

Strom kontrollieren, Ströme steuern

Der Stromzähler im Kontext von Objektivierung und Organisation der Elektrizität zwischen 1880 und 1930

VON JONAS SCHÄDLER

Überblick

Das Aufkommen der neuen Energieform Elektrizität um 1880 war eng mit ihrer Objektivierung und Organisation verbunden. Die anfänglich unbekannte Entität Elektrizität musste zuerst greifbar und kontrollierbar werden, damit sie angewendet und gesteuert werden konnte. In diesem Zusammenhang spielte die Verwaltung des Stroms mittels elektrotechnischer Apparate eine wichtige Rolle. Unter den verschiedenen Geräten nahm der Stromzähler eine zentrale Stellung ein, weil er die Möglichkeit eröffnete, Strom auf der einen Seite für die Kraftwerksbetreiber quantifizierbar sowie auf der anderen Seite für die Stromkonsumierenden sichtbar zu machen. Der Zähler ermöglichte sowohl das Sammeln von Konsumdaten als auch das direkte Ablesen des eigenen Verbrauchs. Der Übergang vom Pauschaltarif zum komplexen Zeittarifwesen, das nur dank des Zählers kontrolliert werden konnte, markiert zum einen den Prozess der Implementierung des Stroms in die Gesellschaft des 20. Jahrhunderts und zum anderen offenbaren sich darin erstmals Steuerungsmöglichkeiten des Stromkonsums. Am Beispiel der Schweiz und ihrer elektrotechnischen Industrie, namentlich der Landis & Gyr AG, die eine wichtige Akteurin bei der Produktion von Zählern für den weltweiten Markt war, wird diese Rolle des Zählers deutlich. Zwischen 1900 und den 1930er Jahren wurden zahlreiche Konsument/innen neu ans Netz geschlossen. Um dieses großflächige Netzwerk zu verwalten und auch den Stromkonsum steuern zu können, war der Stromzähler ein unerlässlicher Apparat.¹

Abstract

The emergence of electricity as a new form of energy around 1880 was closely linked to its objectification and organization. The initially obscure entity, electricity, had to become tangible and controllable so that it could be applied and managed. In this context, the handling of electricity by means of electrotechnical devices has played a major role. Among the various apparatuses, the electricity meter occupied a central position because it opened up

¹ An dieser Stelle möchte ich Leander Diener und Jonas Gloor sowie zwei anonymen Gutachter/innen für die hilfreichen Hinweise und kritischen Kommentare beim Entstehen des Manuskripts sowie die produktiven Korrekturvorschläge danken.

the possibility to make electricity quantifiable for power plant operators, on the one hand, and make it visible for electricity consumers, on the other. The meter enabled the collection of consumption data and direct reading of one's own consumption. The transition from flat-rate tariffs to complex time-based tariffs, which could only be monitored with the meter, marks the implementation process of electricity in twentieth-century society. In addition, it opened up the possibility of controlling electricity consumption. Switzerland and its electrical engineering industry, namely the Company Landis & Gyr, an important player in the production of meters for the global market, illustrates the central role of the meter. Between 1900 and the 1930s numerous new customers were connected to the grid. In managing this large network and controlling the electricity consumption, the electricity meter took on the role of an indispensable device.

Einleitung

„Der *Elektrizitätszähler* gehört nicht zu den glücklichen Erzeugnissen moderner Technik, die das Herz der technisch empfindenden Generation von heute schon beim ersten Blick höher schlagen lassen. Er hat äußerlich nicht die kühne Linienführung einer weitgespannten Betonbrücke noch die Eleganz eines Stromlinienautos. Blicken wir jedoch einmal hinter diesen bescheidenen schwarzen Deckel, der in irgendeiner Wohnungsecke versteckt und mit der achtungsgebietenden Plombe der amtlichen Prüfstelle versehen ist. Wir entdecken einen Apparat, wie er wohl sinnreicher nicht ausgedacht werden könnte. Dieser Apparat hat nämlich Elektrizität zu messen – einen Stoff, über dessen wirkliche Beschaffenheit die großen Physiker erst seit wenigen Jahren einigermaßen im klaren sind. Und dieser geheimnisvolle Stoff, der unser Heim behaglich gestaltet, der die Triebkraft für Industrie, Verkehr und das ganze Wirtschaftsleben unseres Landes liefert, er muß nicht nur erzeugt und an die Stelle seines Verbrauchs geleitet, sondern auch verkauft werden.“²

Dieses Zitat entstammt einem mehrseitigen Leitartikel, der 1939 in der *Werkzeitung der schweizerischen Industrie* erschien. Im Text wird die zentrale Funktion des Elektrizitätszählers als Schnittstelle zwischen Elektrizitätswerk und Konsument/innen beleuchtet und in einen volkswirtschaftlichen Zusammenhang gestellt. Die *Werkzeitung* erschien zwischen 1933 und 1977 monatlich und fand ein breites Lesepublikum, sowohl in der Industriearbeiterschaft wie auch bei an Industrie und Wirtschaft Interessierten. Während des Zweiten Weltkriegs nahm das Blatt eine vaterländische Position ein und berichtete wiederholt über die Wichtigkeit der heimischen Industrie, namentlich in Bezug auf die Selbstversorgung des Landes. Der Artikel über Stromzähler wirkt in

- 2 O.V. (ohne Verfasser), Allerlei Interessantes über Zähler. Elektrische Zähler und Spezialapparate als Spitzenleistungen der Präzisionstechnik, in: *Werkzeitung der schweizerischen Industrie* 7, 1939, S. 205–207, hier S. 205, Hervorhebung im Original.

diesem Kontext auf den ersten Blick befremdlich, stellte doch gerade der Zähler ein vermeintlich unscheinbares Nebenprodukt einer Spezialindustrie dar; ein Umstand, auf den auch die Werkzeugzeitung Bezug nimmt. Jedoch erschließt sich die Relevanz des Zählers bei der Lektüre des Artikels: Im Zusammenhang mit der Elektrizitätswirtschaft nehme der Zähler eine zentrale Rolle ein, so der Text, denn dank des Zählers werde es möglich, den Gesamtenergieverbrauch zu quantifizieren und den Verkauf zu kontrollieren. Weil Strom in der Schweiz bereits früh zur wichtigsten nationalen Energieform in Industrie und Privatleben wurde, übernahm das Zählgerät die wichtige Funktion, den Konsum elektrischer Energie zu kontrollieren und zu steuern. Damit wurde der Apparat innerhalb der Organisierung der Ströme zur zentralen Schnittstelle zwischen Kraftwerk und Haushalt, auch wenn das Gerät unscheinbar ist und die genaue Funktion von Elektrizität in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts noch nicht restlos geklärt war.

Der Stromkonsum wurde zu Beginn der Elektrifizierung aufgrund der Überschaubarkeit der Anschlüsse pauschal verrechnet. Erst auf Bestreben der elektrischen Zentralen hin setzte sich nach und nach ein Zähltarifsystem durch, das es ermöglichte, die Kraftwerke rentabler zu machen und diese besser auszulasten. Der Verbrauch von Energie wurde mit Hilfe von Zählern korrekt gemessen und unter die technische Kontrolle der Elektrizitätswerke gestellt.

Laut der Historikerin Miriam Levin ist der Prozess der Einführung neuer Infrastrukturen stets mit kapitalistischen Interessen verbunden, die durch einen Machtapparat gestützt werden müssen. Die Macht über die Infrastrukturen gehe folglich stets mit dem Verlangen nach Steuerung und Kontrolle einher, oftmals ausgelagert in technische Apparate.³ Ähnlich ist dies auch bei der Elektrifizierung zu beobachten. Die kapitalintensive Infrastruktur, die für die Stromversorgung errichtet wurde, sollte unter die Kontrolle der privaten und staatlichen Kraftwerke gebracht werden. Mit Levin gesprochen wurde es mit Hilfe des Stromzählers möglich, den Stromkonsum zu überwachen. Den Elektrizitätsbetrieben verlieh der Zähler eine entsprechende Kontroll- und Steuerungsmacht. Die unscheinbare Symbiose, die das Gerät mit den Verbraucher/innen einging – das Gerät ist zwar „in irgendeiner Wohnungsecke versteckt“, doch ist es immerhin in jeder Wohnung zu finden – verlangt deshalb nach einer differenzierten historiografischen Betrachtung.

Die technikhistorische Forschung der letzten Jahre hat eine Reihe durchaus bedeutsamer Publikationen im Hinblick auf die Elektrifizierung hervorgebracht.⁴ Dabei liegt zwar ein kritischer Fokus auf dem technisch-

3 Vgl. Miriam Levin, *Contexts of Control*, in: dies. (Hg.), *Cultures of Control*, Amsterdam 2000, S. 13–39, hier S. 14–16.

4 Vgl. einführend Bernhard Stier, *Die neue Elektrizitätsgeschichte zwischen kulturhistorischer Erweiterung und kommunikationspolitischer Instrumentalisierung. Anmerkungen zum Forschungsstand am Ende des „langen 20. Jahrhunderts der Elektrizität“*, in: *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 87, 2000, S. 477–487; Patrick Kupper, Odinn Melsted

wirtschaftlichen Entwicklungsverlauf der Elektrifizierung, unscheinbare Apparate, Techniken und Infrastrukturen, die einen ebenso wichtigen Anteil daran haben, epistemische Zusammenhänge zu erklären, wurden darin jedoch nur marginal untersucht.⁵ Gerade aber eine technikhistorische Forschung, die sich dem Gebrauch und der Kontextualisierung neuer Techniken widmet (und damit das scheinbar Sekundäre in den Vordergrund rückt), kann mit Rückgriff auf David Edgerton neue Erkenntnisse hervorbringen.⁶ Nicht zuletzt im Hinblick auf die Elektrizitätswirtschaft und Fragen rund um das Wissen um den Stromkonsum sowie dessen Steuerung ist der Stromzähler zentral, fand aber bisher in der Forschung nur wenig Aufmerksamkeit.⁷

Dank des Zählers wurde der Stromkonsum kontrollier- und steuerbar. Daraus leite ich folgende These ab: Im Stromzähler, dessen primäre Funktion das Zählen ist, ist auch die Möglichkeit des Steuerns latent vorhanden. Dieser These liegt die Annahme zugrunde, dass das reibungslose Funktionieren eines Systems sowie die Macht darüber in die „Apparate eingelagert“ ist.⁸ Doch Elektrizität war nicht von Beginn an steuerbar, Strom musste erst in seiner physikalischen Eigenschaft gebändigt werden, was ich als Objektivierung bezeichne. Im ersten Abschnitt dieses Artikels widme ich mich diesem Prozess der Objektivierung des Stroms. Obwohl Elektrizität schon im 19. Jahrhundert und zuvor Gegenstand der Forschung war, tauchten erst in den 1870er und 1880er Jahren verschiedene technische Erfindungen auf, die den Strom für den Alltagsgebrauch anwendbar machten, z.B. Generatoren und Bogenlampen. Indem die Entität Strom durch solche Geräte verwendbar wurde, wurde der

u. Irene Pallua, *On Power. Neue Literatur zur Energiegeschichte*, in: NTM, Zeitschrift für Wissenschafts-, Technik- und Medizingeschichte 25, 2017, S. 143–158. Zur Geschichte der Elektrifizierung in Deutschland mit Bezug auf Steuerung sei hier zudem verwiesen auf Bernhard Stier, *Staat und Strom. Die politische Steuerung des Elektrizitätssystems in Deutschland 1890–1950*, Ubstadt-Weiher 1999.

- 5 Eine Hinwendung zu einer Gebrauchsgeschichte der Technik ist auch in der Elektrizitätsgeschichte zu beobachten, so z.B. in Nina Möllers u. Karin Zachmann (Hg.), *Past and Present Energy Societies. How Energy Connects Politics, Technologies and Cultures*, Bielefeld 2012.
- 6 Vgl. David Edgerton, *From Innovation to Use. Ten Eclectic Theses on the Historiography of Technology*, in: *History and Technology* 16, 1999, S. 111–136.
- 7 Es gibt lediglich eine technikgeschichtliche Monografie, die den Stromzähler ins Zentrum rückt, jedoch hauptsächlich auf die Technikentwicklung fokussiert, vgl. Kurt Schneider-Winden, *Geschichte der Messung und Verrechnung elektrischer Arbeit in Deutschland (ca. 1880–1930)*, Dissertation Universität Stuttgart 2006. Der Stromzähler wird stellenweise auch andernorts behandelt, vgl. Graeme Gooday, *The Morals of Measurement. Accuracy, Irony, and Trust in Late Victorian Electrical Practice*, Cambridge UK 2004; vgl. ferner Sophie Gerber, *Küche, Kühlschrank, Kilowatt. Zur Geschichte des privaten Energiekonsums in Deutschland 1945–1990*, Bielefeld 2015.
- 8 Vgl. Monika Dommann, *Barrieren, Hinterbühnen, Infrastrukturen. Susan Leigh Stars Packungsbeilagen zur Erforschung der Arbeit im Informationszeitalter*, in: Susan Leigh Star, *Grenzobjekte und Medienforschung*, hg. v. Sebastian Gießmann u. Nadine Taha, Bielefeld 2017, S. 437–444, hier S. 443.

Verkauf von Strom für Investoren interessant. Dies eröffnete das Problem, dass der Strom zunächst quantitativ erfasst werden musste. Dieser Prozess war eng begleitet von einer Regulierung der neuen Materie, was hauptsächlich durch deren Institutionalisierung geschah, wodurch Strom kontrolliert werden konnte und dessen großflächige Anwendung möglich wurde. Dazu gehörte, dass verschiedene Unklarheiten gelöst werden mussten. Es brauchte eine Entscheidung im Hinblick auf die Stromart (Wechselstrom oder Gleichstrom) sowie ein technisches Gerät, das es ermöglichte, den Stromverbrauch zu messen. Erst als diese Probleme gelöst waren, konnte Strom organisiert und verteilt werden.

Dieser Organisation des Stroms widme ich mich im zweiten Teil des Artikels. Als Fallbeispiel dient die Schweiz, ein Land, in dem aufgrund der geringen Größe relativ früh ein nationales Stromnetz aufgebaut worden war, begleitet von einer europaweit relevanten elektrotechnischen Industrie, deren Kontinuität während der Weltkriege nicht unterbrochen wurde.⁹ Anhand der Schweiz möchte ich aufzeigen, wie die Erforschung von Strom im Bildungsbereich institutionalisiert, wie der Strom gesetzlichen Regelungen unterworfen und schließlich in ein Normensystem eingebunden wurde. Dieser Prozess der Organisation wurde wesentlich durch ein Netzwerk von männlichen Akteuren geprägt, die an entscheidenden Stellen (in Branchenvereinigungen, als Professoren oder als Gesetzesausarbeiter) mitarbeiteten. Zudem wird im zweiten Teil die Schweizer Elektrizitätszählerproduktion betrachtet, welche die Elektrifizierung mitbeeinflusste. Eine wichtige Akteurin dieser Industrie war die Zählerfabrik Landis & Gyr AG mit Sitz in Zug, die einen Großteil der Schweizer Zähler produzierte und einen markanten Exportanteil aufwies. Die Elektrizitätswirtschaft entwickelte sich nicht nur innerhalb nationaler Grenzen; gerade die Erforschung von Elektrizität und die Etablierung einer entsprechenden Industrie waren von Anfang an wesentlich von einem transnationalen Wissens- und Technologietransfer geprägt. Aus diesem Grund berücksichtige ich auch Quellen und Forschungsliteratur, die entsprechende globale Vernetzungen aufzeigen. Wertvolle Quellen sind beispielsweise Lehrbücher für Elektrotechnik oder Jubiläumsschriften aus der Industrie, in denen auch die Geschichte der Elektrizität behandelt wird – allerdings oft mit einem ingenieurzentrierten Blick.

Darüber hinaus soll dieser Beitrag die Vorbedingungen von Steuerung und Regelung von Elektrizität beleuchten, indem auf die Jahre fokussiert wird, in denen Elektrizität gesellschaftlich implementiert wurde und eine erste Generation von Verbraucher/innen mit ihr in Kontakt kam.

⁹ Vgl. dazu Die Zeit vom 9.12.1948, <https://www.zeit.de/1948/50/zaehler-im-glaskasten> [Stand: 15.8.2018].

1. Objektivierung des Stroms

Elektrizität und ihre Erscheinungen (z.B. Wärmebildung und Magnetismus) wurden phänomenologisch schon intensiv im Verlauf des 19. Jahrhunderts untersucht. Die Entität Elektrizität kann für diese Zeit mit Hans-Jörg Rheinberger auch als ‚epistemisches Ding‘ bezeichnet werden. So fand die Erforschung der Strukturen und Funktionen von Elektrizität experimentell und theoriegeleitet statt, was auch für die Forschung im Allgemeinen gilt, jedoch anhand der Elektrizität augenscheinlich wird. Neue ‚technische Objekte‘ – nach Rheinberger Erkenntnisse, Definitionen und Apparate – stützten diese Forschung und ließen die Elektrizitätslehre allmählich zu einem wichtigen Forschungsfeld werden, obwohl deren Forschungsgegenstand epistemologisch noch bis ins 20. Jahrhundert hinein nicht ganz erfasst werden konnte.¹⁰ Eine Aussage des Elektroingenieurs Alexander Ziegenberg von 1912 veranschaulicht diesen Umstand:

„Die Frage: Was ist Elektrizität? kann auch heute trotz aller Fortschritte der Wissenschaft noch nicht vollkommen beantwortet werden. Man kann nur als Ergebnis von Theorie und Versuch erklären, daß Elektrizität ein Schwingungszustand des Äthers ist, eines als Träger der meisten physikalischen Erscheinungen angenommenen Körpers, der sich in seiner Existenz wohl bisher der direkten Messung und Feststellung entzogen hat, dessen besondere Eigenschaften jedoch schon sehr genau festliegen.“¹¹

Die Elektrotechnik etablierte sich um 1880 gerade erst als Hochschulfach, vorerst in Deutschland, später auch in der Schweiz. Frühere Erkenntnisse zur Elektrizität kamen daher meist aus angrenzenden Fachbereichen, wie der Mathematik, der Mechanik oder der Philosophie.¹² Die Akteure in diesem Feld hatten verschiedene Hintergründe und Interessen und können am treffendsten als Forscher oder Tüftler bezeichnet werden. Zwei zentrale Motivationen begleiteten deren Forschungsinteressen: Eigene Erkenntnisse sollten wirtschaftlich rentabel und Strom in seiner Erscheinungsform kontrollierbar gemacht werden.¹³

10 Vgl. Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen 2001, S. 24–26.

11 Rudolf Ziegenberg, *Der Elektrizitätszähler. Seine Wirkungsweise, Konstruktion und praktische Handhabung. Für die Bedürfnisse der Praxis dargestellt, auch als Lehrbuch für Studierende und Ingenieure*, Berlin 1912, S. 5.

12 Michael Faraday (1791–1867) beispielsweise war Gehilfe in verschiedenen Laboren, James Clerk Maxwell (1831–1879) Philosoph. Beide erzielten bedeutende Erkenntnisse zur Elektrizität, bevor Elektrotechnik als Hochschulfach institutionalisiert war. Vgl. Klaus Mainzer, ‚Physik‘, in: Joachim Ritter u. Karlheinz Gründer (Hg.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 7, Basel 1989, Sp. 937–945.

13 Vgl. Kathryn Olesko, *The Meaning of Precision. The Exact Sensibility in Early Nineteenth-Century Germany*, in: Norton Wise (Hg.), *Values of Precision*, Princeton 1995, S. 103–134, hier S. 103.

Die physikalischen Kenntnisse der elektrischen Leitfähigkeit und die technischen Erfindungen wie Generatoren und Bogenlampen führten ab Ende der 1870er Jahre zu einem Wendepunkt im Hinblick auf die Lichtanwendung von Elektrizität. Die neuen Möglichkeiten, welche die elektrische Beleuchtung mit sich brachte, führten zu einer Zäsur: Wurde Elektrizität schon früher z.B. in der Telegrafie verwendet und erreichte damit zwar auch eine gewisse Sichtbarkeit, so stellte die Inbetriebnahme von Beleuchtungen im öffentlichen Raum die Effekte des Stroms besonders intensiv zur Schau.

Ein Konglomerat von ingenieurtechnischem Stolz und wirtschaftlichen Interessen verschiedener Akteure begleitete diese Entwicklungen und verdichtete sich in der publikumswirksamen Inszenierung auf Weltausstellungen – erstmals 1878 in Paris.¹⁴

1.1 Erfassung der Entität Strom

Die Zurschaustellung von Elektrizität durch Licht wurde mit dem sozialen und wirtschaftlichen Prestige des Fortschritts assoziiert, was von verschiedenen Seiten Interesse hervorrief: „The enhanced range of the applications of electricity stimulated intense commercial and technological interest and competition“, schreiben Robert Fox und Anna Guagnini über die Folgen der zahlreichen Weltausstellungen, die in den 1880er Jahren stattfanden und allesamt Elektrizität prominent zur Schau stellten.¹⁵ Trotzdem dauerte es noch Jahrzehnte, bis die Öffentlichkeit, also die Einwohnerschaft elektrifizierter Städte und Dörfer, sich an Elektrizität gewöhnt hatte. Strom musste zuerst kontrollierbar werden, um den Nimbus des Mystischen zu verlieren. Verschiedene Interessengruppen arbeiteten daran, die Kontrolle über den Strom zu erlangen, und diesen verkaufbar zu machen.¹⁶ Der Historiker Graeme Gooday weist darauf hin, dass bei Investitionen in die Elektrifizierung anfangs große finanzielle Unsicherheiten bestanden:

„In the financially risky new enterprise of electric-lighting supply, companies needed a reliable billing method to avoid operating at a loss, but equally importantly had to know how to pre-empt customer suspicions of overcharging – suspicions that were by no means always unjustified.“¹⁷

Eine zentrale Rolle in diesem Prozess der Regulierung von Strom spielten Fachleute, die in neu gegründeten Vereinigungen und den dazu gehörigen Zeitschriften das Thema Strom verhandelten und dadurch diskursiv fass-

14 Zur Zäsur, welche die Elektrizität ins Alltagsleben brachte, vgl. Beate Binder, Elektrifizierung als Vision. Zur Symbolgeschichte einer Technik im Alltag, Tübingen 1999, S. 53 u. 163–166.

15 Vgl. Robert Fox u. Anna Guagnini, Laboratories, Workshops, and Sites. Concepts of Practices of Research in Industrial Europe, 1800–1914, Berkeley 1999, S. 69.

16 Vgl. Levin (wie Anm. 3), S. 14.

17 Gooday (wie Anm. 7), S. 220.

bar machten.¹⁸ In Deutschland wurde 1879 der Elektrotechnische Verein gegründet, der mit seiner *Elektrotechnischen Zeitschrift* ein internationales Publikum erreichte. Entsprechende Pendant gab es in Frankreich ab 1879 mit der Zeitschrift *La Lumière électrique*, in England ab 1881 mit dem *Telegraphic Journal and Electrical Review* und in der Schweiz ab 1903 mit der *Schweizerischen Elektrotechnischen Zeitschrift*. Insgesamt war es eine bunt gemischte Gruppe von Akteuren, die sich an der Erforschung des Stroms und der Erfindung von elektrotechnischen Geräten beteiligte. Zum einen waren da Ingenieure und Mechaniker, die bereits erfolgreich elektrotechnische Maschinen konstruiert hatten – bekannte Beispiele sind Thomas Edison oder Werner Siemens –, zum anderen gab es zahlreiche Erfinder, die auf dem neuen Markt mit eigenen Konstruktionen den Erfolg suchten. Der Kontext, in dem dieser Wissensaustausch stattfand, war wichtig für die spätere Institutionalisierung und Infrastrukturbildung von Strom. Im Allgemeinen war der Zeitraum zwischen 1880 und 1890 dadurch geprägt, dass ein räumlicher Übergang vom experimentellen Labor hin zu öffentlichen praktischen Umsetzungen stattfand. Mit Rheinberger gesprochen war Strom in diesem Zeitraum zwar noch immer ein epistemisches Ding, wurde aber durch verschiedene praktische Anwendungen gestützt, die den Charakter technischer Objekte annahmen.

In Folge des wachsenden wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Interesses an Strom und im Zusammenspiel mit der praktischen Anwendung war es wichtig, dass eine gemeinsame Wissensbasis für das Stromsystem (Gleichstrom oder Wechselstrom) und die verschiedenen Stromstärken geschaffen wurde. Bekanntheit erlangte der Konflikt zwischen Produzenten von Gleichstrom und Wechselstrom. Insbesondere in den USA erhielt dieser aus kommerziellen Gründen geführte ‚Stromkrieg‘ zwischen der Edison Electric Light Company (Gleichstrom) und der Westinghouse Electric Company (Wechselstrom) große mediale Aufmerksamkeit, führte aber auch zu technischen Verbesserungen elektrotechnischer Apparate. Beide Stromarten brachten in der Verwendung Probleme mit sich. Gleichstrom war für Lichtstrom geeignet, konnte aber nicht über längere Strecken übertragen werden, sodass Kraftwerke und Konsumtion von elektrischer Energie geografisch nah beieinander liegen mussten. Daneben konnte Wechselstrom über längere Strecken übertragen werden, stellte aber wegen seiner hohen Spannung ein Sicherheitsrisiko dar.¹⁹

Wie David Gugerli schreibt, setzte sich ein „Paradigma zentraler Produktion und dezentralen Konsums von Elektrizität“ spätestens nach der

18 Vgl. Kurt Stadelmann, Umgangsformen mit technischen Neuerungen am Beispiel der elektrischen Energie, in: David Gugerli (Hg.), *Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz*, Zürich 1994, S. 131–142.

19 Für einen historiografischen Überblick zum ‚Stromkrieg‘, vgl. Bruce Hunt, *Pursuing Power and Light. Technology and Physics from James Watt to Albert Einstein*, Baltimore 2010, S. 126–137.

Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung, die 1891 stattfand, durch. Die deutsche Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) realisierte in Partnerschaft mit der Schweizer Maschinenfabrik Oerlikon eine 174 km lange elektrische Transmission von Lauffen am Neckar nach Frankfurt am Main, was dem Wechselstrom zum Durchbruch verhalf und zur ‚Closure‘ der Debatte um das Stromsystem führte.²⁰ Trotzdem wurde Gleichstrom noch einige Jahre in lokalen Netzwerken angewendet.

1.2 Quantifizierung und Verteilung des Stroms

Durch die quantitative Erfassung einer Sache wird Wissen generiert, welches die Kontrolle und Steuerung des Gegenstands ermöglicht. Jede Messung ist folglich verbunden mit einem Wissensgewinn. Zur Quantifizierung und Kontrolle des Stroms war es zentral, dass entsprechende Zähl- und Messgeräte entwickelt wurden.²¹ Durch die erfolgreiche Verwendung von Wechselstrom ab den 1890er Jahren stellte sich nun die Frage, wie dieser verteilt werden sollte. Der kapitalintensive Aufbau einer Infrastruktur lohnte sich für private und staatliche Inverstoren nur dann, wenn diese sicherstellen konnten, dass die Kosten für sie mit dem Verkauf von Strom gedeckt wurden. Hier zeigt sich, was Miriam Levin bei Infrastrukturbildungen im Allgemeinen beobachtet: Das Bedürfnis nach einem Zähler, der den Konsum kontrollierbar machte, war deshalb auch eine Frage der Macht über die Stromverteilung.

Für eine korrekte Messung von Strom musste geklärt werden, wie mit den unterschiedlichen elektrischen Größen hantiert und welche davon zur Kontrolle gemessen werden sollte. Der britische Ingenieur James Swinburne brachte diese Problematik in seinem Handbuch für Elektrizitätsmessung von 1888 treffend auf den Punkt: „The first thing to consider is what we want to measure. People talk loosely of an alternating electromotive force or current of so many volts or ampères, and sometimes mean one thing, sometimes another, and sometimes nothing.“²²

Die einfachste und naheliegende Möglichkeit, Strom zu verkaufen, bildete die Erhebung eines Pauschaltarifs. Damit konnte beispielsweise ein Gewerbebetrieb gegen Entrichtung einer festgelegten Jahresgebühr eine bestimmte Anzahl Lampen und Motoren über eine vereinbarte tägliche Stundenanzahl betreiben. Der Pauschaltarif brachte jedoch ein wesentliches Problem mit sich: Die Missbrauchsmöglichkeiten seitens der Abnehmer/innen waren zahlreich vorhanden. Zum Beispiel wurden Motoren länger betrieben als vereinbart oder Lampen mit höherer Leistung angeschlossen. Außerdem konnten an Lampenfassungen mit Hilfe eines sogenannten ‚Räubers‘ – einer Art Mehr-

20 David Gugerli, Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880–1914, Zürich 1996, S. 77 u. 117f.

21 Vgl. Peter Sydenham, Measuring Instruments. Tools of Knowledge and Control, Stevenage u. New York 1979, S. 30.

22 James Swinburne, Practical Electrical Measurement, London 1888, S. 136.

fachstecker – weitere Geräte angeschlossen werden, sodass mit dem Pauschaltarif schließlich kaum eine genaue Übersicht über den Stromverbrauch möglich war und es deswegen oftmals zu Netzausfällen kam.²³ Daraus folgte, dass die Kraftwerksbetreiber ihre Kundschaft in regelmäßigen Abständen vor Ort kontrollieren mussten, was zu gegenseitigem Misstrauen führte und ein hoher Aufwand für die Stromproduzenten darstellte.²⁴ Zudem wurde das Pauschalssystem als ungerecht empfunden, wie der Elektroingenieur Waldemar von Krukowski 1930 rückblickend schrieb:

„Bei dieser Verrechnungsart können die festen Kosten noch einigermaßen berücksichtigt werden; dagegen können die beweglichen Kosten auch nicht annähernd richtig erfaßt werden. Diese Tarifart ist als äußerst ungerecht zu betrachten, da stets entweder das stromliefernde Werk oder der Abnehmer benachteiligt sind.“²⁵

Ferner stellte der Pauschaltarif für die Werke langfristig ein Nachteil dar. Das System war relativ träge, wenn es darum ging, Belastungsspitzen oder -tiefs auszugleichen: Da abends zu Beleuchtungszwecken allgemein mehr Strom verbraucht wurde, kamen die Kraftwerke schnell an Kapazitätsgrenzen. Um den Stromkonsum entsprechend zu steuern, war ein System nötig, dass es ermöglichte, Anreize für ein anderes Konsumverhalten zu schaffen. Alexander Königsworther, Berliner Elektroingenieur bei Siemens, schrieb 1903, dass die Dominanz des Pauschal tariffs nicht förderlich auf die Zählerentwicklung gewirkt habe: „Als man jedoch seinen unmoralischen Einfluss, seine Verleitung zur Kraftvergeudung, kennen gelernt hatte, trat die Aufgabe an die Elektriker heran, [...] Messapparate zu konstruieren, welche dem vorliegenden Bedürfnis genügen konnten.“²⁶

Aus den Aussagen Königsworthers und von Krukowskis wird deutlich, dass mit der Einführung der Elektrizität vorerst ein Verständnis für deren Umgang als Handelsware geschaffen werden musste. Der Genauigkeitsanspruch bei der Quantifizierung von Strom traf hierbei auf einen moralisch-erzieherischen Aspekt: Mit Strom sollte haushälterisch umgegangen werden, dafür musste ein entsprechender Apparat gefunden werden, der die Kontrolle auf technischer Ebene ermöglichte.²⁷

Zahlreiche Patente aus der Zeit zwischen 1880 und 1900 zeugen für ein wachsendes Interesse, eine technische Lösung für das Problem der Quanti-

23 Vgl. Binder (wie Anm. 14), S. 218; Sophie Gerber, Nina Lorkowski u. Nina Möllers, Kabelsalat. Energiekonsum im Haushalt, München 2012, S. 43–45.

24 Vgl. Walter Wyssling, Die Tarife schweizerischer Elektrizitätswerke für den Verkauf elektrischer Energie, Zürich 1904, S. 21.

25 Waldemar von Krukowski, Grundzüge der Zählertechnik. Ein Lehr- und Nachschlagebuch, Berlin 1930, S. 234.

26 Alexander Königsworther, Konstruktion und Prüfung der Elektrizitätszähler, Hannover 1903, S. 1.

27 Vgl. Gooday (wie Anm. 7), S. 220.

fizierbarkeit von Strom zu finden. Die Erkenntnisse aus dieser Forschung förderten einen regen internationalen Wissensaustausch über das Netzwerk der elektrotechnischen Vereine und ihrer Fachschriften, was wiederum die Weiterentwicklung der Apparate beflügelte.²⁸ Während erste Modelle eher experimentellen Charakter hatten, wurde das Bedürfnis nach Zählern mit größer werdenden Stromnetzen wirtschaftlich relevant. Wartungsintensive und komplizierte Apparate konnten sich auf diesem Markt nicht behaupten.²⁹

Unter den Vorzeichen dieses transnationalen Wissensnetzwerks ist es zu verstehen, dass 1888 fast gleichzeitig von drei Erfindern Patente für einen Zähler eingereicht wurden, der den geforderten Ansprüchen gerecht wurde. Der Italiener Galileo Ferraris, der Schweizer François Borel und der Amerikaner Oliver Blackburn Shallenberger entwickelten unabhängig voneinander, jedoch aus einer auf gemeinsamem Wissen basierenden technischen Kenntnis einen Zähler, der auf dem Prinzip des Induktions-Wechselstroms beruhte und in verschiedenen Kraftverteilungsanlagen erfolgreich zur Anwendung kam.³⁰ Der sogenannte Wattstundenzähler ermöglichte einen Ausbau der Stromnetze mit zusätzlicher Kontrollmöglichkeit des Konsums: Der Stromzähler wurde direkt in der Wohnung der Konsument/innen installiert, was eine präzise und individuelle Kostenabrechnung der verbrauchten elektrischen Leistung ermöglichte.

Der Wattstundenzähler wurde damit zum Kontrollapparat einer dezentralen Stromproduktion mit weitläufigen Kraftübertragungen. Dem Gerät kam eine stabilisierende Rolle zu, es stützte das Stromnetz im Hinblick auf wirtschaftliche Rentabilität und diente einer präzisen Konsumkontrolle. Hauptgrund dafür, dass gerade dieser Zählertyp erfolgreich war, lag darin, dass der Apparat einen Kompromiss zwischen drei Faktoren schloss: Genauigkeit, Betriebssicherheit und Produktionskosten.³¹ Der Wattstundenzähler wurde damit zum technischen Objekt, das die Entität Strom – das epistemische Ding – zwar noch nicht genauer erklären konnte, jedoch dessen Anwendung ermöglichte und Elektrizität implementierbar machte. Zudem diente der Kontrollapparat dazu, Strom zu kapitalisieren und unter die Kontrolle der Werke zu stellen.

28 Zusammenfassend dargestellt bei Wilhelm Stumpner, Zur Geschichte des Elektrizitätszählers, in: Elektrotechnische Zeitschrift 47, 1926, S. 601–605 u. 646–650.

29 Vgl. Gooday (wie Anm. 7), S. 219.

30 Zur Funktion dieses Zählers: Zwei Elektromagnete müssen so je an Spannung und Strom angeschlossen werden, dass ein elektromagnetisches Drehfeld entsteht. Dieses Feld lässt eine Aluminiumscheibe kreisen – die Geschwindigkeit steht in Proportion zur elektrischen Leistung, dem Produkt aus Strom mal Spannung. Diese wird in Watt, bzw. Kilowatt gemessen. Vgl. Königsworther (wie Anm. 26), S. 116–179. In Gleichstromnetzen, die zu diesem Zeitpunkt noch existierten, kamen sogenannte Coulombzähler zur Anwendung, welche die elektrische Ladung des Netzes kontrollierten.

31 Vgl. Ziegenberg (wie Anm. 11), S. 6f.

2. Organisierung der Ströme

Elektrizitätszähler wurden bald in vielen Netzen zum Standard, das zeigt sich daran, dass bereits 1906 ein relativ ausführlicher Artikel über diesen Apparat im Lexikon der gesamten Technik zu finden ist. Das Lexikon hatte den Anspruch, sämtliche für den Alltag bedeutsame Techniken enzyklopädisch zusammenzutragen. Dass der Zähler in dieser Sammlung erschien, bezeugt, dass der Apparat schnell zu einer Selbstverständlichkeit im Umgang mit Strom wurde. Zähler werden in diesem Nachschlagewerk beschrieben als

„Instrumente, welche die in einer bestimmten Zeit gelieferte elektrische Energie messen und auch bei schwankendem Energieverbrauch die einzelnen Energiemengen addieren und die Summe anzeigen. Solche Instrumente sind z.B. erforderlich, um die von einer Zentralstation an die einzelnen Konsumenten abgegebene elektrische Energie festzustellen; sie erfüllen da dieselbe Aufgabe wie die Gasuhren einer Gasanstalt.“³²

Mit dem Vergleich zur Gasversorgung wurde eine bekannte Technik und ein entsprechendes Verhaltensmuster im Umgang damit aufgerufen. So wurden Gasuhren schon lange vor Elektrizitätszählern im Haushalt installiert und ermöglichten es, den Verbrauch direkt am Gerät abzulesen und so den eigenen Konsum zu kontrollieren.³³

Die Bedingungen dazu, dass Elektrizität in allen europäischen Ländern als neue Energieform implementiert werden konnte, waren um 1900 vorhanden: Mit der Entscheidung für Wechselstrom und den Elektrizitätszähler als Kontrollgerät war die Entität Elektrizität in ihrer Erscheinung gebannt und objektiviert worden: Strom und seine Erscheinungen wurden in Form von Zahlen fassbar, welche die Stromleistung abbildeten und in Rechnungsbeträge übersetzt wurden. Damit die Ströme in einem nächsten Zug organisiert werden konnten, d.h. damit eine zentrale Strominfrastruktur aufgebaut und Strom in alle Haushalte geleitet werden konnte, waren drei weitere Schritte wesentlich: Es brauchte eine genügende Anzahl ausgebildeter Techniker, die eine solche Infrastruktur planen, umsetzen und v.a. unterhalten konnten. Elektrizität musste zudem rechtlich verankert werden. Damit wurde „Komplexität reduziert und Stabilität erzeugt.“³⁴ Und schließlich waren überregionale Normen nötig, damit das transnationale Verbundnetz eine stabile gemeinsame Basis bekam.

32 Alfred Holzt, ‚Elektrizitätszähler‘, in: Otto Lueger (Hg.), Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften, 2. Aufl., Bd. 3., Stuttgart u. Leipzig 1906, S. 409–413, hier S. 409. Weitere Lexika führten den Elektrizitätszähler (oder Oberbegriffe dazu) ebenfalls kurz nach 1900 auf. In Meyers Großem Konversations-Lexikon gibt es ebenfalls ab 1906 einen Eintrag ‚Elektrotechnische Kontrollinstrumente‘ mit einem Abschnitt über die Wattstundenzähler, vgl. Meyers Großes Konversations-Lexikon, Bd. 5, Leipzig 1906, S. 689–691.

33 Vgl. Gooday (wie Anm. 7), S. 225–232.

34 Vgl. Monika Dommann, Rechtsinstrumente. Die Übersetzung von Technik in Recht, in: Schweizerische Zeitschrift für Geschichte 55, 2005, S. 17–33, hier S. 17f.

Auf diese Organisation der Ströme gehe ich im zweiten Teil exemplarisch anhand der Schweiz ein. Im ersten Abschnitt steht die Institutionalisierung von Strom auf mehreren Ebenen im Zentrum, im zweiten Abschnitt wird der Aufbau einer entsprechenden Industrie beleuchtet. Die Elektrizitätszählerfirma Landis & Gyr AG ist schließlich Thema des dritten Abschnitts, in dem auf deren Rolle im Zusammenhang mit der Elektrifizierung der Schweiz eingegangen wird und die Relevanz der Stromzähler in Bezug auf die Steuerbarkeit von Elektrizität hervorgehoben wird.

2.1 Institutionalisierung durch Netzwerke

Um 1900 kulminierten verschiedene Vorgänge, die für den Aufbau eines Stromnetzes in der Schweiz zentral waren. Drei Institutionalisierungen waren besonders wichtig:

- (1) Die staatliche Schaffung von Lehrgängen für Elektrotechnik ermöglichte eine Verankerung der Wissenschaft an Hochschulen, was den technischen Umgang mit Elektrizität und den Unterhalt entsprechender Infrastrukturen längerfristig sicherstellte.
- (2) Die Verankerung von Richtlinien zur Handhabung von Elektrizität im Bundesgesetz stellte Elektrizität zudem rechtlich auf soliden Grund und machte den Umgang damit sicherer.
- (3) Eine internationale Festlegung von Normen für elektrische Maßeinheiten war schließlich zur überregionalen und transnationalen Netzbildung zentral. Mit verbindlichen Normen wurden der Austausch von überschüssiger Elektrizität sowie gemeinsame Großprojekte mit anderen Staaten möglich, was Grundbedingung für die spätere Steuerung der Stromflüsse war.

„The electric power and light industry was so new, and its growth in the 1880s so explosive, that there was essentially no pool of experienced electrical engineers to whom a student could apply.“³⁵ Was der Historiker Bruce Hunt im Allgemeinen über die Ausbildung von Elektroingenieuren schreibt, gilt insbesondere für die Schweiz, wo es vor der Jahrhundertwende aufgrund fehlender Ausbildungsmöglichkeiten an Fachkräften mangelte. In vielen europäischen Ländern wurden zwischen 1880 und 1900 Bildungsgänge für Elektrotechnik geschaffen, allein in Deutschland wurden 14 Lehrstühle für das neue Fach eingerichtet.³⁶ Die Implementierung der Elektrotechnik im Bildungswesen stellte folglich einen ersten wichtigen Schritt dar, um mit Strom technisch umgehen zu können, entsprechende Infrastrukturen zu schaffen und diese zu unterhalten. So war die Gründung eigener Studiengänge in Elektrotechnik am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich (ab 1911 Eidgenössische Technische Hochschule) entscheidend für die Ausbildung von Elektroingenieur/innen

35 Hunt (wie Anm. 19), S. 137.

36 Vgl. Fox/Guagnini (wie Anm. 15), S. 71.

in der Schweiz. Die Studierendenzahl der mechanisch-technischen Abteilung des Polytechnikums nahm zeitgleich mit dem Aufkommen der Elektrizität zu – von unter 100 eingeschriebenen Studierenden im Jahr 1882 auf über 350 im Jahr 1898 –, sodass die Hochschulleitung reagieren musste. 1893 wurde eine Professur für angewandte Elektrotechnik geschaffen und damit das neue Forschungsfeld fest im technisch-wissenschaftlichen Bildungsbereich verankert. Auf diese erste Professur wurde der Mathematiker und Physiker Walter Wyssling berufen, der den Lehrstuhl bis 1927 innehatte. Wyssling war als Praktiker auf den Bau elektrischer Zentralanlagen spezialisiert, das Wissen dazu hatte er sich als Bauleiter diverser Kraftwerkanlagen im Kanton Zürich angeeignet.³⁷ Mit der neuen Professur wurde mit öffentlichen Geldern indirekt auch die heimische Industrie unterstützt, indem die Absolvent/innen ihr Wissen wieder in die Elektrizitätsindustrie einbrachten, was zu einer Professionalisierung der Branche führte. Technische Bildung zum Zweck der Elektrifizierung der Schweiz wurde so nationalistisch gerechtfertigt.³⁸

Walter Wyssling besetzte auch im Bereich der Gesetzesausarbeitung eine Schlüsselposition: Als Präsident des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) von 1896 bis 1909 war er wesentlich an der Koordination und Ausarbeitung einer Gesetzgebung beteiligt, die den Umgang mit Strom regeln sollte. Mehrere Akteure arbeiteten gleichzeitig auf eine rechtliche Regulierung hin: Der Staat hatte ein Interesse daran, neu gebaute Kraftwerke und Leitungen zu kontrollieren und dadurch Sicherheit zu gewährleisten. Daneben waren die zwei privaten Interessenverbände der Elektrizitätswirtschaft, der SEV und der Verband Schweizer Elektrizitätswerke (VSE), wesentlich darauf bedacht, ihre bisherige technische Definitionsmacht auf die Gesetzgebung auszuweiten und einen eigenen Kontrollapparat zu schaffen. 1897 begründeten SEV und VSE unter der Beteiligung Wysslings ein gemeinsames technisches Inspektorat, das elektrotechnisches Know-how mit Kontrollmacht verband. Dieses Inspektorat stellte ein wichtiges Angebot an den Bund dar, dem entsprechendes Wissen und eine Handhabe zur Kontrolle fehlte.³⁹ Aufgrund der geschickten Vermittlung der Verbände und ihres Inspektorats wurde von einer staatlichen Expertenkommission – die tatsächlich zur Mehrheit aus SEV-Mitgliedern bestand – ein Elektrizitätsgesetz ausgearbeitet, das 1903 schweizweit in Kraft trat: Das *Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstrom-Anlagen*, in dem vor allem Vorkehrungen definiert wurden, die den Umgang mit Strom sowohl in Kraftwerkanlagen wie auch in Hausinstallationen siche-

37 Vgl. Ernst Dünner u. Heinrich Weber, Die Abteilung für Elektrotechnik. Allgemeines, in: ETH (Hg.), Eidgenössische Technische Hochschule 1855–1955, Zürich 1955, S. 424–429, hier S. 424f.; vgl. zudem Thomas Fuchs, ‚Wyssling, Walter‘, in: Historisches Lexikon der Schweiz, 2013, <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D31718.php> [Stand: 19.8.2018].

38 Vgl. David Gugerli, Patrick Kupper u. Daniel Speich, Die Zukunftsmaschine. Konjunkturen der ETH Zürich 1855–2005, Zürich 2005, S. 70–73.

39 Vgl. Gugerli (wie Anm. 20), S. 195–204.

rer gestalten sollten. So wurden beispielsweise zulässige Höchstspannungen für Kraftübertragungen oder regelmäßige Kontrollen für Hausinstallationen rechtlich verbindend festgelegt. Das technische Inspektorat des SEV wurde in Folge mit bundesamtlichen Befugnissen zum Eidgenössischen Starkstrominspektorat erhoben. Mit dieser gesetzlichen Festschreibung konnte eine „solide Entwicklung der Erzeugnisse“ der Kraftwerke stattfinden, während die beiden Branchenverbände ihre Kontroll- und Definitionsmacht über Strom weiter ausbauen konnten.⁴⁰ Für die Elektrizitätsunternehmen, die teils in privater, teils in öffentlicher Hand waren, wurde durch das Elektrizitätsgesetz der Ausbau ihrer Werke sowie des Stromnetzes plan- und steuerbar, da sie nun mit festgeschriebenen Regelungen rechnen konnten. Investitionen in neue Kraftwerksbauten und Stromleitungen wurden so auch unter einem finanziellen Aspekt risikoarmer. Insbesondere war nun eine zentrale rechtliche Handhabe, das Expropriationsrecht, vorhanden, was eine Projektierung und Umsetzung von großen Überlandnetzwerken ermöglichte.⁴¹

Die dritte wichtige Institutionalisierung, welche die Elektrifizierung in der Schweiz beförderte, war die Normierung von Elektrizität. Die Kontrolle über Strom verlangte nach einheitlichen Messgeräten und Maßeinheiten, die international reguliert waren. In der internationalen *Convention du Mètre* von 1875 waren noch keine Normen für den Umgang mit Strom festgelegt worden. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelten alle europäischen Länder eigene nationale Standards für Elektrizität.⁴² In der Schweiz wurde 1909, wiederum per Bundesgesetz, das nationale Institut für Mass und Gewicht errichtet, das über Prüfung und Eichung elektrischer Installationen bestimmte. Der Bund erhielt damit die Oberaufsicht über das korrekte Zählen und Verrechnen von Strom, was in zahlreichen Eichstätten sichergestellt wurde, die über das ganze Land verteilt eingerichtet wurden.⁴³ Durch die Normierung von 1909 wurde Elektrizität auf rechtlicher Ebene quantitativ fassbar. Der länderübergreifende Austausch von überschüssigem Strom wurde damit möglich, ebenso auch zwischenstaatliche Kraftwerksbauten, wie beispielsweise das Kraftwerk Laufenburg, das als Partnerwerk deutscher und schweizerischer Betreiber zwischen 1909 und 1914 im Rhein erbaut wurde.

40 Vgl. Walter Wyssling, Die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile in den ersten 50 Jahren, Zürich 1946, S. 285.

41 Vgl. Emil Fehr, Das Schweizerische Elektrizitätsrecht, in: Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, 2 Bde., hg. vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband u. vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, 2. Bd.: Grundlagen, Beschreibungen, Statistik, Zürich 1949, S. 125–138, hier S. 125.

42 Sydenham (wie Anm. 21), S. 128f.

43 Vgl. Eidgenössisches Amt für Mass und Gewicht, Mass und Gewicht in der Schweiz. 100 Jahre Meterkonvention, 1875–1975, Bern 1975, S. 8–12. Die Schaffung des Instituts regelte zwar eine schweizweite Normierung von Strom, dem international anerkannten SI-Normensystem trat die Schweiz allerdings erst 1977 verbindlich bei.

Diese drei Faktoren – Ausbildungsmöglichkeiten, Gesetzgebung und Normierung – waren dafür entscheidend, dass die Elektrifizierung innerhalb weniger Jahre als nationales Projekt aufgenommen wurde. Staatliche Stellen übernahmen im Zusammenspiel mit Vertretern aus Wirtschaft und Bildung eine koordinierende und kontrollierende Rolle, was im Umgang mit Strom Ordnung schaffte. Das staatliche Handeln, das durch einen praktischen technologischen Nationalismus geprägt war,⁴⁴ förderte die Elektrifizierung der Schweiz maßgeblich. In den Beziehungen zwischen Staat und Wirtschaft spielten insbesondere persönliche Kontakte eine wichtige Rolle. An der Person Walter Wysslings lässt sich dies ablesen: Als Direktor zweier großer Elektrizitätswerke, Inhaber einer Professur für Elektrotechnik und Präsident des wichtigsten Branchenvereins liefen bei Wyssling viele Fäden zusammen. In entsprechenden Beziehungsgeflechten – Levin bezeichnet diese als „Machapparate“ – wurde Wissen und Geld ausgetauscht sowie über politische Absichten und Entscheide diskutiert.⁴⁵

2.2 Landis & Gyr und die Massenproduktion von Elektrizitätszählern

„Der Zähler, der in seinen Jugendjahren den Charakter eines Laboratoriumgeräts nicht verleugnete, mußte und konnte zum Massenartikel werden, der heute in Millionen und Abermillionen Stück zur Regelung des Stromverkaufsgeschäfts seinen Dienst tut.“⁴⁶

Franz Ferrari, der in den 1930er Jahren als Elektroingenieur bei der AEG in Berlin arbeitete, beschrieb die sich verändernde Rolle des Zählapparats treffend. Für die Produktion von Millionen von Zählern entstand ein eigener Industriezweig, ein stabilisierender Teil der Strominfrastruktur.

In der Schweiz war die Firma Landis & Gyr AG (LG) führend in der Zählerherstellung und zentrale Akteurin in diesem Feld. Die Firmengründung fällt in jene Jahre, in denen Elektrizität implementiert und das Bedürfnis nach Zählern offenbar wurde, und ist eng mit den vorgenannten Prozessen der Institutionalisierung verknüpft. Der Fabrikant und Auslandschweizer Richard Theiler, der in London eine Fabrik für Telegrafengeräte und Mikrofone betrieb, kehrte 1891 in die Schweiz zurück, wo er als Privatperson den Vertrieb von importierten Wechselstromzählern nach Shallenbergers Patent übernahm, die von der US-amerikanischen Westinghouse Company hergestellt wurden. Theiler experimentierte nebenbei in einem eigenen elektrotechnischen Labor mit diesen Geräten. Er verbesserte den Shallenberger-Zähler nach seinen Vorstellungen und ließ ihn 1896 als Theiler-Zähler patentieren. Wichtige Unterstützung erhielt er dabei von Walter Wyssling, zu dieser Zeit Direktor

44 Vgl. David Edgerton, *The Shock of the Old, Technology and Global History Since 1900*, Oxford 2007, S. 117.

45 Vgl. Gugerli et al. (wie Anm. 38), S. 99.

46 Franz Ferrari, Die Entwicklung der Elektrizitätszähler und ihre Verknüpfung mit der Elektrizitätswirtschaft, in: *Technikgeschichte* 28, 1939, S. 71–78, hier S. 72.

des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich. Wyssling war daran interessiert, bei Theiler eine große Menge Zähler für das im Aufbau begriffene städtische Stromnetz zu kaufen. Mit dieser Abnahmegarantie als Sicherheit gründete Theiler das Elektrotechnische Institut Theiler & Co. mit Sitz in Zug.⁴⁷

Das Institut hatte anfänglich zwei Zwecke: Zum einen sollte die Zählerfabrikation nach den eigenen Patenten vorangetrieben werden, zum anderen wurde gleichzeitig eine Ausbildungsstätte für Lehrlinge der Feinmechanik geschaffen, an denen es in Zug und der Umgebung mangelte. Im Jahr 1898 konnten bereits erste größere Bestellungen für die Elektrizitätswerke Zürich und Zug ausgeliefert werden, die bei den Abnehmern auf große Zufriedenheit stießen, wie Wyssling im Rückblick vermerkte.⁴⁸ Ab 1900 legte das Unternehmen den Fokus ganz auf die industrielle Zählerproduktion.⁴⁹ 1905 folgte nach einem Besitzerwechsel die Umbenennung in Landis & Gyr – die zwei neuen Besitzer gehörten beide zur Generation, die von den neuen institutionalisierten Ausbildungsgängen am Polytechnikum in Zürich profitiert hatten. Unter der Geschäftsführung von Karl Heinrich Gyr übernahm die LG den wichtigsten Platz in der Zählerindustrie der Schweiz. Das hing einerseits damit zusammen, dass das noch junge industrielle Feld nur von wenigen Konkurrenzfirmen bedient wurde, welche nach und nach in der LG aufgingen, andererseits auch damit, dass die LG in ein enges personelles und organisatorisches Netz eingebunden war, welches gegenseitige Interessen stützte und der Firma zu schnellem Wachstum verhalf.⁵⁰ Symptomatisch dafür war die prominente beratende Rolle Walter Wysslings für die Frühjahre der LG. Ein Blick in die organisatorische Verstrickung zeigt aber auch, dass Karl Heinrich Gyr eine taktisch geschickte Verbandspolitik betrieb: Von 1907 an war er Mitglied des VSE, ab 1916 Gründungsmitglied und Präsident des Verbands schweizerischer Spezialfabriken für Elektrotechnik, ab 1918 Gründungsmitglied des Verbands Schweizer Zählerfabriken. Zudem engagierte er sich in zahlreichen weiteren Verbänden und Interessengruppen.⁵¹ Durch das breit abgestützte wirtschaftspolitische Engagement konnte die Firma ihre Macht ausbauen und eine Vorreiterrolle im Zählergeschäft übernehmen.

47 Vgl. Archiv für Zeitgeschichte (AfZ), Bestand IB LG-Archiv (LG), Mappen 35.1 u. 35.2, Korrespondenz zur Firmengründung, 1895–1896, Gesellschaftsvertrag des Elektrotechnischen Instituts Theiler & Co., 1896.

48 Vgl. Wyssling (wie Anm. 40), S. 162f.

49 Vgl. AfZ, LG, Mappe 35.2, Adelrich Gyr, Rückblick auf die Anfangsjahre, 1898.

50 Eine enge personelle Verflechtung mit gegenseitiger Absicherung zeigt sich in zahlreichen Schweizer Firmen, die kurz um die Jahrhundertwende 1900 gegründet wurden, vgl. André Mach et al., Schweizer Wirtschaftseliten 1910–2010, Baden 2017; ausführlicher aber polemischer vgl. François Höpflinger, Das unheimliche Imperium. Wirtschaftsverflechtung in der Schweiz, Zürich 1977.

51 Vgl. AfZ, LG, Mappen 2973–3042, Korrespondenz mit verschiedenen Verbänden und Vereinen, Mitgliedschaften der L&G, 1916ff.

Die Daten, die der Nationalökonom Manuel Saitzew für die Jubiläumsschrift der LG 1946 zusammentrug, verdeutlichen die rasante Entwicklung der Zählerindustrie: Von 1905 bis 1930 wuchs die Belegschaft der LG von 57 auf 2.512 Arbeiter/innen und Angestellte, während auch die Produktivität rapide anstieg. 1905 wurden insgesamt 3.600 Zähler produziert. Mitte der 1930er Jahre stellte die Firma jedes Jahr rund 450.000 Zähler her.⁵² Neben der Produktionssteigerung hob Saitzew insbesondere die schweiz- und weltweite Zählerabdeckung durch LG-Apparate hervor: Mitte der 1930er Jahre waren in 90% aller Schweizer Haushalte LG-Zähler installiert, wobei 86% der Produktion der LG ins Ausland exportiert wurden. Die LG deckte mit diesen hohen Exportzahlen rund 13% des Weltbedarfs an Zählern.⁵³ Eine Werbeanzeige aus jenen Jahren veranschaulicht diese mächtige Position der Firma: Ein überproportionaler Zähler schwebt über dem Globus und eine Schrift weist darauf hin, dass die Apparate der LG überall seien. Das Bild erweckt den Eindruck, dass ein einziger LG-Wechselstromzähler die Kontrolle über das weltweite Stromnetz gewährleistet. Die Macht über die Infrastruktur wird hier durch den Zählapparat veranschaulicht, der eine weltumspannende Steuerungsmöglichkeit suggeriert.

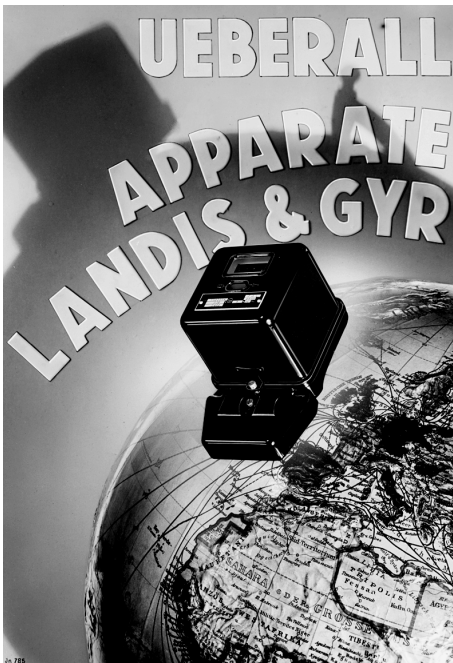


Abb. 1: Reklame von 1935: Die Stromzähler der Firma Landis & Gyr sind überall und kontrollieren weltweit Stromflüsse. Quelle: AfZ IB LG-Audiovisuals / GR.02189

52 Vgl. Manuel Saitzew, Der Aufstieg und die wirtschaftliche Bedeutung der Unternehmung, in: Charles Gauchat (Hg.), 50 Jahre im Dienste der Messung elektrischer Energie. Jubiläumsschrift Landis & Gyr, Zürich 1946, S. 25–31, hier S. 26f.

53 Vgl. ebd., S. 27 u. 30.

Die Zahlen veranschaulichen einerseits die spezifische Rolle der LG bei der Elektrifizierung der Schweiz, andererseits wird mit Hilfe der Zahlen der wachsende Bedarf an Zählern im Stromnetz deutlich. Dass Mitte der 1930er Jahre beinahe jeder Schweizer Haushalt mit einem Fabrikat der LG ausgerüstet war, trug wesentlich zu einer einheitlichen Organisierung der Ströme bei.

2.3 Steuerung des Stromverbrauchs

Obwohl ab 1900 eine rege industrielle Produktion von Elektrizitätszählern sowie deren Installation in Haushalten einsetzte, war der etablierte Pauschal tariff in der Schweiz noch einige Jahre lang eine parallel geführte Verrechnungsmethode für den Stromkonsum. Die Abrechnung mit Zählern setzte sich erst im Verlauf der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts durch. 1919 waren eine halbe Million Schweizer Haushalte mit Zählern ausgerüstet und noch immer 269.000 Pauschalabonnements gültig, eine Zahl, die erst langsam abnehmen sollte. 1931 waren 1.214.000 Zähler installiert gegenüber 227.000 Pauschalabonnements und noch 1956 zahlten gegenüber 2.935.000 Abnehmer/innen mit Zählern 193.000 einen Pauschalpreis.⁵⁴ Der nur langsame Rücklauf des Pauschal tariffs erklärt sich dadurch, dass insbesondere Industrie- und Gewerbebetriebe mit gleichmäßigem Konsumverbrauch für Motorstrom noch lange zu einem festgelegten Preis Energie beziehen konnten, hingegen wurden in Privathaushalten nach und nach Zähler installiert, da hier der Konsum stark individualisiert war und eine Kontrolle darüber via Zähler am besten funktionierte.⁵⁵

Wichtig für die Inbetriebnahme von Zählern waren für die Werke vor allem die privaten Haushalte. Aufgrund der Zunahme von Elektrogeräten im Haushalt (vor allem zum Kochen und Heizen)⁵⁶ zeigten sich über den gesamten Tagesverlauf deutliche Belastungsunterschiede der Netze. Um den Stromverbrauch besser regulieren zu können und Tiefs auszugleichen, war der Zähler äußerst praktikabel, da damit der Verkauf nach unterschiedlichen Zeiten zu unterschiedlichen Tarifen möglich wurde, der anfangs auch nach Verbrauchsart (Licht- oder Kraftstrom) abgerechnet wurde. Wenn insgesamt weniger Strom im Netz verbraucht wurde, konnte dieser billiger abgegeben werden, um Anreize zum Konsum zu schaffen (beispielsweise in der Nacht). Wenn das Netz aber durch hohe Konsumwerte überlastet war (tagsüber, aber v.a. am späteren Nachmittag und frühen Abend), konnte der Strom teurer verkauft werden, damit die Konsument/innen zum sparsamen Umgang mit Energie während Belastungsspitzenzeiten angehalten waren. Die Tariffhoheit oblag dabei jeweils den Werken und konnte sich von Region zu Region stark

54 Vgl. Historische Statistik der Schweiz Online (HSSO), Stromverbraucher und Anschlusswert aller Elektrizitätswerke 1912–1956, 2012, J.21, <https://hssso.ch/de/2012/j/21> [Stand: 23.8.2018].

55 Vgl. Wyssling (wie Anm. 24), S. 62.

56 Vgl. HSSO (wie Anm. 54), J.21.

unterscheiden. Der SEV trug jedoch durch sogenannte Tarifstrukturempfehlungen zu einer gewissen regionalen Vereinheitlichung bei, insbesondere ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.⁵⁷

Der Wechselstromzähler eignete sich für die Tarifsteuerung aus Sicht der Werke sehr gut, da er mit einem Uhrwerk ausgerüstet sehr einfach nach mehreren Tarifen zählen konnte und so „zu einer Vollnutzung der laufend anfallenden elektrischen Energie, also den Ausgleich zwischen Produktion und Konsum sichern und die Verbrauchsentwicklung fördern“ konnte.⁵⁸

Wie die Soziologin Madeleine Akrich treffend ausdrückt, ergab sich dank des Zählernetzwerks ein mächtiges Kontrollinstrument:

„The way in which the individual/consumer relates to the network, and via the network to the electricity company, is codified and quantified by means of a basic technical tool, the electricity meter. This formulates the initial contract between the producer and the consumer. [...]. Accordingly the *set* of meters is a powerful instrument of control. Taken together, the set of meters measures the cohesion of the sociotechnical edifice materialized by the network.“⁵⁹

Eine flächendeckende Inbetriebnahme von Zählern bei einem Anschluss ans Stromnetz wurde aber auf Seiten der Konsument/innen nicht nur positiv aufgenommen. Gerade in den Anfangsjahren herrschte großes Misstrauen gegenüber der Genauigkeit der Zähler sowie gegenüber den Werken, die diese Zähler in den Haushalten installieren ließen. Zudem ermöglichte der Pauschaltarif der Kundschaft eine bessere Kostenübersicht, da für das Jahr mit festgelegten Kosten für den eigenen Energieverbrauch gerechnet werden konnte.⁶⁰ Der steigende Stromverbrauch führte aber im Endeffekt dazu, dass immer mehr Zähler nötig wurden, was die Steuermöglichkeiten aus Sicht der Werke verbesserte. Wie Gooday betont, fand sich erst mit der Zeit ein Konsens durch die Entwicklung eines Zählers, der sowohl Stromproduzenten als auch Stromkonsumierende zufrieden stellte.⁶¹ Die Konsument/innen konnten nun den verbrauchten Strom in situ direkt ablesen, wodurch er in seiner Quantität sichtbar wurde. Zentral war in diesem Punkt, dass dem Gerät Vertrauen geschenkt wurde. Die staatlich festgelegten Normen und Gesetze, denen der Zähler unterworfen war, gewährleisteten dies bis zu einem bestimmten Punkt. Für die stromproduzierenden Werke ergab sich durch die flächendeckende

57 Vgl. Jürg Mutzner, *Die Stromversorgung der Schweiz. Entwicklung und Struktur*, Zürich 1995, S. 29f.

58 Vgl. Walther Trüb, *Tarifgestaltung und Absatzentwicklung in städtischen Netzen*, in: Charles Gauchat (Hg.), *50 Jahre im Dienste der Messung elektrischer Energie. Jubiläumsschrift Landis & Gyr*, Zürich 1946, S. 43–53, hier S. 48–50.

59 Madeleine Akrich, *The De-Description of Technical Objects*, in: Wiebe E. Bijker u. John Law (Hg.), *Shaping Technology. Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge MA u. London 1992, S. 205–224, hier S. 217.

60 Vgl. Wyssling (wie Anm. 40), S. 162.

61 Vgl. Gooday (wie Anm. 7), S. 261f.

Inbetriebnahme der Zähler die Möglichkeit, den Stromverbrauch genau zu messen und über ihr Tarifsysteem zu steuern. In dieser Hinsicht war die Exaktheit der Geräte auch für die Werke bedeutend, jedoch war es für diese ebenso wichtig, dass die Zähler kostengünstig produziert wurden, da diese Kosten zusammen mit der Inbetriebnahme der Geräte von den Elektrizitätswerken getragen wurden. Unter diesen Aspekten ist die Aussage Walther Trübs, der zwischen 1920 und 1949 Direktor des Elektrizitätswerks Zürich war, bezeichnend: „Heute ist die Aufstellung von Tarifen für den Verkauf elektrischer Energie zu einer besonderen Wissenschaft, die Handhabung der Stromtarife in den der öffentlichen Kontrolle unterworfenen Unternehmungen zu einer ‚Kunst‘ geworden.“⁶²

Bis in die 1930er Jahre war es zwar nicht der Stromfluss selbst, welcher gesteuert wurde, jedoch führte die Monopolstellung der LG-Fabrikate zu einer Vereinheitlichung, wodurch eine Steuerung des Konsums schweizweit vereinfacht möglich wurde.

Fazit

Während Elektrizität Mitte des 19. Jahrhunderts als epistemisches Ding Objekt experimenteller Untersuchungen war, fand eine breite Anwendung dieser neuen Energie in Form von Licht und Kraft ab den 1880er Jahren statt. Indem sich Wechselstrom als vorherrschende Stromart für weitläufige Übertragungen behaupten konnte, wurden großflächige Netzwerkbauten möglich. Dazu mussten Strom und seine Erscheinungen institutionalisiert, normiert und dem Gesetz unterworfen werden. Dies zeigte sich in der Schweiz einerseits in der Schaffung von Studiengängen in Elektrotechnik, womit der Staat auf das Bedürfnis der Industrie nach gut geschultem Personal einging. Andererseits wurde die Institutionalisierung durch die Vernetzung deutlich, welche elektrowirtschaftliche Verbände mit der Legislative eingingen. Daraus resultierte ein für die Elektrizitätswirtschaft wichtiges Bundesgesetz, das gleichzeitig dem Staat die rechtliche Hoheit über die neue Energieform übertrug. Um 1900 kulminierten in der Schweiz diese verschiedenen wichtigen Entscheidungen, die der Elektrizitätswirtschaft einen Aufschwung gaben. Die Organisation der Ströme wurde breitflächig möglich durch die vorgängige Vernetzung, die nun die Etablierung einer elektrotechnischen Spezialindustrie beflügelte. Anhand der Zuger Firma Landis & Gyr AG zeigte sich, dass der Elektrizitätszähler eine wesentliche Rolle in der Handhabung von Strom übernahm, diesen zählbar, verrechenbar und letztendlich steuerbar machte. Reagierte die Industrie anfangs vor allem auf das Bedürfnis der Wirtschaft nach einem verlässlichen Zählgerät, eröffnete sich durch das Kontrollgerät aber bald auch die Möglichkeit der Steuerung des Stromkonsums. So überzeugt die Vermutung, dass mit der Entwicklung von Kontrollapparaten schon von Anfang an

62 Trüb (wie Anm. 58), S. 50.

latent an die Option der Steuerung gedacht wurde. Freilich war es mit dem Stromzähler selbst nicht möglich, tatsächlich Strom zu steuern, viel eher diente der Zähler als Kontrollgerät, das es ermöglichte, das Konsumverhalten der Stromabnehmer/innen zu steuern und so einen wesentlichen Einfluss auf den Umgang mit Strom zu nehmen.

Was so um 1900 lediglich angedacht war, wurde spätestens in den 1950er Jahren ganz offen thematisiert. In einer Informationsbroschüre der LG für neueintretende Mitarbeiter heißt es: „Mit unseren Apparaten wird der Energieverbrauch gemessen, überwacht und gelenkt. Sie ermöglichen eine gerechte Preisabrechnung, liefern die Grundlagen für rationelle Planung und wirtschaftlichen Einsatz und dienen unmittelbar der Verbrauchslenkung.“⁶³ Diese Aussage überrascht für die 1950er Jahre weniger, da zu jener Zeit Steuerungsvorstellungen vor dem Hintergrund der Kybernetik offensichtlich waren. Für die Frühjahre der Elektrizitätsgeschichte war ein Zusammenhang zwischen Stromkonsum und Konsumsteuerung jedoch weniger offensichtlich.

Der Blick in die Geschichte der Elektrifizierung hat aufgezeigt, dass gerade der Elektrizitätszähler darin einen wichtigen Platz einnimmt. Für diese Organisation der Ströme stellte der Stromzähler einen entscheidenden technischen Apparat dar. Mit dem Zähler wurde es technisch möglich, den Stromkonsum exakt zu zählen. Mit dem Wissen, das daraus resultierte, wurde es für die Elektrizitätswerke unter der Kontrollhoheit des Staates machbar, Ströme zu steuern, indem ein für die Werke ideales Konsumverhalten entworfen und umgesetzt wurde.

Anschrift des Verfassers: Jonas Schädler, Universität Zürich, Historisches Seminar, Rämistrasse 64, CH-8001 Zürich, E-Mail: jonas.schaedler@uzh.ch

63 Ernst Schneider, Sie zählen nun auch zu uns... Einführungsschrift für Neueintretende der Landis & Gyr AG, Zug 1955, S. 61.