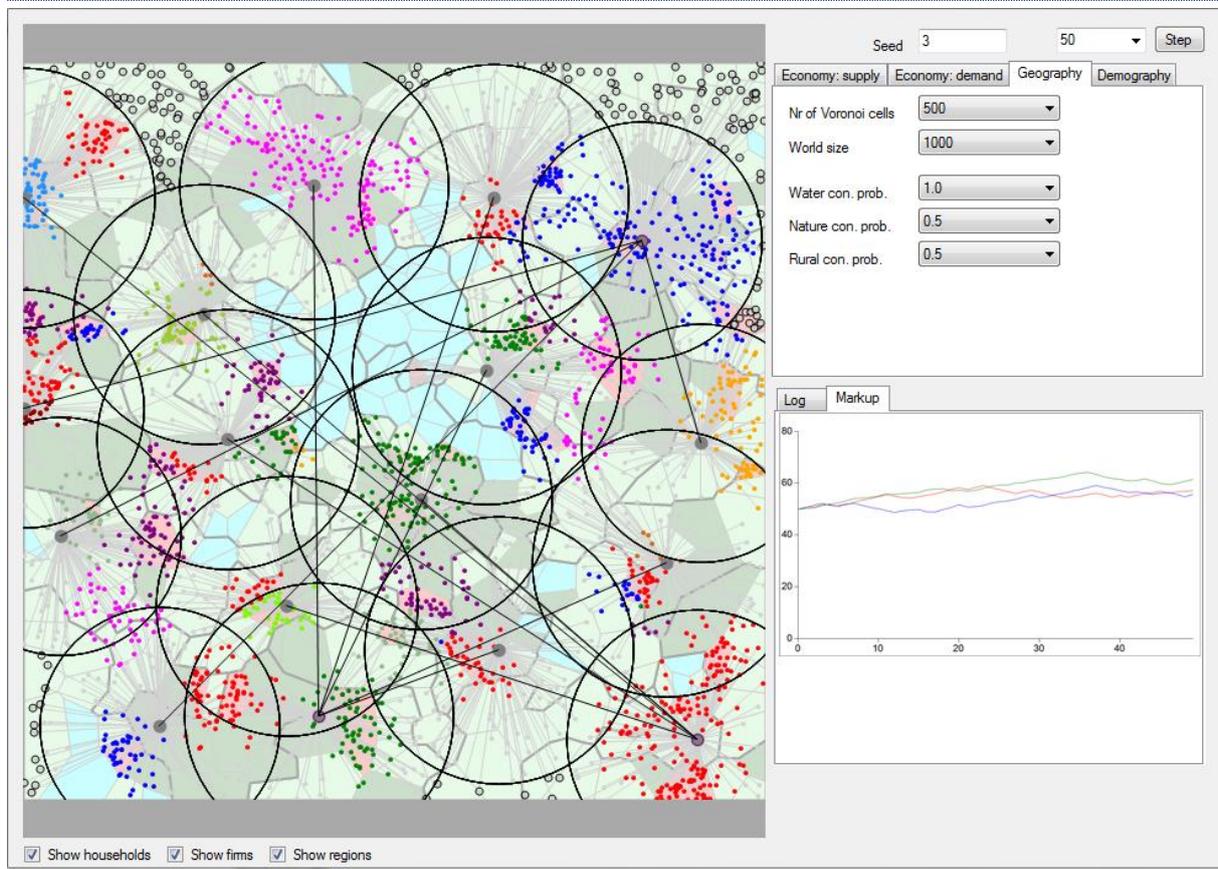
$$U = U_0 + g(\text{Grünstrom} = 1) - \phi d$$

wobei  $U_0$  ein Schwellenwert von Nutzen ist, unter dem ein Haushalt als unzufrieden bezeichnet wird,  $g$  die Gewichtung von Grünstrom,  $\phi$  ein Parameter zur Gewichtung von regionalen Faktoren in der Nutzenfunktion, und  $d$  die einfache geographische Distanz zwischen Kunden und Stromlieferant darstellt.

Zunächst wurde anhand der Liberalisierung des Strommarktes eine konkrete Simulationsstudie als Standardszenario konzipiert und als Referenzfall für das Modell herangezogen. Die Effekte und Auswirkungen von regionalen Aspekten im Wettbewerb um Endkunden wurden dabei in der (teilweise) „history-friendly-Abbildung“ der Strommarktliberalisierung untersucht (vgl. Malerba et al., 1999, 2001). Bei dieser Modellklasse von ABMs geht es darum, eine Vielzahl unterschiedlicher empirischer Informationen sowohl für die Modellarchitektur (*Kalibrierung*) als auch zur Überprüfung der generierten Simulationsdaten (*Validierung*) zu verwenden.

Für die Simulation wurden in diesem Sinne Landschaften aus zusammengesetzten urbanen und ländlichen Regionen generiert, auf welche die Haushalte verteilt wurden. Die Anzahl von Energieversorgern kann frei als Parameter angegeben werden, wobei für die hier vorgestellten Ergebnisse immer mit drei (nicht ausschließlich Grünstrom verkaufenden) Firmen simuliert wurde. Beim Start der Simulation konkurrieren die drei Energiefirmen durch die Anpassung ihrer Vertriebsmargen und durch

regionale Vertriebskampagnen in den verschiedenen Gebieten um die unzufriedenen Kunden. In jedem Zeitschritt können die Haushalte sich für einen neuen Versorger entscheiden und verfügen für diese Entscheidung über vollständige Informationen über die Angebote von allen beteiligten Energieversorgern.



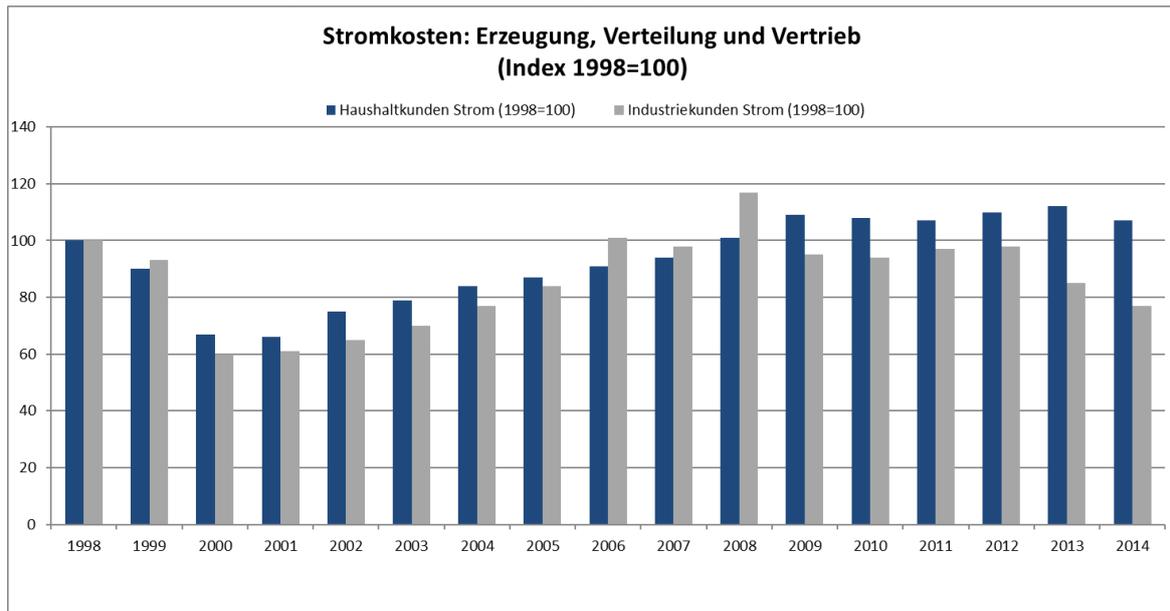
**Abbildung 18:** Simulationsumgebung und Bedienoberfläche für die ABM-Simulation von Wettbewerb zwischen Energieversorgern und Stadtwerken [Yadack et. al. (2017)].

Die entwickelte Simulationsumgebung inklusive Bedienoberfläche ist in ABILDUNG 18 dargestellt. Die Abbildung verdeutlicht die intuitive Gestaltung der Benutzeroberfläche in diesem „Politiklabor“, die es erlaubt, unmittelbar in die Prozesse einzugreifen und sofort die dadurch verursachten Veränderungen in den verschiedenen Graphiken abzulesen.

### 5.2.3 Ergebnisse<sup>3</sup>

Die Studie der Strommarktliberalisierung zeigt, dass die Margenentwicklung der Energieversorger von der Ausprägung der regionalen Präferenzen der Haushalte abhängig ist. Das konnte beispielsweise durch höhere Vertriebsmargen bei Haushaltskunden beobachtet werden. In einzelnen Fällen spielte jedoch die geographische Lage eine Rolle, nämlich dann, wenn die simulierten Energieversorger zu einer anderen Tarifgestaltung gezwungen wurden, um ihr Gebiet bzw. ihre angestammten Kunden bei einem Markteintritt eines neuen Anbieters zu verteidigen.

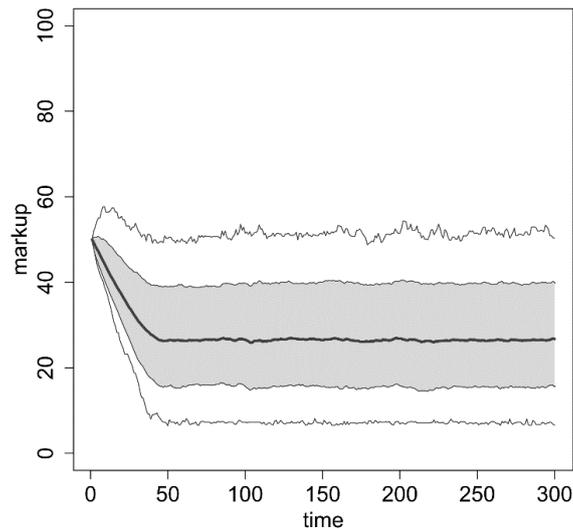
<sup>3</sup> Eine Auswahl der Ergebnisse ist auch in Ziffer 7.1.a. im Publikationsanhang dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.1, Yadack et al (2017), *Competition in the German Market for Retail Electricity: An Agent-Based Simulation*).



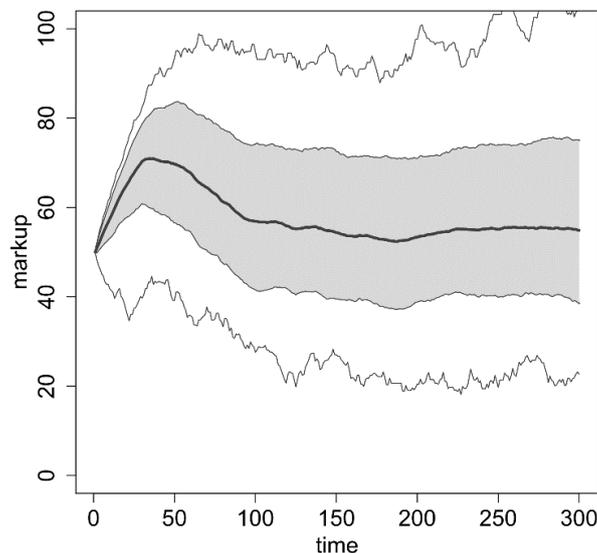
**Abbildung 19:** Stromkosten für Haushalts- und Industriekunden 1998-2014 [BDEW (2015), Darstellung nach Yadack et. al. (2017)].

Regionale Präferenzen von Haushaltskunden können die Entwicklung von Preisen und Margen maßgeblich beeinflussen. Die schwankende und über den Betrachtungszeitraum zunehmende historische Entwicklung der Vertriebsmargen für Privatkundenstrom (ABBILDUNG 19) deutet auf einen Einfluss regionaler Präferenzen hin. Durch die Berücksichtigung solcher Präferenzen in unserem agentenbasierten Modell kann dieser Zusammenhang in einem komplexen nicht-linearen System reproduziert werden. Die folgenden ABBILDUNGEN 20 und 21 zeigen die Ergebnisse von Monte-Carlo-Simulationen unterschiedlicher Parametrisierungen unseres Modells mit jeweils 300 Wiederholungen.

In den ABBILDUNGEN ist die Entwicklung der Vertriebsmargen der Stromlieferanten im Zeitverlauf aufgezeigt. Die schwarze mittlere Linie zeigt den Durchschnitt der Marge zum jeweiligen Zeitpunkt über alle Simulationen. Die äußeren oberen und unteren Linien zeigen die maximalen und minimalen Margen zu den jeweiligen Zeitpunkten. Die inneren Linien zeigen die durchschnittliche Maximal- und Minimal-Margen in jedem Zeitschritt. ABBILDUNG 20 zeigt die Simulationsergebnisse für einen relativ niedrigen Wert für regionale Präferenzen von Haushaltskunden ( $\phi = 0,1$ ). ABBILDUNG 21 zeigt die Ergebnisse für hohe regionale Präferenzen ( $\phi = 0,7$ ).



**Abbildung 20:** Vertriebsmargen in der Simulation. Parameter für regionale Präferenzen  $\phi = 0,1$  [Yadack et. al. (2017)].

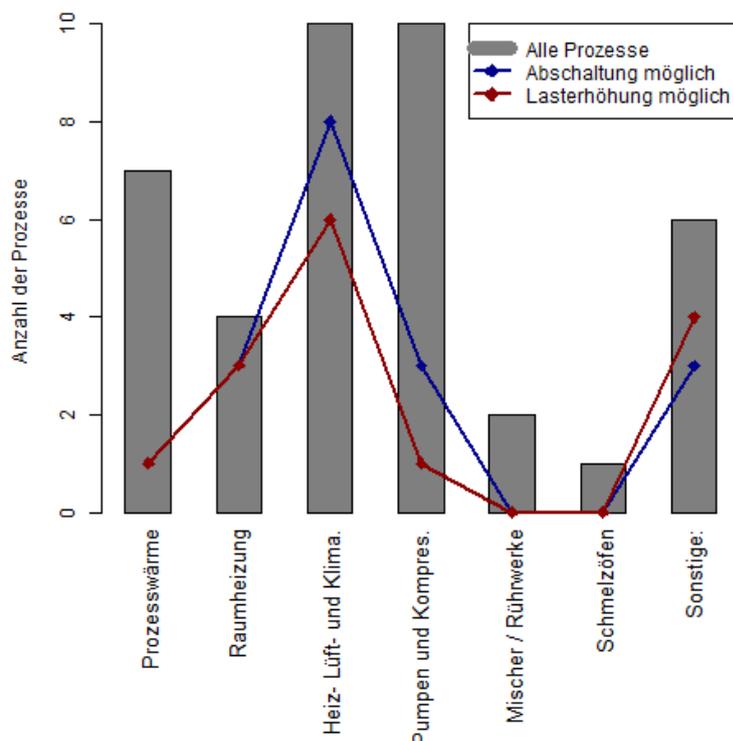


**Abbildung 21:** Vertriebsmargen in der Simulation. Parameter für regionale Präferenzen  $\phi = 0,7$  [Yadack et. al. (2017)].

Mit der Erhöhung der regionalen Präferenzen wird die Entwicklung der Margen deutliche volatiler und nähert sich den empirisch beobachteten Verläufen an. Die Margenentwicklung in der Simulation reproduziert und erklärt die zeitliche Entwicklung der realen empirischen Zahlen für durchschnittliche Vertriebsmargen bei Haushaltskunden seit der Liberalisierung. ABBILDUNG 19 zeigt die konkrete empirische deutschlandweite durchschnittliche Entwicklung der reinen Energiekosten plus Verteilung und Vertriebsmarge für Industriekunden im Vergleich zu den gleichen Kosten für Haushaltsstromkunden (alles abzüglich gesetzlicher Umlagen und Steuern) seit 1998. Nach anfänglichen durch die Liberalisierung angestoßenen Reduzierungen der Marge beobachtet man für die Haushaltskunden einen Anstieg. Während für Industriekunden die Kosten im Beobachtungszeitraum um 28 % fallen, steigen für Haushaltskunden im gleichen Beobachtungszeitraum die Kosten um rund 7 %. Das Simulationsexperiment verdeutlicht, dass für diese Entwicklung vor allem die regionalen Präferenzen der Haushaltskunden verantwortlich gemacht werden können.

### 5.3 Mikroebene: Ausblicke auf intrakommunale Agentenmodelle

Die Modellierungsansätze aus Kapitel 5.2 wurden in einem weiteren Schritt auf eine kleinere „intra-kommunale“ Ebene übertragen, damit Vorgänge in die Analyse einbezogen werden können, die eine höhere „Auflösung“ auf der Akteursebene erlauben. Die agentenbasierte Methode ermöglicht es, komplexe Sachverhalte wie beispielsweise die Interdependenzen zwischen dem Energieversorgungssystem und der Absatzpolitik der Anbieter zu untersuchen. Um die Akteursebene präziser abzubilden, werden in einem ersten Schritt Pilotbefragungen der relevanten Stakeholder durchgeführt. Anschließend werden die quantitativen empirischen Ergebnisse dazu verwendet, das Verhalten der unterschiedlichen Agenten zu modellieren. Die Methode erforderte zunächst ein für die Stakeholder relevantes Themenfeld zu identifizieren. Dabei stellte sich heraus, dass das Geschäftsfeld „Demand Side Management“ (DSM) für viele Stadtwerke und Energieversorger immer wichtiger wird. Diese Überlegungen führten dazu, dass zusammen mit dem Praxispartner Stadtwerke Tübingen im Frühjahr 2015 unter regionalen Industriekunden und -nichtkunden eine soziotechnische Potenzialabfrage für DSM durchgeführt wurde. Im Rahmen des Pilotprojekts wurden 112 Firmen gebeten, über ihre besonders stromintensiven Prozesse zu berichten. Sie sollten dabei angeben, ob sie sowohl über die technischen Möglichkeiten verfügen als auch die Bereitschaft dafür aufbringen würden, ihren Bedarf an elektrischer Leistung auf kurzfristige Anfragen hin zu erhöhen oder zu reduzieren. Entsprechende Aktivitäten könnten zu einer deutlichen Erleichterung und damit Kostenreduktion des Lastenmanagements führen. Außerdem wurden die Unternehmen nach Hemmnissen und Treibern für eine Partizipation am Demand-Side Management des Stromanbieters befragt. Von den 112 kontaktierten Unternehmen lieferten 18 Unternehmen auswertbare Ergebnisse, die über 40 einzelne Industrieprozesse betreffen. Diese Unternehmen gaben an, für 18 dieser 40 Prozesse ihren Stromverbrauch flexibel reduzieren und für weitere 15 Prozesse ihren Stromverbrauch flexibel erhöhen zu können. **ABBILDUNG 22** zeigt diese Prozesse aufgeteilt in einzelnen Prozesskategorien.



**Abbildung 22:** Industrie- und Querschnittsprozesse mit flexiblen Stromlasten [SW-Agent-Team].

Obwohl die Befragung zeigt, dass die ökonomischen und technologischen Möglichkeiten von mittelständischen Industrieunternehmen, ihren Stromverbrauch flexibel zu reduzieren oder zu erhöhen,

insgesamt als gering einzuschätzen sind, wurden einzelne Fälle einer genaueren Betrachtung unterzogen. Im Rahmen von SW-Agent modellierte Pohl (2015) flexible Stromleistungen einer in der Region ansässigen Härtereier, um die komplexen Dynamiken in einem solchen Prozess für die Entscheider zu verdeutlichen. Insbesondere wurde das thermische Potenzial von elektrischen Heizelementen in Öl-befüllten Abschreckbädern durch verschiedene Steuerungsstrategien geschätzt. Die Firma war technisch zwar in der Lage, ihren Stromverbrauch allein für diesen Prozess länger als 15 Minuten um 124 kW flexibel zu erhöhen. Es gab jedoch zwei Gründe – einer marktbedingt, der andere strategisch – weswegen das Unternehmen schlussendlich die Teilnahme an einem DSM-Programm ablehnte: Der erste Grund war, dass möglicherweise erhöhte Stromverbrauchsspitzen zu erhöhten Netznutzungsentgelten für die Firma führen könnten, was ein unverhältnismäßig großes finanzielles Risiko für das Unternehmen darstellte. (Mit aktuellen und erwarteten Marktpreisen für Minutenreserve, Sekundärregelleistung und Netznutzungsentgelten in Verteilnetzen schreckt dieses Hindernis mittelgroße Firmen deutschlandweit ab, die zu Zwecken der Netzstabilisierung zeitweise erhöhte Stromabnahme anbieten könnten.) Mit anderen Worten sind solche Maßnahmen ohne tieferegehende tarifliche Veränderungen nicht sinnvoll. Ein zweiter maßgeblicher Hinderungsgrund ist der Datenschutz und die Sicherung von Geschäftsgeheimnissen. Die betrachtete Firma stand unter großem Wettbewerbsdruck in ihrer Branche (Härtereier) und war nicht bereit, Details bestimmter Prozesse mit Aggregatoren und/oder Vermarktern zu teilen (z. B. Anlagen-spezifische Lastprofile in Feinauflösung). Trotz potenzieller Erlöse und einer vergleichsweise niedrigen Amortisationsdauer der notwendigen Investitionskosten von zwei bis zweieinhalb Jahren konnte das Unternehmen sich deshalb nicht dazu entschließen, an einem DSM-Programm teilzunehmen.

Das Fallbeispiel der Härtereier und die Erkenntnisse der regionalen Befragung mit den Stadtwerken Tübingen zusammen mit dem Simulationsansatz zeigen: Für Industrieunternehmen bestehen strategische und wettbewerbliche Barrieren, an DSM-Programmen teilzunehmen. Gleichzeitig erweist sich für den Energieversorger dieses Geschäftsmodell als äußerst komplex: Vielfältige regulatorische Vorgaben, firmeninterne Prozesse und diverse weitere Faktoren (z. B. Geschäftsbeziehungen und sensible Daten) erschweren den Vertrieb von DSM als eine Dienstleistung von Energieversorgern und erschweren die Teilnahme von Industrieakteuren. Ohne weitere innovatorische Verbesserungen beim DSM für Industriekunden ergeben sich daher noch keine neuen Geschäftsfelder für Stadtwerke. Die in der empirischen Analyse ermittelten zunehmenden Aktivitäten der Stadtwerke in Forschungsallianzen lassen hier bereits auf eine strategische Neuorientierung schließen.

Aufbauend auf diesen Studien modellierte Boch (2016) in einem zweiten Ansatz das DSM-Potenzial privater Haushalte mit elektrischen Heizungssystemen. Hierfür wurden die technischen Möglichkeiten für Haushalte betrachtet, ihre Stromheizungen in Kombination mit eigenem PV-Strom und (überwiegend regenerativem, netzstabilisierendem) Strom aus Sekundärregelleistung zu betreiben. In dieser Analyse zeigt sich, dass die größte Schwierigkeit für die Modellbildung darin liegt zu bestimmen, in welchem Ausmaß der für Steuerungskonzepte nötige hohe Komplexitätsgrad reduziert werden kann, ohne dass das eigentliche Problem zu stark vereinfacht wird. Eine Möglichkeit stellen beispielsweise die Bündelung und der Zusammenschluss von flexiblen Haushalts-Verbrauchern (z. B. bezogen auf Stadtteile) dar. Brennenstuhl et. al. (2016) berichten über weitere Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Teilnahme von Privathaushalten an intelligent vernetzten Stadtvierteln und nehmen konkret Bezug auf das Plusenergiequartier „Vordere Viehweide“ der Gemeinde Wüstenrot.

Die Beispiele der DSM-Implementierung für Industrie- und Haushaltskunden verdeutlichen auch das grundsätzliche Potenzial der agentenbasierten Modellierung für die Evaluierung möglicher neuer Geschäftsmodelle für Stadtwerke: Die modellmäßige Abbildung einzelner Akteure erlaubt die Ab-

schätzung von interdependenten Kosten- und Entscheidungsverläufen, die Ermittlung von grundsätzlichen Schwierigkeiten und überwindbaren Engpässen sowie eine ex-ante Evaluierung möglicher neuer Geschäftsfelder.

Die Ergebnisse aus SW-Agent gehen in zukünftige Forschungen ein: In dem weiterführenden Forschungsprojekt Sim4Blocks<sup>4</sup>, welches im April 2016 startete, werden Fallbeispiele von drei Stadtvierteln (Gewerbe wie Privathaushalte) untersucht. Dazu werden die Verbraucher zur Erprobung der Erbringung und Vermarktung flexibler Stromleistungen mit neuen Heizungsanlagen (und teilweise mit zusätzlichen Stromspeichern) ausgestattet. Parallel dazu werden gesellschaftliche Faktoren wie die soziale Akzeptanz abgefragt und sozialwissenschaftlich begleitet und ausgewertet. Auf dieser Mikroebene werden weitere intra-regionale ABM-Studien durchgeführt, um die optimale Einbindung von regionalen Clustern von Privathaushalten für das Angebot von flexiblen Leistungen innerhalb eines Stadtviertels zu erforschen.

---

<sup>4</sup> EU Horizon 2020 Programmnummer 695965. Laufzeit April 2016 bis März 2020. Siehe auch [www.sim4blocks.eu](http://www.sim4blocks.eu).

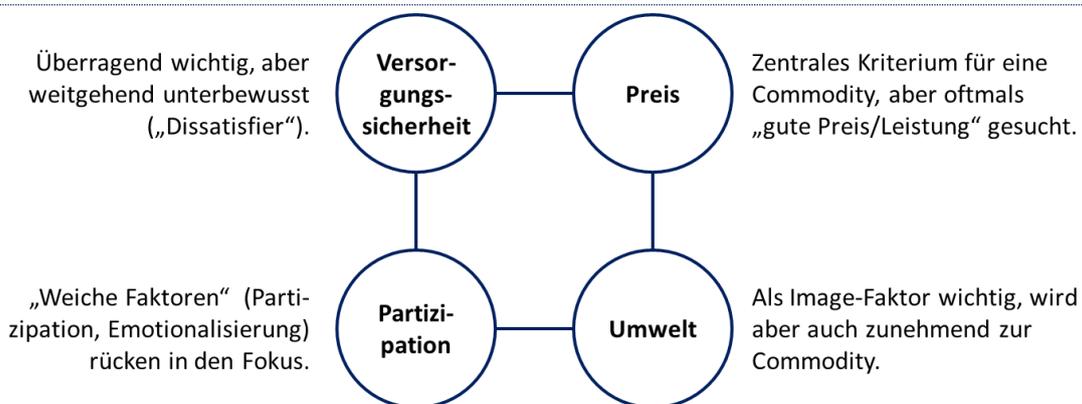
## 6 Ergebnisse und Empfehlungen

Kernergebnisse aus den empirischen Teilen von SW-Agent (Arbeitspakete 1 und 2) sind:

- **Stadtwerke sind auf der Suche nach neuen Geschäftsmodellen.** Die Rentabilität im angestammten Geschäft der Stadtwerke sinkt seit Beginn der Energiewende, während zugleich die Unsicherheit zur Entwicklung und Zukunft der Branche zunimmt. Unter Stadtwerken löst das vielfältige Innovationsbemühungen und die Suche nach neuen Geschäftsfeldern aus. Die Innovationsdynamik bleibt dabei jedoch fraglich. Eine Kennzahlenanalyse lässt vermuten, dass viele Unternehmen bislang nicht der durch die Energiewende initiierten Dynamik folgen und eher in den Substanzerhalt ihres Anlagevermögens investieren. Auch eine Metastudie in ausgewählten Fachzeitschriften kommt zu dem Ergebnis, dass die große Mehrzahl der bislang zu beobachtenden Innovationen auf Verbesserungsinnovation im angestammten Geschäftsfeld entfällt. Grundsatzinnovationen in der bekannten Branche (beispielsweise Elektromobilität, Energiedienstleistungen etc.) finden ebenfalls in vielfältiger Ausprägung statt, lassen jedoch in vielen Fällen jenseits des Pilotstadiums noch kein klares, selbsttragendes Geschäftsmodell erkennen. In neuen Branchen und Geschäftsfeldern außerhalb des angestammten Energiegeschäfts, beispielsweise im Bereich der Gesundheitservices, finden noch fast gar keine Innovationen statt, obwohl hier erhebliches Potenzial liegen könnte.
- **Partizipation als essenzielle, vierte Dimension im energiewirtschaftlichen Zielsystem.** Es ist oft diskutiert worden, dass das klassische energiewirtschaftliche Zieldreieck – Versorgungssicherheit, Preiswürdigkeit, Umweltverträglichkeit – und eine soziale Dimension (oft wird diese „Akzeptanz“ genannt) zu erweitern sei. Unsere Untersuchungen legen nahe, dass tatsächlich auf dieser vierten Dimension gegenwärtig besonderes Augenmerk liegt und dass die Beschreibung als passive „Akzeptanz“ zu kurz greift (vgl. dazu auch den Überblick in ABBILDUNG 23):
  - *Versorgungssicherheit als stille Kernkompetenz.* In ungestützten Kundenbefragungen kommt die Dimension der Versorgungssicherheit fast gar nicht vor, während der Versorgungssicherheit in gestützten Befragungen („Wie wichtig ist Ihnen Versorgungssicherheit?“ auf einer Skala von 1 bis 5) regelmäßig herausragende Wichtigkeit und ebenso herausragend gute Erfüllung bescheinigt wird. Das führt zu der Interpretation, dass die Gewährleistung hervorragender Versorgungssicherheit offenbar eine infrastrukturelle Kernkompetenz der verantwortlichen Energieversorger ist, diese Leistung jedoch für viele Kunden mangels Negativerfahrung eine unterbewusste Selbstverständlichkeit bleibt (ein sogenannter „Dissatisfier“: die Gewährleistung wird als selbstverständlich angenommen und nicht besonders honoriert, wohingegen eine Störung zu erheblicher Unzufriedenheit der Kunden führen würde).
  - *Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis gesucht.* Im liberalisierten Commodity-Markt für Elektrizität ist und bleibt der Preis ein entscheidendes Kriterium. Unsere Befragungsmethodik mit offenen Fragen führt allerdings zu differenzierten Ergebnissen: Eine vergleichsweise kleine Gruppe von Privatkunden sucht ausdrücklich den niedrigsten möglichen Preis, während viele Befragte vielmehr ein „gutes Preis-Leistungs-Verhältnis“ suchen. Darin dürfte eine vertriebliche Chance liegen, sich zumindest ein Stück weit vom Preisbrecher-Ansatz abzuheben.
  - *Öko-Strom wird zunehmend zur Commodity.* Ökologische Aspekte erscheinen inzwischen weithin fast als Selbstverständlichkeit, ohne jedoch besondere Zahlungsbereitschaften auszulösen oder in der ungestützten Befragung pointiert aufzutreten. Die Interpretation liegt nahe, dass ökologische Aspekte (z. B. Angebot von Öko-Strom) zwar weiterhin als Image-Faktoren wichtig sind, jedoch zunehmend selbst zur Commodity geworden sind. Diese Sicht wird stark durch die Ergebnisse aus der Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid gestützt, in dem

die Initiatoren mit nachdrücklichen ökologischen Argumenten angetreten sind, die aber für die Wahlberechtigten ganz offensichtlich eine untergeordnete Rolle spielten.

- *Partizipation als neue Zieldimension.* Auffällig ist, dass scheinbar „weiche Faktoren“ wie Partizipation, Transparenz, Verständlichkeit und Emotionalisierung sehr deutlich in den Fokus der Kunden gerückt sind. Im Berliner Volksentscheid war die Forderung nach Partizipation der zweitwichtigste Grund, für eine Stadtwerke-Gründung und Rekommunalisierung zu stimmen – deutlich vor den Überlegungen zur Preissetzung und Ökologie. Diese vierte Dimension im energiewirtschaftlichen Zielsystem geht damit weit über passive Akzeptanz hinaus und verlangt bei Energieversorgern nach einer Neujustierung ihrer Kundenbeziehungen.
- **Regionalität, Service und Kundennähe als spezifische Stadtwerke-Assets.** „Service und Vertrauen“ sowie Kundennähe sind Ankerpunkte des Stadtwerke-Wertversprechens, und zwar auch bei überregional aktiven Stadtwerken und relativ unabhängig von der Entfernung des Kunden zum Stadtwerk. Regionale Verankerung und regionales Engagement sind weitere spezifische Markenzeichen von Stadtwerken, die sich aber erwartungsgemäß nur bei ortsnahen Kunden auswirken. Bemerkenswert ist ein weiterer Befund aus der Tübinger Kundenbefragung, der entgegen der gelebten Praxis nahelegt, dass viele Kunden sich Loyalitätsprogramme anstelle von Anreizen zum Versorgerwechsel wünschen.
- **Methodischer Exkurs: Online- statt Telefonbefragungen.** Die Tübinger Kundenbefragung bot als willkommenen Nebeneffekt die Gelegenheit zur Methodenevaluation in Kundenbefragungen. Darin fallen besonders zwei Befunde auf, die bei der zukünftigen Gestaltung von Kundendialogen beachtet werden sollten. Erstens zeigt sich, dass der nach wie vor sehr verbreitete Weg der telefonischen Kundenbefragung nicht nur mit relativ sehr hohem Aufwand pro Befragtem verbunden ist, sondern auch zu systematischen soziodemographischen Verzerrungen führt („Senioren-Verzerrung“). Online-Befragungen auf Basis gut gepflegter E-Mail-Kontakte sind nicht nur wesentlich kosteneffizienter, sondern führen auch zu differenzierteren Aussagen und besserer soziodemographischer Durchmischung. Zweitens zeigt sich, ebenfalls im Widerspruch zur weithin gelebten Praxis in vielen etablierten Befragungsformaten, die Wichtigkeit offener (ungestützter) Fragestellungen, die zwar mit deutlich höherem Auswertungsaufwand verbunden sind, aber zu wesentlich differenzierteren Ergebnissen führen bzw. die Forschung in einigen Fällen (Beispiel: Wichtigkeit des Kriteriums Versorgungssicherheit) geradewegs vor Artefakten bewahren.



**Abbildung 23:** Vier Hypothesen entlang des „Zielvierecks“ der Energiewirtschaft [TU Berlin/EnSys].

Entscheidungsträger in Stadtwerken mögen damit folgende Empfehlungen in Betracht ziehen:

- **Stärken nutzen – und den Blick über den Tellerrand wagen.** Die Strategieentwicklung bei der Suche nach neuen Geschäftsfeldern muss ein klares Verständnis der spezifischen Stadtwerke-

Stärken in den Mittelpunkt stellen: Dies sind Regionalität, Service und Kundennähe als Kern des Stadtwerke-Wertversprechens, nicht jedoch die (durchaus durch Wettbewerber austauschbare) Fähigkeit zur Energielieferung. Es erscheint durchaus lohnend, auch radikale Innovationen in Betracht zu ziehen und den „Blick über den Tellerrand“ der angestammten Energiebranche zu wagen. In scheinbar fremden Branchen etwa des Wohnungsmarktes und Gesundheitswesens könnten sich Chancen bieten, die sehr gut zum spezifischen Stadtwerke-Wertversprechen passen.

- **Den Kunden zum Partner machen.** Stadtwerke kommen nicht umhin, auf das gestiegene Partizipationsbedürfnis ihrer Kunden zu reagieren. Darin kann allerdings nicht nur eine PR-Pflicht, sondern durchaus eine Chance liegen, wenn es gelingt, Kunden zu Partnern zu machen. Strategien können je nach Stadtwerk sehr unterschiedlich ausfallen – beispielsweise mit finanziellen Kundenbeteiligungen oder mit der Einbindung in Form von Kundenbeiräten. Auch die oft noch ungeliebten Smart Meter könnten sich bei intelligenter Ausgestaltung als ein wertvolles Instrument erweisen, den Privatkunden („SLP-Kunden“) aus der Anonymität des „Zählpunktes“ zu holen.
- **Kundenbefragungen als regelmäßiges strategisches Instrument einsetzen.** Kundenbefragungen haben sich als ergiebiges strategisches Instrument erwiesen und sollten von Stadtwerken regelmäßig eingesetzt werden. Die fast durchgängig sehr positiven Reaktionen auf die Befragung, die verblüffend hohen Response-Quoten (in Tübingen über 20 %) und die wertvollen Impulse belegen den kommunikativen und inhaltlichen Wert der Kundenbefragung. Essenziell ist es allerdings, Aufwand in eine individuell und gut gestaltete Umfrage anstelle der verbreitet eingesetzten, standardisierten und oftmals wenig aussagekräftigen Befragungsformate zu investieren.

Kernergebnisse aus der Modellierungsarbeit von SW-Agent (Arbeitspaket 3) sind:

**Empirisch informierte agentenbasierte Simulationsmodelle** erlauben eine Beschreibung und Analyse von dynamischen Prozessen, die durch verschiedene Einflussfaktoren in einem komplexen und co-evolutionären Wandelungsprozess der regionalen Stromversorgung und der Stadtwerklandschaft angestoßen wurden. Die Aussagekraft dieser Modelle ist im Vergleich zu traditionellen gleichgewichtsorientierten ökonomischen Modellen als deutlich größer einzuschätzen: Insbesondere die Berücksichtigung der Heterogenität der Akteure, technologischer und organisatorischer Innovationen, zahlreicher empirisch kalibrierter Verteilungen sowie Kausalzusammenhänge ermöglicht in sogenannten Politiklaboren (agentenbasierte Modelle mit graphischer Nutzeroberfläche) eine intuitive Unterstützung von Entscheidungsträgern, die mit einer immer größer werdenden Unsicherheit umzugehen haben. Die Modellarchitektur ermöglicht zudem die Ermittlung kausaler Zusammenhänge trotz der zahlreichen, durch Interdependenzen und Interaktionen der Akteure hervorgerufenen Nicht-Linearitäten.

Für die **Kalibrierung** dieser agentenbasierten Simulationsmodelle kann in den wenigstens Fällen auf standardisierte und regelmäßig erhobene Daten, insbesondere Zeitreihen, zurückgegriffen werden. Deswegen sind für die Implementierung zeit- und kostenaufwendige Primärdatenerhebungen notwendig, die die Grundlage für die funktionale Ausgestaltung des Algorithmus sowie die Parametrisierung der Simulationsumgebung darstellen. Liegen entsprechende Informationen vor, lassen sich nicht nur neue Einsichten zum Prozessverlauf generieren, sondern die Modelle können experimentell verwendet werden, um unterschiedliche Governance-Strukturen sowie strategische Interventionen *in-silicio* im Sinne einer ex-ante Evaluation in der Simulation auszuprobieren.

Die im SW-Agent entwickelten agentenbasierten Simulationsmodelle stellen die grundsätzliche Umsetzbarkeit dieser in den Wirtschaftswissenschaften noch immer neuen Methodik dar. Exemplarisch

wird in einem Modell auf der **regionalökonomischen Ebene** gezeigt, wieso sich in der Entwicklung der Margen für die Energieanbieter nach der Liberalisierung für Industrie- und Haushaltskunden zum einen sehr volatile und zum anderen divergente Entwicklungen einstellen. Die zunehmende Berücksichtigung regionaler Präferenzen bei den Haushalten in den Absatzstrategien der Energieunternehmen wurde dabei als ursächlich für im Zeitablauf wieder zunehmende Strompreise für Haushaltskunden identifiziert. Dadurch ergeben sich für die strategische Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für Stadtwerke wichtige Hinweise hinsichtlich der Priorisierung verschiedener Handlungsfelder.

Neben den regionalökonomischen Anwendungsgebieten lassen sich die agentenbasierten Modelle auch für **einzelwirtschaftliche Fragestellungen** einsetzen. Exemplarisch wurde im SW-Agent-Projekt das *Demand Side Management* als neues Geschäftsmodell für Industriekunden und Haushaltskunden untersucht. Die Modellanalysen auf Einzelakteursebene ergeben hier einen nach wie vor hohen Innovationsbedarf, da die gängigen Ansätze beim *Demand Side Management* noch nicht in der Lage sind, auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Kundengruppen einzugehen und eine unterschiedliche Interessenslage auf der Nachfrageseite insgesamt eher zu einer ablehnenden (bzw. abwartenden) Haltung führt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch das **Zusammenspiel innovativer Methoden der Datenerhebung und der Modellierung** die Komplexität von Veränderungsprozessen zumindest teilweise durchdrungen werden kann. Eine adäquate Berücksichtigung dieser Komplexität ist für eine zukunftsorientierte Entscheidungsfindung unumgänglich und kann von traditionellen Optimierungsansätzen nicht geleistet werden.

## 7 Output von SW-Agent

### 7.1 Übersicht der Publikationen und Zeitungsbeiträge

- a. Yadack, Vermeulen, Pyka (2017), *Competition in the German Market for Retail Electricity: An Agent-Based Simulation*, in: Vermeulen und Paier (Hrsg.), *Innovation Networks for Regional Development, Concepts, Case Studies, and Agent-Based Models*, Springer, Berlin, Heidelberg & New York, 255–272.
- b. Brennenstuhl, Yadack, Pietruschka, Eicker, *Towards Understanding the Value of Decentralized Heat Pumps for Network Services in Germany: Insights Concerning Self-Consumption and Secondary Reserve Power*, In Proceedings of the IEEE Second International Smart Cities Conference. Trento. 2016.
- c. Yadack, Bogner, Vermeulen, Graebig, Pyka, *Stadtwerke als Gestalter der Energiewende*, e|m|w, 5|16.
- d. Graebig, Erdmann, Röder, *Assessment of residential battery systems (RBS)*, Management + Innovation, 02|2014.
- e. Graebig, *Mitbestimmung war wichtiger als Ökologie (Forscher untersuchten die Motive der Wähler beim gescheiterten Volksentscheid über den Rückkauf der Berliner Netze)*, ZfK, Feb 2014, S. 11
- f. Graebig, Jäschke, *Energiepolitik aus Sicht der kommunalen Entscheidungsträger – Zwischen Energiewende und Rekommunalisierung*, e21.magazin, Nr. 1, Januar 2014.
- g. Engelke, Graebig, *Der Status Quo innovativer Geschäftsmodelle bei Energieversorgern*, Energie-wirtschaftliche Tagesfragen 63. Jg. (2013) Heft 11.

### 7.2 Übersicht der Konferenzteilnahmen, Vorträge und Interviews

- a. Graebig, Interview als Studiogast in der RBB-Abendschau am 10.11.2015 zum Thema „Rekommunalisierung in Berlin“
- b. Graebig, Yadack, *Redefining utility business models: a large-scale assessment of customers' perspectives*, 38<sup>th</sup> IAEE International Conference, Antalya (Türkei), 25.–27.05.2015
- c. Graebig, Interview in der Blog-Reihe „energieheld fragt – Experten antworten“, <http://www.energieheld.de/blog/interview-markus-graebig-tu-berlin/>, 02.02.2015
- d. Graebig, Preiß, *How to implement customer participation within distribution system operators (DSOs)*, 14<sup>th</sup> IAEE European Energy Conference “Sustainable Energy Policy and Strategies for Europe”, Rom (Italien), 28.–31.10.2014
- e. Yadack, Graebig, Fähnrich, Pyka, *Research Networks in the German Electricity Market – Analyzing the role played by municipal energy companies*, IAEE Conference Peking, 19.–21.09.2014
- f. Yadack, Graebig, *Den richtigen Mix gesucht* [Interview zum Forschungsprojekt SW-Agent], TAM – Nachrichten für die Versorgungswirtschaft, 18/14, 11.09.2014, S. 2
- g. Yadack, Schittenhelm, *SW-Agent: Modeling the retail power market*, Vortrag für Management der Stadtwerke Tübingen GmbH, 26.06.2014.
- h. Graebig, Röder, Erdmann, *Assessment of residential battery systems (RBS): profitability, perceived value proposition, and potential business models*, IAEE 37<sup>th</sup> International Conference “Energy & the Economy”, New York City (USA), 15.–18.06.2014
- i. Graebig, *Lehren aus dem Berliner Volksentscheid – Begleitforschung zum Berliner Volksentscheid vom 03.11.2013 über Rekommunalisierung und Stadtwerke-Gründung*, Symposium Energieinnovation, Graz (Österreich), 14.02.2014

### 7.3 Übersicht der akademischen Abschlussarbeiten

Die nachfolgenden akademischen Abschlussarbeiten wurden im Rahmen von SW-Agent angefertigt und betreut. Vollversionen der Arbeiten sind bei Interesse und auf Anfrage bei der TU Berlin bzw. bei der Universität Hohenheim verfügbar.

- Birkholz, Heiko: Diplomarbeit an der TU Berlin, *Simulation und wirtschaftliche Betrachtung von elektrischen Energiespeichern gekoppelt mit Mikro-Blockheizkraftwerken*, 2014
- Boch, Pirmin: Bachelorarbeit an der HfT Stuttgart, *Gebäudebeheizung mit negativer Sekundärregelleistung*, 2016
- Eicke, Anselm: Bachelorarbeit an der TU Berlin, *Methodenentwicklung und -evaluation zur Analyse von Photovoltaik-Batteriesystemen für Haushalte*, 2014
- Emter, Lea: Bachelorarbeit an der Universität Hohenheim, *Netzwerkeffekte von Stromkunden*, 2014
- Engelke, René: Masterarbeit an der TU Berlin, *Innovative Geschäftsmodelle von Energieversorgungsunternehmen in der Energiewende*, 2013
- Fähnrich, Kristina: Masterarbeit an der Universität Hohenheim, *The Effect of Project Funding on Innovative Performance – An Agent-Based Percolation Model*, 2015
- Herden, Johannes: Masterarbeit an der TU Berlin, *Empirische Bewertung eines Stadtwerks aus Kundensicht: Alleinstellungsmerkmale, Beiträge zur Energiewende und innovative Geschäftsmodelle*, 2014
- Herrmann, Felix: Masterarbeit an der Universität Hohenheim, *Governmental promotion of clean and efficient electricity generation technologies in Germany – Effects and empirical Evidence from German utility companies*, 2014
- Huschke, André: Masterarbeit an der TU Berlin, *Batterie-Hausspeicher im virtuellen Kraftwerk am Regelleistungsmarkt*, 2014
- Langer, Tobias: Diplomarbeit an der TU Berlin, *Alleinstellungsmerkmale von Stadtwerken aus Kundensicht – eine empirische Untersuchung der Rolle von Stadtwerken innerhalb der Energiewende anhand einer Kundenbefragung*, 2014
- Müller, Meike: Bachelorarbeit an der Universität Hohenheim, *Stuttgart auf dem Weg zur Energiewende: eine kritische Analyse der Rahmenbedingungen des Sanierungscontracting in der Stadt*, 2015
- Pohl, Alexander: Bachelorarbeit an der HfT Stuttgart, *Wirtschaftlichkeit des Demand-Side Managements auf Mikroebene*, 2015
- Pösel, Stefan: Bachelorarbeit an der TU Berlin, *Gesellschaftliche Akzeptanz energiewirtschaftlicher Themen mit dem Fokus auf Stadtwerke am Beispiel des Berliner Volksentscheids „Neue Energie“*, 2014
- Preiß, Sebastian: Masterarbeit an der TU Berlin, *Partizipation als Möglichkeit zur strategischen Positionierung von Stadtwerken im deutschen Endkundenmarkt für Elektrizität*, 2014
- Scheffler, Falk: Masterarbeit an der TU Berlin, *Kennzahlenbasierte Analyse der deutschen Stadtwerklandschaft*, 2015
- Schittenhelm, Lisa: Bachelorarbeit an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, *Markenpersönlichkeit bei Commodity-Erzeugnissen nutzen und vermarkten: Messung der Markenpersönlichkeit und Auswertung von Kundenpräferenzen mittels Conjoint-Analyse am Beispiel des Stromvertriebs der Stadtwerke Tübingen GmbH*, Stuttgart, 2014
- Schwausch, Richard: Masterarbeit an der TU Berlin, *Nutzenanalyse von Photovoltaik-Batteriespeicher-Systemen für Haushalte im internationalen Vergleich*, 2015

#### 7.4 Würdigung als „Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen 2014/15“

Mit SW Agent gehören die TU Berlin und die Universität Hohenheim zu den 100 Preisträgern des bundesweiten Wettbewerbs „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen 2014/15“. Der Wettbewerb stand in 2014 unter dem Motto „Innovationen querfeldein – Ländliche Räume neu gedacht“. Damit würdigten die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ und die Deutsche Bank Ideen und Projekte, die Lösungen für die Herausforderungen der ländlichen Regionen boten. Die feierliche Preisverleihung erfolgte am 20.08.2014 im Lichthof der TU Berlin in Anwesenheit von über 100 Gästen (ABBILDUNG 23). Jörg Chmielewski, Leiter der Region Nord der Deutschen Bank, überreichte die Auszeichnung und betonte: „Sie sind ein hervorragendes Beispiel dafür, was Innovationen brauchen: die ganzheitliche Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Ökologie. Sie ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Zukunft gerade des ländlichen Raums.“ Frau Prof. Ahrend, Erste Vizepräsidentin der TU Berlin, hob in ihrer Ansprache hervor, dass die TU Berlin sich mit der Auszeichnung nicht nur als Vordenkerin in Sachen Energiewende, sondern auch in ihrem Anspruch als kreative Ideengeberin für Praxis und Gesellschaft bestätigt sieht.

## Deutschland Land der Ideen



Ausgezeichneter Ort 2014/15

Nationaler Förderer  
Deutsche Bank



**Abbildung 23:** Preisübergabe „Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen, 20 4/15“ an das SW-Agent-Team. [© Deutschland – Land der Ideen/Bernd Brundert]

#### 7.5 Abschluss-Workshop an der Universität Hohenheim am 14. April 2016

Die Ergebnisse von SW-Agent wurden bei unserem Abschluss-Workshop am 14. Juni 2016 im Schloss der Universität Hohenheim zahlreichen Experten aus der Wissenschaft, Industrie und Politik vorgestellt. Während der gesamten Projektlaufzeit standen der Wissenstransfer sowie der Kontakt mit den

Stakeholdern im Vordergrund. In der Abschlussveranstaltung ermöglichten wir gemeinsam mit den verschiedenen während der Projektlaufzeit eingebundenen Stakeholdern eine wissenschaftliche Debatte zum Thema „Innovative Geschäftsmodelle und neue Technologien in der Energiewende“. Das Programm der Veranstaltung liegt dem Endbericht im Anhang A.3 bei. In insgesamt elf über den Tag verteilten Vorträgen wurden die Ergebnisse von SW-Agent mit dem Expertenwissen der geladenen Gäste konfrontiert. Die Veranstaltung wurde von den Teilnehmern sehr positiv evaluiert.

## **7.6 Ergebnisverwertung und Folgeprojekte**

SW-Agent hat nach unserer Beobachtung eine erfreuliche hohe und positive Resonanz in der wissenschaftlichen Community (diverse Konferenzteilnahmen, Dialoge mit Kollegen etc.) und in der Praxis (Einladungen zu Vorträgen in Stadtwerken, Projekte gemeinsam mit Stadtwerken etc.) geführt, vgl. hierzu auch eine Auswahl von Interviews gemäß Abschnitt 7.2 (a, c, f) sowie in Ziffer 7.2.c. und 7.2.f. im Publikationsanhang.

SW-Agent hat zudem konkreten Einfluss in Folgeprojekte gefunden, welche an der TU Berlin und an der Hochschule für Technik Stuttgart erfolgreich beantragt wurden und auf den Ergebnissen oder Methoden von SW-Agent aufbauen:

- Verbundvorhaben „Systemische Bewertung des Einsatzes von Power-to-Heat und Power-to-Gas in Quartierskonzepten in Nordostdeutschland und pilothafte Umsetzung in Berlin Adlershof“ der TU Berlin in Kooperation mit BTB GmbH Berlin, WISTA Management GmbH, 50Hertz Transmission GmbH. Förderung durch das BMWi, Laufzeit 01.10.2015 bis 30.09.2018.
- Beitrag der TU Berlin im Verbundvorhaben „WindNODE“ im Rahmen des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie – SINTEG“ des BMWi, Laufzeit 01.12.2016 bis 30.11.2020.
- Kurzstudie der TU Berlin in Kooperation mit der Siemens AG zu Potenzialen der Sektorkopplung für Stadtwerke, 2016.
- Verbundvorhaben „Demand Response for Blocks of Buildings“ („Sim4Blocks“) koordiniert durch die Hochschule für Technik Stuttgart. Förderkennzeichen 695965. Projektleitung durch Herrn Yadack. Förderung durch das Horizon-2020-Programm der Europäischen Union, Laufzeit 01.04.2016 bis 31.03.2020.

## 8 Literaturverzeichnis

- Ahrweiler, P., Gilbert, N., Schilperoord, M. and Pyka, A. (2015), *Modelling Research Policy: Ex-Ante Evaluation of Complex Policy Instruments*, in: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 18 (4).
- Aizaki, H., Nishimura, K. (2008), *Design and Analysis of Choice Experiments Using R: A Brief Introduction*, *Agricultural Information Research*, 17(2), 86–94. <https://doi.org/10.3173/air.17.86>.
- Aizaki, H. (2012), *Basic Functions for Supporting an Implementation of Choice Experiments*, *R. Journal of Statistical Software*, 50(1), 1–24. <https://doi.org/10.18637/jss.v050.c02>.
- Ahuja, G. (2000), *Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study*, *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425–455.
- Archibugi, D. (2015), *Blade Runner Economics: Will Innovation Lead the Economic Recovery?*, *Social Science Research Network*, January 29, 2015.
- Arthur, B. (2014), *Complexity and the Economy*, Oxford University Press, Oxford UK.
- Bräunig, D., Gottschalk, W. [Hrsg.] (2012), *Stadtwerke. Grundlagen, Rahmenbedingungen, Führung und Betrieb*, Schriftenreihe öffentliche Dienstleistungen, Nomos.
- Brennenstuhl, Yadack, Pietruschka, Eicker (2016), *Towards Understanding the Value of Decentralized Heat Pumps for Network Services in Germany: Insights Concerning Self-Consumption and Secondary Reserve Power*, In *Proceedings of the IEEE Second International Smart Cities Conference*. Trento.
- Brenner, T. und Werker, C. (2007), *A Taxonomy of Inference in Simulation Models*, in: *Computational Economics*, 30, 227-244.
- Björk, J. und Magnusson, M. (2009), *Where do good innovation ideas come from? Exploring the influence of network connectivity on innovation idea quality*, *Journal of Product Innovation Management*, 26(6), 662–670.
- Boch, P. (2016), *Gebäudebeheizung mit negativer Sekundärregelleistung*, Bachelorarbeit an der HfT Stuttgart.
- Deichsel, S. und Pyka, A. (2009), *A Pragmatic Reading of Friedman's Methodological Essay and What It Tells Us for the Discussion of ABMs*, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)*, Vol. 12(4).
- Casti, J.L. (1994), *Complexification: Explaining a Paradoxical World through the Science of Surprise*, London, Abacus.
- Edmonds, B. und Moss, S. J. (2004), *From Kiss to KIDS - an 'antisimplistic' modelling approach*; in: P. Davidsson et al. (eds.): *Multi Agent Based Simulation*; Springer, *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 3415: p.130-144.
- Erdmann, G. (1993), *Elemente einer evolutarischen Innovationsökonomik*, Siebeck-Mohr, Tübingen.
- Erdmann, G. und Zweifel, P. (2010), *Energieökonomik, Theorie und Anwendungen*, Springer, Berlin und Heidelberg.
- Ernst&Young (2012), *Stadtwerkstudie 2012 – Stadtwerke: Gestalter der Energiewende*.
- Ernst&Young (2013), *Stadtwerkstudie 3.0 2013 – Coopetition: Neue Geschäftsfelder in der Energiewende erfolgreich erschließen*.

- Farmer, J. D., Foley, D. (2009), *The economy needs agent-based modelling*. Nature, 460(7256), pp. 685-686.
- Foss, N. J., Lyngsie, J. and Zahra, S. A. (2013), *The role of external knowledge sources and organizational design in the process of opportunity exploitation*. Strat. Mgmt. J., 34: 1453–1471
- Gilbert, N. (2008), *Agent-based models*. Thousand Oaks: Sage.
- Growitsch et al. – Growitsch, Christian; Müller, Christine; Pavel, Ferdinand; Plum, Alexander; Süße, Marvin; Wissner, Matthias (2010), *Anforderungen an die „Unternehmenslandschaft“ zur volkswirtschaftlich bestmöglichen Bewältigung der derzeitigen und zukünftigen Aufgaben im Strom- und Gasmarkt – Brauchen wir eine Re-Kommunalisierung der Energiewirtschaft?*, Abschlussbericht einer Studie der WIK-Consult GmbH und der DIW Econ GmbH im Auftrag der RWE AG, abgerufen unter [http://www.wik.org/uploads/media/Optimale\\_Unternehmenslandschaft\\_Oktober\\_2010.pdf](http://www.wik.org/uploads/media/Optimale_Unternehmenslandschaft_Oktober_2010.pdf) am 07.10.2015.
- Gunderson, L.H. (Hrsg.) (2001), *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Island Press.
- Johnston, E. (2015), *Governance in the Information Era, Theory and Practice of Policy Informatics*, Routledge, New York.
- Krause, F., Bossel, H., Müller-Reißmann, K.-F. (1980), *Energie-Wende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*, Ein Alternativ-Bericht des Öko-Instituts/Freiburg, S. Fischer.
- Malerba, F., Nelson, R., Orsenigo, L., Winter, S. (1999), *History friendly models of industry evolution: the computer industry*, Industrial and Corporate Change, 1, 3-41.
- Malerba F., Nelson R., Orsenigo L., Winter S. (2001), *Competition and Industrial Policies in a "History-Friendly" Model of the Evolution of the Computer Industry*, International Journal of Industrial Organization, 19, 613-634.
- Nelson, R., Winter, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge University Press, Cambridge US.
- Owen-Smith, J., Powell, W. W. (2004), *Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community*, Organization Science, 15(1), 5–21.
- Pavitt, K. (1984), *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*, Research Policy, Vol. 13, 343–373.
- Pohl, A. (2015), *Wirtschaftlichkeit des Demand-Side Managements auf Mikroebene*, Bachelorarbeit an der HfT Stuttgart.
- Pyka, A. (2002), *Innovation networks in economics: from the incentive-based to the knowledge-based approaches*, European Journal of Innovation Management, Vol. 5 (3), 152-163.
- Pyka, A. (2006), *Modelling Qualitative Development. Agent Based Approaches in Economics*, in: Renard, J.-P. (Eds.), Handbook of Research on Nature Inspired Computing for Economy and Management, Idea Group Inc., Hershey, USA, 211-224.
- Pyka, A., G. Fagiolo (2007), *Agent-based modelling: A methodology for neoSchumpeterian economics*. In H. Hanusch and A. Pyka (Eds.), The Elgar companion to neo-Schumpeterian economics. Cheltenham, Edward Elgar.
- Pyka, A. und Werker, C. (2009), *The Methodology of Simulation Models: Chances and Risks*, Journal of Artificial Societies and Social Simulation 12 (4) 1

Qi Donga, J., Yangb C. (2015), *Being central is a double-edged sword: Knowledge network centrality and new product development in U.S. pharmaceutical industry*, Technological Forecasting and Social Change, Volume 113, Part B, December 2016, Pages 379–385.

Rifkin, J. (2011), *The Third Industrial Revolution – How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*, palgrave macmillan.

Saviotti, P. P. (1996), *Technological evolution, variety, and the economy*. Cheltenham: Edward Elgar.

Saviotti, P.-P., Pyka, A. (2013), *From Necessities to Imaginary Worlds: Structural Change, Product Quality and Economic Development*, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 80, 1499-1512.

Soh, P.-H. (2003), *The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance*, Journal of Business Venturing, 18(6), 727–744.

Ting Helena Chiu, Y. (2009), *How network competence and network location influence innovation performance*, Journal of Business & Industrial Marketing, 24(1), 46–55.

Tsai, W. (2001), *Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance*. Academy of Management Journal, 44(5), 996–1004.

Tushman, M.L., Anderson, P. (1986), *Technological Discontinuities and Organizational Environments*, Administrative Science Quarterly. 31: 439–465.

Wasserman, S., Faust, K. (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge, ENG and New York: Cambridge University Press.

Wooldridge, M. (2002), *An Introduction to Multi Agent Systems*, John Wiley & Sons.

---

## Anhang

### A.1 Abkürzungsverzeichnis

ABM	Agent-based modeling
AP	Arbeitspaket
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BEWAG	Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG (ehemaliger Berliner Stromversorger)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CCS	Carbon dioxide capture and storage
DSM	Demand Side Management
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EIC	Energy Identification Code
EDL	Energiedienstleistungen
Energie VG	Gesetz für die demokratische, ökologische und soziale Energieversorgung in Berlin
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
et	Energiewirtschaftliche Tagesfragen
EVU	Energieversorgungsunternehmen
F&E	Forschung und Entwicklung
FONA	BMBF-Plattform zur Forschung für Nachhaltige Entwicklung
GuD-Kraftwerk	Gas-und-Dampfturbinenkraftwerk
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LNG	Liquefied Natural Gas
M&A	Mergers & Aquisitions

---

PtJ	Projektträger Jülich
PV	Photovoltaik
SLP	Standardlastprofil
SWR AG	Stadtwerke Rostock AG
swt	Stadtwerke Tübingen
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
USP	Unique Selling Point
verf.	verfehlt
Vers.-Sicherheit	Versorgungssicherheit
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
VNB	Verteilnetzbetreiber
ZfK	Zeitung für kommunale Wirtschaft

## **A.2 Dokumentation des Fragebogens aus der zweiten Tübinger Kundenbefragung**

Die zweite Tübinger Kundenbefragung wurde im Januar 2015 durchgeführt, und zwar zeit- und inhaltsgleich auf vier verschiedenen Wegen:

- Befragung per Post (Versand am 13.01.2015, Antwortzeitraum bis 31.01.2015),
- Befragung per E-Mail-Einladung und Online-Fragebogen (Versand am 13.01.2015, Antwortzeitraum bis 31.01.2015),
- Befragung per Telefon (13./14.01.2015),
- Befragung unter Passanten auf den Straßen von Tübingen (13./14.01.2015).

Grundlage aller Befragungen war stets derselbe Fragebogen, welcher umseitig im Original dokumentiert ist.

## **A.3 Agenda des Abschluss-Workshops**

Das Programm des Abschluss-Workshops an der Universität Hohenheim am 14.04.2016 ist umseitig (im Anschluss an den Fragebogen aus der Tübinger Kundenbefragung) dokumentiert.

## **A.4 Dokumentation der Publikationen und Konferenzteilnahmen**

Die Publikationen und Konferenzteilnahmen, die als Ergebnis aus SW-Agent hervorgegangen und in den Abschnitten 7.1 und 7.2 aufgeführt sind, liegen diesem Bericht bei und sind jeweils rechts oben auf der Titelseite mit einer Ziffer entsprechend der Nummerierung in den Abschnitten 7.1 und 7.2 gekennzeichnet (z. B. steht Ziffer „7.1.a“ für den Anstrich „a.“ im Abschnitt 7.1). Die in Abschnitt 7.3 aufgeführten akademischen Abschlussarbeiten sind bei Interesse bei der jeweils betreuenden Universität erhältlich.

Die Stadtwerke Tübingen möchten mit Ihnen gemeinsam die Energiewende gestalten. Wir bitten Sie, an dieser kurzen, anonymen Befragung teilzunehmen, die wir in Partnerschaft mit der TU Berlin und der Uni Hohenheim durchführen. Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

**(1) Welche Überlegungen spielen für Sie eine Rolle bei der Wahl Ihres Stromversorgers?**

**(2) Von welchem Stromversorger beziehen Sie Ihren Strom?**

Stadtwerke Tübingen     Anderer: \_\_\_\_\_     Weiß ich nicht

**(3) Wie wichtig ist es Ihnen, dass Ihr Stromversorger die folgenden Kriterien erfüllt?**

	unwichtig	mittelmäßig			sehr wichtig	weiß nicht
Umweltschonende Stromversorgung.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Günstige Strompreise .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertrauenswürdigkeit (solides Unternehmen).....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichere Versorgung (Stromausfälle vermeiden).....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kundennähe und Service-Qualität.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**(4) Wie gut werden diese Kriterien durch Ihren Stromversorger erfüllt?**

	schlecht	mittelmäßig			sehr gut	weiß nicht
Umweltschonende Stromversorgung.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Günstige Strompreise .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertrauenswürdigkeit (solides Unternehmen).....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichere Versorgung (Stromausfälle vermeiden).....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kundennähe und Service-Qualität.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**(5) Wie bewerten Sie Ihren Stromversorger insgesamt?**

	schlecht	mittelmäßig			sehr gut	weiß nicht
Gesamtzufriedenheit .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Begründung:

**(6) Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?**

	nein!	mittelmäßig			ja!
Über Energie-Themen bin ich sehr gut informiert .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Ich bevorzuge regionale Stromversorger ggü. Großkonzernen .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Energiewirtschaft wirkt auf mich komplex und schwer verständlich .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Nachrichten rund um die Energiewende interessieren mich.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

... und aus welchen Quellen beziehen Sie Ihre Nachrichten zu Energie-Themen vorwiegend?

---

(7) **Durch welche Angebote/Maßnahmen könnte Tübingen eine noch attraktivere Stadt werden?**

(8) **Welche technischen Produkte, Entwicklungen oder Trends finden Sie besonders interessant?**

(9) **Würden Sie sich für folgende Angebote/Produkte der Stadtwerke Tübingen interessieren?**

	nein!	vielleicht			ja!	weiß nicht
„Kunden-werben-Kunden“-Prämien .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Attraktive Treueprämien für Bestandskunden .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kostengünstige Energiespar-Beratungen .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preisnachlässe im Online-Energiespar-Shop .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonderangebote in Bädern und Parkhäusern.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitgestaltungsmöglichkeiten (z. B. Kundenbeirat) .....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strompreis, der sich am Strombörsen-Preis orientiert..	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ökostrom, der garantiert aus Windkraft stammt.....	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige: _____	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wir möchten Sie noch um einige Angaben bitten, die für die statistische Auswertung von großem Wert sind. Ihre Angaben lassen keinerlei Rückschlüsse auf Sie persönlich zu. Vielen Dank!

(a) **Welches ist die Postleitzahl (PLZ) Ihres Wohnorts?** \_\_\_\_\_

(b) **Falls Sie nicht in oder um Tübingen wohnen – was ist der hauptsächliche Grund Ihres Besuchs?**

- Urlaub                       Geschäftsreise                       Medizinische Behandlung                       Shopping  
 Familie/Freunde                       Studium                       Sonstige: \_\_\_\_\_

(c) **Wie hoch ist ungefähr der jährliche Stromverbrauch Ihres Haushalts?**

- \_\_\_\_\_ kWh (Kilowattstunden)                       Weiß ich nicht

(d) **Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt?** \_\_\_\_\_ Personen

(e) **Nutzen Sie einen Ökostrom-Tarif?**     Ja     Nein     Weiß ich nicht

(f) **Ihr Geschlecht:**     Mann     Frau     Andere     keine Antwort

(g) **Was ist Ihre überwiegende berufliche Beschäftigung?**

- Schüler/in | Azubi | Student/in     Angestellte/r | Beamter/Beamtin     Freiberufler/in  
 Eltern-/Familienzeit                       Rentner/in | im Ruhestand                       Sonstige

(h) **Verraten Sie uns bitte Ihr Alter?** \_\_\_\_\_ Jahre

(i) **Dürfen wir nach dem ungefähren monatlichen Netto-Einkommen Ihres Haushalts fragen?**

- unter 1.000 €                       1.000–2.000 €                       2.000–3.000 €  
 3.000–4.000 €                       4.000–5.000 €                       über 5.000 €

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

# Agenda

## Innovative Geschäftsmodelle und neue Technologien in der Energiewende

14.04.2016 Universität Hohenheim, Schloss Hohenheim Balkonsaal

09:30 – 10:00	Ankunft / Networking	
10:00 – 10:30	Grußwort, Vorstellungsrunde	Prof. Andreas Pyka, Uni Hohenheim
10:30 – 11:00	EE-Technologien in Deutschland: Die Entwicklung einer Industrie	Marlene O’Sullivan, DLR
11:00 – 11:30	Methodische Innovation für Entscheider (ABM)	Malcolm Yadack, Uni Hohenheim
11:30 – 11:45	Kaffee und Besuch der Posterausstellung	
11:45 – 12:15	Technologische Herausforderungen für innovative Geschäftsmodelle im Strommarkt – Perspektiven eines Übertragungsnetzbetreibers	Dr. Reiner Enzenhöfer, TransNetBW
12:15 – 12:45	Innovative technologische Lösungen für Energieeffizienz: Fallbeispiele und Vorzeigeprojekte in Baden-Württemberg	Dr. Dirk Pietruschka, HfT Stuttgart
12:45 – 13:15	Geschäftsmodelle in der der Energiebranche	Prof. Sabine Löbbe, Hochschule Reutlingen
13:15 – 14:00	Pause mit Mittagessen	
14:00 – 14:30	Innovative technologische Lösungen für Energieeffizienz: Fallbeispiele und Vorzeigeprojekte in Baden-Württemberg	Dr. Dirk Pietruschka, HfT Stuttgart
14:30 – 15:00	Geschäftsmodelle in der der Energiebranche	Prof. Sabine Löbbe, Hochschule Reutlingen
15:00 – 15:15	Kaffee und Besuch der Posterausstellung	
15:15 – 15:45	Energieversorgung in Singapur	Karl Schönsteiner, TU München
15:45 – 16:15	Akzeptanz von innovativen Technologien bei Stadtwerken	Markus Gräbig, TU Berlin
16:15 – 16:30	Schlusswort, Fragen für die Zukunft	Prof. Georg Erdmann, TU Berlin
16:30 – 17:00	Gruppendiskussion: Management von Innovationen. Gewonnene Erkenntnisse aus Fallbeispielen, offene Fragen, Möglichkeiten für Kollaborationen	Moderation: Malcolm Yadack