



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

GWS DISCUSSION PAPER 2015 / 11

Theorie der Haushaltsenergie- produktion und die Transformation des Energiesystems

Thomas Drosdowski

Impressum

AUTOR

Thomas Drosdowski

Tel: +49 (541) 40933-220, Email: drosdowski@gws-os.com

TITEL

Theorie der Haushaltsenergieproduktion und die Transformation des Energiesystems.

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM

© GWS mbH Osnabrück, Juli 2015

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die in diesem Papier vertretenen Auffassungen liegen ausschließlich in der Verantwortung des Verfassers und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung der GWS mbH wider.

FÖRDERHINWEIS

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekts „Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems“ (Förderkennzeichen 01 UN 1209C) erarbeitet.

HERAUSGEBER DER GWS DISCUSSION PAPER SERIES

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Heinrichstr. 30

49080 Osnabrück

ISSN 1867-7290

Das Discussion Paper im Überblick

1	Einleitung	1
2	Definitionen und begriffliche Abgrenzungen: Konsum, Haushaltsproduktion, Prosumer	2
3	Haushaltsenergieproduktion: Theoretische Einordnung und Haushaltsverhalten	5
4	Möglicher Beitrag der Prosumer-Haushalte zur Systemumgestaltung, Chancen und Herausforderungen	8
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	12
	Literaturverzeichnis	14

1 EINLEITUNG

Die Energiewende stellt ein wichtiges gesellschaftliches Projekt der Gegenwart in Deutschland dar. Damit verbunden ist ein grundlegender Wandel der Energieversorgung weg von den fossilen Energiequellen und hin zu erneuerbaren Ressourcen wie Sonne, Wind oder Biomasse. Die Umwälzungen der Energiemärkte sind bereits spürbar und die mit der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Projekte verbundenen Risiken umstritten. Es zeigt sich langsam, dass eine Option für die Erfüllung der ehrgeizigen Ziele der Energiewende eine stärkere Dezentralität des Energiesystems sein könnte, ein auf viele kleine regionale und lokale Einheiten gestütztes „smarteres“ Netzwerk, das kosteneffizient produziert und dabei ökologische Vorgaben erfüllt. Private Haushalte, bislang v.a. als passive Verbraucher agierend, können dabei selber die Produzentenrolle übernehmen und dabei entstehende Chancen wahrnehmen.

Nach Informationen der Verbraucherzentrale NRW (Schneidewindt 2013) tun sie dies bereits aktiv, indem sie selbst Wärme (mit Wärmepumpen und solarthermischen Anlagen) und Strom (durch Fotovoltaik und kleine Windanlagen) oder beides (mit Mini-Blockheizkraftwerken) erzeugen und zu Hause kleine Energienetze managen. Dabei entstehen Nachbarschaftsnetzwerke. Bundesweit waren 2013 nach Auswertung der EEG-Anlagenstammdaten (<https://www.netztransparenz.de/de/Anlagenstammdaten.htm>) mehr als 600.000 Solaranlagen mit einer Leistung von bis zu zehn Kilowatt in Betrieb.

Die hohe und wachsende Anzahl der aktiven oder potenziellen Haushaltsenergieproduzenten verändert sowohl die Anbieter- als auch Nachfragerlandschaft und verändert somit die gesamte Volkswirtschaft. Wie groß die Effekte sind und über welche Wirkungskanäle sie erfolgen, wird gegenwärtig im Forschungsvorhaben „Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems: Empfehlungen für eine sozial-ökologisch orientierte Förderpolitik“ (<http://www.prosumer-haushalte.de>) untersucht. Dieser unterstützende Beitrag soll zum einen die Erkenntnisse theoretisch orientierter Literatur zur Haushaltsenergieproduktion darstellen und zum anderen die Chancen, Risiken und Probleme der Transformation zu einem stärker auf „Prosumer“ gestützten Energiesystem diskutieren.

Nach dieser Einführung folgt eine kurze Klärung der relevanten Begriffe unter Rückgriff auf gesichtete Fachliteratur zum nachhaltigen Konsum und Prosumern. Darauf aufbauend wird die Theorie der Haushaltsenergieproduktion vorgestellt, die im Wesentlichen von Bley (2007) erarbeitet wurde. Dabei wird zwischen relevanten Typen von Haushaltsenergieproduzenten unterschieden und es werden deren Entscheidungskalküle vorgestellt. Anschließend wird die Transformation zu einem auf marktintegrierte Produzentenhaushalte gestützten dezentralen Energiesystem thematisiert und die Hürden und vereinzelt Lösungsvorschläge zu deren Überwindung vorgestellt. Der letzte Abschnitt beinhaltet ein kurzes Schlusswort.

2 DEFINITIONEN UND BEGRIFFLICHE ABGRENZUNGEN: KONSUM, HAUSHALTSPRODUKTION, PROSUMER

Der Konsumbegriff wird in Sozialwissenschaften üblicherweise weiter definiert als in der amtlichen Statistik, wonach Konsum der privaten Haushalte monetäre Ausgaben für Waren und Dienstleistungskäufe von Inländern für Konsumzwecke umfasst, wobei neben tatsächlichen Käufen auch unterstellte Käufe dazu gerechnet werden (Statistisches Bundesamt, 2013, S. 24). Ein weiter gefasster Konsumbegriff meint die Inanspruchnahme von Gütern (Produkten, Dienstleistungen und Infrastrukturen) zur individuellen Bedürfnisbefriedigung, wobei deren Besitz, Nutzung und Verbrauch instrumentell auf Bedürfnisse bezogen sind (Di Giulio et al. 2011, S. 47f).¹ Der Konsum ist insofern auch (Eigen-) Produktion, als die Güter, egal ob entgeltlich zur Verfügung gestellt oder nicht, erst durch individuellen oder kollektiven Einsatz in den Haushalten ihre nutzenstiftenden Eigenschaften entfalten können. Die gekauften Lebensmittel müssen etwa vor ihrem Verzehr vor- und zubereitet werden, technische Geräte müssen bedient werden und so weiter.

Private Haushalte werden von Götz, Glatzer & Gözl (2011) zu „zentralen Instanzen für die Produktion von Gütern und Versorgung der Menschen“ gezählt, wobei sie diese Produktionsleistungen insbesondere in der Sphäre unbezahlter Arbeit (Erziehung, Betreuung, Mahlzeitzubereitung, Wäschewaschen) betrachten, und zwar unter Verwendung von Strom als Produktionsmittel. Als Besonderheiten dieser Art von Haushaltsproduktion werden die Unterschiede zu privaten, öffentlichen und kollektiven Gütern genannt. Im Vordergrund steht dabei die Bedürfnisbefriedigung für konkrete Mitglieder des eigenen Haushalts/Netzwerks, eine Zugehörigkeit, welche nicht durch Kaufkraft oder Rechtsanspruch determiniert ist. Daraus resultiere die spezifische Natur des Haushalts (Leistungsfähigkeit, Diversität, Flexibilität), dessen Ziel darin bestehe, „Produkte [...] auf konkrete, sich in den Lebensphasen verändernde Personen abzustimmen und diese nicht in Serie, sondern abwechslungsreich, lebensphasen- und lebensstiladäquat herzustellen“ (ebd. S. 266). Somit gilt hier eine andere Logik als die der Gewinnmaximierung und ökonomischer Rationalität. Diese Logik wird an dieser Stelle trotzdem fallweise für die Analyse von Haushaltsentscheidungen im Hinblick auf seine (Energie-)Produktion angewendet werden, um die Gestaltungsspielräume der Haushalte zu beschreiben, insbesondere wenn, wie im Falle dieser Ausarbeitung, Zusammenhänge betrachtet werden, die stärker marktbezogener Natur sind, da die betrachteten Haushalte z. T. Energie für den „Markt“ produzieren, wenn auch de facto zu festen Abnahmepreisen.

Grundsätzlich werden nach Kaufmann-Hayoz et al. (2011) sechs verschiedene Theoriestränge zur Erklärung der Konsumhandlungen verwendet, von denen eine die „Theorie der Haushalte“ darstellt. Diese Theorie bildet aufgrund ihres langen Bestehens, ihrer Verbreitung und Geltung normalerweise einen Ausgangspunkt für weitergehende ökonomische Analysen und Modifizierungen, etwa aufgrund ihrer simplifizierten Annahmen. Daran knüpfen auch die im nachfolgenden Abschnitt diskutierten Ausführungen zu den ausgewählten Haushaltstypen an. Nach der Haushaltstheorie in ihrer reinen Form maximieren

¹ Die verschiedenen Definitionen des Konsums wurden vom 2. bis 3. Juni 2014 im Rahmen eines Werkstattgesprächs des Verbunds Sozioökonomische Berichterstattung (soeb3) diskutiert, vgl. <http://www.soeb.de/ueber-soeb-3/werkstattgesprach-1/>.

die Haushalte ihren Nutzen aus Konsum von Güterbündeln unter gegebenen Preisen und Budgetrestriktionen. Es bestehen darüber hinaus keine Informationsdefizite. Die (neo-)klassische Haushaltstheorie ist kaum aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht von den ebenfalls als eine der sechs Theoriearten von den Autoren genannten Rational-Choice-Theorien zu trennen, die in ihren eng auf materielle Zusammenhänge gerichteten Versionen ebenfalls Präferenzen, Restriktionen und Maximierungskalküle unterstellen und Entscheidungen eines rational handelnden homo oeconomicus zum Gegenstand haben. Der Fokus wird allerdings oft auf nichtökonomische Sachverhalte ausgeweitet, womit das Instrumentarium der Ökonomik oft in andere Disziplinbereiche eindringt.

Kaufmann-Hayoz et al. (2011) bieten darüber hinaus eine Klassifikation von Konsumhandlungen unter den Gesichtspunkten Bewusstseinsgrad, Bedeutung und Prästrukturierung an. Der Bewusstseinsgrad kann demnach reflektiert oder nicht reflektiert sein, je nachdem ob die Handlungen mit hoher oder geringer Aufmerksamkeit durchgeführt werden. Die Bedeutung der Konsumakte/-güter ist essenziell oder nicht essenziell, je nachdem ob sie mit besonderer Bedeutung für das Individuum aufgeladen oder austauschbar sind. Schließlich differenzieren die Autoren danach, ob die Konsumhandlungen stark durch Rahmenbedingungen, situative Kontexte oder persönliche Ressourcen vorstrukturiert sind (kleiner Freiheitsgrad) oder eben nicht (großer Freiheitsgrad). Nach diesen Kriterien werden auch die traditionelle Haushaltstheorie und ihre Weiterentwicklung in Form von Rational-Choice-Theorie beurteilt. Aufgrund der Annahme vollständiger Information wird von den Autoren im Falle der traditionellen Theorie keine Einordnung in reflektierte oder nicht reflektierte Handlungen vorgenommen, wohingegen Rational Choice (in der engen Variante) schon des Namens wegen auf reflektierte Handlungen abstellt. Der Unterschied zwischen (materiell) essenziellen und nicht essenziellen Konsumakten kommt in beiden Fällen durch die Präferenzordnung der Haushalte zum Tragen. Schließlich werden die Freiheitsgrade über die Zahl und Qualität der Handlungsoptionen eingebunden. Insgesamt werden materielle Kontexte und die Veränderung der Situation des Akteurs betont, während er oder seine Präferenzen sich annahmegemäß nicht verändern.

In den „Ankerbeispielen“ der Autoren (ebd., S. 96f), anhand welcher die Dimensionen der Konsumhandlungen sichtbar werden, finden sich einige Fälle wieder, die an die hier relevante Situation „Einbau einer PV-Anlage“ erinnern. Da dies eine einmalige Handlung darstellt, kann sie als reflektiert bezeichnet werden. Sie kann ferner sowohl als essenziell – wenn darin ein wesentlicher Beitrag zu einem guten Leben (etwa durch ökologisches Bewusstsein) gesehen wird – oder nicht essenziell genannt werden, falls die Person dieser Handlung keine besondere Bedeutung beimisst und sie z.B. lediglich aus Modegründen durchführt. Schließlich kann der Freiheitsgrad dieser Konsumententscheidung als groß kategorisiert werden, da Energie grundsätzlich über andere Kanäle bezogen werden kann. Somit besteht hier kein Widerspruch zur Eignung der Haushaltstheorie bei dieser Art von Situationen, auch wenn eine vollständigere theoretische Erfassung den Einsatz weiterer sozialwissenschaftlicher oder psychologischer Theorien notwendig machen könnte.

Eine andere Situation würde der hier interessantere Fall „Haushaltsenergieproduktion“ darstellen, dessen theoretische Behandlung aus ökonomischer Sicht einen Rückgriff auf modifizierte Haushaltstheorie erfordert, was im darauffolgenden Abschnitt diskutiert wird.

Die Haushaltsenergieproduktion, bei der die Haushalte selbst Energie produzieren und

(im Wege der Haushaltsproduktion) verbrauchen bzw. in die Netze einspeisen, führte vor einiger Zeit zur Verbreitung der Bezeichnung „Prosumer“ (oder „Prosument“) als eine Wortschöpfung aus „Producer“ und „Consumer“ (bzw. deren deutschen Entsprechungen) im Energiebereich. Seit Alvin Toffler ihn Anfang der 1980er Jahre einführte (vgl. Hellmann 2010), wird er für Personen/Haushalte gebraucht, die im Unterschied zum Endverbrauch auf weitere Produktionszwecke zielend konsumieren (vgl. Fischer et al. 2011). Darunter können nicht nur Do-it-yourself-Aktivitäten oder Selbstbedienung, die Toffler gedanklich als gleiche Kategorie sieht und Wittke und Hanekop (2010) getrennt den Phänomenen Eigenarbeit und Ko-Produktion zuordnen, verstanden werden, sondern auch erneuter Verkauf, Eigennutzung oder Inwertsetzung von Gütern (Fischer et al. 2011). Nach Deutung von Wittke und Hanekop (2010) versteht Toffler Prosuming als eine komplementäre Aktivität zur Massenproduktion, in der arbeitsteilig standardisierte Produkte erzeugt werden, die von Prosumern individuell angepasst werden oder für Herstellung von Gütern für Eigengebrauch verwendet werden.

Prosumer können als Ko-Produzenten z.B. zusammen mit Unternehmen Lösungen erarbeiten oder wichtige Akteure der Internetökonomie sein. Gerade das Internet und die neuen sozialen Medien scheinen gegenwärtig am meisten mit dem Begriff „Prosumer“ zu tun zu haben, Beispielentwicklungen wie Wikipedia, Open Source Software oder YouTube sind allen bekannt. Blättel-Mink (2010) verortet die rapide Zunahme der Forschungs- und Publikationsaktivität zu diesem Thema am Ende der 1990er Jahre, laut Bremdal (2011) wurde der Begriff von Don Tapscott im Kontext der Internetwirtschaft popularisiert. Nach Zwick, Bonsu & Darmody (2008) dient die Prosumer-Rhetorik eher dazu, die Ideen der Konsumenten abzuschöpfen, indem sie zur Zusammenarbeit mit Unternehmen eingespannt werden. Entsprechend bezeichnen sie die Verbreitung des Begriffs als *„gospel of the consumer’s charmed transformation from a passive recipient of messages and commodities to an active interpreter and maker of both, a transformation often expressed by the neologism prosumer“* (ebd. S. 167).

Im Kontext der Haushaltsenergieproduktion besteht keine letztendliche Klarheit, was den Prosumer ausmacht, denn nach einigen Autoren (vgl. Shandurkova et al. 2012) besteht das entscheidende Kriterium nicht darin, nur Energie für sich selbst zu produzieren, sondern auch am Markt zu agieren. Eine ähnliche Definition führt auch der Verband der europäischen Elektrizitätswirtschaft EUROLECTRIC (2015) an, wonach Prosumer (elektrische) Energie zum Eigenverbrauch produzieren und Überschüsse verkaufen können. Im Forschungsvorhaben „Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems“ werden Prosumer als Haushalte verstanden, die als Eigentümer von selbstgenutztem Wohneigentum mit Hilfe kleiner Anlagen Strom und/oder Wärme erzeugen und einen Teil selbst verbrauchen, wobei sie im Eigenversorgungsgrad (Eigenverbrauch im Verhältnis zur Gesamtproduktion) variieren. Obwohl der Eigenverbrauch der Prosumer-Haushalte als notwendige Bedingung dieser Eigenschaft im Vordergrund der Untersuchung steht, findet im Rahmen der dort vorgenommenen Modellierungen auch die Einspeisung der produzierten und nicht selbstverbrauchten Energie ins Netz statt, wodurch zusätzliches Einkommen generiert wird, das in den Wirtschaftskreislauf einfließt.

3 HAUSHALTSENERGIEPRODUKTION: THEORETISCHE EINORDNUNG UND HAUSHALTsverhalten

In Anknüpfung an den vorherigen Abschnitt werden an dieser Stelle zunächst verschiedene Haushaltstypen analysiert, die in Haushaltsenergieproduktion involviert sind. Den theoretischen Ausgangspunkt wird hierbei die oben skizzierte Haushaltstheorie darstellen, mit entsprechenden Erweiterungen, die aus rein konsumierenden Haushalten gleichzeitig Energieproduzenten machen.

Bley (2007), dessen Ausarbeitung zum Thema „Haushaltsenergieproduktion“ die Hauptgrundlage für diesen Abschnitt bildet, bezeichnet diese als technologisch gezielte Umwandlung von Energieträgern in „Nutzenergie“ durch den Haushalt selbst. Diese Nutzenergie ist für ihn die direkt zur Nutzenstiftung nutzbare Energie, die entweder als direkt nutzenstiftendes Konsumgut (z.B. Wärme) oder Produktionsgut der Haushaltsproduktion fungieren kann. Die Haushaltsenergieproduktion wird also als ein vorgelagerter Prozess der Haushaltsproduktion verstanden, die Energie aufgrund der fortschreitenden Technisierung als essenziellen Einsatzfaktor nutzt. Gemäß der weit verbreiteten modifizierten oder „neuen“ Theorie der Haushaltsproduktion, die auf Lancaster und Becker zurückgeht (vgl. z.B. Lancaster 1966, Becker 1993), werden die nutzenstiftenden Eigenschaften der Konsumgüter (also auch Energie) dann erst durch den Haushalt selbst hergestellt.

Die Haushaltsenergieproduktion nutzt entweder am Markt bezogene fossile und erneuerbare Energieträger (Gas, Heizöl, Biomasse), Elektrizität oder solares Dargebot und verwendet sie unter Einsatz von technischen Anlagen. Da die Prozesse der Energieumwandlung automatisch ablaufen, kann bei einer theoretischen Betrachtung der Haushaltsenergieproduktion der Arbeitseinsatz bzw. Zeitaufwand (auch für Überwachungstätigkeiten) aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt werden. (Eigen-)Arbeit wird erst bei der Haushaltsproduktion relevanter, bei der für eine konkrete Zielgruppe nutzenstiftende Aktivitäten für Eigenbedarf durchgeführt werden. Obwohl bei selbstproduzierter Wärme zum Heizen Haushaltsenergieproduktion und Haushaltsproduktion zusammenfallen, kann im Zuge der ersteren auch ihr Output nutzenstiftend am Markt verkauft werden. Da also neben der Verwendung im Rahmen der Haushaltsproduktion die produzierte Energie verkauft werden kann, kann der Haushalt auch zu einem Akteur der Unternehmenstheorie werden.

Bley (2007) unterscheidet sechs Typen von Haushalten, die sich im Hinblick auf die Eigenschaft als Konsument/Nachfrager/Anbieter der Energie, die Verwendung unterschiedlicher Energieträger, die Produktionsweise und den Grad der Marktintegration unterscheiden. Während Typ I reiner Energienachfrager ist, produziert Typ II aus fossilen Energieträgern Wärme für den Eigenbedarf (Heizen, Warmwasserbereitung). Alternativ kann er Wärme aus erneuerbaren Quellen herstellen (Typ IIa) und selbst verbrauchen oder aber ergänzend zum Typ II aus nachgefragtem Strom und Kraftstoff Elektrizität produzieren, die er vollständig ins Netz einspeist (Typ IIb). Beim Typ III findet Kuppelproduktion mit Hilfe von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) statt, sodass aus nachgefragten fossilen Brennstoffen Strom und Wärme für Eigenbedarf generiert wird. Typ IV wiederum fragt fossile Energieträger nach und nutzt durch den Einsatz einer von eigenproduziertem Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle Kuppelproduktion, auch um Fahrzeuge zu betrei-

ben. Typ V ist ein energetisch autarker Haushalt, der Solarstrom produziert und in Verbindung mit einer Brennstoffzelle durch Kuppelproduktion seine Energiebedürfnisse deckt. Schließlich ist Typ VI energetisch vernetzt, d.h. er speist darüber hinaus die im Haushalt produzierte Energie (wie bei Typ V) ins Netz oder bezieht sie von den anderen Produzenten. Die folgende Tabelle stellt die Haushaltstypen noch einmal dar.

Tabelle 1: Typen der Haushaltsenergieproduzenten nach Bley (2007).

Typ	Eigenschaften
I	Direkte Energienachfrage (Wärme, Strom, Treibstoffe); keine Produktion
II	Wärmeproduktion für den Eigenbedarf aus fossilen Energieträgern (Typ IIa: Wärme aus erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse; Typ IIb: Wärme aus fossilen Energieträgern und Strom für vollständige Netzeinspeisung)
III	Kuppelproduktion durch KWK (Strom und Wärme aus fossilen Energieträgern); Typ IIIa: Nutzung von fossilen Energieträgern für Fahrzeugbetrieb
IV	Vernetzte Kuppelproduktion im Haushalt aus fossilen Energieträgern; KWK unter Einsatz von Brennstoffzelle
V	Gewinn von Wärme und Strom aus dem solaren Dargebot unter Einsatz von Wasserstoff als Speichermedium; Produktion aller Energiearten für Eigengebrauch
VI	Produktion von Energieträgern und Energie aus dem solaren Dargebot; Marktvernetzung

Quelle: Eigene Tabelle nach Bley (2007)

An dieser Stelle wird aufgrund des Interessensschwerpunkts dieser Untersuchung insbesondere auf die Haushaltstypen III, V und VI eingegangen, die zum einen als Prosumer agieren und zum anderen entweder Kraft-Wärme-Kopplung oder Solarzellen zur Energieproduktion einsetzen, was aus Sicht des Projektes „Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems“ von Interesse ist. Diese ausgewählten drei Haushaltstypen entsprechen in etwa den von der IEA-RETD (2014) genannten (PV-)Prosumertypen: (1) Eigenverbraucher, (2) Selbstversorger, und (3) kommerzielle Produzenten. Alle drei Typen weichen vom traditionellen Kunden von Energiedienstleistungen ab und könnten bei Erreichen größerer Anzahl signifikante Veränderungen für die Energiewirtschaft nach sich ziehen (siehe Abschnitt 4).

Für die Haushaltstypen V und VI werden bei Bley (2007) Aussagen bezüglich der „optimalen“ Energienachfrage dieser Prosumer-Haushalte getätigt, die sich aus der in der Haushaltstheorie verwendeten Nutzenmaximierung unter Nebenbedingungen ergeben. Es wird vereinfacht unterstellt, dass jeder Haushalt zwei Güter konsumiert: eines, das ohne zwingende Kombination mit Nutzenergie Nutzen stiftet, sowie eines, das diese Energie zur Nutzenstiftung braucht. Beim Typ V wird aufgrund der Solarenergienutzung unterstellt, dass seine Produktionskosten der Nutzenergie ausschließlich von den Fixkosten der Anlage bestimmt werden, sodass mit steigender Ausbringung fallende Durchschnittskosten entstehen. Das um die fixen Kosten verminderte Budget des Haushalts wird durch Ausgaben für beide mit ihren Preisen bewerteten Güter vollständig ausgeschöpft. Im Hau-

shaltsoptimum gilt die neoklassische Bedingung, dass das Grenznutzenverhältnis dem Preisverhältnis entspricht. Für den Haushalt ist die nachgefragte Nutzenergiemenge von ihrem Preis unabhängig, da er autark produziert. Dagegen besteht eine Abhängigkeit von den Fixkosten, die das Budget schmälern und die Nachfrage (nach beiden Gütern und Energie) vermindern. Die Nutzenergie sinkt auch *ceteris paribus*, wenn die Energieproduktivität steigt. Dies geschieht ausschließlich aufgrund der komplementären Relation zwischen dem nutzenergieverbrauchenden Gut und der benötigten Energie und nicht als Folge von ökonomischen Substitutionsprozessen zwischen beiden Gütern. Der optimale Verbrauchsplan wäre an der sonnenbedingten Kapazitätsgrenze der Nutzenergieproduktion erreicht, da dort die niedrigsten Kosten anfallen. Er wird jedoch nur zufällig erreicht, da Preise sowie Einkommen exogen sind und die Auslegung der technischen Anlage vorgegeben ist.

Bei Typ VI wird zusätzlich unterstellt, dass durch die Marktanbindung die produzierte Energie vollständig verbraucht wird, wodurch die Kostendegression ausgenutzt werden kann, die aufgrund von Kapazitätserweiterungen für Eigenbedarf und Weiterverkauf (zu Marktpreisen und ohne zusätzliche Kosten) zustande kommen. Außerdem kauft dieser Haushalt keine Energie zu, was an dieser Stelle eine vereinfachende Annahme ist, denn grundsätzlich ist er nicht autark. Das Haushaltseinkommen, das sowohl aus Erwerbsarbeit als auch Energieverkauf stammen kann, wird wieder durch Ausgaben für beide mit ihren Preisen bewerteten Güter vollständig ausgeschöpft. Es wird unterstellt, dass das maximal erzielbare Einkommen verwendet wird. Die Optimalitätsbedingung für Typ VI ist insofern anders als bei Typ V, als dass das Grenznutzenverhältnis beider nachgefragten Güter dem Verhältnis des Preises des direkt nutzenstiftenden Gutes zum Preis des nutzenergieverbrauchenden Gutes (Marktpreis, zu dem der Haushalt Energie verkauft) zuzüglich des mit einem Preis bewerteten spezifischen Energieverbrauchs entspricht. Der Haushalt wird bei einem steigenden Preis des nutzenergieabhängigen Gutes und bei steigender Energieproduktivität den optimalen Verbrauch der Nutzenergie vermindern. Letztere Reaktion tritt allerdings nur ein, wenn die energiesparende technische Reaktion stärker als die energienachfrageerhöhende Verbilligung des technischen Gutes gegenüber dem anderen Gut wirkt, was mit der spezifischen Form der Nutzenfunktion zusammenhängt. Somit können hier Rebound-Effekte auftreten. Durch die Marktbewertung der eigenproduzierten Energie senkt der steigende Energiepreis einerseits das Einkommen des Haushalts und somit seine Nachfrage; andererseits wird dieser Effekt durch steigendes Einkommen aus dem Verkauf überkompensiert. Dem steht ein negativer Substitutionseffekt entgegen, so dass der Gesamteffekt unbestimmt ist. Fixkostenerhöhungen wirken sich negativ auf die Energienachfrage aus, wohingegen steigende Kapazität eine positive Wirkung hat. Die optimale Verkaufsmenge des Haushalts bestimmt sich aus der Differenz zwischen der an seiner Kapazitätsgrenze produzierbaren und der selbstverbrauchten Energie, womit sich das Angebot konträr zur Nachfrage verhält. Es sinkt mit steigendem Einkommen und steigt mit den Fixkosten, sodass der Haushalt seine Einkommensverluste kompensiert. Dadurch, dass der vernetzte Typ VI nicht nur seinem Güterverbrauch folgt, sondern auch auf steigende Energiemarktpreise mit Verhaltensänderungen reagiert, ist er energiebewusster als Typ V.

Unter technologischen Effizienzgesichtspunkten führt Bley zum Typ III aus, dass die Erzeugung von Energie durch Kraft-Wärme-Kopplung gepaart mit Erdgaseinsatz zwar ge-

ringere externe Kosten (d.h. die aus externen Effekten entstehenden Kosten) als konventionelle Haushaltsenergieerzeugung mit Hilfe ausschließlich fossiler Brennstoffe verursachen kann, diese jedoch nichtsdestotrotz entstehen. Mit KWK lassen sich durch die Verbundvorteile der Kuppelproduktion (Strom und Wärme) Skaleneffekte nutzen. Energieverluste treten extern durch den Transport der benötigten Energieträger auf, nicht jedoch bezogen auf Strom. Durch Speicherung von Energie entstehen interne Energieverluste. Beim Typ V entstehen keine nennenswerten externen Kosten. Es können zudem Skaleneffekte genutzt werden, Verbundvorteile, die durch zusätzliche Produktion und Einsatz von Wasserstoff noch stärker als bei Typ III ausgeprägt sind. Die externen Energieverluste sind bei Nutzung solarer Energie nicht gegeben, interne dagegen schon. Typ VI verursacht ebenfalls keine externen Kosten. Neben Verbundvorteilen aus Vernetzung können diese Haushalte auch Größen- und Dichtevorteile daraus nutzen. Schließlich sind durch Energie- und Energieträgeraustausch im Netz größere als bei Typ V externe Energieverluste zu beobachten, darüber hinaus gibt es jedoch geringere interne Verluste durch die Vernetzung.

Aus statischer Perspektive ergeben sich Vorteile eines Übergangs von einem passiven Nachfrager oder einem autarken Haushalt zu einem integrierten und vernetzten Haushalt, wenn das Kriterium der Pareto-Effizienz angewandt wird. Bei den Letztgenannten ergeben sich Energiekostensparnisse aufgrund des möglichen Austauschs mit anderen Haushalten. Unter einer Reihe von Annahmen zeigt Bley (2007, S. 203f), dass wohlfahrtserhöhender Tausch zwischen (zwei) Haushalten zustande kommen kann, wenn der Bezug einer Energieeinheit billiger ist als die eigene Produktion (gemessen an variablen Kosten). Der liefernde Haushalt hat (bei fallenden Durchschnittskosten) einen Anreiz bei der Produktion bis an seine Kapazitätsgrenze zu gehen, beim anderen Haushalt wird die Produktion eingestellt, wenn der kumulierte Bedarf beider Haushalte unter der Kapazität des ersten Haushalts bleibt. Entscheidend sind hierbei die variablen Kosten beider Haushalte, die Fixkosten des liefernden Haushalts sowie seine Produktionsmenge. Wenn die Haushalte mit durch Fixkosten dominierten Anlagen (wie bei PV) billiger produzieren sollten, würden sie in einem vernetzten dezentralen System die Anbieterrolle übernehmen, vorausgesetzt sie hätten die Kapazitäten dafür. Wenn dies nicht der Fall ist, würden sie Energie von Dritten beziehen.

Der Energieaustausch ist in Realität nicht kostenlos, was von unterschiedlichen Strängen der ökonomischen Theorie berücksichtigt wird. Eine Gesamtbetrachtung ist dabei aus Komplexitätsgründen per se nicht möglich, aber Risikoüberlegungen, Transaktionskosten, Transportkosten, Marktmacht und strategisches Verhalten der Akteure oder asymmetrische Informationsverteilung sind die üblichen relativierenden Ergänzungen des Standardmodells.

4 MÖGLICHER BEITRAG DER PROSUMER-HAUSHALTE ZUR SYSTEMUMGESTALTUNG, CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Das Energiesystem könnte künftig zu einem dezentralen vernetzten System von Anbie-

tern und Kunden werden, in dem Haushaltsenergieproduktion eine stützende Rolle spielt. Dabei ist eine Vielfalt von technologischen Konstellationen unter den dezentralen Stromanbietern möglich, die verschiedene unternehmerische Vorgehen erfordern. Typ III kombiniert dabei die Produktionsfaktoren, zu denen erworbene Energieträger gehören und entscheidet über die Art und Umfang der produzierten Energie. Seine Unsicherheit besteht in der Ausfallwahrscheinlichkeit energietechnischer Anlagen und deren Abschreibungsdauer. Er setzt darüber hinaus keine Innovationen am Markt durch, da seine Marktstellung die eines reinen Nachfragers ist. Demgegenüber bezieht Typ V seine Energie direkt aus der Sonne und seine innovative Tätigkeit beschränkt sich lediglich auf geschickten erfahrungsbasierten periodischen Aufbau eigener Energieversorgung.

Beim Typ VI, der als Marktanbieter auftritt, werden zusätzlich zur Ressourcenkoordination und Wirtschaften bei Unsicherheit Arbitragefunktionen sichtbar, die darin bestehen, flexibel auf die Sonnenverhältnisse zu reagieren und Nachfrageschwankungen auszunutzen. Hier können sich auch innovative Spielräume im Entdeckungsprozess und deren marktliche Nutzung durch Innovationen ergeben.

Wenn die Haushalte aufgrund von institutionellen Rahmenbedingungen und Anreizen durch ihre Haushaltsenergieproduktion Marktanbieter in Sachen Energie werden können, sind sie bereit, sich am Innovationsprozess zu beteiligen, der zur Evolution des Wirtschaftssystems beiträgt. Im Falle von Solarenergie wird dies durch niedrige Marktschranken und Abwesenheit größerer Marktmacht begünstigt. Die Energie verändert durch Eigenerzeugung und Verkauf ihre Bedeutung im Haushaltsbudget, indem sie aus den Konsumausgaben in die Investitionen verlagert wird. Eine solche Investition wird entweder aus der Ersparnis gespeist oder über Kredite finanziert. Dadurch baut der Haushalt Kapitalstock auf, aus dem periodisch Einkommen generiert wird. Damit wird eine Möglichkeit geschaffen, Erwerbseinkommen oder Einkommen aus anderen Vermögensarten zu ergänzen und den Konsum (auch geglättet über die Lebenszeit) zu finanzieren. Bley sieht dabei eine Ähnlichkeit mit Investitionen in Eigenheim, betont aber, dass bei der integrierten Haushaltsenergieproduktion kurzfristig zwischen Eigennutzung und Unternehmertätigkeit gewechselt werden kann. Zudem werden die Investitionsentscheidungen nicht delegiert, sondern eigenverantwortlich vorgenommen. Sie können gute Anlagemöglichkeiten sein und vor Inflation schützen.

Mit der Offenheit der Innovationsprozesse, d.h. der dazugehörigen Nutzerintegration, im Bereich nachhaltiger Konsum beschäftigten sich Kropp und Beck (2011), die ein Problem der Diffusion aufgrund von mangelnder Verbreitung, Akzeptanz und Nutzung feststellen. Die Nutzer werden typischerweise als Ideenlieferanten der Unternehmensseite ohne Gestaltungsspielraum gesehen. Als Haushaltsenergieproduzenten können sie hingegen als Prosumer im eigentlichen Sinne Innovationen produzieren, die sich an eigenen Konsumbedürfnissen orientieren. Damit können sie eigenständig die Entwicklungsdomänen definieren, Regeln der Entwicklung und Entscheidungsfindung bestimmen und auf die erforderlichen Ressourcen zugreifen, was nach den Autoren offene Innovationen ermöglicht. Zwar existieren einige historische Beispiele für selbstständige technische Innovationsbestrebungen von Prosumern im Energiebereich (sie stammen von Ornetzeder und Rohrachner 2011), z.B. die Entwicklung von Windkraftanlagen durch Bürgerinitiativen seit den 1970er Jahren oder Selbstbau von Solarkollektoren in Österreich seit den 1980er Jahren. Die Haushaltsenergie-Produzenten könnten dabei *„die Gestaltung von Produkten und*

Dienstleistungen und deren Verbreitungswege in einem iterativen Prozess zwischen Herstellung und Nutzung beeinflussen“ (Kropp und Beck 2011, S. 344). Jedoch scheinen die Möglichkeiten von Prosumern als Innovatoren eher darin zu liegen, Praxiswissen weiterzugeben, Kostensenkungspotenziale zu erschließen, Netzwerke zu bilden und im Alltag soziale Akzeptanz zu erhöhen. Neue Ideen setzen sich nicht einfach durch, da sie im Sinne kreativer Zerstörung altes Wissen entwerfen.

Die oben dargestellten Überlegungen zur Evolution des Energiesystems hin zu einem dezentralen System getragen von einzelnen eher kleinen Haushaltsenergieproduzenten, die auf erneuerbare Energie der Sonne setzen, lassen viele praktische Fragen jenseits der technischen Aspekte außer Acht, die die Verwirklichung dieser Idee erschweren. Zum einen ist der Übergang immer noch sehr davon abhängig, wie sehr die Politikseite diesen Prozess sowohl institutionell als auch durch Instrumente der Wirtschaftspolitik, die die Rentabilität der Haushaltsenergieproduzenten als Marktakteure stärken, unterstützt. Dazu zählen sicherlich auf der einen Seite Umweltsteuern oder Zertifikate auf fossile Energieträger. Andererseits muss wohl noch auf absehbare Zeit eine Förderung (z.B. in Form von Umlagefinanzierung) für die Installation von Anlagen, Investitionen in Speicher und Einspeisung von Energie gezahlt werden, um die Amortisation der Investitionen sicherzustellen und die Vorteile konventioneller Stromerzeugung mit ihren Skaleneffekten, insbesondere im Bereich Energiegroßhandel, aufzuwiegen. Da für einzelne Anlagen die Rentabilität bereits jetzt gegeben sein dürfte, liegt das Hauptproblem möglicherweise woanders: Die rechtlichen Regelungen, z.B. diejenigen nach EnWG und EEG, scheinen gegenwärtig noch keine ausreichende Konsistenz zu besitzen, um für Rechtssicherheit zu sorgen (vgl. Schneidewindt 2013). Als teilweise problematisch könnte eine gewisse soziale Schieflage eingeschätzt werden, die den Besitz und Betrieb von Solaranlagen verhindert. Dennoch sind prinzipiell verschiedene Finanzierungsmodelle und Eigentumsverhältnisse (Contracting) möglich.

Zu den praktischen Problemen der Evolution des Energiesystems zählen in Deutschland nach Ansicht von Schneidewindt (2013) asymmetrische Information zwischen Haushalt und Netzbetreiber, erhebliche Transaktionskosten, Monopolstellung der Betreiber bei der Technik, langfristige Lizenzgebühren, die möglicherweise durch Smart Meter unnötig wären, sowie Unklarheit über Einspeisezähler und Kontrolle. Die Attraktivität der Prosumertätigkeit würde steigen, wenn es bessere Stromspeicher gäbe. Bei Kleinanlagen gäbe es noch viele Hürden, wie z.B. kostenpflichtige Aufrüstung und gleichzeitig erwungene Leistungsreduzierung als Vergütungsbedingung.

IEA-RETD (2014) stellt die Frage *“is a PV prosumer revolution imminent?”* und antwortet darauf gleich *“not yet (without enabling policies) but policy makers should get prepared”*. Es werden zwar im Hinblick auf PV ein rapide steigendes Wachstum der Aufstellungen, Kostensenkungen (Module, Inverter, weiche Kosten), die PV im Vergleich zu Strommarktpreisen wettbewerbsfähiger machen und die Dezentralisierung, durch die Investitionen direkt auf Basis von wirtschaftlichen Überlegungen oder anderer Motive erfolgen können, konstatiert, worin revolutionäres technologisches Potenzial gesehen wird. Dazu fehle jedoch Politikunterstützung und Regulierung. Es fehlt generell das Recht auf Einspeisung oder Gutschreibung von überschüssiger und nicht verbrauchter Energie (net metering). Einflussfaktoren auf Prosumerwachstum sind ökonomischer (Kosten der Anlagen, Strompreise, Grad des Selbstverbrauchs, Sonneneinstrahlung), verhaltensbezogener (nicht-

finanzielle Faktoren wie Wunsch nach Energieautonomie, Umweltschutz, Prestige), technologischer (neue PV-Entwicklungen, E-Autos, Speicher, demand response, Energieeffizienz) und landesspezifischer Natur (gesamte verfügbare PV-Fläche, Eigenheimanteil, Stromnachfrageentwicklung, Netzzustand). Deutschland habe dabei neben Australien als eines der wenigen Länder ein Rechtssystem in dem diese Faktoren zum signifikanten Prosumer-Wachstum führen, was z.B. daran sichtbar wird, dass selbstgenutzte Kleinstsysteme (unter 2 kW) ohne Verkaufsnotwendigkeit profitabel installiert und konfiguriert werden können.

Neben der äußerst knapp vorhandenen theoretischen Literatur zur Haushaltsenergieproduktion wurden mittlerweile einige Arbeiten zur künftigen Gestaltung des Energiesystems durchgeführt, die Prosumer als sein zentrales Element betrachten. Die Probleme der Umsetzung umweltpolitischer Ziele (20/20/20-Ziel der EU) über Solarenergieproduktion aufgrund von Transaktionskosten werden z.B. derzeit ebenfalls noch selten theoretisch analysiert. Bekker (2014) beschäftigt sich mit der Situation in den Niederlanden, wo das Problem der Verrechnung der eingespeisten mit der bezogenen Strommenge (Net-Metering) wie in Deutschland einen besseren Ausgleich von Angebot und Nachfrage verhindert. Mit Hilfe eines integrierten Ansatzes, der Neue Institutionenökonomik (Transaktionskostentheorie) sowie Market Design verbindet, werden drei Lösungsvorschläge für geeignetes Marktdesign vorgeschlagen. Als bester wird derjenige betrachtet, bei dem eine enge Bindung des Prosumers an einen Anbieter besteht und Bündel von Optionen angeboten werden, um den Vertrag gemäß den Möglichkeiten und Präferenzen des Prosumers zu gestalten, der durch Echtzeitarife und Speicherung besser zu einem Ausgleich von Angebot und Nachfrage beitragen kann.

Lampropoulos, Vanalme & Kling (2010) schlagen hingegen eine Methodologie zur Modellierung des Verhaltens von Elektrizitäts-Prosumern vor. Gegenwärtig ist kein fertiges Smart-Grid-Konzept vorhanden, doch es wird erwartet, dass Investitionen in Infrastruktur erfolgen werden. Sie modellieren das Lastprofil durch Kombination aus deterministischen, probabilistischen und stochastischen Aspekten. Die wichtigsten Elemente des Systems sind der (elektrische) Prosumer, Politik und Regulierung, die Energiemärkte und eine physische Schicht „behind the meter“. Letztere wird durch das Nutzerverhalten, das Wetter, die Preise sowie Kontrollsignale beeinflusst und liefert Energie als Output. Das System wird am Beispiel des Fahrverhaltens getestet, um die Auswirkungen des Aufladens von Elektroautos auf das Netz in den Niederlanden abzuschätzen. Es zeigt sich u.a., dass die meisten Nutzer in den frühen Abendstunden nach Hause zurückkehren – zu den Zeiten also, in denen in den Niederlanden die meiste Stromverteilung stattfindet. Die gleichzeitigen Aufladeprozesse führen dann zu einer hohen Gesamtlast, d.h. höheren Energieverlusten und Ausrüstungsüberladung. Bei den Pendlern wäre es dann vorteilhaft, wenn sie ihre Elektroautos im Laufe der Arbeitszeit aufladen würden.

Shandurkova et al. (2012) präsentieren im Rahmen des Projektes IMPROSUME ihre Überlegungen zur künftigen Gestalt eines auf Prosumern basierten Smart Grids, in dem diese zum Ausgleich des Elektrizitätssystems beitragen. Prosumer werden hier definiert als Haushalte, Fabriken, Büros etc., die verteilte Produktionstechnologien, Energiespeicherung, Smart Meters und Ausrüstung zur Überwachung, Kontrolle und Bedienung nutzen. Dadurch kann bei Bestehen entsprechender Verträge ihre Nachfrage durch ein Signal eines Anbieters oder des Marktes gegen eine vordefinierte Belohnung reduziert wer-

den. Die künftige Philosophie solle lauten, dass Konsum dem Angebot folgt, nicht umgekehrt. Durch Smart Grid sollte eine intelligente Integration der Nutzerhandlungen in Herstellung von Versorgungssicherheit erreicht werden, während man stärker schwankende erneuerbare Energien in die Stromversorgung integriert. Herausforderungen liegen in Planung, Handel, Einteilung und Betrieb der Komponenten. Möglichkeiten umfassen u.a. virtuelle Kraftwerke durch Zusammenschlüsse von Prosumern (ebd. S. 9).

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Die Dynamik der Energiewende wird alle beteiligten Akteure, sei es die Institutionen oder Marktteilnehmer, vor neue Herausforderungen stellen. Es besteht daher ein erheblicher Bedarf nicht nur an theoretischer Literatur, die deren Entscheidungen erklärt und Verhaltenshypothesen aufstellt, sondern auch an geeigneten Simulationsmodellen, die bestenfalls empirisch fundiert sind.

Die in vorigen Abschnitten recht abstrakt diskutierten theoretischen Zusammenhänge, die von den Rationalitätsannahmen der ökonomischen Theorie determiniert werden, lassen keine umfangreichen und empirisch überprüfbaren Schlussfolgerungen bezüglich des Verhaltens von Prosumer-Haushalten zu, was zum Teil daran liegt, dass nur idealtypische Haushalte betrachtet werden, während in Wirklichkeit eine Vielzahl von Mischformen auftreten kann. Für „Selbstversorgerhaushalte“, die mit Hilfe von PV-Anlagen Energie für den Eigenbedarf produzieren und sonst keine Energie zukaufen, besteht eine Unabhängigkeit der nachgefragten Energiemenge von den Energiepreisen. Dagegen hängt die Nachfrage von den Produktionskosten ab, deren Anstieg das Haushaltseinkommen und den Konsum (von Energie und anderen Gütern) vermindert. Aufgrund von technischen Komplementaritäten sinkt ihr Energieverbrauch bei höherer Energieproduktivität. Während diese Haushalte technologisch bedingt nur zufällig zu Minimalkosten produzieren können, da die Investitionsentscheidungen vor Inbetriebnahme erfolgen, können vernetzte Haushalte die Kostendegression über Kapazitätserweiterungen nutzen und billiger produzieren. Durch Verkauf (zu „Marktpreisen“) von Produktionsmengen, die den „optimalen“ Verbrauch übersteigen, können sie ihren Konsum zusätzlich über höheres Einkommen steigern. Wie bei den Selbstversorgerhaushalten sinkt der Energieverbrauch auch hier bei höheren Produktionskosten; allerdings sinkt er bei den kommerziell tätigen Haushalten auch aufgrund steigender Preise der energieverbrauchenden Güter. Steigende Energiepreise haben eine ambivalente Wirkung auf den Energieverbrauch aufgrund von Einkommens- und Substitutionseffekten. Einkommensveränderungen und Fixkosten bestimmen die „optimale“ Aufteilung der produzierten Energie auf Eigenverbrauch und Marktangebot. Aufgrund von steigender Energieeffizienz können diese Haushalte schließlich bei bestimmten Präferenzen (Form der Nutzenfunktion) den Energieverbrauch erhöhen (Rebound-Effekt).

Ergiebiger erscheinen die Erkenntnisse der gesichteten Literatur bezüglich des möglichen Übergangs zu einem Prosumer-basierten Energiesystem, dessen logische Vollendung eine dominante Rolle marktgebundener vernetzter Haushaltsenergieproduzenten gegenüber Eigenverbraucher- oder Selbstversorgerhaushalten wäre. Dabei könnten jenseits von geringeren Energiekosten weitere individuelle Vorteile realisiert werden, die

durch Arbitrage entstehen würden – und es gäbe mehr Anreize dazu, Innovationsprozesse anzustoßen. Haushalte könnten in ihrer Investorenfunktion Akteure des Kapitalmarkts werden, Konsumschwankungen im Lebenszyklus besser ausgleichen und energiesparender agieren. Dazu müssten die Anlagen jedoch ausreichend groß sein. Die Vorteile auf Haushaltsebene können durchaus gesamtwirtschaftlich relevant werden. Letztlich hängen die Transformationsprozesse stark von der institutionellen Seite ab, die über wirtschafts- und umweltpolitische Instrumente Anreize setzt, welche derzeit z.B. aufgrund rechtlicher Inkonsistenzen noch nicht hinreichend gut gegeben sind. Zudem fehlen derzeit noch ausgereifte planerische und technische Lösungen zu einer besseren Verwirklichung der Transformation.

Bei der Betrachtung privater Haushalte, die selber Strom und Wärme produzieren und zudem immer mehr als Marktanbieter für Energie auftreten, fallen noch erhebliche Erkenntnisdefizite in der Forschung auf, besonders was die Reaktionen der Haushalte auf wirtschaftspolitische Eingriffe angeht, die hoffentlich im Laufe der Zeit durch neue Forschungsergebnisse beseitigt werden. Einen Schritt in diese Richtung kann das laufende Projekt „Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems“ bedeuten, bei der die mikroökonomische Sicht um eine meso- und makroökonomische Perspektive erweitert werden kann.

LITERATURVERZEICHNIS

- Becker, G.S. (1993): Der ökonomische Ansatz zur Erklärung menschlichen Verhaltens, Tübingen.
- Bekker, R. (2014): Integrating Transaction Cost Theory And Market Design. Reversing the discriminating alignment hypothesis to design for the Dutch electricity market and PV prosumers, Faculty of Technology, Policy and Management, Delft University of Technology.
- Blättel-Mink, B (2010): Vorwort, in. Blättel-Mink, B & Hellmann, K.-U. [Hrsg.]: Prosumer Revisited. Zur Aktualität einer Debatte, Wiesbaden, S. 7-9.
- Bley, A. (2007): Haushaltsenergieproduktion. Eine wirtschaftstheoretische Analyse der Nutzung erneuerbarer Energieträger und des Wasserstoffs durch private Haushalte, Duisburg-Köln.
- Bremdal, B. A. (2011): Prosumer oriented business in the energy market (IMPROSUME Publication Series #2). Narvik, Norway and Halden, Norway: Narvik University College and Norwegian Center of Expertise for Smart Energy Markets.
- Di Giulio, A., Brohmann, B., Clausen, J., Defila, R., Fuchs, D., Kaufmann-Hayoz, R. & Koch, A. (2011): Bedürfnisse und Konsum – ein Begriffssystem und dessen Bedeutung im Kontext von Nachhaltigkeit, in Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. [Hrsg.]: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum Nachhaltigen Konsum“, München, S 47-71.
- EUROLECTRIC (2015): Prosumers – an integral part of the power system and the market. URL:
http://www.eurelectric.org/media/178736/prosumers_an_integral_part_of_the_power_system_and_market_june_2015-2015-2110-0004-01-e.pdf.
- Fischer, D., Michelsen, G., Blättel-Mink, B. & Di Giulio, A. (2011): Nachhaltiger Konsum: Wie lässt sich Nachhaltigkeit im Konsum beurteilen?, in Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. [Hrsg.]: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum Nachhaltigen Konsum“, München, S. 73-88.
- Götz, K., Glatzer, W. & Götz, S. (2011): Haushaltsproduktion und Stromverbrauch – Möglichkeiten der Stromersparnis im privaten Haushalt, in Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. [Hrsg.]: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum Nachhaltigen Konsum“, München, S. 265-282.
- Hanekop, H. & Wittke, H. (2010): Kollaboration der Prosumenten. Die vernachlässigte Dimension des Prosuming-Konzepts, in Blättel-Mink, B & Hellmann, K.-U. [Hrsg.]: Prosumer Revisited. Zur Aktualität einer Debatte, Wiesbaden, S. 96-113.

- Hellmann, K.-U. (2010): Prosumer Revisited: Zur Aktualität einer Debatte. Eine Einführung, in: Blättel-Mink, B & Hellmann, K.-U. [Hrsg.]: Prosumer Revisited. Zur Aktualität einer Debatte, Wiesbaden, S. 13-48.
- IEA-RETD (2014): Residential Prosumers - Drivers and Policy Options (RE-Prosumers).
- Kaufmann-Hayoz, R., Bamberg, S., Defila, R., Dehmel, C., Di Giulio, A., Jaeger-Erben, M., Matthies, E., Sunderer, G & Zundel, S. (2011): Theoretische Perspektiven auf Konsumhandeln – Versuch einer Theorieordnung, in Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. [Hrsg.]: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum Nachhaltigen Konsum“, München, S. 89-123.
- Kropp, C. & Beck, G. (2011): Wie offen sind offene Innovationsprozesse? Von Nutzerrollen und Umsetzungsbarrieren, in Defila, R., Di Giulio, A. & Kaufmann-Hayoz, R. [Hrsg.]: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum Nachhaltigen Konsum“, München, S. 333-347.
- Lampropoulos, I, Vanalme, G.M.A. & Kling, W.L. (2010): A methodology for modeling the behavior of electricity prosumers within the smart grid, in: Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), 2010 IEEE PES.
- Lancaster, K.J. (1966): A New Approach to Consumer Theory, Journal of Political Economy 174, pp. 132-157.
- Schneidewindt, H. (2013): Verbraucher in der Energiewende: Prosumer oder nur Statist?, Verbraucherzentrale NRW, 25.8.2013, bearbeitet für das Fachmagazin e21.
- Shandurkova, I., Bremdal, B. A., Bacher, R, Ottesen, S. & Nilsen, A (2012): A Prosumer Oriented Energy Market. Developments and future outlooks for Smart Grid oriented energy markets, (IMPROSUME Publication Series #3). Narvik, Norway and Halden, Norway: Narvik University College and Norwegian Center of Expertise for Smart Energy Markets.
- Statistisches Bundesamt (2013): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – Inlandsproduktsberechnung. Detaillierte Jahresergebnisse 2012. Methodische Erläuterungen, Fachserie 18, Reihe 1.4, Wiesbaden.
- Zwick, D, Bonsu, S. K. & Darmody, A. (2008): Putting Consumers to Work. ‘Co-creation’ and new marketing governmentality, Journal of Consumer Culture 8(2), pp. 163-196.

