

DISS. ETH NO. 21'717

Non-technical challenges for the transition of energy systems

A dissertation submitted to
ETH ZURICH
for the degree of
DOCTOR OF SCIENCES

Presented by
YANN BENEDICT BLUMER
MSc ETH in Environmental Sciences

born on August 12th, 1983

citizen of Basel (BS), Switzerland

Accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Anthony Patt, examiner
Prof. Dr. Volker Hoffmann, co-examiner
Dr. Christian Holzner, co-examiner
Dr. Roman Seidl, co-examiner

2014

SUMMARY

Availability of energy is an important basis for the functioning of modern societies. The production and use of energy is also a root cause of a wide range of negative environmental and social problems. These include emission of greenhouse gases that fuel climate change, the overuse of finite fossil energy resources that threaten to become ever scarce, impacts on local environment, and land use that may lead to conflicts over the realization of energy infrastructure. Thus, policy-makers around the world face the need for a transition of the energy system towards a more sustainable state. There exist many studies that present technically feasible and economically viable visions of more sustainable energy systems. However, at the end of the day it is non-technical factors, such as public acceptance or changes of the legal framework that determine whether these visions can be realized. Starting from the guiding question *'What are non-technical challenges for realizing transitions of energy systems, and how can they be addressed?'* this thesis develops a comprehensive overview of non-technical challenges for energy system transitions. It consists of three main contributions, each of which discusses important non-technical challenges one focus areas of energy transition policies. These areas are (i) renewable-based energy provision, (ii) reduction of energy consumption, and (iii) ensuring energy security.

The first main contribution is a study of non-technical success factors for bioenergy projects. Based on a broad literature review a list of potential success factors was developed. Using these factors as conceptual framework, six Japanese pilot projects for bioenergy utilization were analyzed. Although the framework does contain a few bioenergy-specific factors (e.g., the complexity of the conversion process) most of them are rather generic and can be applied to various types of small-scale renewable energy projects. One key insight of the study is that successful implementation of such a projects is not just about technical feasibility and cost. There is a wide range of context factors that play a key role as well. These include the practical support by local authorities, the use of local stakeholder networks, the integration into existing infrastructure and public acceptance. If decentralized small-scale renewable energy projects that use, for example, wind, solar energy or biomass, are to play a role in energy transitions, these factors need to be considered and information on them need to be made accessible to potential investors. Especially so, as many of these projects will not be realized by large energy companies, which have ample experience in dealing with the local administration an public opposition, but rather by private investors and small and medium-sized enterprises, who lack this expertise.

In view of the considerable energy efficiency potentials that are not realized despite being economically attractive (i.e., the so-called efficiency gap), the second main contribution looks at utility-based energy saving schemes. These instruments have shown to be an effective and efficient means of overcoming the efficiency gap. They eliminate a number of important barriers to it, such as consumers' lack of information or access to capital. The study draws from a survey of over one hundred Swiss electric utilities to analyze why some of them actively promote energy efficiency, even though no national saving obligation framework is in place, while others do not. It found that utilities' characteristics alone (such as their sizes or whether they operate own power plants) could not explain sufficiently the large differences in

Non-technical challenges for the transition of energy systems

utilities' energy efficiency related activities. Also the companies' perception of incentives and constraints played an important role. In particular, the results suggest that utilities that are part of communal administration might be more responsive to incentives and constraints than other ones.

The third main contribution focuses on the issue of energy security. There exists a broad societal consensus that energy security should be a key goal of energy policies. However, the concept has become ever broader in the past decades and has been used by different societal actors to promote their preferred energy system vision. The third study therefore explores the different understandings of energy security by experts and energy-users and how these understandings may be linked to their security visions. It draws from a media analysis, a series of expert interviews and a survey among Swiss energy users and experts. It finds that these two groups' understandings of energy security and their respective vision of what constitutes a secure energy system align well: Swiss energy system experts tend to favor security visions based on integration and high quality energy infrastructure, while the dominant vision in Switzerland is that of an autarchic energy system. By considering a variety of different aspects, such as long-term availability of energy resources or environmental concerns, energy users seem to have a broader understanding of energy security than experts, who understand energy security primarily as the absence of supply disruptions. As other cases, such as that of nuclear waste disposal, suggest, such a gap between experts and decision makers on the one hand, and the public on the other, may be a stumbling block for the realization of future infrastructure projects and may hinder the public support for policies that aim at initiating energy transitions.

The thesis *inter alia* concludes that there is a need for (i) a better understanding of social potentials for the realization of renewable energy projects, (ii) more research on how energy security considerations are integrated in individuals' assessments of specific energy technologies and visions of future energy systems, and (iii) further empirical social-scientific research with a comprehensive energy system view, and not just on small parts of it. With respect to the ongoing energy transition in Switzerland the main recommendations of this thesis for policy-makers are (i) to better acknowledge the important role of energy companies in realizing the goals of the new Swiss energy strategy, (ii) to better inform potential investors into small-scale renewable energy projects of how such projects may be fit into different sociotechnical contexts, and (iii) to be aware that different understandings of energy security exist and therefore to be more transparent when using energy security as an argument for or against a specific project or policy, in order to avoid conflicts and misunderstandings.

ZUSAMMENFASSUNG

Unser Energiesystem bildet eine wichtige Grundlage für unseren Wohlstand. Gleichzeitig ist es auch für eine Reihe von schädlichen Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft verantwortlich. Dazu gehören klimaverändernde Treibhausgase, die Übernutzung fossiler Energieträger, genauso wie negative Auswirkungen auf lokale Ökosysteme und die Landschaft. Daher stellt sich für Entscheidungsträger weltweit das Problem, wie Energiesysteme in Richtung Nachhaltigkeit transformiert werden können. Es bestehen viele Energiesystem-Visionen die sowohl technisch umsetzbar als auch ökonomisch tragbar sind. Oft sind es aber gerade nicht-technische Aspekte wie öffentliche Akzeptanz oder Änderungen im Rechtssystem welche die grössten Herausforderungen für eine Realisierung dieser Visionen darstellen. Die Leitfrage dieser Arbeit lautet daher: *‘Was sind nicht-technische Herausforderungen, um die Transformation von Energiesystemen zu realisieren und wie können diese gemeistert werden?’* In drei Hauptbeiträgen entwickelt die Arbeit eine umfassende Sicht auf nicht-technische Aspekte von Energiesystem-Transformationen. Die drei Beiträge analysieren je einen Aspekt von Energiesystem-Transformationen, welcher für die Energiepolitik zentral sind. Es sind dies (i) eine auf erneuerbaren Energien basierende Versorgung, (ii) das Energiesparen und (iii) die Gewährleistung von Energiesicherheit.

Der erste Beitrag untersucht nicht-technische Erfolgsfaktoren von Projekten zur Energiegewinnung aus Biomasse. Auf der Grundlage einer breiten Literaturstudie wurde eine Liste potentieller Erfolgsfaktoren erstellt. Diese diente als konzeptueller Rahmen um sechs japanische Projekte zur Gewinnung von Energie aus Biomasse zu analysieren. Obwohl dieser konzeptuelle Rahmen einige bioenergie-spezifische Faktoren enthält (z.B. eine geringe Komplexität des Konversionsprozesses von Biomasse zu Energie), ist er doch allgemein genug um auf unterschiedliche Kleinprojekte zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen anwendbar zu sein. Eine der Haupteckkenntnisse der Studie ist, dass technische Machbarkeit und Kosten nicht die alleinig ausschlaggebenden Erfolgsfaktoren für solche Projekte sind. Eine breite Palette von Kontext-Faktoren spielt ebenfalls eine Rolle. Dazu gehören die praktische Unterstützung durch die lokalen Behörden, die Nutzung von lokalen Stakeholder-Netzwerken und die Integrierbarkeit des Projekts in die bestehende Infrastruktur. Sollen kleine, dezentrale Wind, Sonne- oder Biomasseprojekte eine Rolle im Energiesystem der Zukunft spielen, dann müssen diese nicht-technischen Erfolgsfaktoren beachtet und die dazu verfügbaren Informationen potentiellen Investoren zugänglich gemacht werden. Dies vor allem wichtig, weil ein Teil dieser Projekte nicht von den etablierten, grossen Energieversorgern, sondern von Privaten und kleinen und mittelgrossen Unternehmen umgesetzt wird. Letzteren fehlt es oft an der Erfahrung und Expertise im Umgang mit lokalen Behörden sowie mit Widerstand aus der Bevölkerung.

Ausgangspunkt des zweiten Beitrags ist die sogenannte Effizienzlücke. Diese bezeichnet diejenigen Energiesparpotentiale, welche trotz ihrer ökonomischen Attraktivität brach liegen. Verpflichtende Effizienzziele für Stromlieferanten haben sich als effektives und effizientes Mittel erwiesen um diese Lücke zu schliessen bzw. zu verringern. Sie eliminieren einige wichtige Hindernisse zur Realisierung von Effizienzpotentialen, wie etwa der Mangel an Information auf Konsumentenseite oder Zugang zu Kapital. Die durchgeführte Studie basiert

auf einer Umfrage unter den Schweizer Energieversorgern. Sie untersucht, warum einige dieser Unternehmen die Energieeffizienz ihrer Kunden aktiv fördern, obwohl sie dazu nach nationalem Recht nicht verpflichtet wären. Die Studie zeigt, dass es nicht bloss die Charakteristika der Unternehmen selbst sind (z.B. Grösse oder ob sie eigene Kraftwerke betreiben), die den massiven Unterschied zwischen den Versorgern hinsichtlich ihrer Energieeffizienz-Aktivitäten erklären. Stattdessen spielt auch die Wahrnehmung der Unternehmen von Anreizen und Hindernissen für die Umsetzung solcher Programme eine wichtige Rolle. Insbesondere scheinen Versorger, welche Teil der kommunalen Verwaltung sind, eher empfänglich für exogene Impulse zu sein als die anderen Unternehmen.

Der dritte Hauptbeitrag beschäftigt sich mit der Frage der Energiesicherheit. Seit der Mitte des letzten Jahrhunderts hat sich ein gesellschaftlicher Konsensus entwickelt, dass Energiesicherheit ein zentrales Ziel der Energiepolitik sein soll. Im Laufe der Zeit hat sich auch die Bedeutung von Energiesicherheit erweitert. Als Folge hat das Konzept an Schärfe verloren und wird von verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren als Argument zur Durchsetzung ihrer eigenen Anliegen instrumentalisiert. Die Studie untersucht die unterschiedlichen Verständnisse von Energiesicherheit zwischen ExpertInnen und der Bevölkerung und in welchem Bezug diese zu deren jeweiligen Sicherheits-Visionen stehen. Sie basiert auf einer Medienanalyse, einer Serie von Experteninterviews und einer Umfrage unter Schweizer Energie-ExpertInnen und -Nutzern. Die Studie zeigt, dass die Verständnisse von Energiesicherheit und die Sicherheits-Vision der beiden untersuchten Gruppen korrespondieren: ExpertInnen bevorzugen eher Integration und den Ausbau der Energieinfrastruktur, während die prägende Sicherheits-Vision in der Schweiz diejenige eines autarken Energiesystems ist. Parallel dazu haben EnergiekonsumentInnen ein breites Verständnis von Energiesicherheit, welches Aspekte wie die langfristige Verfügbarkeit von Energie oder Umweltbedenken beinhaltet. Die EnergieexpertInnen hingegen verstehen unter Energiesicherheit vor allem eine störungsfreie Energieversorgung. Vergleiche zu anderen Fällen, wie etwa derjenige der Entsorgung von Nuklear-Abfällen, zeigt, dass ein solcher Graben (zwischen ExpertInnen und EntscheidungsträgerInnen auf der einen Seite und der Bevölkerung auf der anderen) die Umsetzung von Energieprojekten und -Strategien behindern kann.

Die Schlussfolgerungen dieser Arbeit sind *inter alia*, dass Bedarf besteht nach (i) einem besseren Verständnis der Rolle sozialer Potentiale für die Realisierung von kleinräumigen erneuerbaren Energieprojekten, (ii) mehr Forschung darüber, wie das Verständnis von Energiesicherheit in die individuelle Einschätzung von Energie-Technologien und in zukünftige Visionen des Energiesystems einfließt, sowie (iii) weiterer empirische sozialwissenschaftliche Energieforschung mit einer systemischen Perspektive. Bezüglich der laufenden ‚Energiestrategie 2050‘ in der Schweiz sind die Hauptempfehlungen der vorliegenden Arbeit, dass (i) die wichtige Rolle der Energieversorger für die Erreichung der Ziele der neuen Energiestrategie der Schweiz stärker berücksichtigt werden sollte, dass (ii) potentielle Investoren besser darüber aufgeklärt werden sollten wie kleinräumige erneuerbare Energieprojekte in unterschiedliche soziotechnische Kontexte eingepasst werden können und dass (iii) Entscheidungsträger sich bewusst sein müssen, dass Energiesicherheit von verschiedenen Akteuren ganz unterschiedlich verstanden wird und sie deshalb, wenn sie sich auf Energiesicherheit beziehen, transparent benennen was sie damit meinen.