



Bericht vom 11. Dezember 2018

Digitalisierung im Energiesektor

Dialogpapier zum Transformationsprozess



Datum: 11. Dezember 2018

Ort: Bern

Herausgeberin:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Autor/in:

Dr. Matthias Galus, Leiter Spurgruppe Digitalisierung, Stv. Leiter Netze

Dr. Mihaela Grigorie, Fachspezialistin Geräte und wettbewerbliche Ausschreibungen

Martin Hertach, Leiter Dienst Geoinformation

Dr. Christian Holzner, Fachspezialist Risikomanagement

Mit weiteren Beiträgen von:

Marine Pasquier Beaud, Fachspezialistin Energieversorgung und Monitoring

Adrian Grossenbacher, Fachspezialist Gebäude

Hermann Scherrer, Fachspezialist Mobilität

Gesamtleitung: Dr. Matthias Galus, Leiter Spurgruppe Digitalisierung, Stv. Leiter Netze,
Matthias.Galus@bfe.admin.ch

Redaktion: Simon Heiniger, Dienst Führungsunterstützung

Quelle Titelbild: Shutterstock

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

VORWORT



Die Energiewelt: Gestern – Heute – Morgen

1878 war die Glühbirne die grosse Attraktion auf der Weltausstellung in Paris. Durch die Kohledrahtlampen wurde die Elektrifizierung eingeleitet und Licht in die Welt gebracht. Mehr als ein Jahrhundert später startete die Weltgemeinschaft ins Zeitalter des Internets. Aus einigen Hundert beteiligten Rechnern wurden in wenigen Jahren Millionen. 2017 benutzten mehr als 90 Prozent aller Schweizerinnen und Schweizer im Alter zwischen 15 und 54 Jahren das Internet.

So darf mit Fug und Recht behauptet werden, dass auf die Revolution der Elektrifizierung die Revolution des Informationsaustausches und der -verfügbarkeit folgte: *Die digitale Revolution*. Ist diese bereits vollzogen? Wohl kaum. Gerade die Energieversorgung ist sehr dynamischen Entwicklungen unterworfen. Wir befinden uns noch am Beginn der Reise und der weitere Verlauf ist nur schwer abzusehen.

Damit die Energiewirtschaft und die Energieversorgung der Schweiz von diesen technologischen Entwicklungen nicht überrollt werden, sondern diese vielmehr nutzen können, muss dieser Dynamik entsprochen werden. Neue technische Möglichkeiten müssen frühzeitig erkannt, eingeschätzt und nutzbar gemacht werden. Das Bundesamt für Energie hat entschieden, dafür eine Expertengruppe einzusetzen. So beobachtet diese seit einigen Jahren das Potential und die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Energiewelt. In interdisziplinärer Arbeit haben die Expertinnen und Experten verschiedenster Fachrichtungen Tendenzen und Perspektiven aufgedeckt und versucht aufzuzeigen, wohin der weitere Weg führen könnte.

Die 14 Themen dieses Dialogpapiers stellen eine Bestandsaufnahme dieser Arbeit dar. Ich lade Sie, als interessierte Bürgerin oder interessierter Bürger, als Player in der Energiewirtschaft, als Wissenschaftlerin oder Wissenschaftler, zu einem Dialog über die Zukunft unseres Energiesystems ein. Um die teils disruptionsartigen digitalen Entwicklungen zu meistern, ist es wichtig, Sichtweisen und Wissen auszutauschen und sich zu vernetzen. Nur so können wir die Zukunft erfolgreich angehen.

Denn heute ist die Zeit, den kommenden Herausforderungen zu begegnen und die Chancen der Digitalisierung zu ergreifen. Für eine nachhaltigere, erneuerbare, digitale und sichere Energieversorgung von morgen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine anregende Lektüre.

Benoît Revaz

Direktor

EINLADUNG ZUM DIALOG

Digitale Transformation ist das Schlagwort schlechthin, wenn es darum geht, die Zukunft zu beschreiben. Digitalisierung ist schon heute im Alltag omnipräsent. Sie steckt in den Prozessen der vielen Dienstleistungen, die wir alle heute in Anspruch nehmen: Wer Informationen sucht, der googelt; wer früher in der Hotellobby oder per Telefon ein Taxi gerufen hat, kann dies heute per App erledigen; und wo man zuvor dutzende Webseiten für Ferienwohnungen durchforsten musste, kann man sich heute auf eine Plattform beschränken. Digitale Prozesse entwickeln sich schnell und breiten sich rasant aus. Sie durchdringen bereits viele Bereiche des Alltags; Digitalisierung ist ein Querschnittsthema und bewegt sich ausserhalb von gewachsenen Strukturen und Denkmustern – sie ist disruptiv. Diese neue Digitalisierungswelle wird deswegen auch als nächste industrielle Revolution bezeichnet. Darum kann sich auch die Energieversorgung und Energiewirtschaft der Schweiz diesen Entwicklungen nicht entziehen.

Bundesrätin Doris Leuthard, Vorsteherin des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), hat in ihrem Präsidentschaftsjahr 2017 einen Schwerpunkt auf das Thema «Digitalisierung» gelegt. Gerade als Land, welches nicht über einen natürlichen Ressourcenreichtum verfügt, ist es für die Schweiz von enormer Bedeutung die Chancen der Digitalisierung bestmöglich zu nutzen – auch oder vielleicht gerade besonders in der Energieversorgung. Obwohl die Schweiz im globalen Innovationsindex einen der vorderen Plätze belegt, darf mit Blick auf die Energielandschaft Schweiz behauptet werden, dass noch gewaltiges Potenzial vorhanden ist.

Das Bundesamt für Energie beschäftigte sich im Bereich der elektrischen Netze schon früh mit der Digitalisierung und ihren Auswirkungen. So lancierte es Arbeiten deren Ergebnis die Smart Grid Roadmap ist. Diese bietet ein Navigationsinstrument von nationaler Bedeutung für die digitale Transformation der Netze. Die Arbeiten daran waren ein erster Schritt auf dem Weg in den digitalen Transformationsprozess des Energieversorgungssystems. Erstmals wurden digitale Technologien für Endkunden, Speicher, intelligente Steuerungen zur Flexibilitätsnutzung, intelligente Netzbetriebsmittel und die Wichtigkeit einer effizienten Datenbereitstellung und -bearbeitung thematisiert. Das Zusammenspiel der Elemente Produktion, Verbrauch und Speicherung wird aber noch komplexer und intelligenter – gerade in Bezug auf Strommärkte. Doch nicht genug: Digitale Entwicklungen in den Bereichen Mobilität, Gebäude, Energieeffizienz sowie von Energiedienstleistungen müssen genauso berücksichtigt und ihre Verflechtung mit den Energiemärkten identifiziert werden.

Das historisch gewachsene, gewaltige Energieversorgungssystem mit seinem bereits hohen Grad an Komplexität verändert sich also grundlegend, nachhaltig, nicht vollständig planbar, dafür aber sehr schnell. Das kann abschrecken. Wenn man sich dem Phänomen jedoch neugierig annimmt, frühzeitig Entwicklungen antizipiert und sich vorbereitet, ergeben sich Chancen. Frei nach dem römischen Philosophen Seneca: «Glück ist, was passiert, wenn Vorbereitung auf Gelegenheit trifft». Das Bundesamt für Energie hat aus diesem Grund 2017 ein interdisziplinäres Team ins Leben gerufen, um durch das stete Beobachten der Transformation im Energiebereich, einen kontinuierlichen Aufbau an Kompetenz und Fachwissen sowie Analysen zu wichtigen Themen zu gewährleisten. Damit wappnet sich das Bundesamt für Energie für die neuen Entwicklungen.

Die digitale Transformation ist spannend – im positiven Sinne: Sie fordert unsere Kreativität. Sie fordert unsere Innovations- und Anpassungsfähigkeit. Und sie fordert ein Miteinander für ein nachhaltiges, gerechtes und sicheres Energieversorgungssystem. Das vorliegende Dialogpapier ist ein erster Schritt im Transformationsprozess zur digitalen Energieversorgung bzw. Energiewirtschaft. Es soll einen Wissenstransfer initiieren: Wir legen unsere Grundlagenarbeiten zu möglichen Auswirkungen der Digitalisierung auf die Schweizer Energiewelt offen und wollen zur Diskussion der offenen Fragen anregen, die mit diesem Dialogpapier identifiziert werden.

Selbstverständlich sind nicht alle derzeitigen, absehbaren Entwicklungen beschrieben. Das ist aufgrund der Fülle auch gar nicht möglich. Das Dialogpapier ist vielmehr Auftakt und Fundament eines kontinuierlichen Dialogs im Sinne der Transformation.



Matthias Galus

Leiter der Spurguppe



Daniel Büchel

Vizedirektor Bundesamt für Energie, Auftraggeber

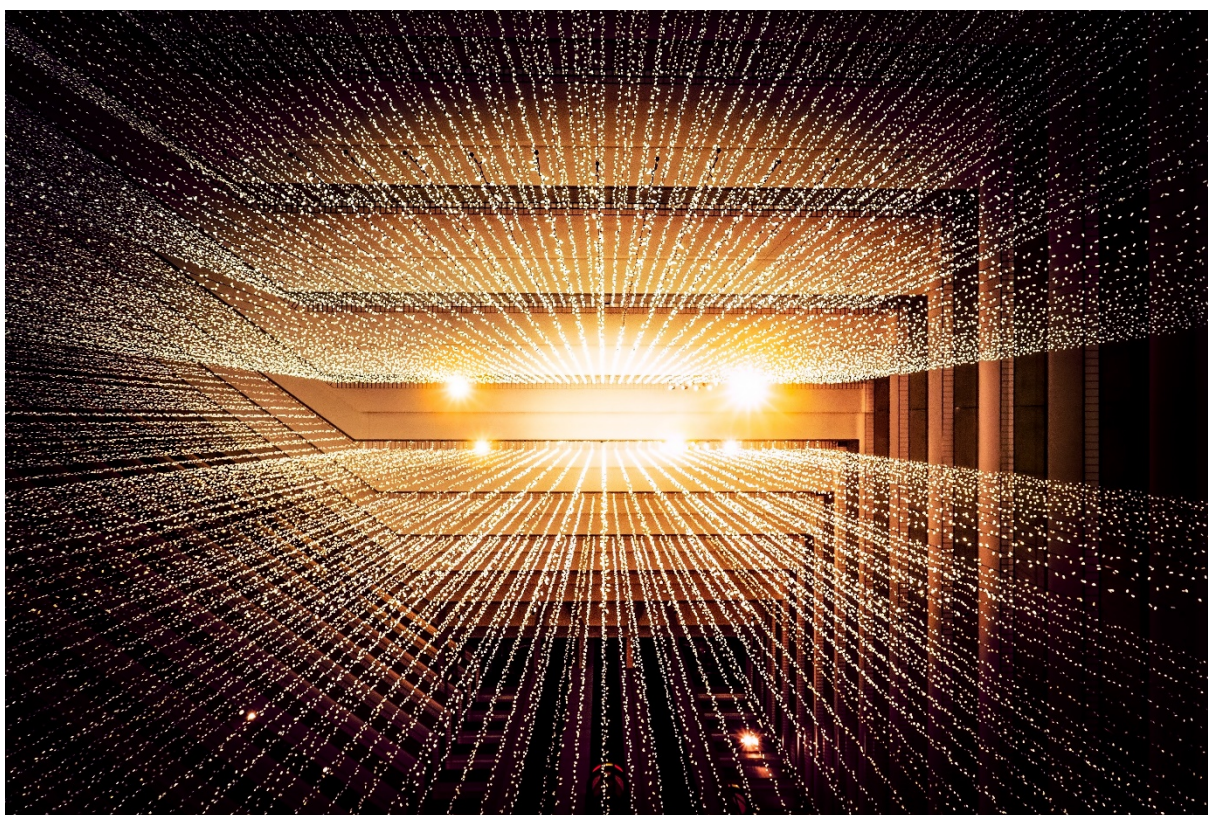


Abbildung 1: Digitalisierung (Quelle: Joshua Sortino/Unsplash, s.a.).

ZUSAMMENFASSUNG

Die digitale Transformation wird den Energiesektor grundlegend, langfristig und nachhaltig verändern. Sie verändert spezifische Bereiche, wirkt aber oft besonders im Querschnitt. Der Blick auf das grosse Ganze ist darum unverzichtbar, um wesentliche Fragestellungen zu identifizieren und thematisieren. Das Dialogpapier zum Stand der digitalen Transformation in der Energiewelt pflegt diese interdisziplinäre Herangehensweise, indem verschiedene Autorinnen und Autoren Analysen beitragen. So werden Facetten der Digitalisierung schlaglichtartig beleuchtet, und die Kapitel können für sich alleinstehend gelesen werden. Ein wesentlicher Mehrwert des Dialogpapiers entsteht aber über die Vernetzung der einzelnen Themen bzw. die Kontextualisierung der beleuchteten Facetten. So sind in den Kapiteln zahlreiche Verweisen auf die jeweils anderen Kapitel zu finden. Ein vollständiges Bild ergibt sich am Ende freilich nicht, vielleicht entstehen sogar mehr Fragen als Antworten. Doch für den weiteren Dialog zur Transformation ist dies eben fruchtbar und **so gilt für die Zukunft die Prämisse: «Lets Connect the Dots, Together»!**

Die folgende Zusammenfassung ist eine Übersicht und soll den Einstieg ins Dialogpapier erleichtern. Die Reihenfolge entspricht der Abfolge der Kapitel:

Das **Internet der Dinge** (Internet of Things; IoT), die maschinelle und auf Automatisierung basierte Vernetzung von Geräten, ist ein wesentlicher Treiber der digitalen Transformation. In Kombination mit Technologien wie Cloud-Speichern und digitalen Plattformen, künstlicher Intelligenz für die Auswertung des anfallenden Big Data, und anderen Technologien, wird IoT auch die traditionelle Energiewirtschaft der Schweiz transformieren. Stichworte sind hier Dezentralisierung (der Produktion, Speicherung und des Handelns) und «Uberisierung» (das Auftauchen neuer, nicht traditioneller bzw. plattformbasierter Marktteilnehmer im Energiesektor). Mehr dazu? → [Kapitel 1](#)

Durch die Verbreitung des Internets der Dinge stehen sehr grosse Mengen an Daten (**Big Data**) und Informationen zur Verfügung, die täglich wachsen. Der Energiesektor wird von diesem «Datenschatz» profitieren, dazu sind aber spezifische Kenntnisse der Werkzeuge, der Herangehensweisen und unter Umständen neue Regeln nötig. Im Zentrum des Interesses der Schweizer Energiewirtschaft wird der Einsatz von intelligenten Messsystemen sowie neuartigen, vernetzten Sensoren stehen (IoT). Die Möglichkeiten im Big Data-Bereich werden noch nicht voll ausgeschöpft. Es wurden Verbesserungspotenziale bei der Datenzugänglichkeit, -verfügbarkeit und -qualität identifiziert. Nicht zuletzt müssen genügend Fachkräfte verfügbar sein, um die Chancen von Big Data zu nutzen. Mehr dazu? → [Kapitel 2](#)

Künstliche Intelligenz bzw. Technologien im Bereich lernender Maschinen (**Machine Learning**) können dabei helfen, in der grossen Menge an Daten Muster zu erkennen und so einen Mehrwert aus den Daten und Informationen zu generieren. IT-Giganten arbeiten mit Hochdruck daran, die Möglichkeiten der Technologie zu erweitern. Machine Learning verspricht Automatisierungen und Effizienzsteigerungen in vielen Bereichen, z. B. für die Steuerung von Gebäudeautomationen (Smart-Homes), in der automatisierten Erkennung von Verbrauchseinsparpotenzialen oder der Ladesteuerung von Elektromobilen. Machine Learning ist auch eine Schlüsseltechnologie im Umgang mit und der schnellen Bearbeitung von Daten für den Strommarkt, insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Verbreitung von intelligenten Messsystemen. Mehr dazu? → [Kapitel 3](#)

Die Verwendung von Daten und digitalen Inhalten im Energiemarkt ermöglicht neue Dienstleistungen. Ein konkretes Beispiel hierfür sind **virtuelle Speicher**. Solche sind besonders interessant im Zusammenhang mit stromproduzierenden Konsumenten (sog. Prosumer). Das Dialogpapier geht auf Vor- und Nachteile sowie regulatorische Überlegungen zu virtuellen Speicherlösungen und (anderen) neuen Geschäftsmodellen ein. Hemmnisse müssen im Hinblick auf eine totale Marktöffnung abgebaut werden. Eine sogenannte «Regulatory Sandbox» – ein beschränkter Freiraum innerhalb des aktuellen Regulierungsrahmens – kann Neues ermöglichen, den notwendigen Spielraum für Innovationen auch in stark

reglementierten Bereichen schaffen und Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der regulativen Rahmenbedingungen liefern. Mehr dazu? → [Kapitel 4](#)

Weiteres Automatisierungspotenzial, das neben der Verfügbarkeit digitaler Daten besteht, basiert auf einer geeigneten Infrastruktur. Die Einführung der **elektronischen Identität** (E-ID) kann den Aufbau einer solchen begünstigen. Konsumenten könnten bei Einführung der E-ID (bei einer vollen Strommarktöffnung) von schnelleren und automatisierten Versorger- sowie Dienstleisterwechseln profitieren. Die auf der E-ID entstehenden digitalen Geschäftsmodelle bieten eine Vielzahl an Chancen und Marktinnovationspotenzial. Aber auch hier scheint es übergeordnete Fragen zu Effizianzen, Prozessvorgaben und in den Bereichen des Datenzugangs, der Datensicherheit und des Datenschutzes zu geben, die zuvor angegangen werden sollten. Mehr dazu? → [Kapitel 5](#)

Ähnliche Fragen zum Umgang mit Daten stellen sich für die sog. «Platform Economy». Wir sehen schon heute eine Zunahme an **digitalen Plattformen** für verschiedenste Dienstleistungen, u.a. auch im Energiemarkt. Dies vor dem Hintergrund des Paradigmenwechsels zu «everything as a service» («XaaS»). In diesem Dialogpapier werden beide Seiten digitaler Plattformen beleuchtet: Die Plattform als technische Lösung und die Plattform als Geschäftsmodell. Die Rolle der Plattformen als Rahmenwerk für einen intelligenten Datenaustausch, als Marktplatz und als Instrument für interne Prozesse ist insbesondere für den Energiesektor bedeutend, denn damit kann die Effizienz gehoben werden. Vor dem regulatorischen Hintergrund ist die Gemengelage noch unübersichtlich. Es gilt, die Entwicklungen auch in anderen Wirtschaftszweigen zu beobachten, gegebenenfalls für den Energiebereich zu adaptieren und den Open-Data Ansatz weiterzuverfolgen. Mehr dazu? → [Kapitel 6](#)

Eine Plattform, die im Strom- und Energiemarkt eine wichtige Rolle spielen wird, ist der **Datahub**: Eine zentrale Plattform für den Datenaustausch in einem vollständig geöffneten Strommarkt unter verschiedenen Akteuren. Datahubs lösen die in einem wettbewerbsgetriebenen, liberalisierten Markt hinderlichen Datensilos ab, verbessern die Datenqualität, beschleunigen Prozesse, erhöhen die Automatisierung und reduzieren Marktbarrieren. Ein Datahub für den Strommarkt umfasst Daten für Lieferantenwechsel, Verbrauchsdaten, kann aber auch auf Produktionsdaten ausgeweitet werden. International gehören Datahubs bereits zum Standard. Für den Schweizer Energiesektor ist die geregelte Einführung einer solchen Plattform eine grosse Chance. Möglicher Regulierungsbedarf wird identifiziert und vertieft. Mehr dazu? → [Kapitel 7](#)

Zunehmende Dezentralisierung und fluktuierende, schwer planbare Einspeisung sind Herausforderungen, mit denen sich Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber und weitere Marktakteure beschäftigen müssen. Die Nutzung von **Flexibilität** wird zur Lösung beitragen, erhöht aber die Komplexität des Systems, der Marktprozesse sowie im Netzbetrieb. Dies erfordert einen hohen Grad an Automatisierung/Digitalisierung, beispielsweise in der Netzsteuerung sowie in der Abstimmung zwischen den Netzbetreibern für einen sicheren und effizienten Einsatz der Flexibilität. Ein umfassender Dialog aller Akteure, die Nutzung von Synergien und die Implementierung einer digitalen Koordinationsplattform werden eine entscheidende Rolle spielen. Mehr dazu? → [Kapitel 8](#)

Eine grundlegende Technologie für den Austausch und Zugriff auf Daten und Informationen zwischen Maschinen, resp. Computer-Anwendungen sind **Application Programming Interfaces** (APIs; Deutsch «Programmierschnittstelle»). In unserem Alltag sind APIs beinahe omnipräsent. Im Energiesektor werden APIs beispielsweise für Anwendungen benützt, um Daten aus einer Cloud via Internet abzurufen. Eine andere Anwendung ist das Einbetten von Inhalten eines Servers auf verschiedene Webseiten. Die Nutzung von API bedingt, dass man sich Gedanken über Datenschutz und Standardisierungen macht. APIs können zur Umsetzung der Open Data Initiative einen wesentlichen Beitrag leisten. Fraglich, vor diesem Hintergrund, sind regulatorische Rahmenbedingungen. Mehr dazu? → [Kapitel 9](#)

In zwei gesonderten Kapiteln wird aufgezeigt, welch umfassendes Effizienzsteigerungspotenzial in den Bereichen **Gebäude** und **Mobilität** dank der Digitalisierung schlummert. Im Gebäudebereich steht Building Information Modeling (BIM) stellvertretend für Digitalisierung in der Bauwirtschaft. Im Mobilitätsbereich lautet das Stichwort «Multimodalität». Die Digitalisierung hilft hier, den Energieverbrauch zu senken und CO₂-Emissionen nachhaltig zu reduzieren. Mehr dazu? → [Kapitel 10](#) (Gebäude) / → [Kapitel 11](#) (Mobilität)

Kaum eine jüngere digitale Technologie ist bekannter als «**Blockchain**». Tatsächlich herrscht bei der Entwicklung neuer, auf Blockchains basierender, dezentraler Lösungen grosse Dynamik. Auch in der Energiebranche starteten in den letzten Jahren diverse Pilotprojekte. Die Frage nach den gewinnbringenden Einsatzgebieten, die schlechte Stromeffizienz dieser Technologie und die erst schleichende Entwicklung von Anwendungen im Energiemarkt machen die Blockchain zu einem kontroversen, aber aktuellen Thema. Auch stellt sich die Frage, wo der regulatorische Rahmen nicht mehr passen könnte. Mehr dazu? → [Kapitel 12](#)

Die Aufrechterhaltung der **Cyber-Sicherheit**, d.h. des beabsichtigten Funktionierens aller Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen, ist das Ziel nationaler Bestrebungen. Der Energiesektor ist ein mögliches Ziel von Cyber-Angriffen. Die Energiebranche arbeitet mit verschiedenen Initiativen auf eine Verstärkung der Cyber-Sicherheit hin (z.B. Schaffung eines Computer Emergency Response Teams für den Energiebereich) und eine verstärkte Zusammenarbeit mit übergeordneten Stellen scheint im Hinblick auf die zunehmende Komplexität angezeigt. Ist der regulatorische Rahmen in diesem Bereich ausreichend und klar genug umrissen? Diese Frage stellt sich besonders vor dem Hintergrund einer durch die Digitalisierung (IoT, Digitale Plattformen, etc.) geprägten, kritischen Infrastruktur. Mehr dazu? → [Kapitel 13](#)

Der letzte Exkurs des Dialogpapiers dreht sich um den «**Drohnen-Boom**». In der Definition als unbemannte Luftfahrzeuge sind sie ein Produkt der fortschreitenden Entwicklung digitaler Technologien. Drohnen können heute autonom fliegen und nutzen dabei eine grosse Palette an Sensoren. In der Energiewelt spielt der Drohneneinsatz schon heute eine Rolle (beispielsweise bei der Infrastrukturplanung, der Inventarisierung, der Revision von Anlagen und Stromproduktion). Mehr dazu? → [Kapitel 14](#)

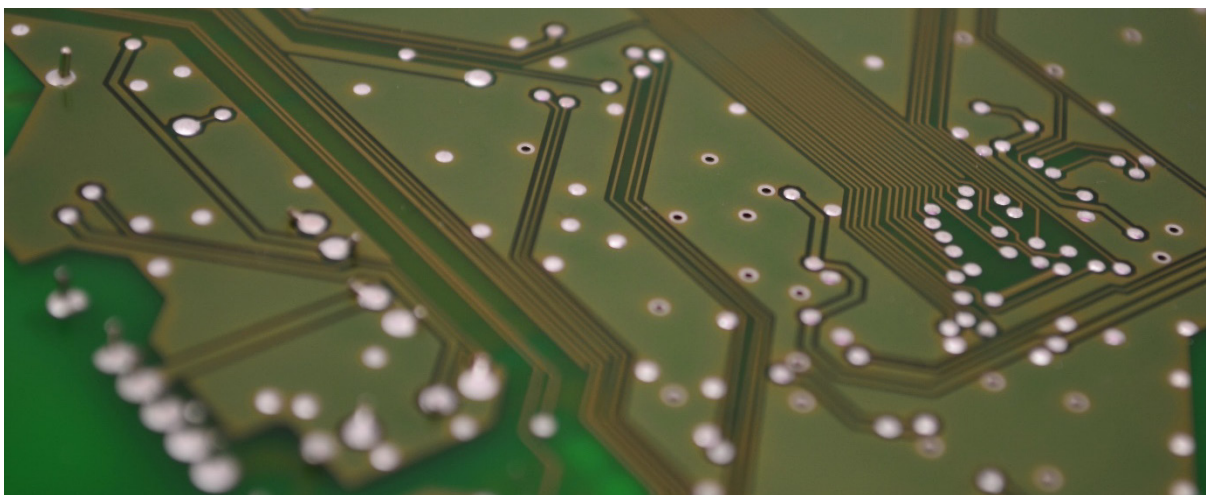


Abbildung 2: Makroaufnahme Computerprozessor (Quelle: pixabay.com).

RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

La transformation digitale modifiera également, et peut-être tout particulièrement, le secteur de l'énergie de manière radicale et durable sur le long terme. Cette transformation concerne des domaines spécifiques, mais influence souvent plusieurs domaines transversaux. Une vision globale est donc recommandée pour identifier et thématiser les problématiques. Le document de travail sur l'état de la transformation digitale dans le monde de l'énergie reflète cet esprit interdisciplinaire grâce aux analyses émanant de différents auteurs. Les projecteurs sont ainsi braqués sur les diverses facettes de la digitalisation; chaque chapitre peut se lire indépendamment des autres. L'interconnexion des différents thèmes ou la conceptualisation des facettes mises en lumière créent une valeur ajoutée essentielle pour le document de travail. Les chapitres renvoient ainsi fréquemment à d'autres chapitres. Impossible in fine d'obtenir un aperçu complet et les questions seront peut-être même plus nombreuses que les réponses. Cela est prometteur pour la poursuite du dialogue sur la transformation digitale et **le principe suivant s'applique ainsi pour l'avenir: «Let's Connect the Dots, Together»!**

Le résumé ci-dessous est un aperçu censé faciliter l'accès au document de travail. L'ordre des différents chapitres est respecté:

L'**Internet des objets** (Internet of Things; IoT), interconnexion mécanique basée sur l'automatisation d'appareils, est un amplificateur essentiel de la transformation digitale. En association avec des technologies telles que le stockage en nuage et les plateformes digitales, l'intelligence artificielle pour l'évaluation des mégadonnées (Big Data) recueillies et autres technologies, l'IoT transformera également le secteur traditionnel de l'énergie en Suisse: les mots-clés sont en l'occurrence la décentralisation (de la production, du stockage et de l'action) et l'ubérisation (l'émergence de nouveaux acteurs économiques non traditionnels ou utilisant des plateformes dans le secteur de l'énergie). Pour plus d'informations → [Chapitre 1](#)

La forte diffusion de l'IoT génère une grande quantité de données (**Big Data**) et d'informations disponibles qui ne cessent de croître. Le secteur de l'énergie profitera de ce «trésor de données», mais cela nécessitera une connaissance spécifique des outils, des approches et, le cas échéant, de nouvelles règles. Le recours à des systèmes de mesure intelligents (IoT) et à un nouveau genre de capteurs répartis sera l'intérêt principal du secteur de l'énergie en Suisse. Les possibilités dans le domaine du Big Data ne sont pas encore pleinement exploitées. Un potentiel d'optimisation est identifié dans l'accessibilité, la disponibilité et la qualité des données. Il faudra notamment disposer de suffisamment de spécialistes pour profiter des opportunités du Big Data. Pour plus d'informations → [Chapitre 2](#)

Une possibilité de déceler des modèles parmi la multitude de données, afin de générer ainsi une valeur ajoutée issue des données et des informations est l'intelligence artificielle ou les technologies en matière d'apprentissage automatique (**Machine Learning**). Les géants de la TI mettent tout en œuvre pour développer les possibilités technologiques. L'apprentissage automatique promet des automatisations et des gains d'efficacité dans nombre de domaines, par exemple dans la domotique (Smart-Homes), la détection automatisée des potentiels d'économie de la consommation ou l'automate de charge des voitures électriques. L'apprentissage automatique est aussi une technologie clé pour le traitement rapide des données du marché de l'électricité, en particulier compte tenu de la diffusion croissante des systèmes de mesure intelligents. Pour plus d'informations → [Chapitre 3](#)

L'utilisation des données et du contenu digital sur le marché de l'énergie permet de nouvelles prestations. Un exemple concret est en l'occurrence le **stockage virtuel**. Il s'agit d'un produit devenant surtout intéressant en lien avec l'augmentation des consommateurs producteurs d'électricité (appelés les pro-sommateurs). Le document de travail traite des avantages et désavantages ainsi que des considérations réglementaires pour ce modèle économique et d'autres nouveaux modèles (similaires). Les obstacles doivent être éliminés en vue de l'ouverture complète du marché. Une sandbox réglementaire

(Regulatory Sandbox), espace libre restreint à l'intérieur du cadre réglementaire actuel, permet d'offrir de nouvelles possibilités, de créer la marge de manœuvre nécessaire aux innovations, même dans un environnement fortement réglementé, et de fournir des renseignements pour perfectionner les conditions-cadres réglementaires. Pour plus d'informations → [Chapitre 4](#)

Un autre potentiel d'automatisation en plus de la disponibilité des données digitales est basé sur une infrastructure adéquate permettant une **identité électronique** (E-ID). Lors de l'introduction de l'E-ID (dans le cas d'une ouverture complète du marché de l'électricité), les consommateurs pourraient bénéficier d'un changement de fournisseur ou de prestataire automatisé et plus rapide. Les modèles économiques créés sur l'E-ID offrent une multitude d'opportunités et de potentiels d'innovation commerciale. Toutefois, il existe apparemment ici aussi des questions impératives concernant les incitations à l'efficacité, les consignes de procédure, l'accès aux données, la sécurité et la protection des données, questions à traiter en priorité. Pour plus d'informations → [Chapitre 5](#)

Des questions similaires en lien avec le traitement des données se posent également pour ce qu'on appelle «Platform Economy». Aujourd'hui déjà, nous observons une augmentation des **plateformes digitales** pour les prestations les plus diverses, également sur le marché de l'énergie, compte tenu du changement de paradigme vers «everything as a service», en bref: «XaaS». Ce document de travail examine les deux aspects des plateformes digitales: la plateforme en tant que solution technique et la plateforme en tant que modèle économique. Le rôle des plateformes en tant que référentiel des contrôles pour un échange intelligent de données, en tant que marché et instrument pour les processus internes, est surtout important pour le secteur de l'énergie, car les potentiels d'efficacité peuvent ainsi être exploités. La situation dans le contexte réglementaire est encore très confuse. Il s'agit aussi d'observer les développements dans d'autres secteurs économiques et, le cas échéant, de les adapter pour le domaine de l'énergie et de poursuivre l'approche des données ouvertes. Pour plus d'informations → [Chapitre 6](#)

Le **Data Hub** est une plateforme qui jouera un rôle important sur le marché de l'électricité et de l'énergie: une plateforme centralisée pour l'échange de données entre différents acteurs sur un marché de l'électricité totalement ouvert. Les concentrateurs de données remplacent les silos de données dérangeants dans un marché libéralisé concurrentiel, améliorent la qualité des données, accélèrent les processus, augmentent l'automatisation et réduisent les obstacles du marché. Un concentrateur de données pour le marché de l'électricité comprend des données pour le changement de fournisseur et pour la consommation, mais peut aussi être étendu aux données de production. A l'échelle internationale, les concentrateurs de données font déjà partie des standards. Pour le secteur suisse de l'énergie, l'introduction réglementée d'une telle plateforme est une grande opportunité. Les besoins possibles de régulation peuvent être identifiés et approfondis. Pour plus d'informations → [Chapitre 7](#)

La décentralisation croissante et l'injection fluctuante difficilement planifiable sont des défis dont les gestionnaires du réseau de transport et du réseau de distribution ainsi que d'autres acteurs du marché doivent se préoccuper. L'utilisation de la **flexibilité** qui contribuera à la solution augmente toutefois la complexité du système, des processus du marché et de l'exploitation du réseau. Cela requiert un degré élevé d'automatisation/de digitalisation, par exemple dans le pilotage du réseau et dans l'harmonisation entre les gestionnaires de réseau pour une utilisation sûre et efficace de la flexibilité. Un dialogue approfondi entre tous les acteurs, l'exploitation des synergies et la mise en place d'une plateforme de coordination digitale joueront un rôle décisif. Pour plus d'informations → [Chapitre 8](#)

Les interfaces de programmation ou interfaces API (**Application Programming Interfaces**) sont une technologie fondamentale pour l'échange de données ou l'accès aux données et aux informations entre les machines ou applications informatiques. Les API sont quasiment omniprésentes dans la vie quotidienne. Dans le secteur de l'énergie, elles sont par exemple utilisées pour les applications permettant de consulter les données d'un nuage via Internet. Une autre application est l'intégration de contenus d'un serveur à différents sites Web. L'utilisation d'API implique la nécessité de réfléchir à la protection

des données et aux standardisations. Les API peuvent apporter une contribution importante à la mise en œuvre de l'initiative «Données ouvertes». Au vu de ce qui précède, les conditions-cadres réglementaires sont problématiques. Pour plus d'informations → [Chapitre 9](#)

Deux chapitres distincts mettent en évidence le vaste potentiel d'accroissement de l'efficacité que recèle la digitalisation pour le **bâtiment** et la **mobilité**. Le Building Information Modeling (BIM) symbolise la digitalisation dans le secteur du bâtiment. Dans le domaine de la mobilité, le mot-clé est «multimodalité». Ici, la digitalisation contribue à diminuer la consommation d'énergie et à réduire durablement les émissions de CO₂. Pour plus d'informations → [Chapitre 10](#) (Bâtiment) / → [Chapitre 11](#) (Mobilité)

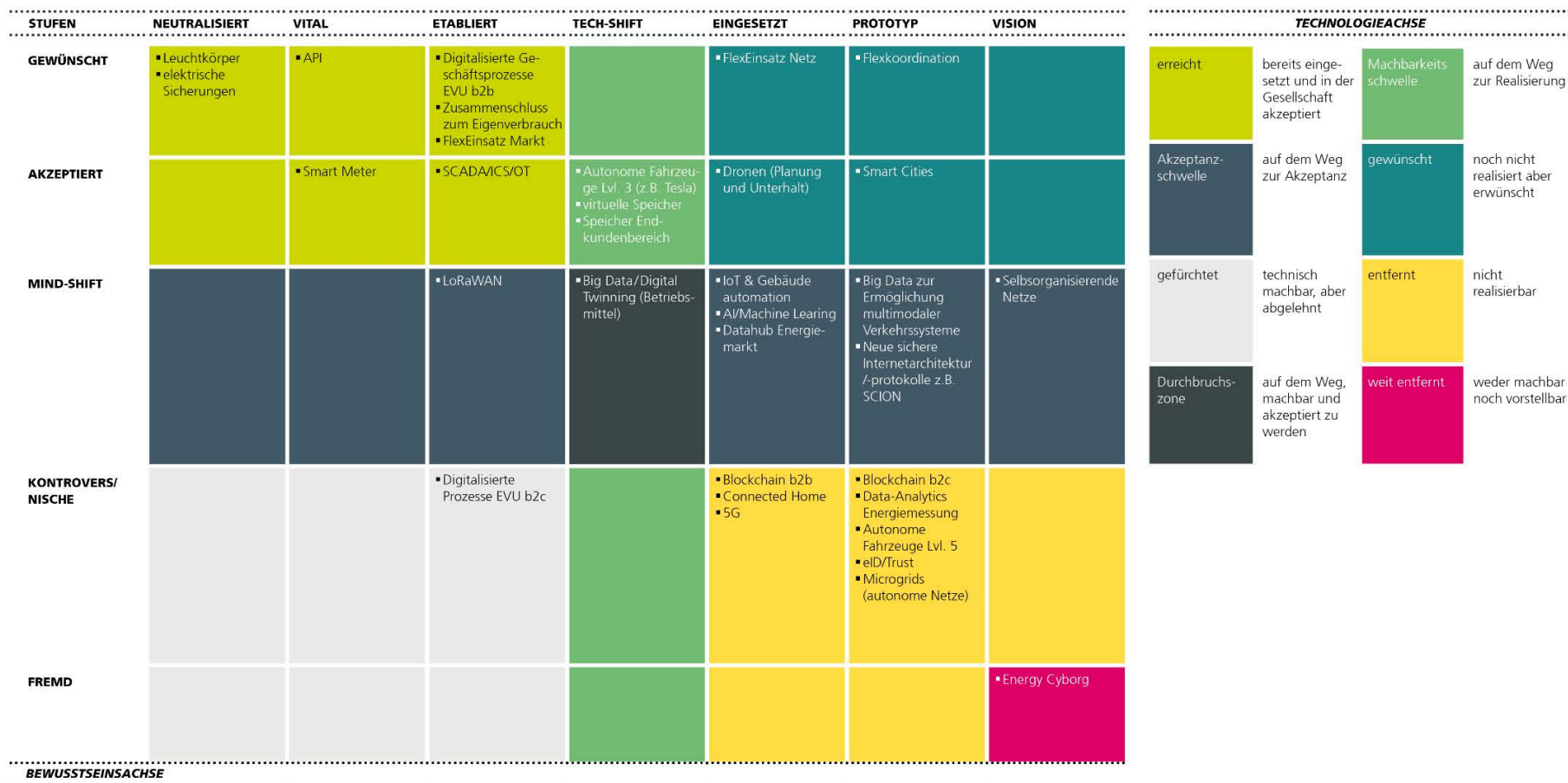
Une technologie digitale à peine plus récente est la «**blockchain**» (chaîne de blocs). Le développement de nouvelles solutions décentralisées basées sur la blockchain recèle effectivement un fort dynamisme. Au cours des dernières années, divers projets pilotes ont aussi été lancés dans le secteur de l'énergie. La question des domaines d'application lucrative, la mauvaise efficacité électrique et la lente évolution des applications sur le marché de l'énergie font de la blockchain un sujet controversé, mais d'actualité. Cela suscite également des interrogations sur les domaines où le cadre réglementaire ne serait plus adapté. Pour plus d'informations → [Chapitre 12](#)

L'objectif de tous les efforts consentis au niveau national est la garantie de la **cybersécurité**, c'est-à-dire du fonctionnement prévu de toutes les infrastructures d'information et de communication. Le secteur de l'énergie est une cible possible de cyberattaques. Ce secteur a lancé différentes initiatives afin de renforcer la cybersécurité (par exemple en créant une équipe d'intervention en cas d'urgence informatique ou Computer Emergency Response Team, CERT, pour le secteur de l'énergie). Compte tenu de la complexité accrue, il est conseillé de renforcer la collaboration avec les organes supérieurs. Le cadre réglementaire dans ce secteur est-il suffisant et assez bien défini dans la perspective d'une infrastructure critique tributaire de la digitalisation accrue (IoT, plateformes digitales, etc.). Pour plus d'informations → [Chapitre 13](#)

La dernière digression du document de travail concerne le «boom des **drones**». Définis en tant que véhicules aériens sans équipage, il s'agit d'un produit du développement constant des technologies digitales. Actuellement, les drones peuvent voler de manière autonome en utilisant une vaste palette de capteurs. Dans le monde de l'énergie, l'utilisation des drones joue déjà un rôle important aujourd'hui (par exemple pour la planification des infrastructures, l'inventorisation, la révision d'installations et la production d'électricité). Pour plus d'informations → [Chapitre 14](#)

TRANSFORMATIONSPROZESSE

Jede Technologie muss mindestens eine technische Hürde und eine Hürde der Akzeptanz überwinden, bevor sie im Alltag ankommt und sich verbreitet. Die aufgeführten Themen befinden sich in unterschiedlichen Phasen der technologischen und der gesellschaftlichen Entwicklung. Überlegungen dazu, wo die verschiedenen Themen im Transformationsprozess stehen, können weder umfassend noch vollständig sein. Sie sind aber in den einzelnen Beiträgen implizit aufgegriffen worden, darunter Fragen wie z.B. welche Akzeptanz besteht bei der Blockchain-Technologie? Wo steht die elektronische Identität in ihrer technologischen Entwicklung? Die folgende Graphik illustriert die Überlegungen der Autorinnen und Autoren dazu. Es sind dabei nicht nur die im Dialogpapier vertieften Technologien, Ansätze und Konzepte eingeordnet, sondern auch weitere, die als bedeutsam einzustufen sind. Die Abbildung stellt lediglich eine subjektive Momentaufnahme dar. Die Leserinnen und Leser sind eingeladen, sich im Sinne des Dialogs ihr eigenes Bild zu machen.



Die vorliegende Graphik wurde inspiriert von den «Disruption-Maps» des GDI Gottlieb Duttweiler Instituts (Quelle: http://www.gdi.ch/i2d/index_de.html).

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----|
| Vorwort | 3 |
| Einladung zum Dialog | 4 |
| Zusammenfassung | 6 |
| Résumé en Français | 9 |
| Transformationsprozesse | 12 |
| Inhaltsverzeichnis | 13 |
| Abbildungsverzeichnis | 13 |
| Tabellenverzeichnis | 14 |
| Abkürzungen und Akronyme | 15 |
| 1 Internet of Things – IoT | 17 |
| 2 Big Data – Neue Informationsquellen und Analysen für Energieversorger | 29 |
| 3 Lernende Maschinen für neue Erkenntnisse aus Energiedaten: «Machine Learning» | 40 |
| 4 Digitale Abrechnungsdienstleistungen. Daten als Basis für neue Produkte: Virtuelle Speicher | 48 |
| 5 Elektronische Identität. Vollautomatisierter Strommarkt für Endkunden | 54 |
| 6 Digital platforms | 60 |
| 7 Datahub – Plattform zur Daten- bereitstellung im Strommarkt | 68 |
| 8 Digitale Koordination im Strommarkt: Einsatz von Flexibilität | 75 |
| 9 API: Vernetzung von Maschinen | 84 |
| 10 Digitalisierung im Gebäudebereich und Building Information Modeling | 91 |
| 11 Multimodale Mobilitätssysteme und -lösungen für eine energieeffiziente und zukunftsorientierte Mobilität | 97 |
| 12 Blockchain | 104 |
| 13 Cyber-Sicherheit: Schutz vor Cyber-Risiken im Energiebereich | 112 |
| 14 Drohnen – Chancen und Risiken für den Energiesektor | 121 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Digitalisierung | 5 |
| Abbildung 2: Makroaufnahme Computerprozessor | 8 |
| Figure 3: The five layers of the IoT technology stack | 18 |
| Figure 4: IIoT and CIoT | 20 |
| Abbildung 5: Gegenüberstellung des herkömmlichen und des Machine Learning Ansatzes | 42 |
| Abbildung 6: NEST Thermostat | 43 |
| Abbildung 7: Swisstopo-Luftaufnahme, auf welcher einzelne Personen erkennbar sind | 45 |
| Abbildung 8: Machine Learning. Schlüsseltechnologie zur effizienten Bearbeitung grosser Datenmengen | 46 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 9: Summarische jährliche Abrechnung mit virtuellem Speicher. Rechts mit Überproduktion, links mit Unterproduktion | 49 |
| Abbildung 10: Möglichkeiten einer digitalisierten Energiewirtschaft: Virtuelle Speicher | 53 |
| Abbildung 11: Vielversprechendes Potential durch elektronische Identitäten | 58 |
| Figure 12: Main technology layers enabling products “as a service” | 61 |
| Figure 13: Cloud computing | 62 |
| Figure 14: SaaS, PaaS, IaaS cloud services | 63 |
| Figure 15: Companies targeting platform opportunities for the energy sector | 64 |
| Abbildung 16: a) Dezentraler Datenaustausch, vereinfacht dargestellt. Verneinzelte Teillösungen sind vorstellbar. b) Datenaustausch über einen zentralen Datahub organisiert | 69 |
| Abbildung 17: Überblick über Datahubs in Europa | 71 |
| Abbildung 18: Datahubs. Kernelement für einen funktionierenden und effizienten Wettbewerb | 73 |
| Abbildung 19: Exemplarische Anwendungsfälle für Flexibilität | 75 |
| Abbildung 20: Digitale Plattform zur Nutzung der Flexibilität durch Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber | 77 |
| Abbildung 21: Regionale Flexibilitätsmärkte auf Basis von Locational Order Books (LOK) | 79 |
| Abbildung 22: ÜNB und VNB Koordination über Locational Order Books von ÜNB und VNB | 80 |
| Abbildung 23: Vergleich menschliche Sprache und API für die Kommunikation | 84 |
| Abbildung 24: Beispiel einer Nutzung der BGDI-API | 85 |
| Abbildung 25: Themenfelder des Use-Case-Managements | 93 |
| Abbildung 26: Use-Case-Management | 93 |
| Abbildung 27: Digitalisierte Mobilität: Chancen und Risiken | 98 |
| Abbildung 28: Multimodales Mobilitätsverhalten | 99 |
| Abbildung 29: PostAuto-App mit multimodalen Mobilitätsdienstleistungen | 101 |
| Abbildung 30: Vergleich klassisches System mit Intermediär und Blockchain-System | 105 |
| Abbildung 31: Cyber-Sicherheit. Voraussetzung für eine erfolgreiche Digitalisierung | 118 |
| Abbildung 32: Inspektion von Stromnetzen mit Drohnen | 125 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| Table 1: Numbers illustrating the growth of IoT. | 18 |
| Table 2: The five layers of the IoT technology stack explained. | 19 |
| Table 3: Use-Cases for IIoT and CIIoT. | 20 |
| Tabelle 4: Die vier Arten von Machine Learning (vgl. Geron, 2017). | 41 |
| Tabelle 5: Beispiele für den Zusammenhang zwischen organisatorischer und logischer Dezentralisierung und Zentralisierung. | 104 |

ABKÜRZUNGEN UND AKRONYME

| | | | |
|----------------|---|----------------|--|
| BAKOM | Bundesamt für Kommunikation | IaaS | Infrastructure as a Service |
| BAL | Balancing | ICS | Industrial Control System |
| BAV | Bundesamt für Verkehr | ICT | Informations- und Kommunikationstechnik |
| BAZL | Bundesamt für Zivilluftfahrt | IEA | International Energy Agency |
| BFE | Bundesamt für Energie | IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| BGDI | Bundesgeodateninfrastruktur | IIoT | Industrial Internet of Things |
| BGV | Bilanzgruppenverantwortliche | IoE | Internet of Everything |
| BIM | Building Information Modeling | IoT | Internet of Things; Internet der Dinge |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie | ISMS | Informationssicherheitsmanagementsystem |
| BWL | Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung | ISO | International Organization for Standardization |
| CEP | Clean Energy for all Europeans Package | IT | Informationstechnik |
| CERT | Computer Emergency Response Team | KI | Künstliche Intelligenz (engl. AI, Artificial Intelligence) |
| CIoT | Consumer Internet of Things | KKW | Kernkraftwerk |
| DSO | Distribution System Operator; VNB, Verteilnetzbetreiber | KOM | Europäische Kommission |
| E-/e-ID | Elektronische Identität/Identifizierung | LOK | Locational Order Books |
| EaaS | Energy as a Service | LoRaWAN | Long Range Wide Area Network |
| ENSI | Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat | NCS | Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken |
| EPFL | École polytechnique fédérale de Lausanne | NDB | Nachrichtendienst des Bundes |

| | | | |
|----------------|--|------------------|--|
| NFP | Nationales Forschungsprogramm | SM | Smart Meter |
| NIST | National Institute of Standards and Technology | SMR | Strommarkttrichtlinie der EU |
| OFEN | Office fédéral de l'énergie; BFE, Bundesamt für Energie | SNF | Schweizerischer Nationalfonds |
| OT | Operational Technology | SO | Guideline System Operation |
| P2P/p2p | Peer to Peer (Rechner-Rechner-Verbindung) | swisstopo | Bundesamt für Landestopografie |
| Paas | Platform as a Service | TSO | Transmission System Operator; ÜNB. Übertragungsnetzbetreiber |
| PDL | Pilot-, Demonstrations- und Leuchturnprogramm des BFE | UAV | unmanned aerial vehicle; unbemanntes Luftfahrzeug |
| RFID | radio-frequency identification (Sender-Empfänger-Technologie mit Hilfe elektromagnetischer Wellen) | ÜNB | Übertragungsnetzbetreiber |
| SaaS | Software as a Service | UVEK | Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation |
| SATW | Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften | VESE | Verband unabhängiger Energieerzeuger |
| SBB | Schweizerische Bundesbahnen | VNB | Verteilnetzbetreiber |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition | VSE | Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen |
| SCION | Scalability, Control, and Isolation on Next-Generation Networks | WBF | Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung |
| SDL | Systemdienstleistungen | WEF | Weltwirtschaftsforum |
| SDSC | Swiss Data Science Center | XaaS | Everything as a Service |
| SFOE | Swiss Federal Office of Energy; BFE, Bundesamt für Energie | | |
| SINTEG | Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (Programm des BMWi) | | |
| SKI | Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen | | |

1 INTERNET OF THINGS – IOT

The digital transformation relies on ever-increasing amounts of data and information. But where does this data come from? Thanks to the internet, more and more devices are interacting with one another: the Internet of Things (IoT) spreads out and offers new opportunities for the management and control of systems as well as for new services. While IoT-devices are already commonplace for consumer applications, the use of IoT in the power system and its operation is progressing slowly but steadily. Not considering IoT when talking about the digitalization of the power sector would mean neglecting one of its most important strategic development axis. As the data and energy networks will increasingly inter-mingle, the connecting role of IoT should come under scrutiny.

1.1 WHAT IS IOT? – A DEFINITION

There are many definitions for the IoT depending on the issuing organizations and their point of view and interests. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) in its IoT initiative has published a comprehensive review and proposed the following neutral definition:

Internet of Things envisions a self-configuring, adaptive, complex network that interconnects 'things' to the Internet through the use of standard communication protocols. The interconnected things have physical or virtual representation in the digital world, sensing/actuation capability, a programmability feature and are uniquely identifiable. The representation contains information including the thing's identity, status, location or any other business, social or privately relevant information. The things offer services, with or without human intervention, through the exploitation of unique identification, data capture and communication, and actuation capability. The service is exploited through the use of intelligent interfaces and is made available anywhere, anytime, and for anything taking security into consideration.

(Liu and Baiocchi, 2016)

A well-known example of IoT device is a fitness-tracking smartwatch. It includes various sensors for monitoring vitals (e.g. heart rate, temperature) or effort (pace, muscle motion) as well as GPS, altimeter or accelerometer for tracking location and intensity of workout. An embedded processor calculates different parameters (e.g. burnt calories) and a wireless connection with the user's smartphone allows data transfer into an app, which usually connects to a cloud service. Collected parameters can be visualized from different terminals and progress tracked over time.

Recently the term "Internet of Things" is being replaced by a broader one, the "**Internet of Everything**" (**IoE**) (Banafa, Ahmed 2016: s.p.) 0, which describes an ecosystem where smart things (objects or machines) are interacting with one another and/or with humans to create innovative use-cases and deliver value-added services within new business models. As the frontier between these two terms is quite blurry, they will be considered as equivalent in the next pages.

The numbers below illustrate the spectacular development predicted to IoT:

| | |
|------------------------|---|
| 46 million | Number of Google occurrences of the exact expression “Internet of Things” (on the 10th of October 2018) |
| 8'551 million | expected worldwide population by 2030, according to projections ¹ |
| 125'000 million | expected number of IoT connected devices by 2030² |
| 457'000 million | expected USD market value of IoT by 2020 ³ |

Table 1: Numbers illustrating the growth of IoT.

1.2 IOT – TECHNOLOGY AND APPLICATIONS

The beginnings of IoT can be traced back to the 1970's and the development of Radio Frequency Identification (RFID) tags. This technology, which allows to track, contactless connect and read data from objects, was firstly used in military and farming, then later for tracking containers and for access control. Early 2000, data from RFID-tagged products was stored on the Internet, leading to the first use of the term “Internet of Things” (IoT). Since then the concept has expanded and so has the number of stakeholders dealing with it, which now encompass not only commercial players, but also governments, utilities, research and academia, as well as the general public. The development of IoT is closely related to the evolution of the different technologies that enable it (see fig. 3, below).

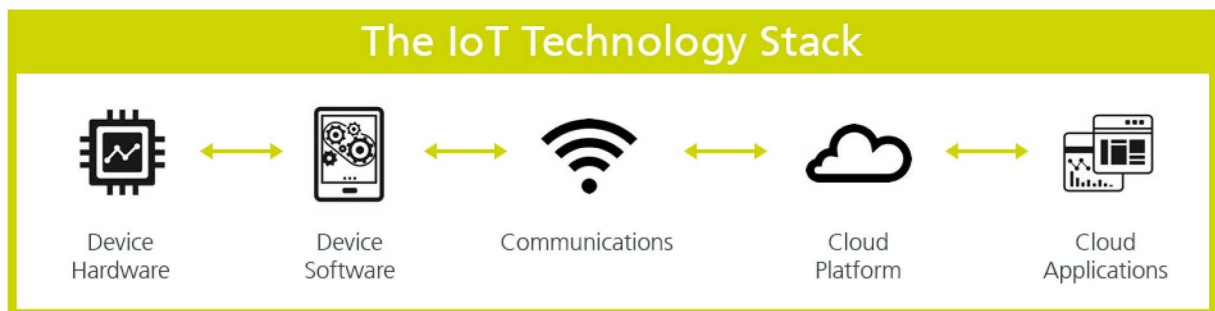


Figure 3: The five layers of the IoT technology stack (image from Elizalde, s.a. [2015]).

¹ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017: 1.

² IHS Markit, 2017: 2.

³ Columbus, 2017: s.p.

| | |
|---------------------------|--|
| Device hardware | The hardware is a system-on-chip including processor, sensors, actuators and radio-frequency functions. Sensors (e.g. accelerometers, microphones, compasses, cameras, etc.), collect data about the environment of the device. In turn, the device can use actuators (e.g. motors or pumps) to interact with its environment. Sensors and actuators miniaturization, mass production and sinking prices account for their widespread use. |
| Device software | The device software – running on the device hardware – processes the data collected by the device and sends it to the cloud over a given communication network. |
| Communications | Wireless communications networks (e.g. cellular, radio, WiFi, Bluetooth, ZigBee, LoRa) are evolving to support high bandwidth, low energy and low cost data transmission. |
| Cloud platform | The cloud is mainly a remote datacenter. Cloud infrastructures and platform software can be common to many IoT applications. The cloud also supports Big Data analytics able to transform the large amounts of collected data into valuable information. Given the speed of communication and power of computing, information can be made available in real-time. |
| Cloud applications | A cloud application is the part of the system that the end-user sees and interacts with. Such applications are often web-based and can be accessed from different terminals (mobile, tab-let, desktop, wearables or the display of the device) anytime and anywhere. Such applications are often Big Data based, offer analysis of recorded data, visualization of information or even control actions. |

Table 2: The five layers of the IoT technology stack explained.

In a nutshell, IoT is about connecting all sorts of devices to the internet and collecting data from this variety of sources. Moreover – and this is where the concept becomes somewhat blurry – storing and analyzing the data on a large scale, as well as extracting insights and using them in real-time to support decision-making or to offer innovative products to customers (weather companies or individuals) also belong to the concept of IoT.

IoT applications are already a reality in many different market segments and hold the promise of countless future innovations. Most often, in order to differentiate an IoT solution, service or product from a standard one, the adjective 'smart' is part of its designation. 'Smart' then means 'providing valuable information and control capabilities based on collected data'.

Below are shown some typical Use-Cases and main benefits, classified in two IoT-sub-categories: **Consumer IoT** (CloT) and **Industrial IoT** (IloT):

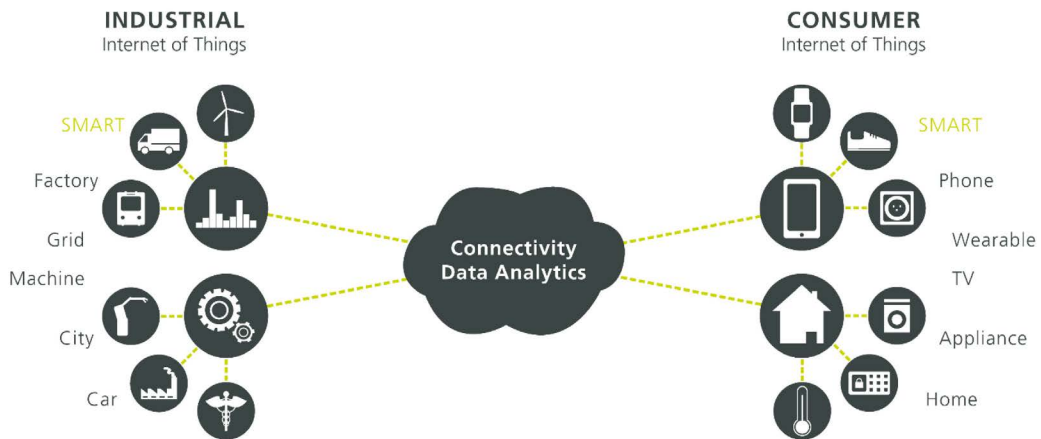


Figure 4: IIoT and CIoT (National Instruments, s.a.: s.p.).

| INDUSTRIAL IoT (IIoT) | CONSUMER IoT (CIoT) |
|--|---|
| <p>Manufacturing – smart factory, smart warehousing, smart logistics and distribution, smart security, smart energy and environment</p> <p>Agriculture – smart farming (crop and livestock monitoring, food safety)</p> <p>Buildings – smart buildings (lighting, HVAC, renewable energy production, smart grid integration)</p> <p>Cities – smart cities (traffic management, waste management, social services)</p> <p>Energy – smart grids (Smart Metering, smart prosumers, virtual power plants)</p> | <p>User devices – smart phones, smart wearables (watches, fitness tracking devices, glasses, textiles)</p> <p>Homes – smart homes (remote-controlled security devices, programmable lighting, adaptable heating), infotainment systems, smart appliances, smart power sockets, Smart Meters</p> <p>Healthcare – vitals monitoring, telemedicine, ambient assisted-living solutions, e-health</p> <p>Mobility – smart cars</p> |
| <p>BENEFITS for companies, communities</p> <p>Operations – improve operational efficiency & productivity</p> <p>Processes – business process transformation</p> <p>Innovation – new business models and new areas of revenue opportunities</p> <p>Lead – competitive advantage</p> <p>Productivity – reduce downtime, maximize asset utilization</p> <p>Sustainability – reduce energy consumption and environmental impact</p> | <p>BENEFITS for consumers</p> <p>Security – improved security</p> <p>Comfort – increased comfort</p> <p>Swiftness – time savings</p> <p>Economies – money savings</p> <p>Efficiency – reduced energy consumption</p> <p>Fun – entertainment factor</p> |

Table 3: Use-Cases for IIoT and CIoT.

The market for the Internet of Things is still in its infancy and numerous barriers need to be overcome before IoT develops to its full potential in each of the above-listed market segments. Also, the fact that

it is technically possible to add 'smartness' to numerous objects does not automatically make these objects 'better' nor does it guarantee market success.

According to different sources (see Transparency Market Research, 2017 and Newmann, 2018) businesses will be the top adopters of IoT solutions followed by governments, while consumers will lag behind despite purchasing large numbers of IoT devices. The document "Digitising the Industry" (Vermesan and Friess, 2016), which defines IoT as "one of the pillars of the next industrial revolution" (that is: Industry 4.0), gives a comprehensive review of current and future applications.

1.3 THE ROLE OF IOT IN THE ENERGY SECTOR

IoT will play a central role in an energy sector that needs to become smarter. Most of its components – smart-meters, decentralized power generation or storage equipment, home appliances, electrical cars but also active grid components such as voltage-regulated transformers etc. – are or will be IoT connected devices. Furthermore, IoT will certainly contribute to the **uberization** (i.e. the modification of a market or economic model by the introduction of a cheap and efficient alternative, see Wiktionary, The Free Dictionary, 2018) of the energy sector and of utilities. The latter will change from "operating mammoth power plants and transmission grids to operating software-powered platforms that interconnect the small-scale power solutions in homes and small businesses" (Taneja, 2016: s.p.). Below some areas, that IoT will transform:

- **Decentralized electricity generation**
With a growing number of generation sites of decentralized nature, it is becoming more difficult to use historically grown management approaches which need to coexist with concepts such as self-consumption, direct marketing, etc. IoT will enable connectivity of a large number of distributed energy sources and will hence support information gathering, new control schemes and increased flexibility of production, e.g. virtual power plants. In the future, control schemes for the distributed energy infeed could interact with consumer devices.
- **Connectivity and management of demand side resources**
IoT will also provide connectivity of vast numbers of demand side resources - such as boilers, heat pumps, household appliances, electricity storage, electric cars, etc. These devices will then become de facto "smart appliances", i.e. appliances that include intelligence and communications to enable automatic or remote control based on user preferences or external stimuli, like price signals or direct control signals, from a utility or third party energy service provider (see OpenEI, 2012). This enables collecting information from these resources and controlling them, hence harvesting flexibility.
- **Building automation**
Interconnecting a large number of different devices via IoT offers new opportunities for buildings and households such as optimization of heating, ventilation, lighting etc. As the appliances become smarter, the building as a whole will become smarter. It is yet unclear, whether the appliances will directly interact with the energy supply system (see "management of demand side resources" and "decentralized electricity generation") or indirectly via a building management system. Building automation can serve several purposes such as increasing comfort of the inhabitants, improving energy efficiency and/or generating benefits on electricity markets. Examples include optimizing electricity consumption-storage-injection of prosumers to achieve either higher grades of autarky or utilizing buildings as resources for intelligent grid operation.
- **Microgrids**
The increased connectivity of distributed energy resources raises the question of why and how the electricity supply system should continue to be planned and operated in a more or less centralized manner as it is today; especially since a centralized control approach appears to

become more and more complex. The emergence of a (partially) decentralized system seems likely. Microgrids or self-supplying “power system cells” could emerge, which would connect to each other or to a central “backbone” – the bulk power system. However, they could also disconnect and stay on their own. Technical control algorithms would ensure a stable operation. This is nothing disruptive, as Microgrids have been operated on islands for decades. However, the concept of Microgrids integrated in the bulk power system is new. Self-consumption communities using their flexibility appear to be a first step into this direction.

- **Energy services market**

The IoT will spur yet unthought-of developments in the energy services market. As connectivity rises, more data becomes available (e.g. from Smart Meters or from smart appliances), providing the opportunity to derive valuable information and to develop new services; e.g. virtual storage service (see chapter 4). Traditionally utilities are not very active in this area and offer few consumer-oriented services. It is likely that other companies will initially use the IoT and digitalization (e.g. big data analytics) for developing these new or cross-selling services and harvest the benefits. These new players will impose more pressure on historically grown business cases.

- **Digital management of infrastructures**

This can be understood as a development towards smart grids (see Verein Smart Grid Schweiz, 2018). However, the term “smart grids” is generally limited to electricity grids. IoT will spread into all other energy infrastructures such as gas, heat and water supply. This in turn will increase efficiency of planning, expanding and operating the infrastructures. Envisioned developments include predictive maintenance of the infrastructure, remote management of network equipment, increased grid resilience. The network state and its stability could be determined automatically. Intelligent applications could take adequate measures automatically – e.g. connecting or disconnecting Microgrids – based on risk or cost assessments. Hence, the evolution can be envisioned towards smart infrastructures.

- **Smart electric cars**

Automated driving is another major area where the combination of IoT, cross-domain big data analysis and real-time information exchange is bound to bring disruptive innovation. Expected benefits of using these new technologies are: a safer driving experience, more efficient traffic management, a dynamic road infrastructure, automated road tolling, usage based insurance and so on. The timeline for this revolution is yet uncertain as many hurdles are yet to be overcome. But even if not driverless, cars will be increasingly “connected” and this evolution will occur simultaneously with the shift from fuel to electricity-powered cars thus making smart cars important elements in the future decentralized energy grid (see Ecoplan AG, 2018).

1.4 ENERGY CONSUMPTION OF IOT-TECHNOLOGY

While IoT devices can certainly improve the energy efficiency in numerous market segments, their additional energy consumption (caused by smart device, communication network and data centers) needs to be taken into account when considering the big picture. A recent study (Vogel, 2016) has estimated that the yearly standby consumption for home automation devices will reach around 20 TWh for 2 billion installed units, by 2020. However, this is only part of the answer and this number is difficult to extrapolate to the predicted 32 billion IoT devices. An on-going project on Energy Intensity of the IoT might deliver answers that are more precise (see Hilty, 2016). Initiatives to reduce energy consumption of IoT focus on choosing the best-suited communication protocol, improving efficiency of communication networks and datacenters as well as reducing the network standby of each individual device. Switzerland follows EU regulations and future developments in this area.

1.5 IOT IN SWITZERLAND

It is not possible to provide a comprehensive review of all players currently involved in IoT in Switzerland and their projects. This section highlights a few important examples:

- **Smart Cities**

At least two commercial offers (see Swisscom AG, 2018 and Avectris AG, 2018) provide LoRaWAN™, a type of Low Power Wide Area Networks for IoT applications. LoRaWAN™ is a two-way wireless solution allowing objects and mobile devices equipped with battery operated sensors to connect to the network infrastructure (see LoRa Alliance, 2018). Currently several smart city projects are running using the LoRa technology. In Lenzburg parking places are equipped with sensors that communicate their status through the LoRa network to an app, informing the end-user in real-time about the parking situation. In St.Gallen the LoRa network is used to remotely read Smart Meters and temperature/humidity sensors in buildings and future plans concern public lighting control, parking places management and waste containers management (see Stadt St.Gallen, 2016).
- **Smart Energy**

The market offers products and ways (e.g. tiko Energy Solutions AG, 2018) able to manage thousands of residential loads to provide ancillary services to Swissgrid. The solution connects with domestic heating devices through a 3G mobile network. The operator has access to the individual devices and controls them remotely to provide services to the Transmission System Operator (TSO). In addition, the solution offers to the end-user services such as management of self-consumption and access to an app for direct control of the heating system and visualization of its energy consumption.
- **Smart Buildings & Smart Home**

The market for home automation products is fragmented. It is a niche dominated by expensive wired systems. However, the transition to wireless has started and big players, such as Apple with HomeKit, Google with Home-Nest, Amazon with Alexa or Samsung with SmartThings compete to impose their standard; with no clear winner yet (see energie-cluster.ch, 2018). Several Swiss companies provide solutions integrating Smart Meters, smart thermostats, smart lighting and/or smart appliances (e.g. V-ZUG Ltd., 2018). Also there are specialized products in the market (e.g. CNET, 2018) which are able to control demand side resources such as heat pumps, boilers or charging stations for electric vehicles based on local measurements of the electricity network. Such solutions function in a decentralized way using artificial intelligence, hence are not part of a centralized home energy management system. On the other hand, there are efforts to define an ICT standard for the interface between building automation and the Distribution System Operator (DSO). The standard should allow controlling resources in an area/building in a coordinated way through signals sent by the DSO and other market actors. The control algorithm should ensure that flexibility will serve within the area/building itself and will also be available for the network.
- **Smart Industry**

The Swiss Post is developing IoT solutions for logistics and customer-services (see Die Schweizerische Post AG, 2016). Thanks to an own LoRa infrastructure the Post will connect different devices (vehicles, parcels, letterboxes, etc.) to the internet, enabling applications such as automatic order placement when shelf-stocks run low or alarm triggering when a parcel is opened by unauthorized party. In the manufacturing sector, the production lines of Chocolat Frey AG are equipped with sensors that monitor every step of the production process and send

data to a system, which plans, controls and verifies the production automatically (see Von Bergen, 2016). The system analyses the collected data in real time to provide insight into equipment status, order processing, product quality, etc.

1.6 CHALLENGES AND OPEN QUESTIONS

Bringing IoT from hype to reality involves tackling several issues, some of which are mentioned below. Technical solutions, policies and regulations around IoT will be required but the specific demands are yet unclear. Likely, policies will need to deal with such topics as data ownership and access, privacy, security, liability, interoperability, contractual relationships, imposing or incentivizing standards. The following questions will probably apply specifically to the energy sector:

- **Data access and efficiency**

IoT connected devices in buildings, industrial equipment and vehicles will produce large amounts of data, some of which will feed real-time processes. However, data could likely be stored in separate, disconnected silos limiting opportunities and creating lock-in effects. How can interoperability and data access be facilitated in the light of the open-data-idea in order to ensure efficiency, sectorial cross-cutting solutions and economic opportunities. What kind of data needs to be open or semi-open? Also, while the volume, variety and complexity of this data rises, how can incentives be set for efficient, secure communication solutions, data management and analysis strategies in the regulated energy sector (c.f. Desjardins, 2016).

- **Standardization & Interoperability**

Within different market segments, devices and building blocks must be able to connect and interact regardless of who manufactured them (interoperability vs. proprietary solutions). Particularly in the energy sector with investment cycles of several decades and a high demand for security of supply, decisions for more IoT will require standards and interoperability on the technological level. Some specific national technical minimum requirements could help to grow momentum for IoT solutions; but where are they needed and which of kind? On the other hand, global standards for interfaces and protocols as well as open architectures are needed. First standards are on the way but lack a unified approach (see International Energy Agency, 4E Energy Efficient End-use Equipment, 2014).

- **Security and privacy**

The vast amount of devices connected to the grid will introduce new points of vulnerability and could threaten the secure operation of the energy supply infrastructure. What standards or regulations are required to guarantee the security of IoT-systems and eventually of the grid? Who should be securing the electricity grid, and who should be held accountable for failures, breaches and consequences on the energy supply infrastructure?

In addition, users need assurance that private data collected by an IoT system will not be disclosed outside the scope of the operating system and that eavesdropping (remote intruding into a private space) is not possible. Who owns the collected data and who can access and use it and for what purposes? How does the balance between data access and efficiency and privacy look like? Smart Metering can be seen as a technology of the IoT. Are the privacy rules issued for the roll out of Smart Metering devices sufficient to protect consumers while enabling new business opportunities and increasing efficiency?

- **Market Barriers**

Are barriers for new market entrants trying to apply the IoT-technology in an energy sector dominated by monopolies apparent? Which policies can reduce them? Which market or operation rules need to be adapted to allow for the development of IoT in the energy sector and how

can they be enforced in a subsidiary system? Is there a risk of new monopolies which could evolve based on the new platform economy?

1.7 CONCLUSIONS: INTERNET OF THINGS – IOT

IoT will play a major role in any future digital ecosystem (whether industrial, public or consumer), no doubt it will also in the power system. In combination with communication technologies, cloud storage, digital platforms such as Datahubs, Big Data, Machine Learning and Blockchain, IoT is a driver for innovation, for transformation of traditional structures and for an increasing independence of customers from conventional monopolies. Furthermore IoT holds the promise of reducing the energy consumption and improving efficiency by optimizing or automating different processes (“green through IT”). One domain for application are Smart Cities. Here, numerous projects exploiting IoT solutions are ongoing and discussion platforms are used for sharing experiences.

IoT will generate huge amounts of data. Efficient technical solutions will be required to ensure data security and clear regulations to specify who owns the data and guarantees its privacy. Moreover, this digital tide will radically transform the energy sector, especially as it will take place simultaneously with the spread of renewable energy sources and local storage solutions. In this context, traditional electricity companies will see their business models challenged by decentralization (electricity production, use, storage and trade outside their control) and uberization, i.e. the emergence of new solutions, business models and market players who will not necessarily own electricity-related assets. However, together with digital platforms developed by companies, the rise of new monopolies of different kinds and domination of consumers are possible. Hence, further work needs to be done in order to reduce barriers for IoT, reduce threats for consumers, and avoid new monopolies. Areas to be further explored by future work include access, availability and quality of data, incentives for more overarching standards and increased privacy and security requirements. In addition, there may be market or operation rules missing or in need of modification to allow for the development of IoT in the energy sector.

1.8 LIST OF REFERENCES: INTERNET OF THINGS – IOT

- Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) (2018). Working Groups. URL: <https://aioti.eu/working-groups/> [abgerufen am 01.10.2018].
- Avectris AG (2018). SWISS IoT SOLUTIONS. URL: www.swiss-iot-solutions.ch/page/ [abgerufen am 01.10.2018].
- Banafa, Ahmed (2016). The Internet of Everything (IoE). URL: <http://www.bbvaopenmind.com/en/the-internet-of-everything-ioe/?platform=hootsuite> [abgerufen am 01.10.2018].
- von Bergen, Stefan (2016). Blick ins digitale Gehirn der Schokolade-Fabrik. Berner Zeitung, 18.12.2018. URL: www.bernerzeitung.ch/magazin/blick-ins-digitale-gehirn-der-schokoladefabrik/story/26985140 [abgerufen am 01.10.2018].
- Ecoplan AG (2018). Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität. Machbarkeitsstudie im Auftrag des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE). URL: <https://www.aren.admin.ch/dam/are/de/dokumente/verkehr/publikationen/abschätzung-der-ökonomischen-folgen-der-digitalisierung-in-der-mobilität.pdf.download.pdf/abschätzung-der-ökonomischen-folgen-der-digitalisierung-in-der-mobilität.pdf> [abgerufen am 23.10.2018].
- CNET (2018). Best Products of 2018. URL: <https://www.cnet.com/best-products/> [abgerufen am 01.10.2018].
- Columbus, Louis (2017). 2017 Roundup Of Internet Of Things Forecasts. Forbes, 10.12.2017. URL: <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2017/12/10/2017-roundup-of-internet-of-things-forecasts/#38af4bae1480> [abgerufen am 01.10.2018].
- Desjardins, Jeff (2016). The Industrial Internet of Things (IIoT). Are Companies Ready For It? Visual Capitalist, 27.10.2016. URL: www.visualcapitalist.com/industrial-internet-iiot-companies-ready [abgerufen am 01.10.2018].
- Elizalde, Daniel (s.a. [2015]). An IoT Primer for Product Managers. URL: <https://danielelizalde.com/iot-primer/> [abgerufen am 01.10.2018].
- energie-cluster.ch (2018). Sichere Hausautomation (IG SHA). URL: [https://www.energie-cluster.ch/de/wissenstransfer/innovationsgruppen-\(ig\)/sichere-hausautomation-\(ig-sha\)-2799.html](https://www.energie-cluster.ch/de/wissenstransfer/innovationsgruppen-(ig)/sichere-hausautomation-(ig-sha)-2799.html) [abgerufen am 01.10.2018].
- European Commission (2015). Digital Single Market Study. Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-research-and-innovation-policy-leveraging-cloud-computing-and-iot-combination> [abgerufen am 01.10.2018].
- Hilty, Lorenz (2016). Energy Intensity of the IoT. URL: www.dsi.uzh.ch/en/projects/energy-intensity-iot.html [abgerufen am 01.10.2018].
- IHS Markit (2017). The Internet of Things. A movement, not a market. URL: https://cdn.ihs.com/www/pdf/IoT_ebook.pdf [abgerufen am 01.10.2018].
- InnoSense AG (2018). Grid-Sense. Über uns. URL: <https://www.gridsense.ch/de-ch/ueber-uns.html> [abgerufen am 17.08.2018].
- International Energy Agency, 4E Energy Efficient End-use Equipment (2014). More Data, Less Energy. Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices. URL: <https://www.iea-4e.org/document/326/more-data-less-energy-making-network-standby-more-efficient-in-billions-of-connected-devices> [abgerufen am 01.10.2018].

LoRa Alliance (2018). About LoRa Alliance™. URL: <https://lora-alliance.org/about-lora-alliance> [abgerufen am 01.10.2018].

National Instruments (s.a.). Engineering Solutions for the Internet of Things. URL: http://www.ni.com/pdf/company/en/Internet_of_Things_Flyer.pdf [abgerufen am 01.10.2018].

Newmann, Peter (2018). IoT Report: How Internet of Things technology is now reaching mainstream companies and consumers. Business Insider, 27.07.2018. URL: <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report> [abgerufen am 01.10.2018].

OpenEI (2012). Smart Appliance. URL: https://openei.org/wiki/Definition:Smart_Appliance [abgerufen am 01.10.2018].

Schweizerische Post AG (2016). Die Post baut am Internet der Dinge. Medienmitteilung vom 02.03.2016. URL: www.post.ch/de/ueber-uns/unternehmen/medien/medienmitteilungen/2016/die-post-baut-am-internet-der-dinge [abgerufen am 01.10.2018].

Stadt St.Gallen (2016). St.Gallen ist bereit für das «Internet der Dinge». Medienmitteilung vom 06.07.2016. URL: www.stadt.sg.ch/news/14/2016/07/internet-der-dinge-st-gallen [abgerufen am 01.10.2018].

Swisscom AG (2018). Why Swisscom Low Power Network for IoT. <http://lpn.swisscom.ch/e/why-lpn/> [abgerufen am 01.10.2018].

Taneja, Hemant (2016). To fight climate change, we need to 'Uberize' the energy industry. URL: www.weforum.org/agenda/2016/07/to-fight-climate-change-we-need-to-uberize-the-energy-industry/ [abgerufen am 01.10.2018].

tiko Energy Solutions AG (2018). About us. The company. URL: https://tiko.ch/page/about_us/?lang=en [abgerufen am 01.10.2018].

Transparency Market Research (2017). Internet of Things Market (Technologies - Zigbee, Bluetooth Low Energy, Near Field Communication, Wi-Fi, and RFID; Applications - Media, Manufacturing, Medical and Healthcare, Consumer Application, and Energy Management). Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2016 – 2024. URL: www.transparencymarketresearch.com/internet-of-things-market.html [abgerufen am 01.10.2018].

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects. The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf [abgerufen am 01.10.2018].

Verein Smart Grid Schweiz (VSGS) (2018). Konzept. URL: <https://smartgridready.ch/konzept/> [abgerufen am 01.10.2018].

Vermesan, Ovidiu; Friess, Peter (Hrsg.) (2016). Digitising the Industry. Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds. Alsbjergvej and Delft, River Publishers. URL: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Digitising_the_Industry_IERC_2016_Cluster_eBook_978-87-93379-82-4_P_Web.pdf [abgerufen am 14.03.2018].

Vinelake Ltd. (2018). Internet of Energy. The 3rd annual Internet of Energy Conference. URL: <https://ioe-de.internetofbusiness.com/> [abgerufen am 01.10.2018].

Vogel, Benedikt (2016). Networking achieved with low power. Published on behalf of the Swiss Federal Office of Energy (SFOE) URL: www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=en&name=en_544050636.pdf [abgerufen am 01.10.2018].

V-ZUG Ltd. (2018). V-ZUG-Home – The future is now. URL: www.vzug.com/ch/en/int_novelties_2015_vzug_home_anschluss [abgerufen am 01.10.2018].

Wiktionary, The Free Dictionary (2018). uberize. URL: <https://en.wiktionary.org/w/index.php?title=uberize&oldid=50193178> [abgerufen am 01.10.2018].

Liu, Xing; Baiocchi, Orlando (2016). A Comparison of the Definitions for Smart Sensors, Smart Objects and Things in IoT. IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), October 2016. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7746311> [abgerufen am 04.12.2018].

2 BIG DATA – NEUE INFORMATIONSMENGEN UND ANALYSEN FÜR ENERGIEVERSORGER

Wir «produzieren» täglich grosse Mengen an (digitalen) Daten. Manche bewusst, wenn wir etwa am Computer arbeiten, andere unbewusst, wie etwa bei der Nutzung von GPS, von Kundenkarten oder im öffentlichen Verkehr. Da Prozesse weiter digitalisiert werden, nehmen die Gesamtdatenmenge, die Komplexität und das Wachstum der erhobenen Daten stetig zu. Die Menge und Verfügbarkeit an Daten und Informationen nimmt also stetig zu. Dieses Big-Data-Phänomen betrifft auch – vielleicht sogar insbesondere – den Energiesektor und bringt für diesen sowohl neue Chancen als auch neue Herausforderungen mit sich. Ein sinnvoller Umgang mit diesen grossen Datenmengen erfordert neue Werkzeuge (Stichwort künstliche Intelligenz), Herangehensweisen und Regeln, damit Big Data im Energiesektor so richtig in Rollen kommt.

2.1 EINFÜHRUNG – WAS IST BIG DATA?

Als «Big Data» werden Datensätze bezeichnet, die zu gross, zu komplex, zu dynamisch oder zu schwach strukturiert sind, um sie mit manuellen und herkömmlichen computergestützten Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten. Mit Big Data ist weiter die Unsicherheit verbunden, wie zuverlässig die Daten sind und ihre Aussagekraft ist. Entsprechend wird Big Data oft anhand von vier «V» charakterisiert:

- **«Volume»:** Die grosse Datenmenge
- **«Variety»:** Die unterschiedlichen Datenarten und -quellen
- **«Velocity»:** Die hohe Geschwindigkeit, mit der die Datenmenge zunimmt
- **«Veracity»:** Die Authentizität und Aussagekraft der Daten

Die Nutzung von Big Data erfordert spezifische Analysemethoden und -werkzeuge. Klassische Datenbanksysteme sowie Statistik- und Visualisierungsprogramme sind dazu oft nicht in der Lage. Für Big Data kommen daher **neuartige Datenspeicher- und Analysesoftware-Systeme** zum Einsatz, die parallel auf bis zu hunderten oder tausenden von Prozessoren bzw. Servern arbeiten. Bekannte Beispiele sind **SAP HANA** (Datenanalyse, vgl. SAP, 2017) und **Apache Hadoop** (Datenspeicherung, vgl. The Apache Software Foundation, 2017). Mit diesen Systemen können vorhersagende Analysen (engl. «Predictive Analytics»), Verhaltensanalysen (engl. «User Behavior Analytics») und andere **fortschrittliche Big Data-Analysen** durchgeführt werden.

Es geht darum, aus Big Data für eine Organisation wichtige und wertvolle Informationen zu extrahieren und für die Entscheidungsfindung zu nutzen. Verschiedene technische Ansätze sind hierfür verfügbar und werden kontinuierlich weiterentwickelt.

Darunter fallen Algorithmen im Bereich **Machine Learning** (Vgl. Kap. 3), bei denen Rechner dafür programmiert werden, Strukturen und Muster in Datensätzen erkennen, zu analysieren und die Ergebnisse zu benutzen um ihre Lösungsansätze kontinuierlich zu verbessern.

Mit Big Data-Analysemethoden können **verschiedenste Datenquellen** (Auswahl, ergänzt aus Schäfer et al., 2012: 21ff.) genutzt werden, wie beispielsweise...

- ... Aufzeichnungen verschiedenster Mess- und Überwachungssysteme
- ... die Nutzung von Kunden- oder Bank- bzw. Bezahlkarten (Debit-, Kreditkarten)
- ... jegliche elektronische Kommunikation, dabei auch die persönlich geprägte, individuell unterschiedliche Art und Weise der Benutzung z. B. eines Smartphones (sowohl manuelle wie geografische Bewegungsmuster)
- ... die geschäftliche bzw. private Nutzung elektronischer Geräte oder Systeme wie «Fitness-» bzw. «Gesundheitsarmbänder» bzw. «Wearables» wie «Activity Tracker», «Smartwatches»,

oder «Ambient Assisted Living» («umgebungsunterstütztes Leben») aber auch die Nutzung verbreiteter Anwendungen wie das globale Navigationssystem (GPS), Smartphones, Computer usw.

- ... die Nutzung von Social Media Informationen und Interaktionen sowie Suchanfragen und weiteren Nutzungsmustern im Internet
- ... Motorfahrzeuge und öffentliche Verkehrsmittel (u.a. im Kontext der vernetzten Fahrzeuge)
- ... intelligente Geräte in Alltag und Industrie («Internet of Things, IoT»)
- ... vernetzte Technik in Häusern («Smart Homes», «Smart Meter»)
- ... von Behörden und Unternehmen erhobene und gesammelte Daten

2.2 ANWENDUNGEN VON BIG DATA

Big Data-Anwendungen existieren heute bereits in verschiedensten Bereichen und dürften in den nächsten Jahren stark an Bedeutung gewinnen. Daten wurden beispielsweise kürzlich von der deutschen Bundeskanzlerin Merkel als «die Rohstoffe des 21. Jahrhunderts» bezeichnet (Armbruster, 2016: s.p.). Dies im Hinblick auf die IT-Messe CeBIT 2017 mit einem Schwerpunktthema «Big Data». Eine Studie der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) (vgl. Hauser et al., 2017) beschreibt fünf exemplarische Big Data-Anwendungen für Unternehmen:

- **Debitorenausfälle verhindern**
Mit Big Data können Unternehmen wie Online-Shops oder Banken die Bonität ihrer Kunden überprüfen. Social-Scoring-Verfahren leiten die Zahlungsmoral einer Person aus ihrem Social-Media-Auftritt ab. Komplexe Algorithmen berücksichtigen dabei auch scheinbar irrelevante Daten, zum Beispiel das Surf- und Suchverhalten im Internet, technische Daten des verwendeten Computers oder sogar die Art und Weise, in der ein Webformular ausgefüllt wird.
- **Risikomanagement verbessern**
Versicherer können anhand von Big Data das Risiko eines Schadenfalls oder einer Krankheit individuell berechnen und die Versicherungsprämie entsprechend anpassen. Dies erfolgt beispielsweise basierend auf im Auto von Sensoren erfassten Informationen über das Fahrverhalten oder Daten von Fitnesstrackern, die Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand des Kunden erlauben.
- **Angebotskonditionen massschneidern**
Fluggesellschaften und Onlinehändler variieren ihre Preise in Echtzeit. Big-Data-Anwendungen gehen einen Schritt weiter: Daten wie Geschlecht, Alter, Wohnort, Job, Einkommen und persönliche Vorlieben werden genutzt, um jedem Kunden individuell angepasste Preise und Rabatt-Gutscheine anzubieten.
- **Effizienz von Werbemaßnahmen steigern**
Big Data revolutioniert die Werbeindustrie. Statt aufwändiger, breit gestreuter Kampagnen lassen sich potenzielle Kunden gezielt ansprechen. Aus dem Kauf- und Suchverhalten, dem Kontext besuchter Webseiten oder auch dem Auftritt in sozialen Medien wird auf relevante Angebote geschlossen – dieses Vorgehen heißt «Targeting». Big Data kommt auch im Rahmen politischer Kampagnen zur Anwendung und wurde beispielsweise im Zusammenhang mit der amerikanischen Präsidentschaftswahl 2016 kontrovers diskutiert (vgl. Grassegger und Krogerus, 2016; Knopf, 2016; Fuchs und Fichter, 2016; Beuth, 2017; Müller von Blumencron, 2017): Möglicherweise wurden Facebook-Daten und psychologische Modelle genutzt, um gezielt Wählergruppen zu identifizieren und zu mobilisieren.

- **Innovationen hervorbringen und neue Umsatzquellen erschliessen**

Big-Data-Anwendungen unterstützen Unternehmen bei der Produktentwicklung und Innovation. So können Autohersteller Nutzungsdaten in die Entwicklung neuer Modelle einfließen lassen. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Beispielsweise hat Tesla seit der Einführung des Fahrassistenz-Systems «Autopilot» bereits Daten von rund über 2 Milliarden im normalen Verkehrsumfeld gefahrenen Kilometern gesammelt, die in die Weiterentwicklung des Systems einfließen (vgl. Hull, 2016). Aber auch die Daten selbst bilden eine Umsatzquelle. Apps und tragbare Elektronik produzieren grosse Datenmengen, die an andere Firmen oder Institutionen weitergegeben werden können. Swisscom zeigte beispielsweise 2014 in einem Projekt für das Bundesamt für Strassen ASTRA, wie Bewegungsdaten aus dem Mobilfunknetz genutzt werden können, um in Echtzeit Verkehrsflüsse zu analysieren und gegebenenfalls zu steuern (vgl. Richert, 2014; Saheb, 2015).

Insbesondere in der Marktforschung wird aktuell **«Small Data»** als Gegenkonzept diskutiert, um nützliche Einblicke in das Verhalten von Kunden zu gewinnen (vgl. Lindstrom, 2016). Dabei geht es darum, dass auch kleine, seltene und manchmal scheinbar irrelevante Beobachtungen (wie beispielsweise einzelne Interviews mit ausgewählten Kunden), sofern richtig interpretiert, von grossem Nutzen für ein Unternehmen sein können. Small Data kann allenfalls Hinweise auf andere, innovative Lösungen liefern, die bei der Analyse von Big Data übersehen wurden.

2.3 POTENTIALE UND ANWENDUNGEN VON BIG DATA IM ENERGIEBEREICH

In der Energiewirtschaft werden heute durch verschiedenste Sensoren und Geschäftsprozesse Daten generiert und für die Steuerung der Systeme genutzt. Hier sind beispielsweise zu nennen:

- **Zustandsdaten von Kraftwerken und Energienetzen:** aktuelle Produktion, Energieflüsse, Netzzustand, Störungsmeldungen etc.
- **Produktions- und Verbrauchsdaten für verschiedene Energieträger** (Strom, Gas, Fernwärme etc.) und andere **Services** (Trinkwasser, Internetzugang, Strassenbeleuchtung etc.), die beispielsweise von Stadtwerken aus einer Hand angeboten werden (Stichwort „spartenübergreifende Daten“)
- **Verbrauchs- und weitere Kundendaten** der Endverbraucher
- **Geodaten** von Energieinfrastrukturen und möglichen Ausbauprojekten
- **Nutzungsdaten der Elektromobilität**, beispielsweise von Ladestationen
- **Meteodaten und Wetterprognosen**
- **Marktpreise, Angebote und Nachfrage** im Schweizer Markt und international
- **Kundenbedürfnisse, Trends, gesellschaftliche und (geo)politische Entwicklungen**

Die anfallenden Daten bilden in der Gesamtheit einen sehr grossen, heterogenen und sich kontinuierlich verändernden Datensatz, der aber erst vereinzelt mit Big Data-Analysemethoden erschlossen wird. Meist werden in verschiedenen Bereichen des Energiesystems nur Teile der vorliegenden Informationen für die Steuerung und Entscheidungsfindung genutzt.

2.3.1 Optimierungspotential durch Big Data

Eine stärkere Integration diverser Datenquellen und fortschrittliche Big Data-Analysemethoden dürften grosses Potential für Optimierungen z.B. in folgenden Bereichen bieten:

- **Überwachung und Steuerung von Energieinfrastrukturen**
Smart Metering und Smart Grid-Anwendungen liefern mehr Informationen über Produzenten, Netze und Verbraucher. Smart Meter bilden die Kerninfrastruktur für eine Digitalisierung. Darauf

basierende Steuerungen können die Flexibilität im Gesamtsystem erhöhen. Eine Automatisierung von Steuerungen basierend auf Machine Learning wird möglich – dabei generieren Systeme mit selbstlernenden Algorithmen Wissen bzw. Erfahrung und können die technischen Systeme der Energieversorgung besser steuern. Beispielsweise bei der Automatisierung des Eigenverbrauchs oder des Netzbetriebs.

- **Verbessertes Asset-management**

Die zunehmende Verfügbarkeit von Daten über Betriebsmittel (Kraftwerke oder Netze) erlaubt es digitale Zwillinge (engl.: «digital Twins») zu erschaffen und sie anhand der Daten altern zu lassen. Über diese digitalen Abbildungen können Instandhaltungsmassnahmen bessert geplant werden, was zu einer längeren Lebensdauer und Kosteneinsparungen führen kann.

- **Bessere Produktions- und Verbrauchsprognosen**

Die Kombination verschiedenster Datenquellen kann dem Energiehandel dienen aber auch die Versorgungssicherheit stärken und das Krisenmanagement bei Versorgungsengpässen verbessern. Im Ansatz wird für das Monitoring der Wirtschaftlichen Landesversorgung ein Instrument eingesetzt, welches Daten zu Energie, Netz, Wetter und Hydrologie kombiniert und visualisiert.

- **Planung und Unterhalt**

Dies umfasst beispielsweise Nutzung diverser Datenquellen wie Geodaten, Kundennachfrage o.ä. in der Standortsuche und Konzipierung neuer Energieinfrastrukturen (z.B. Potentialstudien für erneuerbare Energien) oder optimierte Systemwartung basierend auf diversen Messgrößen aus dem Betrieb. So werden z.B. digitale Modelle (sog. «Digital Twins») von Betriebsmitteln im virtuellen Raum erstellt, die simuliert altern.

- **Optimierung von Geschäftsprozessen, Verbrauchsmessung, Abrechnung etc.**

Sie können z.B. durch die Nutzung aller im Unternehmen verfügbaren Daten und allenfalls durch den Datenaustausch mit anderen Unternehmen, z.B. über einen Datahub, erreicht werden.

- **Gewinnung von Kunden und bessere Kundenbindung**

Die Nutzung von zusätzlichen Daten über die Kunden und das Marktumfeld ermöglichen massgeschneiderte, personalisierte Angebote sowie die Erschliessung neuer Geschäftsbereiche.

- **Schnittstellen zu Smart Home, IoT, Smart Mobility**

Die Integration von Daten aus den verschiedenen Systemen ermöglicht mehr Komfort für die Nutzer, höhere Energieeffizienz, Sicherheitsgewinne etc.

2.3.2 Bestehende Big Data Anwendungen

In den folgenden Abschnitten werden Beispiele konkreter, bestehender Big Data-Energieanwendungen vorgestellt, die den aktuellen Stand der Entwicklung in diesem Bereich illustrieren. Die ersten beiden Beispiele nutzen Big Data und Machine Learning für die Optimierung des Energieverbrauchs und der Netzbelastung durch Haushalte:

- **Intelligentes Speichernetzwerk**

In diesem Netzwerk werden bereits tausende Verbraucher in Haushalten (Wärmepumpen und Elektroheizungen) und neu auch Stromspeicher vernetzt und gesteuert und diese regelbare Leistung als Systemdienstleitungen verkauft. Die Haushaltkunden profitieren u.a. von besseren Daten zu ihrem Energieverbrauch und allfälliger Eigenproduktion, sowie von Energieeinsparungen. Das System nutzt nach Angaben der Betreiber eigenentwickelte, selbstlernende Algorithmen. In die Anpassung dieser Algorithmen sind sekundlich erhobene Daten aus dem Betrieb

von zehntausenden Haushaltgeräten während den letzten drei Jahren eingeflossen (vgl. Tiko Energy Solutions AG, 2018).

- **Optimierung und Steuerung der Gebäudetechnik**

Das System zielt auf die Steigerung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit im einzelnen Haushalt und steuert Wärmepumpen, Boiler, Ladestationen für Elektrofahrzeuge sowie Batterien dezentral und autonom. Es lernt und antizipiert gemäss Herstellerangaben das Nutzerverhalten durch künstliche Intelligenz. Es gleicht u.a. die Lasten innerhalb eines Gebäudes aus und hilft somit die Belastung der Verteilnetze zu reduzieren. GridSense ist mit einem selbstlernenden Algorithmus ausgestattet, der die Gebäudetechnik-Geräte steuert und laufend optimiert (vgl. InnoSense AG, 2018).

Verschiedene Firmen bieten Softwarelösungen und/oder IT-Infrastrukturen für Energieversorger oder Energieverbraucher an, die Big Data-Technologien, «Predictive Analytics» und allenfalls weitere Elemente beinhalten, beispielsweise:

- **Software-Services auf Big-Data-Grundlage**

Modulare Software zur individuellen Gestaltung von Lösungen für Energieversorger (für Asset-Management, Simulationen dezentraler Einspeisung, Störungs-Management, Vertriebsauswertungen oder neue web-basierte Kundenservices), für Städte, Gemeinden und Energiegenossenschaften (Energieeffizienz-Portale), für Unternehmen (Energiebilanz, CO₂-Fussabdruck oder die Identifizierung und Umsetzung von konkreten Energie-Einsparmassnahmen) sowie für Bürger (Informationsaufbereitung zur Energiewende) (vgl. enersis suisse AG, 2018).

- **Energieplattformen (vgl. auch Kap. 6, «Digital Platforms»)**

Es existieren Produkte welche Software Services auf Big-Data-Grundlage für eine nachhaltigere Energieversorgung anbieten. Modulare Software ermöglicht die individuelle Gestaltung von Lösungen für Energieversorger (für Asset-Management, Simulationen dezentraler Einspeisung, Störungs-Management, Vertriebsauswertungen oder neue web-basierte Kundenservices), für Städte, Gemeinden und Energiegenossenschaften (Energieeffizienz-Portale), für Unternehmen (Energiebilanz, CO₂-Fussabdruck oder die Identifizierung und Umsetzung von konkreten Energie-Einsparmassnahmen) sowie für Bürger (Informationsaufbereitung zu erneuerbarer Energie und Energieeffizienz). Es entstehen in diesem Umfeld auch Partnerschaften mit dem Ziel, das gemeinsame Angebot verschiedener Anbieter auf einer Plattform auszubauen (vgl. enersis suisse AG, 2018).

Andere Plattformen dienen der Analyse, Vorhersage und Veränderung des Verhaltens von Konsumenten für die Entwicklung von neuen Energiedienstleistungen. Sie ermöglichen eine automatisierte Kommunikation an Mitarbeiter und Kunden (Stichwort «Delivery Channels»), kontinuierliches Lernen zur Aufdeckung relevanter Einblicke in das Kundenverhalten (Stichwort «Predictive Analytics») und das Zusammenführen aller relevanten externen und internen Kundendaten (Stichwort «Big Data Infrastructure») (vgl. Ben Energy AG, 2018).

Wiederum andere Anbieter von Big Data-Lösungen organisieren Energiedaten und nutzen Big Data-Analysen um in Echtzeit Vorhersagen zu generieren und Handlungsbedarf aufzuzeigen, beispielsweise im Flexibilitätsmanagement, bei der Optimierung von dezentraler Produktion oder der Systemwartung (vgl. AutoGrid Systems Inc., 2018).

2.4 FORSCHUNG UND FÖRDERUNG IN DER SCHWEIZ

Die Aktivitäten in der Schweiz sind vielfältig, jedoch eher wenig spezifisch auf den Bereich Energie angelegt, sondern vielmehr übergreifend. Im Windschatten der Aktivitäten kristallisieren sich auch Massnahmen im Bereich Energie heraus. Im Folgenden ein kurzer Überblick.

- **Strategie Digitale Schweiz**

Mit dieser Strategie des Bundesrates für eine digitale Schweiz (vgl. Informationsdienst Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF), 2016; Geschäftsstelle Informationsgesellschaft (GIG), 2018) sollen die Chancen der Digitalisierung in allen Lebensbereichen konsequent genutzt werden. Insbesondere die folgenden Ziele im Aktionsfeld «Daten und digitale Inhalte» sind für die Nutzung von Big Data relevant:

- Die Schweiz verfügt über eine kohärente und zukunftsorientierte Datenpolitik
- Die Schweiz verfügt über eine nationale Dateninfrastruktur
- Der Zugang zu digitalen Inhalten ist verbessert
- Die Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz können die Kontrolle über ihre eigenen Daten ausüben

- **Datenpolitik**

Aufbauend auf der Strategie Digitale Schweiz hat der Bundesrat übergeordnete Ziele definiert, die durch eine Datenpolitik erreicht werden sollen. Zur deren Ausgestaltung wurden Grundlagen («Eckwerte») erarbeitet (vgl. BAKOM, 2017). Der Bundesrat stellt fest, dass Daten der Rohstoff einer digitalen Wirtschaft und Gesellschaft sind. Geeignete Datenbestände sollen deshalb für eine Wiederverwendung zur Verfügung stehen (Stichwort «Open Data»). Weitere Arbeiten diesbezüglich sind zu erwarten. Vor diesem Hintergrund müssen auch die Entwicklungen im Strombereich gesehen werden. Gemäss der «Elektrizitätswerke-Studie Schweiz 2017» (vgl. Ernst & Young AG, 2017) dürften intelligente Messsysteme sowie die Nutzung und Bereitstellung von Daten zukünftige Kernaufgabe und Motor der Digitalisierung werden. Sie sind ein integraler Bestandteil der Entwicklungen und offensichtlich durch eine Datenpolitik betroffen.

- **Data Science: Forschung über Big Data**

Anfang 2017 wurde das Nationale Forschungsprogramm 75 «Big Data» (NFP 75) lanciert. Es soll die wissenschaftlichen Grundlagen für einen wirksamen und angemessenen Einsatz von grossen Datenmengen liefern. Die Forschungsprojekte untersuchen Fragen der Informationstechnologie und deren gesellschaftlichen Auswirkungen und gehen auf konkrete Anwendungen ein. 36 Forschungsprojekte wurden genehmigt, die bis 2022 umgesetzt werden sollen (vgl. Nationales Forschungsprogramm (NFP) 75, 2018). Nur ein Projekt bezieht sich direkt auf den Energiebereich: Es hat zum Ziel, basierend auf Big Data-Technologien und modernen maschinellen Lernverfahren, das kombinierte Potenzial von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden für städtische Gebiete zu erheben (vgl. Scartezzini, 2017). Die vorgesehene NFP-Programmserie zum Thema «Digitaler Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft» könnte zusätzliche Forschungsprojekte – auch im Energiebereich – anstossen und fördern.

- **Swiss Data Science Center**

Die eidgenössischen technischen Hochschulen in Zürich (ETHZ) und Lausanne (EPFL) haben dies im Februar 2017 gegründet, um die Forschung im Bereich der Datenwissenschaften («Data Science») voranzubringen und Datenwissenschaftler (Data Scientists) auszubilden. Vom neuen Forschungszentrum sollen die Wissenschaft und Wirtschaft der Schweiz profitieren (vgl. Swiss Data Science Center, 2018). Auch andere Hochschulen und Bildungseinrichtungen in der Schweiz bieten vermehrt Kurse und Ausbildungen in Datenwissenschaften an (vgl. Aschwanden, 2017).

- **Forschen mit Big Data**

Viele Algorithmen und Anwendungen im Bereich Big Data sind bekannt und massentauglich. Die Nutzung dieser Lösungen im Energiebereich in der Schweiz erfolgt aber erst, punktuell, in Pilotprojekten oder in einzelnen Unternehmen und ist wenig bekannt. In den Bereichen Energieforschung und Cleantech sind zwei Big Data-Projekte durchgeführt bzw. lanciert worden.

Zum einen wird untersucht inwiefern aus Smart Meter-Daten (typischerweise 15-Minuten Intervalle) mittels Machine Learning relevante Charakteristiken zur Energieeffizienz von Haushalten (z.B. Heizungstyp, Wohnfläche, etc.) abgeleitet werden können (vgl. Bits to Energy Lab, 2018). Der Informationsgewinn ist aufgrund der Datenaggregation in den 15-Minuten Lastgängen beschränkt. Im Projekt „Smart-NIAL“ wird untersucht inwiefern anhand von Echtzeit-Messdaten eine Modellierung des Verbrauchs und der daran beteiligten Endgerätmöglich ist. Die Resultate sollen den Endverbrauchern bei Energieeinsparungen helfen (vgl. Smart-me AG, 2018).

2.5 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Im Bereich von Big Data ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen, die aus regulatorischer Sicht relevant sind. Folgende Fragen und Wirkungsfelder lassen sich zunächst identifizieren.

- **Fehlende Anreize aufgrund ausbleibender Marktöffnung**

Der Strommarkt für Endverbraucher ist in der Schweiz nur teilweise geöffnet. Dies scheint ein wesentliches Hemmnis für die Ausbreitung und Nutzung von Big Data-Anwendungen sowie darauf basierenden Effizienzgewinnen zu sein. Potenziale von Big Data, wie z. B. Cross Selling oder gezielte Energieberatungen werden ohne Marktöffnung kaum gehoben. Start-Ups und kleinere Unternehmen haben tendenziell Schwierigkeiten, mit innovativen Big Data-Lösungen im geschlossenen Markt Fuss zu fassen. Oft suchen sie dann Marktsegmente in ausländischen, geöffneten Strommärkten zu erobern.
- **Datenschutz vs. Nutzen Big Data**

Gemäss dem Eidgenössischen Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragten (vgl. EDÖB, s.a.) kann Big Data die Privatsphäre bedrohen, wenn etwa die bearbeiteten Daten nicht oder nur ungenügend anonymisiert wurden. Wenn es sich um personenbezogene Daten handelt, muss das Recht auf Privatsphäre und der Schutz von Personendaten gewahrt werden (vgl. Fehrenbacher, 2016). Der Datenschutz könnte so Effizienzgewinnen und neuen Geschäftsmodellen durch Big Data – auch oder gerade im Energiebereich – entgegenstehen. Detailliertere Regelungen zu Datenschutz & Datenbearbeitung sind gerade im Energiebereich noch Neuland. Erste Regelungen finden sich in der Energiestrategie 2050 spezifisch für die Daten, die durch die Einführung von intelligenten Messsystemen (Smart Metering) anfallen. Vor diesem Hintergrund scheinen sich aktuell Fragen in der Umsetzung und im Vollzug zu ergeben, die für eine höhere Effizienz im Markt und im Netz geklärt werden. Doch insbesondere über das Smart Metering hinaus müssen Chancen und Risiken des Datenzugangs im Energiesektor vor dem Hintergrund des Datenschutzes abgewogen werden müssen. Ein Prozess, der die Vorgaben zum Datenschutz kontinuierlich reflektiert und gegebenenfalls weiterentwickelt, erscheint sinnvoll.
- **Big-Data-Kompetenzen und Effizienz**

Die Anwendung von Big Data könnte gerade von kleineren Akteuren der Energieversorgung als zu grosser Aufwand angesehen werden, da diese in der Regel über weniger Ressourcen verfügen. Zudem fehlen nicht selten ausgebildete Fachkräfte auf dem Markt. Um kostspielige Eigenentwicklungen zu vermeiden, können Dienstleistungen von branchenfremden Unternehmen, die bereits Big Data, oder Kooperationen Möglichkeiten sein, Big Data Anwendungen im Bereich Energie zu nutzen. Es stellt sich die Frage, wie ganz allgemein die Kompetenzen im Bereich Big Data im Energiesektor ausgebaut bzw. unterstützt werden können.
- **Datenzugang und Open (Government) Data**

Daten im Energiesektor sind über Unternehmens- und Organisationsgrenzen hinweg kaum zugänglich. So fehlen für Big Data-Analysen oft der notwendige Datenzugang und die nützlichen Datengrundlagen. Entweder aufgrund der geringen Verbreitung von entsprechenden Sensoren

wie IoT oder Smart Metern oder aufgrund von Barrieren, welche beim Datenzugang aufrechterhalten werden. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit von für den Energiesektor relevanten Kontextdaten (Daten neben Energieverbrauch, wie z.B. allg. Konsumverhalten, etc.) gering. Marktinformationen oder Messwerte sind zudem oft in unzureichender Qualität oder kaum verfügbar. Übergreifend stellen sich Fragen, welche Daten einen Mehrwert bieten, welche Form sie aufweisen und wie sie bereitgestellt werden sollten. Weitere Analysen zur gezielten Reduktion von Barrieren für Big Data Anwendungen sind notwendig.

- **Ausbildung von Datenwissenschaftlern, die den Energiebereich verstehen**
Ein Hemmnis für Big Data Anwendungen im Energiesektor scheint auch eine geringe Verfügbarkeit von Fachpersonal zu sein, welches in den Bereichen Datenanalyse sowie Energiewirtschaft gleichermaßen bewandert ist. Eine Erweiterung der Ausbildungsangebote und wie diese für die zukünftigen Bedürfnisse der Energiewirtschaft angepasst werden sollten wäre prüfungswert.

2.6 FAZIT: BIG DATA

Big Data stellt eine grosse Chance für die Energiewirtschaft dar. Die Nutzung steht in der Schweizer Energieversorgung aber noch am Anfang und es ist wenig über konkrete bzw. individuelle Umsetzungen bekannt. Einzelne Akteure der Energiewirtschaft sind bereits aktiv, aber die Möglichkeiten von Big Data werden noch nicht ausgeschöpft. Die konsequente Nutzung der Chancen von Big Data wird die Umsetzung der Energiestrategie 2050 unterstützen, u.a. durch Effizienzgewinne in der Energieversorgung, Stromeinsparungen und neue Dienstleistungsangebote. Dabei sind Technologien, die Daten aufnehmen und bereitstellen, «Enabler» der Digitalisierung. Intelligente Messsysteme (Smart Metering), die im Rahmen der Energiestrategie 2050 eingeführt werden, sind eine solche «Enabling Technology» und sollen bei der Digitalisierung der Energiewirtschaft eine ganz zentrale Rolle. Sie erhöhen die Verfügbarkeit von Daten und digitalen Inhalten stark und stellen Energieverbrauchs- sowie Energieproduktionsdaten grossflächig bereit. Intelligente Messsysteme bilden somit einen wichtigen Grundstein der neuen digitalisierten Energiewirtschaft. IoT wird diesen Grundstein ergänzen.

Es bestehen aber auch Hemmnisse für eine Weiterentwicklung und zunehmende Anwendung von Big Data im Energiesektor. Hierbei ist zunächst die bestehende Teilmarktöffnung im Bereich Strom zu nennen. Durch sie besteht ein geringerer Anreiz zur Hebung von Marktinnovationspotenzial und damit ein geringerer Anreiz die Chancen von Big Data zu nutzen. Weiter scheinen nicht genügend klare Rahmenbedingungen im Bereich des Datenschutzes ein Hemmnis darzustellen. Zwar wurden erste, wichtige Regelungen zum Datenschutz im Rahmen der Energiestrategie 2050 verankert, aber im Vollzug stellen sich noch viele Fragen vor dem Hintergrund der vielfältigen neuen Möglichkeiten. Nicht zuletzt ist auch die Verbindung des Energiesektors zum eidgenössischen Datenschutzgesetz neu. Die Vorgaben müssen an der Praxis noch gemessen und unter Einbezug der Betroffenen weiterentwickelt werden. Dabei sollten Verbesserungspotenziale bei Datenzugänglichkeit, -verfügbarkeit, und -qualität im Energiesektor identifiziert und vor dem Hintergrund einer nationalen Dateninfrastruktur sowie Open Data Initiativen erkannt und genutzt werden. Die Nutzung von digitalen Plattformen, APIs sowie eines Datahub erscheinen als valable Optionen.

Big Data im Energiesektor benötigt aber auch genügend und gut ausgebildete Fachkräfte. So sollten die Ausbildungsangebote geprüft und allenfalls Ergänzungen, welche die spezifischen Bedürfnisse der Energiewirtschaft abdecken, aufgenommen werden.

2.7 LITERATURVERZEICHNIS: BIG DATA

Armbruster, Alexander (2016). Vor der Cebit. Merkel: Daten sind die Rohstoffe des 21. Jahrhunderts. Frankfurter Allgemeine, 12.03.2016. URL: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/cebit/vor-der-cebit-merkel-daten-sind-die-rohstoffe-des-21-jahrhunderts-14120493.html> [abgerufen am 30.07.2018].

Aschwanden, Erich (2017). Nationales Zentrum für Datenwissenschaft. Aus Datensumpf soll Daten-see werden. Neue Zürcher Zeitung, 06.02.2017. URL: <https://www.nzz.ch/schweiz/nationales-zentrum-fuer-datenwissenschaft-aus-datensumpf-soll-datensee-werden-ld.143922> [abgerufen am 17.08.2018].

AutoGrid Systems Inc. (2018). About AutoGrid. URL: www.auto-grid.com/about/ [abgerufen am 17.08.2018].

BEN Energy AG – Schweiz (2018). BEN Energy. <https://www.ben-energy.com/> [abgerufen am 14.03.2018].

Beuth, Patrick (2017). US-Wahl: Die Luftpumpen von Cambridge Analytica, Die Zeit, 07.03.2017. URL: <http://www.zeit.de/digital/internet/2017-03/us-wahl-cambridge-analytica-donald-trump-wider-spruch> [abgerufen am 30.07.2018].

Bits to Energy Lab (2018). Projects. URL: <http://www.bitstoenergy.ch/home/projects/> [abgerufen am 17.08.2018].

Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) (2017). Auf dem Weg zu einer Datenpolitik des Bundes. URL: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-66068.html> [abgerufen am 30.07.2018].

Eidgenössische Elektrizitätskommission (EiCom) (s.a.). Entbündelung des Übertragungsnetzes. URL: <https://www.elcom.admin.ch/elcom/de/home/themen/entbuendelung-uebertragungsnetz.html> [abgerufen am 24.08.2018].

EDÖB (Eidgenössischer Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragter) (s.a.). Big Data. URL: https://www.edoeb.admin.ch/edoeb/de/home/datenschutz/Internet_und_Computer/onlinedienste/er-laeuterungen-zu-big-data.html [abgerufen am 03.09.2018].

Energis suisse AG (2018). Energis. URL: <http://energis.ch/de/> [abgerufen am 17.08.2018].

Ernst & Young AG (2017). Elektrizitätswerke-Studie Schweiz 2017. Verteilnetzbetreiber der Zukunft. URL: <http://www.ey.com/ch/de/newsroom/news-releases/medienmitteilung-ey-schweizer-energie-netze-schlecht-vor-cyberangriffen-geschuetzt> [abgerufen am 30.07.2018].

Fehrenbacher, Kathie (2016). There's Big Money In Energy Big Data. Fortune, 24.05.2016. URL: <http://fortune.com/2016/05/24/big-money-in-energy-big-data/> [abgerufen am 14.03.2018].

Fuchs, Oliver und Fichter, Adrienne (2016). Cambridge Analytica und Trump: Drei Antworten auf die Bombe. Neue Zürcher Zeitung, 09.12.2016. URL: <https://www.nzz.ch/digital/aktuelle-themen/cambridge-analytica-und-trump-drei-antworten-auf-die-bombe-ld.133763> [abgerufen am 30.07.2018].

Geschäftsstelle Informationsgesellschaft (GIG) (2018). Strategie «Digitale Schweiz». URL: <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/digital-und-internet/strategie-digitale-schweiz.html> [abgerufen am 30.07.2018].

Grassegger, Hannes und Krogerus, Mikael (2016). Ich habe nur gezeigt, dass es die Bombe gibt. Das Magazin, 03.12.2016. URL: <https://www.dasmagazin.ch/2016/12/03/ich-habe-nur-gezeigt-dass-es-die-bombe-gibt/> [abgerufen am 30.07.2018].

Hauser, Christian; Blumer, Helene; Christen, Markus; Hilty, Lorenz; Huppenbauer, Markus; Kaiser, Tony (2017). Big Data – Ethische Herausforderungen für Unternehmen. Hrsg. von der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW).

Hull, Dana (2016). The Tesla Advantage: 1.3 Billion Miles of Data. Bloomberg, 20.12.2016. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-20/the-tesla-advantage-1-3-billion-miles-of-data> [abgerufen am 30.07.2018].

Informationsdienst Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) (2016). Strategie des Bundesrates für eine digitale Schweiz. URL: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-61417.html> [abgerufen am 30.07.2018].

InnoSense AG (2018). Grid-Sense. Über uns. URL: <https://www.gridsense.ch/de-ch/ueber-uns.html> [abgerufen am 17.08.2018].

Knopf, Simon (2016). Cambridge Analytica bleibt jeden Beweis schuldig. Tages Anzeiger, 05.12.2016. URL: <http://www.tagesanzeiger.ch/kultur/diverses/Cambridge-Analytica-bleibt-jeden-Beweis-schuldig/story/23556134> [abgerufen am 30.07.2018].

Lindstrom, Martin (2016). Vergessen Sie Big Data – setzen Sie auf Small Data! Gottlieb Duttweiler Institute, 16.03.2016. URL: <http://www.gdi.ch/de/Think-Tank/Trend-News/Vergessen-Sie-Big-Data-setzen-Sie-auf-Small-Data!> [abgerufen am 30.07.2018].

Müller von Blumencron, Mathias (2017). Wie „Cambridge Analytica“ den Wahlkampf beeinflusst: „Wir wollen die Persönlichkeit dechiffrieren“, Frankfurter Allgemeine, 13.03.2017. URL: <http://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/wie-cambridge-analytica-den-wahlkampf-beeinflusst-14921616.html> [abgerufen am 30.07.2018].

Nationales Forschungsprogramm (NFP) 75 (2018). Porträt. URL: <http://www.nfp75.ch/de/das-nfp> [abgerufen am 17.08.2018].

Richert, Volker (2014). Swisscom holt sich in Deutschland Big Data Award. Inside-IT, 23.09.2014. URL: <http://www.inside-it.ch/articles/37697> [abgerufen am 30.07.2018].

Saheb, Alexander (2015). Der Zauber der Zahlen. Neue Zürcher Zeitung, 09.01.2015, <https://www.nzz.ch/wirtschaft/der-zauber-der-zahlen-1.18456684> [abgerufen am 30.07.2018].

SAP (2017). Was ist SAP HANA? <https://www.sap.com/swiss/product/technology-platform/hana.html> [abgerufen am 17.03.2017].

Scartezzini, Jean-Louis (2017). Das kombinierte Potenzial von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden. URL: <http://www.nfp75.ch/de/projekte/modul-3-anwendungen/projekt-scartezzini> [abgerufen am 17.08.2018].

Schäfer, Andreas; Knapp, Melanie; May, Michael; Voß, Angelika (2012). Big-Data – Vorsprung durch Wissen. Innovationspotenzialanalyse. Hrsg. Fraunhofer IAIS. URL: https://www.iais.fraunhofer.de/content/dam/iais/gf/bda/Downloads/Innovationspotenzialanalyse_Big-Data_FraunhoferIAIS_2012.pdf [abgerufen am 30.07.2018].

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF) (2017). Informatik, Innovation und Ethik: 36 Forschungsprojekte zum Thema Big Data. URL: <http://www.snf.ch/de/fokusForschung/newsroom/Seiten/news-170221-medienmitteilung-36-forschungsprojekte-big-data.aspx> [abgerufen am 17.08.2018].

Smart-me AG (2018). About us. URL: <https://www.smart-me.com/About/AboutUs.aspx> [abgerufen am 17.08.2018].

Swiss Data Science Center (SDSC) (2018). About us. URL: <https://datascience.ch/##about> [abgerufen am 17.08.2018].

The Apache Software Foundation (2017). Welcome to Apache Hadoop! What Is Apache Hadoop? URL: <http://hadoop.apache.org/> [abgerufen am 17.03.2017].

Tiko Energy Solutions AG (2018). Das Unternehmen. URL: https://tiko.ch/page/about_us/ [abgerufen am 17.08.2018].

3 LERNENDE MASCHINEN FÜR NEUE ERKENNTNISSE AUS ENERGIEDATEN: «MACHINE LEARNING»

Die effiziente Bearbeitung grosser Datenmengen (Big Data) nimmt an Bedeutung zu. «Machine Learning» ist eine effiziente technische Lösung, um grosse Datenmengen zu analysieren, Muster in den Daten zu erkennen und diese damit nutzbar zu machen. Diese Technologie aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz wird heute schon vielerorts (für den Nutzer teils unbewusst) eingesetzt. Warum der Mensch dennoch eine tragende Rolle spielt und welche spannenden Nutzungsfelder beispielsweise die Energiewelt für diese Schlüsseltechnologie bietet, wird untenstehend erklärt.

3.1 EINFÜHRUNG – UM WAS GEHT ES BEI MACHINE LEARNING?

Als maschinelles Lernen (Machine Learning) bezeichnet man das selbstständige Erkennen von Mustern in Daten anhand von Beispielen und Erfahrungen (Trainingsdaten) durch ein Computerprogramm. Der Mensch gibt dem Machine-Learning-Programm keine Erkennungsregeln vor. Ein Machine-Learning-Programm lernt anhand von Trainingsdaten eigenständig, welche Regeln anzuwenden sind, um in den Daten Muster zu erkennen. Somit können grosse Mengen an unstrukturierten Daten (Big Data, vgl. dazu Kap. 2) wie beispielsweise Bilder, Sprachaufnahmen oder auch Smart-Meter-Daten ausgewertet und daraus Erkenntnisse gewonnen werden. Erfolgreiche Machine-Learning-Programme können für die Lösung vieler verschiedener Herausforderungen verwendet werden, beispielsweise für Spracherkennung, Objekterkennung in Bildern oder auch für medizinische Fragestellungen.

Machine Learning ist ein Teilbereich der künstlichen Intelligenz (KI; engl. artificial intelligence oder AI) und löst bereits heute zahlreiche Probleme unseres Alltags. Nach dem Konzept der künstlichen Intelligenz sind Maschinen fähig, Arbeiten so zu verrichten, dass Menschen diese als intelligent beurteilen würden (vgl. Marr, 2016). Machine Learning ist eine konkrete Anwendung der künstlichen Intelligenz, basierend auf der Idee, dass die Maschinen Zugang zu Daten haben sollen, um (mehr oder weniger) selbstständig anhand dieser zu lernen.

Der Ansatz des maschinellen Lernens ist nicht neu und existiert schon seit Jahrzehnten. Derzeit ist jedoch, aus den folgenden zwei Gründen ein regelrechter Boom in der Anwendung der Technologie erkennbar:

1. Noch nie waren so viele Daten verfügbar wie heute, welche als «Futter» für die Machine-Learning-Programme dienen.
2. Die Rechenkapazität hat in den letzten Jahren stark zugenommen, so dass heute sogar jedes Smartphone potentiell Machine-Learning-Programme betreiben kann.

Gemäss Geron (2017) unterscheidet man **vier Arten von Machine Learning**:

| Lerntyp | Beschreibung |
|---|---|
| Beaufsichtigtes Lernen (engl.: supervised learning) | Die Trainingsdaten (z.B. Bilder von Äpfel und Birnen) sind klassifiziert («Apfel» oder «Birne») und enthalten somit die Lösung. Damit können Objekte in neuen Daten identifiziert und klassifiziert werden oder numerische Werte für diese Objekte mittels Regression berechnet werden. |
| Unbeaufsichtigtes Lernen (engl.: unsupervised learning) | Die Trainingsdaten sind nicht klassifiziert. Das Machine-Learning-Programm lernt quasi ohne Lehrer. Damit werden Gruppen von ähnlichen Objekten (z.B. «Frucht A» und «Frucht B») in Daten identifiziert und visualisiert. Weiter eignet sich die Methode, um in grossen Datensammlungen Beziehungen zwischen Attributen der Objekte zu entdecken. |
| Teilbeaufsichtigtes Lernen (engl.: semisupervised learning) | Die Trainingsdaten sind teilweise klassifiziert. Zuerst werden Gruppen von ähnlichen Objekten identifiziert («Frucht A» und «Frucht B»). Diese Gruppen werden anschliessend klassifiziert («Frucht A» = Apfel), womit die Erkenntnisse auf neue Daten angewendet werden (Objekt = Apfel). |
| Bestärkendes Lernen (engl.: reinforcement learning) | Das lernende System kann die Umwelt beobachten und Aktionen ausführen. Sein Verhalten wird belohnt oder bestraft. Somit lernt es selbstständig die beste Strategie, um am meisten Belohnungen zu erhalten. |

Tabelle 4: Die vier Arten von Machine Learning (vgl. Geron, 2017).

Ein Beispiel für **beaufsichtigtes Lernen** ist die Unterscheidung von Äpfeln und Birnen in digitalen Bildern. Der herkömmliche Ansatz ohne Machine Learning macht Gebrauch von einfachen Regeln (siehe Abbildung 5, unten). Ist die Form des Objektes rund oder fast rund, handelt es sich um einen Apfel. Ist die Farbe des Objektes grün, handelt es sich um eine Birne; zunächst unter der Annahme, dass es keine grünen Äpfel gibt. Äpfel und Birnen gibt es natürlich in vielen verschiedenen Ausprägungen. Somit müsste man viele und immer wieder neue Regeln programmieren, um diese Aufgabe befriedigend zu lösen. Was wäre, wenn ein grüner Apfel auftauchen würde? Oder was wäre, wenn sich plötzlich eine Banane im Bildmaterial befindet? Dann wäre unser vordefiniertes Regelwerk wohl schnell überfordert.

Löst man das Problem mit einem Machine-Learning-Programm, findet das Programm selbstständig die Regeln für die Erkennung, dank dem Training mit Beispielen, welche wir ihm vorgeben (siehe Abbildung 5, unten rechts). Das Programm extrahiert dafür Merkmale aus den Bildern, beispielsweise die Häufigkeitsverteilung sämtlicher Farbwerte (als Histogramm). Dank den Trainingsbildern und statistischen Verfahren (z.B. lineare Regression oder k-Means) entscheidet das Programm eigenständig, welche Merkmale einen Apfel und welche Merkmale eine Birne charakterisieren und führt anhand der gefundenen Markmalen und Schwellenwerte einen Mustervergleich durch. Die Merkmale werden dabei durch neue Daten stets verfeinert und verbessert.

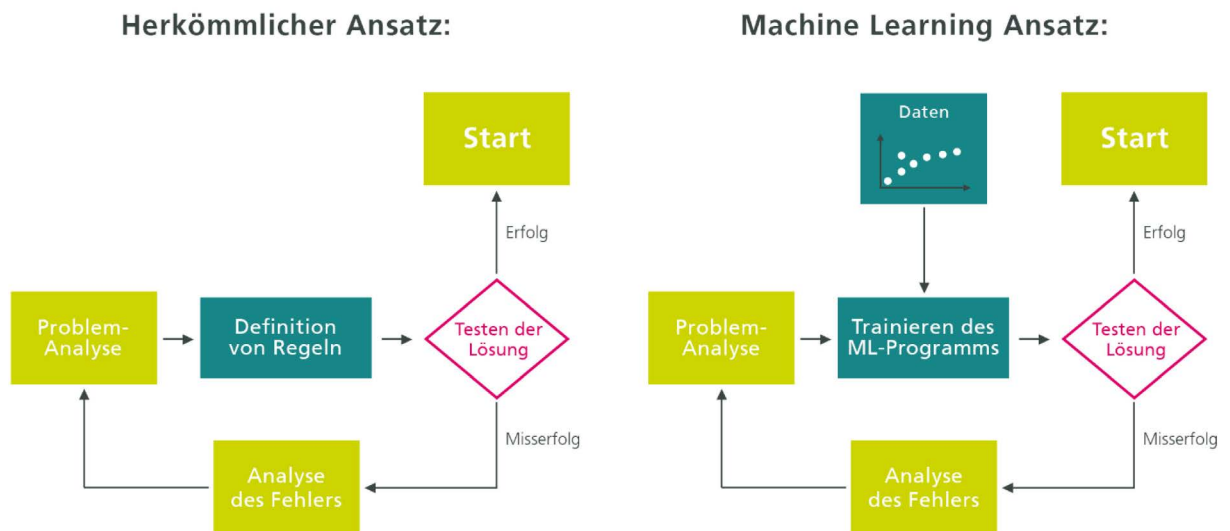


Abbildung 5: Gegenüberstellung des herkömmlichen und des Machine Learning Ansatzes (Quelle: verändert übernommen aus Geron, 2017).

Die herausragende Eigenschaft des Machine Learnings ist, dass sich das selbstständige Erkennen von Mustern anhand von Beispielen für die Lösung tausender Probleme anwenden lässt. Ein und dasselbe Programm, welches nur einmal entwickelt werden muss, kann eine gewaltige Menge unserer Alltagsprobleme lösen. Überall dort, wo man mit Beispielen arbeiten kann.

Zudem ist ein Machine-Learning-Programm bei der Ableitung der Regeln für die Erkennung wesentlich effizienter als ein Mensch, der jede notwendige Regel vorhersehen und von Hand programmieren müsste. Deshalb ist Machine Learning ein wichtiger Ansatz bei der Verarbeitung und Analyse von großen Datenmengen (Big Data; vgl. Kap. 2). Machine Learning trägt wesentlich dazu bei, dass die Gesellschaft in Form von Erkenntnissen von den vorhandenen Datenmengen profitieren und Automatisierung stattfinden kann.

3.2 MACHINE LEARNING IN UNSEREM ALLTAG

Wie folgende Beispiele verdeutlichen, ist Machine Learning in unserem Alltag bereits präsent:

- E-Mail Spam-Filter**
 Seit den 1990er Jahren sortieren Spamfilter Werbe-Mails aus. Diese Filter verbessern sich ständig, in dem die Nutzenden Spam-Mails markieren und das Machine-Learning-Programm anhand dieser Beispiele lernt, welche Wörter und Ausdrücke typisch für Spam-Mails sind (beaufsichtigtes Lernen).
- Bedienungshilfen für Smartphones**
 Einige Smartphone-Hersteller bieten Sprachassistenten an, welche dank Machine Learning ihre Fähigkeit, die Sprache des Besitzers zu erkennen, stetig verbessern können. Auch die Tastaturen dieser Geräte machen dem Nutzenden stetig bessere Vorschläge für die Vervollständigung von Wörtern, noch während dem Tippen. Der Hersteller des iPhones geht mit der neuesten Version seiner Betriebssysteme noch einen Schritt weiter und öffnet die eingebaute Machine-

Learning-Fähigkeiten des iPhones über eine Programmierschnittstelle für Drittentwickler, welche nun in ihren Apps Gebrauch von der sogenannten «Core ML»-API⁴ machen können (vgl. Apple Inc., 2018).

- **Personalisierte Werbung**

Grosse Online-Händler wie Amazon analysieren das Verhalten der Nutzenden anhand von Machine-Learning-Programmen genau, um darauf basierend personalisierte Werbung anzuzeigen. Ähnlich funktionieren auch die personalisierten Empfehlungen des Streaming-Anbieters Netflix, welche beispielsweise beachten, was bisher angesehen wurde und wie oft ein Film oder eine Serie unterbrochen wurde.

- **Erkennung von Hautkrebs**

Die Diagnose von Hautkrebs kommt vorwiegend durch eine visuelle Beurteilung durch spezialisierte Ärzte zustande. Eine Forschungsgruppe der Stanford University konnte nun zeigen, dass gewisse Hautkrebsarten von einem Machine-Learning-Programm gleich zuverlässig erkannt werden, wie von spezialisierten Dermatologen (vgl. Esteva et al., 2017). Somit könnte in Zukunft jedes Smartphone eine zuverlässige Diagnose erstellen.

- **Automatisierte Übersetzungen**

Dank zahlreichen mehrsprachigen Texten im Internet besteht ein riesiges Set an Trainingsdaten für Machine Learning basierende Übersetzungsdienste. Neue Texte können durch die erkannten Muster in den Trainingsdaten verständlich übersetzt werden, wie die Beispiele Google Translator (<https://translate.google.com/>) und DeepL (<https://www.deepl.com/>) zeigen.

3.3 MACHINE LEARNING IN DER ENERGIEWELT

Wie folgende Beispiele zeigen, profitiert die Energiewelt ebenfalls bereits heute von Machine-Learning-Anwendungen:

- **NEST Thermostat**

Der Thermostat von NEST (siehe Abbildung 6) ist dank Machine Learning lernfähig (vgl. Nest Labs, Inc., 2014). Anhand der Eingaben (Lernbeispiele) der im ausgerüsteten Haus wohnhaften Personen und von Sensordaten, erkennt er Muster im Verhalten und kann so die Heizung optimal steuern; eine sogenannte Smart-Home Anwendung. Er merkt beispielsweise, dass die Bewohnenden immer etwa um dieselbe Zeit schlafen gehen und drosselt automatisch die Heizung. Für das Frühstück um 7:00 Uhr heizt der Thermostat auf die übliche Temperatur. Das Machine-Learning-Programm ist so aufgebaut, dass der Thermostat quasi ein Spiel spielt und belohnt wird, wenn die Umgebungstemperatur nahe an der Zieltemperatur ist und somit Energie gespart wird. «Bestraft» wird der Thermostat, wenn die Bewohnenden seine Steuerung korrigieren müssen. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes Bestärkungs-Lernen («Reinforcement-Learning», vgl. Kap. 3.1). Das Programm versucht Eingaben der Bewohnenden überflüssig zu machen, indem es die Temperatur möglichst optimal steuert.



Abbildung 6: NEST Thermostat (Quelle: Nest Labs, Inc., 2014).

⁴ = Application Programming Interface (API), siehe Kapitel 9.

- Individuelle Stromproduktangebote dank Smart-Meter-Daten**

Das Bits to Energy Lab der ETH Zürich wendet bekannte Machine-Learning-Programme auf Smart-Meter-Daten an, um zu untersuchen, was Daten über einen Haushalt aussagen (vgl. Beckel et al, 2017). Die Annahme, dass Geräte eine klare Signatur (Muster) im Lastgang hinterlassen und somit erkannt werden können, hat sich nicht bestätigt. Zu viele Geräte verhalten sich ähnlich und zu gering war die Auflösung der Messdaten. Hingegen kann unter Hinzunahme weiterer Daten, wie beispielsweise Meteo- und Geoinformation, mit Machine Learning ein Haushalt grob charakterisiert werden: Ob es sich beispielsweise um einen Familien- oder Singlehaushalt handelt oder ob ein potentiell Interesse am Bezug von erneuerbarem Strom besteht. Auch kann eingeschätzt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit dieser Haushalt seinen Stromlieferanten wechseln wird, bzw. ob der Haushalt bisher nicht interessiert daran war.
- Unterstützung der Energieforschung**

Bei der Erforschung neuer Materialien für Solarmodule und Batterien kann Machine Learning einen wichtigen Beitrag leisten (vgl. De Luna, 2017). Auf der Suche nach neuen Materialien werden riesige Datenberge über die Eigenschaften der Materialien angehäuft. Doch von den Eigenschaften auf die Funktion zu schliessen benötigt viel Zeit und gleicht der Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Anhand von Simulationen und empirischen Studien werden Kombinationen von Materialien aufwändig getestet. Mit Machine-Learning-Programmen könnten diese Prozesse wesentlich beschleunigt werden, indem das Programm die Datenberge analysiert und anhand von bekannten erfolgreichen Materialkombinationen (als Lernbeispiele) Muster in den Daten erkennt und somit den Forschenden wertvolle Hinweise liefert. So könnten völlig neue Kombinationen gefunden werden, welche durch Forschende aufgrund von (unbewusster) Voreingenommenheit gar nie in Betracht gezogen worden sind.
- Verbesserte Prognose der Produktion erneuerbarer Energie**

Für die Wettervorhersage werden numerische Wettermodelle verwendet. Modelle sind nicht perfekt und können die Wetterentwicklung nie mit Sicherheit voraussagen. Die Fehleranfälligkeit der Modelle hängt zu einem Teil vom Dateninput ab. Mit Machine-Learning-Programmen ist es möglich, durch die Kombination von verschiedenen Wettermodellen eine bessere Prognose zu erstellen (vgl. Zhang, 2015). Das Programm lernt dabei anhand von Beispielen, welches Modell bei welchen Input-Daten (und somit Wettersituationen) zuverlässiger ist. Zusätzlich kann das Ergebnis durch den Einbezug weiterer Daten, wie beispielsweise Sensordaten, weiter verbessert werden.
- Zusammenschluss zum Eigenverbrauch**

Ein vielversprechender Einsatzbereich von Machine Learning ist der Zusammenschluss zum Eigenverbrauch gemäss Art. 16 des Energiegesetzes (EnG; SR 730.0). Er definiert für sich die Regeln betreffend Messung des Verbrauchs, Auflösung der Messdaten, Steuerung von Verbrauchsgeräten und Speichern und Weiterem. Ein idealer Einsatzbereich für intelligente Machine-Learning-Programme, welche für die Gemeinschaft den Stromverbrauch optimieren können.
- Energiestatistik und Monitoring der Energiestrategie 2050**

Viele Grundlagendaten werden in immer besserer Qualität erhoben und publiziert. Beispielsweise erhöht das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) die Bodenauflösung seiner Luftbilder auf 10 cm (vgl. Bundesamt für Landestopografie, 2017), so dass nun von Auge einzelne Personen oder Fahrzeuge sichtbar werden. Anhand solch detaillierter Luftaufnahmen könnten Machine-Learning-Programme die Identifizierung einzelner Objekte erlernen und somit wertvolle Erkenntnisse zum Ausbaustand der Elektrizitäts-Infrastruktur gewinnen. Es ist etwa eine auto-

matisierte Erkennung der installierten Photovoltaikanlagen denkbar. Kombiniert mit den Solarpotentialberechnungen von Sonnendach.ch und aktuellen Wetterdaten könnte in Echtzeit die mögliche Solarstromproduktion der Schweiz berechnet werden.

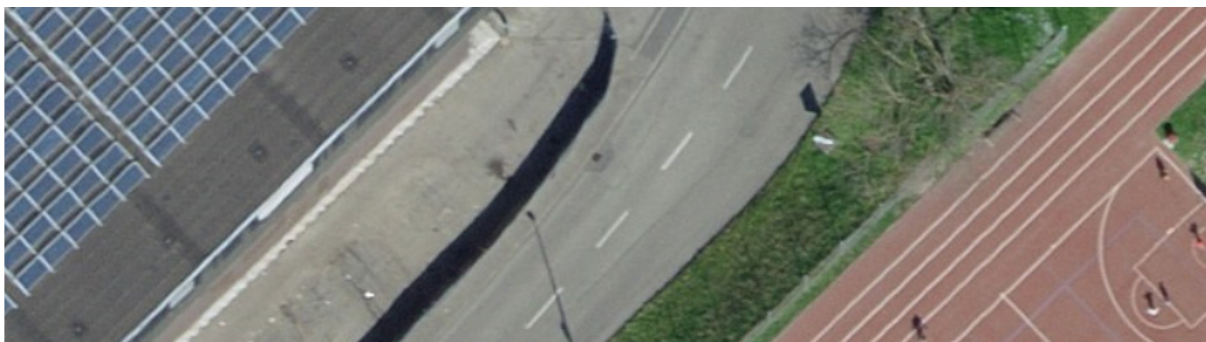


Abbildung 7: Swisstopo-Luftaufnahme, auf welcher einzelne Personen erkennbar sind. (Quelle: <https://s.geo.admin.ch/78fd466971>).

3.4 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Auch im Bereich Machine Learning stellen sich (gerade für den Energiesektor) gewisse regulatorische Fragen. Da es bei Machine Learning um ein Werkzeug der Datenanalyse geht, kristallisieren sich Herausforderungen im Bereich des Datenzugangs und des Datenschutzes heraus. Folgende drei Punkte illustrieren die unterschiedlichen Fragestellungen in Bezug auf den Einsatz lernender Maschinen:

- **Machine Learning zur Erhöhung der Effizienz**
Wie kann Machine Learning in der Energiewirtschaft unterstützt werden, damit Kosteneinsparungen und Effizienzerhöhungen realisierbar sind? Bestehen genügend Anreize für regulierte Unternehmen, Machine Learning zunehmend zu nutzen? Zudem stellt sich die Frage, wie die Anwendung von Machine Learning zu Erhöhung der Energieeffizienz gefördert werden kann.
- **Datenzugang**
Wo genau stiften Machine-Learning-Anwendungen einen Nutzen und welche Daten sind dazu genau notwendig? Sind beispielsweise die Produktionsmessdaten erneuerbarer Energien, Verbrauchsdaten oder Bewegungsdaten der Mobilität wichtig? Schliesslich sollte die Frage beantwortet werden, ob diese Daten zugänglich sind oder in Silos protektionistisch gehalten werden. Sollten sie zugänglich gemacht werden müssen? Wenn ja, dann welche Daten genau? Dabei gilt es datenschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.
- **Datenschutz**
Inwiefern lassen sich Daten für Machine Learning nutzen bzw. sind zu viele Daten aufgrund des Datenschutzes unzugänglich? Wo ist die rote Linie zwischen Datenzugang und Datenschutz zu ziehen und wie kann dem Konsumenten auf einfache Art und Weise mehr Entscheidungsraum gegeben werden? Wie sieht ein gesellschaftlich tragbarer Kompromiss zwischen der Unterstützung innovativer Ansätze, digitalen Dienstleistungen und Schutz der Privatsphäre aus?

3.5 FAZIT: MACHINE LEARNING

Machine Learning ist bereits heute eine sehr bedeutende und weit verbreitete Technologie, mit welcher wir täglich in Berührung kommen, oft ohne es zu wissen. Wie viele andere neue Technologien, welche wir der Digitalisierung zuschreiben, entstammt sie aus der IT-Welt und erfährt eine rasche globale Verbreitung. Konzerne wie Google, Apple und Amazon betrachten künstliche Intelligenz und im Speziellen

Machine Learning als Schlüsseltechnologien. Google hat für sich gar das Motto «AI first» (vgl. <https://ai.google/>) ausgerufen. So ist mit einer rasanten Entwicklung und weiteren Verbreitung von Anwendungen des Machine Learnings zu rechnen.

In der Energiewelt ist Machine Learning ebenfalls präsent, wenn auch die Entwicklung noch – etwa im Vergleich zu anderen Bereichen (Sprachassistenten oder Medizin) – in den Kinderschuhen steckt. Das Potenzial erscheint jedoch gross. Insbesondere bei der Energieeffizienz können Machine-Learning-Programme einen Beitrag leisten, indem sie Verbraucher intelligent steuern oder autonome Fahrzeuge befähigen, den Verbrauch zu optimieren bzw. zu senken. So wird der Verbrauch von Datenzentren bereits über solche Algorithmen optimiert. Andere vielversprechende Anwendungsbereiche sind Eigenverbrauchsgemeinschaften sowie die Datenbearbeitung für den Strommarkt. Dort fallen mit der zunehmenden Verbreitung von intelligenten Messsystemen (Smart Meter), Sensoren und Kommunikationstechnologie und Internet of Things-Geräten immer mehr Daten an. Machine Learning ist eine Schlüsseltechnologie, insbesondere auch für Smart Cities, um aus Big Data brauchbare Erkenntnisse zu gewinnen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie diese Chancen und Potenziale am besten gehoben werden können. Eine Strategie «Künstliche Intelligenz im Energiesektor» erscheint vielversprechend.

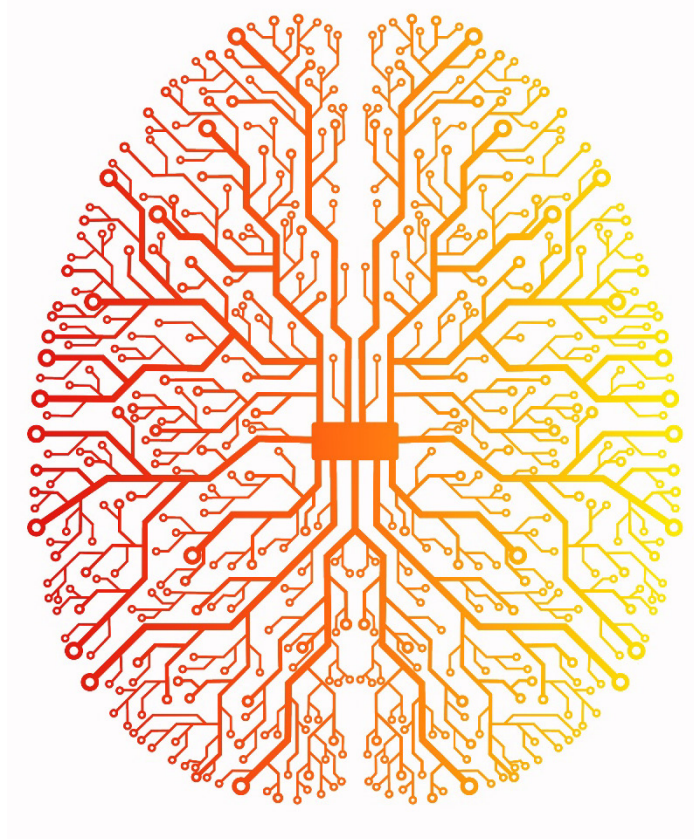


Abbildung 8: Machine Learning. Schlüsseltechnologie zur effizienten Bearbeitung grosser Datenmengen (Quelle: shutterstock).

3.6 LITERATURVERZEICHNIS: MACHINE LEARNING

Apple Inc. (2018). Build more intelligent apps with machine learning. URL: <https://developer.apple.com/machine-learning> [abgerufen am 05.02.2018].

Beckel, Christian; Sadamori, Leyna; Staake, Thorsten; Santini, Silvia (2014). Revealing household characteristics from Smart Meter data. In: Energy, 78: 397 – 410.

Bundesamt für Landetopografie (swisstopo) (2017). Medienmitteilung: Luftbilder sagen mehr als tausend Worte. URL: https://www.swisstopo.admin.ch/de/home/meta/medieninformationen.detail.news.html/swisstopo-internet/news2017/news_release/170518.html.html [abgerufen am 26.02.2018].

De Luna, Phil et al. (2017). Use machine learning to find energy materials. In: Nature, 552: 23 – 25. URL: <https://www.nature.com/magazine-assets/d41586-017-07820-6/d41586-017-07820-6.pdf> [abgerufen am 07.02.2018].

Esteva, Andre; Kuprel, Brett; Novoa, Roberto A.; Ko, Justin; Swetter, Susan M.; Blau, Helen M.; Thrun, Sebastian (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. In: Nature, 542: 115 – 118. URL: <http://www.nature.com/articles/nature21056> [abgerufen am 14.03.2018].

Géron, Aurélien (2017). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. Sebastopol, O'Reilly Media.

Marr, Bernard (2016). What is the Difference between Artificial Intelligence and Machine Learning? Forbes, 02.12.2016. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/06/what-is-the-difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning/#5f1bff202742> [abgerufen am 14.02.2018].

Nest Labs, Inc. (2014). Enhanced Auto-Schedule. White Paper. URL: https://s3.amazonaws.com/support-assets.nest.com/images/Whitepapers/Nest_Auto_Schedule_Whitepaper.pdf [abgerufen am 06.02.2018].

Zhang, Jie (2015). Baseline and Target Values for PV Forecasts: Toward Improved Solar Power Forecasting. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Conference Paper. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63876.pdf> [abgerufen am 07.02.2018].

4 DIGITALE ABRECHNUNGSDIENSTLEISTUNGEN. DATEN ALS BASIS FÜR NEUE PRODUKTE: VIRTUELLE SPEICHER

Intelligente Messsysteme bilden einen Grundstein der Digitalisierung in der Energiewelt, der «Digital Energy Economy». Auf der Grundlage der von diesen Systemen bereitgestellten Informationen lassen sich neue Dienstleistungsprodukte für Endkunden entwickeln. Ein aktuelles Beispiel für ein solches Dienstleistungsprodukt sind «virtuelle Speicher». Sie ermöglichen eine besondere Verrechnung der eingespeisten Energie zurück an den «Prosumer». Welche Vor- und Nachteile solche Dienstleistungsprodukte mit sich bringen, von welchen technologischen Entwicklungen sie abhängig sind und welche Fragen sich vor dem derzeitigen, regulatorischen Rahmenwerk stellen, wird im Folgenden am konkreten Beispiel von «virtuellen Speichern» diskutiert.

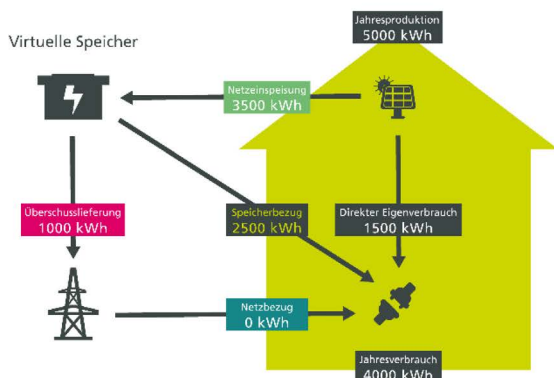
4.1 EINFÜHRUNG – WAS SIND VIRTUELLE SPEICHER?

Unter einem virtuellen Speicher wird ein Dienstleistungsprodukt eines Energieversorgungsunternehmens (EVU) an Endverbraucher mit eigener Produktion (Prosumer⁵) verstanden. Die vom Prosumer nicht selbst verbrauchte, ins Netz eingespeiste Elektrizität (Überschussenergie) wird vom EVU abgenommen. Jedoch wird diese Energie im hier vorgestellten Konzept, nicht wie in Art. 15 Energiegesetz (EnG, SR 730.0) und Art. 10–12 Energieverordnung (EnV, SR 730.01) vorgegeben, über Rückspeisetarife vergütet. Stattdessen wird dem Prosumer rechnerisch ein Elektrizitätsguthaben im sog. «**virtuellen Speicher**» gutgeschrieben. Dieses Guthaben ergibt sich als die Summe aller Viertelstundenwerte des elektronischen Zählers, die eine Einspeisung aufweist. Diese wird über das Datenbearbeitungssystem derart aufgearbeitet, dass der Prosumer jederzeit sein Guthaben, z.B. über das Internet, einsehen kann.

In Zeiten, in denen der Prosumer selbst nicht genügend produziert, er also auf Elektrizität aus dem Netz angewiesen ist, bezieht er diese zunächst **aus seinem virtuellen Speicher**, wodurch er sein Elektrizitätsguthaben beim EVU reduziert. Die Viertelstundenwerte, die eine Ausspeisung an den Prosumer aufweisen, werden summiert und wieder von seinem Guthaben abgezogen. Im Umfang seines Guthabens wird er vom EVU zu Vorzugskonditionen beliefert. Ein Prosumer ohne Netzzugang (Haushalte und andere Kleinverbraucher) profitiert dabei entweder von einem vergünstigten Elektrizitätstarif oder aber von einem vergünstigten Netznutzungstarif. Ist das Elektrizitätsguthaben einmal aufgebraucht, bezieht er die benötigte Energie wieder zu gewöhnlichen Konditionen. Handelt es sich beim Prosumer um einen freien Stromkunden (mit Netzzugang), könnte das Produkt des virtuellen Speichers, in Form von speziellen Elektrizitätspreisen, prinzipiell auch von einem gewöhnlichen Stromlieferanten angeboten werden. Abbildung 9 (unten) verdeutlicht das Konzept.

⁵ Aus engl. «producer» + «consumer».

Fall 1: Summarische, jährliche Einspeisung



Fall 2: Summarische, jährliche Ausspeisung

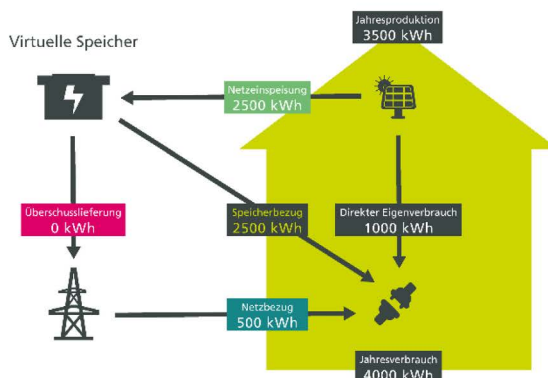


Abbildung 9: Summarische jährliche Abrechnung mit virtuellem Speicher. Rechts mit Überproduktion, links mit Unterproduktion (verändert übernommen von IWB, 2018).

4.2 VERFÜGBARKEIT DIGITALER DATEN, INTELLIGENTE MESSSYSTEME UND NEUE DIENSTLEISTUNGSANGEBOTE WIE VIRTUELLE SPEICHER

Das Angebot eines derartigen Dienstleistungsproduktes sowie darauf aufbauende Angebote ist stark abhängig von einer leistungsfähigen Messinfrastruktur, die die benötigten Informationen zeitgerecht und in der nötigen Qualität digital bereitstellt. Je nach Dienstleistungsspektrum wird es nötig, hochaufgelöste Daten bereit zu stellen, um die Einspeisung bzw. Ausspeisung zeitnah dem Kunden darzustellen, zu verrechnen oder weitere Vermarktungsangebote anzubieten.

Je höher der Automatisierungsgrad dieser Modelle ist, desto wirtschaftlicher können sie betrieben werden. Eine automatisierte Datenaufnahme (Messung und Auslesung) gehört ebenso dazu wie eine entsprechende Datenbearbeitung und Abrechnung. Bei dieser Datenbearbeitung können Anwendungen aus dem Bereich künstliche Intelligenz einen wesentlichen Beitrag leisten.⁶ Sofern eine derartige Energiedienstleistung wettbewerbsfähig angeboten werden sollte, das heisst, dass der Dienstleister bzw. Lieferant ein anderer sein sollte als derjenige, der mit dem zuständigen EVU gebündelt ist, ist die Verfügbarkeit der Ein- und Ausspeisedaten elementar. Der Dienstleister muss mit dem entsprechenden EVU einen bilateralen Austausch gewährleisten. Ein Datahub (vgl. Kap. 7) oder aber hochstandardisierte, allenfalls öffentlich zugängliche Schnittstellen (API, vgl. Kap. 9) könnte dies wesentlich vereinfachen.

Die Energiestrategie 2050 unterstützt diese dienstleistungsorientierte Zukunft, indem durch Artikel 8a und 8b der Stromversorgungsverordnung (StromVV, SR 734.71) dafür geeignete, intelligente Messsysteme, auch Smart Metering genannt, grossflächig in der Schweiz eingeführt werden (vgl. UVEK, 2017). Diese Systeme sind aufgrund der regulatorischen Anforderungen derart auszugestalten, dass ein Stromzähler installiert wird, der Wirk- und Blindleistung⁷ in Lastgängen mit einer Auflösung von 15 Minuten aufnimmt. Das intelligente Messsystem umfasst zudem eine kommunikationstechnische Anbindung und ein Datenbearbeitungssystem, was dem Betreiber dieses Systems – derzeit ist es der Verteilnetzbetreiber (VNB) – erlaubt, die Daten zu Ein- und Ausspeisung aus dem elektronischen Zähler aus

⁶ Vgl. dazu den Beitrag zu *Machine Learning*, Kapitel 3.

⁷ Wirkleistung ist derjenige Anteil der elektrischen Leistung, der für die Umwandlung in andere Energieformen in einer gewissen Zeit, z. B. mechanische, thermische oder chemische Energie, genutzt und damit verbraucht werden kann. Energie und Leistung sind nicht das Gleiche – Energie ist eine Leistung über eine gewisse Zeit. Im Stromnetz fliesst jedoch oft mehr Energie als von den Verbrauchern benötigt wird. Diese wird als Blindenergie bzw. Blindleistung bezeichnet und ist aufgrund der Netzbeschaffenheit sowie der physikalischen Gesetze der Stromübertragung für einen stabilen Netzbetrieb nötig.

der Ferne einmal täglich auszulesen. Solche intelligenten Messsysteme sollen bis Ende 2027 schweizweit, mit einer Abdeckung von 80% der Messpunkte, verfügbar sein (Art. 31e, StromVV). Somit werden alle Endverbraucher bzw. Prosumer datentechnisch gut angebunden sein. Der VNB wird in naher Zukunft eine gute Kenntnis darüber haben, wieviel Energie in jeder einzelnen Viertelstunde eingespeist oder bezogen wurde. Heute ist dies typischerweise nur bei grossen Endverbrauchern über 100 MWh und grösseren Produzenten über 30 kW der Fall, die nach den vormaligen gesetzlichen Bestimmungen zwingend mit einer Lastgangmessung ausgestattet sind.

Zwischenzeitlich statten einige VNB auch ohne gesetzliche Vorgaben ihr Netzgebiet bereits mit solchen intelligenten Messsystemen aus. Ihre Datengrundlage ist also bereits wesentlich besser als die anderer VNB. Neben kleineren VNB ist die IWB (Industrielle Werke Basel) hierfür ein Beispiel. Mittlerweile sind knapp 50% ihrer Messpunkte ausgestattet haben (vgl. Grünenfelder, 2017). Sie ist es auch, die ein Produkt «virtuelle Speicher» ab 2018 anbietet, z.B. im Angebot «Sonnenbox» (vgl. IWB, 2018). Es scheint sich demnach die weithin verbreitete Vermutung zu bestätigen, dass durch eine verbesserte Datengrundlage auch neue Energiedienstleistungen möglich werden.

4.3 MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN VIRTUELLER SPEICHER

Das Angebot eines Produktes zur virtuellen Speicherung kann viele unterschiedliche Nutzen für EVU bzw. für Dienstleistungsunternehmen nach sich ziehen. Der Nutzen liegt vor allem auf der Marktseite. So bietet die sonnen GmbH (2018) unterschiedliche Dienstleistungsmodelle im deutschen Strommarkt an, die dem Modell virtueller Speicher ähnelnd auf Datenverfügbarkeit basieren. Das Unternehmen bietet eine gemeinschaftliche Nutzung der dezentral produzierten Photovoltaik-Energie an. Sie bewirtschaftet die aus ihrem kontrahierten Pool gesamthaft eingespeiste Energie, vertreibt sie u.a. zurück an die von ihr kontrahierten Endverbraucher und funktioniert so als ein virtuelles Kraftwerk, das die Überschussenergie an andere Endverbraucher weiterverkauft – anstatt sie, wie im Modell «virtueller Speicher», an eben denselben Endverbraucher wieder zurück zu verkaufen. Die sonnen GmbH ist also nicht bloss Dienstleister, der die Einspeisung verwaltet, sondern auch ein Stromlieferant. Ähnlich funktionieren sogenannte Bürgerstrommodelle (siehe z.B. enyway GmbH, 2018 oder Bürgerwerke eG, 2018).

Für (integrierte) EVU, v.a. die Netzbetreiber in der Schweiz mit Grundversorgungspflicht (nach Art. 6, StromVG), ist das Produkt zum heutigen Zeitpunkt in der Teilmarktöffnung aus den folgenden Gründen attraktiv:

- **Alternative zu privaten Speicherlösungen**

Das EVU setzt durch Preisvergünstigungen auf die bezogene Energie einen Anreiz entgegen privater, physischer Speicher. Es suggeriert dem Prosumer damit eine Art von Speicher. Damit reduziert sich das Interesse an sich an einer eigenen physischen Lösung, die ggf. kostenintensiv sind. Die kWh der gespeicherten Energie aus dem „virtuellen Speicher“ wird für den Prosumer tendenziell günstiger als die aus dem physischen Speicher⁸.

- **Vorteile im Netzbetrieb**

Die Netzsparte eines EVU ist daran interessiert, die Einspeisung der dezentralen Produktion in die Netze möglichst vollständig beizubehalten und eben nicht durch physische Speicher der Produzenten zu reduzieren. Diese Einspeisung erfolgt tendenziell tagsüber zu den Zeiten, an denen der VNB die höchste Last zu versorgen hat. Die Einspeisung reduziert also die maximale Last, die der VNB von seinen vorliegenden VNB beziehen muss. Damit reduziert der VNB auch

⁸ Das Produkt «virtueller Speicher» kann den bestehenden Bedarf an tatsächlich physisch verfügbarer Speicherung im System nicht decken. Da es ein reines Abrechnungskonstrukt ist, bringt es eben nicht die fluktuierende Produktion und den Verbrauch näher zusammen. Im Gegenteil, je nach Ausgestaltung des Produkts und der zeitlichen Verrechnung können Produktion und Verbrauch zunehmend auseinanderfallen, was einen Anreiz für mehr physische Speicher im System, z. B. Pumpspeicherkraftwerke, setzen kann.

seine Netzentgelte an den Vorlieger. Dies gilt natürlich nur so lange, als dass dies nicht alle VNB tun, was letztlich zu einer Erhöhung der Netzentgelte für alle VNB führt.

- **Kundenbindung (gegenüber Prosumern)**
Das Produkt erhöht die Kundenbindung, da nun ein Bündelprodukt, also Stromversorgung und Dienstleistung zugleich, verkauft wird. Gerade bei einer zukünftigen Marktöffnung bietet dies Vorteile für das EVU und seine Position im Markt.
- **Zusätzliche Gewinnchancen im Strommarkt**
Die EVU erhalten zu dem Zeitpunkt der Einspeisung Energie, ohne dafür unmittelbar einen Preis dafür zu bezahlen. Der Preis für diese Energie ergibt sich aus dem gewährten Preisvorteil auf den normalen Versorgungstarif. Diese Kosten kann der VNB über den unmittelbaren Weiterverkauf der Energie im Strommarkt sowie die Verwaltungskosten decken. Bei einer optimierten Preissetzungsstrategie – auch der Verwaltungskosten – ergeben sich so Gewinnpotentiale.
- **Bessere Vermarktung der einheimischen Wasserkraft**
Sofern man die Energie des virtuellen Speichers sowie seine Ein- und Ausspeisung direkt, z.B. über Zertifikate oder ähnliches, auf die einheimische Wasserkraft bezieht, kann dort ein Mehrwert entstehen. So kann eine zusätzliche Einnahmequelle für die einheimische Wasserkraft entstehen. Ein ähnliches Modell verfolgt das Unternehmen eCAN (vgl. e-can suisse, 2018).

4.4 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Neue Dienstleistungsprodukte auf Basis von digitalen Informationen werfen gewisse Fragen in Bezug auf die aktuelle Regulierung auf. So zum einen zur Kompatibilität des eigentlichen Produktes zu den aktuellen Vorgaben, zum anderen Fragen allgemeiner Art zu datenbasierten Dienstleistungen. Die Herausforderungen liegen oft weniger im technologischen Bereich. Hinsichtlich der Vorgaben sind insbesondere jene zu Elektrizitätstarifen in der Grundversorgung, Netztarifen und der Entflechtung zu beachten und bei jedem datenbasierten Dienstleistungsmodell einzuhalten. Ein neues Produkt sollte also vor seiner Einführung auf die Vorgaben des Stromversorgungsgesetzes hin geprüft werden. Es stellen sich vor diesem Hintergrund folgenden Fragen, insbesondere zu virtuellen Speichern:

- **«Regulatory Sandbox». Mehr Spielraum für mehr Digitalisierung?**
Die Verfügbarkeit von digitalen Daten und Informationen nimmt stetig zu. Big Data und Machine Learning ermöglichen stetig neue, innovative Geschäftsmodelle. Wie kann die Regulierung auf solche schnelllebigen Entwicklungen abgestimmt werden oder diese weniger behindern? Welche Freiräume für neue Geschäftsmodelle bringt beispielsweise die Marktöffnung im Bereich Strom mit sich? Wie sieht es in inhärent regulierten Bereichen, wie z.B. den elektrischen Netzen, aus? Für diese Bereiche könnte eine «Regulatory Sandbox» eine Möglichkeit sein, neue Ansätze in beschränkter Masse auszuprobieren, um daraus wiederum Rückschlüsse auf Anpassungen zur Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens zu gewinnen.
- **Abhängigkeit Förderregime**
Inwiefern ist das Dienstleistungsprodukt und im speziellen Fall der virtuelle Speicher kompatibel mit dem Förderregime und seinen Instrumenten wie der kostendeckenden Einspeisevergütung, der Einmalvergütung, der AVP oder der Direktvermarktung?
- **Strommarktregulierung**
Darf das Dienstleistungsprodukt Endkunden in der Grundversorgung (Art. 6, StromVG) angeboten und über Energietarife abgerechnet werden? Inwiefern sollen oder müssen Endkunden in der Grundversorgung Zugang zu digitalen Produkten anderer EVU haben? Welche Rolle spielt die Verbrauchscharakteristik und die Lieferpflicht? Ist die Gleichbehandlung von Kunden in der Grundversorgung gewährleistet?

- **Regulierung der Netzkosten und der Tarife**

Ist das Dienstleistungsprodukt kompatibel mit den Vorgaben zu Netztarifen? Welchen Kundengruppen wird das Produkt angeboten und welche Spielräume bestehen? Inwiefern darf das datenbasierte Dienstleistungsprodukt, in diesem Falle der virtuelle Speicher, finanzielle Anreize über Vergünstigen bei Netztarifen enthalten? Sind zeitvariable oder gar ortsvariable Netztarife als Anreizelement sinnvoll? Welche Rolle spielen die Kriterien der effizienten Elektrizitätsverwendung und der effizienten Netzinfrastruktur?

4.5 FAZIT: DIGITALE ABRECHNUNGSMODELLE – VIRTUELLE SPEICHER

Intelligente Messsysteme und die zunehmend digital verfügbaren Daten ermöglichen neue Dienstleistungen und Abrechnungsmodelle für ein- und ausgespeiste Energie. Diese im Zuge der Digitalisierung aufkeimenden neuen Ansätze und Ideen können für den Strommarkt eine vorteilhafte Entwicklung darstellen, jedoch mit bestehenden Rahmenbedingungen kollidieren. Daher gilt es entstehende Dienstleistungen kontinuierlich vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen zu reflektieren. Inwiefern insbesondere das Produkt des virtuellen Speichers vor dem Hintergrund der Vorgaben zur Grundversorgung, Netztarifierung und Entflechtung zulässig ist, müsste je nach Ausgestaltungsvariante des Produkts eingehender analysiert werden.

Auf den ersten Blick bleibt fraglich, ob die Vorgaben zu Grundversorgungs- und Netztarifen das Angebot für Kunden in der Grundversorgung zulassen. Die vollständige Marktöffnung im Strom bietet den notwendigen Spielraum neue auf Digitalisierung basierende Dienstleistungen und innovative Produkte einer grösseren Zahl an Kunden zugänglich zu machen. Sollte von einer Marktöffnung abgesehen werden, müssten wohl die Rahmenbedingungen (v.a. Vorgaben im Bereich des Elektrizitätstarifs), die solchen Produkten im Weg stehen könnten, laufen identifiziert und entsprechend angepasst werden.

Analysen zur Zulässigkeit von digitalen Energiedienstleistungen können Grenzen der Regulierung aufzeigen. Solche regulatorischen Beschränkungen können den volkswirtschaftlichen Mehrwert der Digitalisierung reduzieren und ihre Weiterentwicklung ausbremsen. In regulierten Bereichen sind also laufend Analysen zur regulatorischen Kompatibilität der digitalen Dienstleistungen notwendig. Die so laufend generierten Erkenntnisse können genutzt werden, die richtigen Rahmenbedingungen anzupacken. Eine sogenannte «Regulatory Sandbox» kann diese Analysen in geordnete Bahnen lenken. Projekte können, mit Einverständnis des Regulators, auch entgegen den geltenden regulatorischen Vorgaben durchgeführt werden, dies jedoch in einem beschränkten Rahmen. Die Erkenntnisse sind dann an den Regulator zurück zu spielen, sodass die Entscheidung für oder entgegen eine Anpassung der Rahmenbedingungen auf Basis fundierter Erkenntnisse erfolgen kann. Die gesetzliche Grundlage für eine «Regulatory Sandbox» muss noch geschaffen werden.

4.6 LITERATURVERZEICHNIS: DIGITALE ABRECHNUNGSMODELLE – VIRTUELLE SPEICHER

Bürgerwerke eG (2018). Bürgerwerke Homepage. URL: <https://buergerwerke.de/> [abgerufen am 21.02.2018].

e-can suisse (2018). Über e-can suisse. URL: <https://www.e-can.ch/de/ueber-e-can-suisse> [abgerufen am 01.10.2018].

enynway GmbH (2018). Regionale Stromverkäufer. URL: <https://www.enynway.com/de/strom-kaufen> [abgerufen am 21.02.2018].

Grünenfelder, Philipp (2017). Die smarten Stromzähler kommen. In: energie&wasser, 17(2): 6 – 7. URL: https://www.iwb.ch/Ueber-uns/Kundenmagazin-energie-wasser/Ausgabe-2_2017/Die-smarten-Stromzähler-kommen.html [abgerufen am 24.09.2018].

IWB (2018). Sonnenbox. Die einfache Solar- und Speicherlösung. URL: <https://www.iwb.ch/Fuer-Zuhause/Energieloesung/Sonnenbox.html> [abgerufen am 02.02.2018].

sonnen GmbH (2018). Über sonnen. URL: <https://sonnen.de/ueber-uns/> (abgerufen am 05.02.2018).

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) (2017). Ausführungsbestimmungen zum neuen Energiegesetz vom 30. September 2016. Teilrevision der Stromversorgungsverordnung. Erläuterungen. URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_979745652.zip [abgerufen am 21.09.2018].



Abbildung 10: Möglichkeiten einer digitalisierten Energiewirtschaft: Virtuelle Speicher (Quelle: shutterstock).

5 ELEKTRONISCHE IDENTITÄT. VOLLAUTOMATISIERTER STROMMARKT FÜR ENDKUNDEN

Digitalisierung braucht eine hohe Verfügbarkeit von digitalen Daten und Informationen. IoT-Technologie und intelligente Messsysteme (Smart Metering) tragen dazu bei. Die Daten können dann gewinnbringend verbunden und im Rahmen von Big Data mit Machine Learning Algorithmen bearbeitet werden. Daraus ergeben sich Grundlagen für Entscheidungen im Bereich von Automation und der Steuerung von Betriebsmitteln oder von Prozessen. Im Strommarkt – in der Schweiz bislang nur teilweise geöffnet – gibt es eine Vielzahl von Prozessen, die durch Digitalisierung effizienter gestaltet werden können. Insbesondere Geschäftsprozesse, Lieferantenwechsel, Vertragsabschlüsse oder -änderungen werden noch oft teildigitalisiert, sprich manuell und mit Papier, abgewickelt. Man darf wohl bezweifeln, dass das in Zukunft so bleiben wird; insbesondere bei Einführung einer elektronischen Identität. Sie ermöglicht, auf Verträge in Papierform oder den analogen Nachweis der Identität vollständig zu verzichten.

5.1 EINFÜHRUNG: WAS IST EIN ELEKTRONISCHES IDENTIFIZIERUNGSMITTEL?

Mit einem Reisepass oder einer Identitätskarte kann eine Person ihre Identität im Alltag beweisen. Im Internet ist dieser Beweis derzeit noch umständlich zu erbringen. Die digitale Welt verlangt nach einem vertrauenswürdigen, elektronischen Identitätsnachweis bzw. Identifizierungsmittel, auch E-ID genannt. Mit ihm können Geschäftsprozesse online so abgewickelt werden, dass Geschäftspartner Vertrauen in die angegebene Identität (Seite A sagt Seite B, wer sie ist) und in die Authentifizierung (Seite A beweist Seite B, dass sie es wirklich ist) des Gegenübers haben; national und international. Vertrauenswürdige E-ID sind damit notwendige Komponenten für die Implementierung von gewissen elektronischen Geschäftsprozessen. Es gibt drei unterschiedliche Kategorien von E-IDs, die unterschiedlichen Ansprüchen genügen müssen: Erstens staatliche E-ID als elektronisches Äquivalent zur analogen Identitätskarte respektive dem Pass (Typ 1), zweitens privatwirtschaftliche E-ID, die erst nach Ausweiskontrolle ausgestellt wird (Typ 2), und drittens privatwirtschaftliche E-ID, die ohne vorgängige Ausweiskontrolle ausgestellt wird (Typ 3). Im Folgenden wird von Typ 1 gesprochen, der in der Lage ist, die anderen zu ersetzen.

Eine E-ID beinhaltet einen eindeutigen digitalen Identifikator. Dies ist ein digitaler Code, der mit der E-ID verbunden ist. Er repräsentiert den Inhaber der E-ID beim Verwalter des E-ID Systems. Weiter ermöglicht eine elektronische Einheit im E-ID System (Authentifikator) eine Funktion (Authentifizierungsfunktion), welche die E-ID sicher mit einer physischen Person verbindet. Diese Funktion erfasst und vergleicht ganz bestimmte, Identitätsattribute des Inhabers, z.B. biometrische Daten wie die Iris im Auge, mit hinterlegten Referenzattributen. Mit dem Authentifikator wird also sichergestellt, dass die physische Person bei der über die E-ID digital getätigten Transaktion auch wirklich diejenige ist, die die Entscheidung fällt. Übermittelte Identitätsattribute können dabei auf bestimmten Vertrauensstufen definiert werden. Der Inhaber einer E-ID kann dann z.B. einem Internetportal eines E-Commerce-Shops seine Identitätsattribute wie Name, Alter, Nationalität usw. übermitteln (Identifizierung) und nachweisen, dass er auch die Person ist, zu der die angegebenen Identitätsattribute gehören (Authentifizierung).

Typische Anwendungsfälle der E-ID sind z. B. die Registrierung auf Onlinediensten und -portalen, die Zahlungsabwicklung insbesondere bei Banken, die Freigabe gewisser Daten für Onlinedienste, der Zugang zu Gesundheitsakten, politische Abstimmungen sowie der Wechsel von Dienstleistungsanbietern (Mobilfunk, Gesundheit, Energie) (vgl. Bundesamt für Polizei, 2017; SwissSign Group AG, 2018).

Im Februar 2017 eröffnete der Bundesrat die Vernehmlassung zu einem Bundesgesetz über anerkannte elektronische Identifizierungseinheiten (E-ID-Gesetz). Am 1. Juni 2018 hat der Bundesrat die Botschaft an das Parlament verabschiedet (vgl. Bundesamt für Justiz, 2018).

5.2 WAS SIND BOTS? AUTOMATISIERTE, DIGITALE VORGÄNGE.

Unter einem Bot (von englisch «robot», «Roboter») versteht man ein Computerprogramm, das weitgehend automatisch sich wiederholende Aufgaben abarbeitet, ohne dabei auf eine Interaktion mit einem menschlichen Benutzer angewiesen zu sein. Beispiele für Bots sind die «Webcrawler» von Internet-Suchmaschinen, die selbsttätig Webseiten besuchen, wobei sie den vorhandenen Links folgen und dabei unter anderem den Inhalt der Seiten auswerten. Der Algorithmus, den der Bot verwendet, wertet die Website derart aus, dass er z.B. bei einer Suche nach dem Wort «Hund» feststellt, wie oft dieses Wort auf der jeweiligen Website vorkommt. Es werden unterschiedlich komplexe Algorithmen hierzu verwendet, die unter anderem auch selbstlernend sind. Bots nutzen also, in unterschiedlicher Intensität, die Möglichkeiten, die die künstliche Intelligenz bietet (vgl. Kap. 3). «Gutartige» Bots halten sich dabei an die Robot Exclusion Standards, mit denen Serverbetreiber das Verhalten eines Bots in Grenzen beeinflussen können. «Bösartige» Bots werden beispielsweise zum Sammeln von E-Mail-Adressen für Werbezwecke sowie für das massenhafte unautorisierte Kopieren von Webinhalten bis hin zum systematischen Ausspionieren von Softwarelücken von Servern eingesetzt. Kommunizieren Bots untereinander, spricht man von einem Bot-Netz oder Botnet.

5.3 BOTS UND E-ID FÜR AUTOMATISIERTE STROMLIEFERANTENWECHSEL

Digitalisierung ist vor allem in Business to Consumer (B2C) Bereich des Strommarktes wenig bis kaum ausgeprägt (vgl. Oliver Wyman, 2016). In liberalisierten Märkten ist die Wechselquote teilweise noch nach Jahren niedrig; Endkunden bleiben bei ihrem angestammten Versorger, oft auch weil auf der einen Seite Kundenbindungsprogramme aufgesetzt werden und auf der anderen Seite Hemmnisse im Markt nicht konsequent beseitigt werden. Als wirtschaftlich erfolgreich und wettbewerbsfördernd haben sich in geöffneten Märkten Vergleichsportale herauskristallisiert, die Stromtarife für die Endkunden vergleichen (vgl. bspw. SwitchUp GmbH, 2018). Hierfür ist manuell durch den Endkunden noch eine Vielzahl an Informationen einzutragen: wie viel er verbraucht, wo er wohnt, welches sein angestammter Versorger ist, etc. Die Auswertung des Vergleiches der Lieferanten muss der Kunde noch selbst vornehmen. Sollte er einen Wechsel anstreben, so werden ihm Dokumente per Email gesendet, die er ausdrucken, ausfüllen und handschriftlich signieren muss.

In länger liberalisierten Energiemärkten (Strom & Gas), wie demjenigen Grossbritanniens, haben sich automatisierte Wechseldienstleistungen etabliert. So bietet ein Unternehmen eine Dienstleistung auf Basis einer Bot-Lösung an, die den (Strom-/Gas-)Lieferanten für den Endkunden automatisch wechselt, sobald eine gewisse Schwelle für Ersparnisse, z.B. mehr als 50 Britische Pfund pro Jahr, möglich ist (vgl. bspw. Flipper Limited, 2018). Die Bot-Lösung sucht kontinuierlich nach besseren Angeboten für den Endkunden und initiiert einen Wechsel, sobald die definierte Schwelle von Ersparnissen erreicht wird. Um den Vergleich durchführen zu können, werden vorgängig, d. h. bei Anmeldung beim Unternehmen, Authentifizierungsdaten – also Log-Ins – zum derzeitigen Versorger benötigt, um die notwendigen Informationen zu erlangen. Ebenso ein Vertrag, mit dem neuen Lieferanten abschlossen werden können. Der Endkunde kann den Wechsel manuell verhindern. Ein Lieferantenwechsel dauert bis zu 35 Tage; dies inklusive einer 14 tägigen Frist, um den Wechsel rückgängig zu machen. Der Endkunde muss jedoch Zählerstand seiner Elektrizitäts- und/oder Gaszähler selber auslesen, da noch nicht digitalisiert.

5.4 DATENBEREITSTELLUNG UND E-ID FÜR AUTOMATISIERTE WECHSEL

Offensichtlich ist die Dienstleistung von Flipper informationstechnisch schon relativ ausgereift. Auffällig ist jedoch, dass der Endkunde noch immer einiges manuell bzw. analog beitragen muss. Dies liegt zum

einen an der fehlenden Digitalisierung im Bereich der Identität aber vielmehr auch an der fehlenden Digitalisierung im Strommarkt. Folgende Probleme können umrissen werden:

- **Manuelle Anmeldung am Portal**
Endkunden müssen sich an den Portalen der Lieferanten sowie Dienstleistungsunternehmen anmelden, um ihr Profil zu bearbeiten, Informationen bereitzustellen und abzurufen oder Zahlungen zu tätigen.
- **Authentifizierung Endkunde**
Um den Wechsel vom alten Lieferanten zum neuen Lieferanten abzubrechen, ist eine authentifizierte Aktion des Endkunden nötig. Hierzu muss er sich auf der Website des Wechseldienstleisters einloggen und einen bestimmten vertrauenswürdigen Prozess durchlaufen.
- **Manuelle Eingriffe des Endkunden in Prozessschritte des Wechsels**
Die Messpunktbezeichnung ist nicht zentral verfügbar und nicht immer zutreffend mit der zu beliefernden Person verknüpft. Sie muss daher durch den Endkunden selbst herausgesucht und dem Dienstleister bzw. dem neuen Lieferanten angegeben werden. Es entstehen aus offensichtlichen Gründen Fehler, die langwierig und sodann teuer von allen Beteiligten (alter Lieferant, neuer Lieferant, VNB, Bilanzgruppen) zu korrigieren sind. Die Messpunktbezeichnung ist nicht selten falsch erfasst oder nicht verfügbar beim Lieferanten, wodurch die Zuordnung zum neuen Lieferant verunmöglicht wird. Hier muss dann bei den Beteiligten nachgebessert werden. Der letzte Zählerstand muss manuell/analog abgelesen und von Endverbraucher dem neuen Lieferanten angegeben werden. Hier entstehen durch die manuellen Tätigkeiten der Endkunden Fehler. Zudem basiert die Zählerstandsmeldung auf einem Vertrauensverhältnis. Der neue Lieferant hat erst einige Zeit später die Möglichkeit, den Zählerstand selbst durch seine Mitarbeiter zu überprüfen. Fehler hier sind aufwendig zu korrigieren.
- **Halbautomatisierter Datenaustausch zwischen Lieferanten**
Der Datenaustausch zwischen den Lieferanten ist nur halbautomatisiert, weswegen der alte Lieferant oft nochmals separat beim Endkunden nach dem Zählerstand fragt und der Endkunde den Stand meldet. So werden unter Umständen unterschiedliche Messdaten zwischen den Lieferanten ausgetauscht, was zu Abrechnungsfehlern führen kann.

Die **E-ID birgt Effizienzpotential für den Strommarkt** und kann in Verbindung mit intelligenten Messsystemen zur Lösung dieser Probleme beitragen und die Dynamik im Markt wesentlich erhöhen:

- **Einfache Anmeldung an Portalen**
Mit einer E-ID kann die Anmeldung an den Portalen der Lieferanten bzw. an den Portalen der Dienstleister wesentlich einfacher durchgeführt werden. Das belebt den Markt, vereinfacht es doch den Wechsel von Lieferanten und Dienstleistern sowie die notwendige Informationsbeschaffung.
- **Vereinfachte Authentifizierung**
Die Intervention des Endkunden bei einem automatisierten Wechsel könnte durch die E-ID wesentlich vereinfacht werden, da er sich nicht mehr manuell per Log-In aktiv werden muss und die Authentifizierung im Prozess vereinfacht werden kann.
- **Effiziente Datenbereitstellung und einfacher Datenzugang**
Die Messpunktbezeichnung sowie die aktuellen Messdaten (Lastgänge) könnten zentral (z.B. in einem Datahub, vgl. Kap. 7) gespeichert werden. Dort wäre sie mit dem Endkunden sowie der Adresse verknüpft. Ein Datahub mit zentraler Speicherung dieser Daten verspricht – nachdem die Migration und qualitative Prüfung bzw. Korrektur der Daten abgeschlossen ist – einen wesentlichen Mehrwert für die Digitalisierung und Automatisierung der Wechselprozesse. Der

Zugang der Endkunden sowie von ihnen berechtigter Dritter zu diesen Daten könnte am Datahub per E-ID authentifiziert und so organisiert werden, dass dadurch Integrität, Transparenz und Nachvollziehbarkeit gut gewährleistet bleiben.

Die Messpunktbezeichnung und aktuelle Messdaten (Lastgänge) könnten auch dezentral gespeichert mit dem Endkunden und seiner Adresse verknüpft sein⁹. In dieser dezentralen Ordnung muss diese Verknüpfung für den jeweiligen Endkunden, sowie der Vielzahl berechtigter Dritter Marktakteure anhand von einheitlicher IT-Schnittstellen zugänglich gemacht werden. Hierzu könnte der Endkunde die E-ID als Authentifizierung beim Log-In nutzen. Voraussetzung wäre jedoch vereinheitlichte, professionalisierte Systeme und ein vereinheitlichtes Datenaustauschmodell.

- **Automatisierte Ablesung der Zählerstände**

Mit intelligenten Messsystemen sind die Zählerstände automatisiert fernauslesbar. Eine automatisierte Auslesung und Weitersendung des Zählerstandes an den neuen und den alten Lieferanten bedarf aber der aktiven Freigabe des betroffenen Endverbrauchers. Diese könnte einfach durch Verwendung der E-ID erfolgen.

5.5 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Die E-ID ist in der Schweiz noch Zukunftsmusik. Trotzdem kann man schon jetzt und aus Diskussionen zum Datenschutz, zu Konsumentenrechten in der digitalisierten Gesellschaft und zu der Ausgestaltung eines offenen Strommarktes folgendes ableiten:

- **Digitalisierte Identitäten im Energiemarkt**

Wie kann die Nutzung einer staatlich anerkannten E-ID für den Energiemarkt sinnvoll unterstützt werden und welche Rolle kann oder sollte die E-ID beim Daten- und Informationszugang spielen? Wie kann eine branchenweit standardisierte Lösung ermöglicht werden, die es z.B. ermöglicht, nachvollziehbar, transparent und integer Dritten Zugang zu Daten/Informationen zu gewähren und wieder zu entziehen und wie würde diese aussehen?

- **Datenschutz und Sicherheit**

Sind Zertifizierungen hinsichtlich E-ID und Datensicherheitsstandards sinnvoll und welchen Nutzen bringen sie? Wie spielen das DSG, Vorgaben zur E-ID, eine nationale Dateninfrastruktur sowie Vorgaben der EU (DSGVO) in der Energiewirtschaft zusammen und welcher Handlungsbedarf ergibt sich daraus?

- **Effiziente Datenbereitstellung und automatisierte Lieferantenwechsel**

Wie kann national eine effiziente und neutrale Lösung zur Datenbereitstellung organisiert werden, die notwendige Informationen sowie qualitativ hochwertige Daten für die digitale Energiewirtschaft bereitstellt? Welche Rolle kann oder sollte die EID dabei spielen? Welche Fristen für welche relevanten Prozesse sind vor dem Hintergrund der Möglichkeiten von Automation und Digitalisierung, z.B. auf Basis E-ID, im Strommarkt anzustreben? Gibt es Barrieren in der aktuellen Regulierung, die einer weitergehenden Digitalisierung entgegenstehen?

- **Rahmenbedingungen zur geordneten Digitalisierung**

Sind Minimalstandards zur Publikation von Tarifen, etc. nötig, um automatisierte Lösungen und Dienstleistungen zu ermöglichen? Welche Rolle kann und soll Open Data im Energiesektor spielen? Wie könnte eine übergreifende Datenpolitik für die digitalisierte Energiewirtschaft aussehen und wie ist das Verhältnis zum DSG aus?

⁹ Die Speicherung beim VNB sollte schon heute realisiert sein. Wie die Praxis jedoch zeigt, ist die Zuordnung der Messpunkte zu Endverbrauchern und ihren relevanten Gegenparteien im Strommarkt oft falsch.

5.6 FAZIT: ELEKTRONISCHE IDENTITÄT

Die Verfügbarkeit einer E-ID in der Schweiz und ein gut geregelter Datenzugang zusammen mit einem geöffneten Strommarkt unterstützen die Digitalisierung des Strom- und Energiemarktes sowie die Innovation. Die Marktöffnung wird einen Anstoss für eine «Digital Energy Economy» bringen. Es liegt nahe, viele Prozesse, und insbesondere den Lieferantenwechsel, zunehmend zu automatisieren, bilden sie doch nur ein notwendiges «Übel», um das Kosteneinsparpotenzial zu steigern.

Die E-ID bietet für solche und andere Dienstleistungen ein grosses Potenzial, genauso wie für andere «Digital Economies». Nach einer insgesamt positiven gewerteten Vernehmlassung erscheint die nähere Zukunft der E-ID vielversprechend. In diesem Zusammenhang sollte untersucht und diskutiert werden, wie eine E-ID im Strommarkt verankert werden könnte und ob unterstützende Massnahmen sinnvoll sind. Transparenzvorgaben und ein regulatorischer Druck auf Wechselkosten und -fristen, könnten eine Automatisierung und die Verwendung von effizienteren Lösungen, wie z.B. E-ID, forcieren.

Übergeordnete Fragen gilt es derweil zu vertiefen. Im Zusammenhang mit der Digital Energy Economy sollten weitere Grundlagen einer «Datenpolitik» noch aufgearbeitet werden: Wer darf welche Daten, wie und wofür bearbeiten? Wie kann der Datenzugang effizient organisiert werden? Welche Vorgaben sind bezüglich Digital Trust, Datenschutz, Datensicherheit und für mehr digitale Transparenz nötig?



Abbildung 11: Vielversprechendes Potential durch elektronische Identitäten (Quelle: shutterstock).

5.7 LITERATURVERZEICHNIS: ELEKTRONISCHE IDENTITÄT

Bundesamt für Polizei (fedpol) (2016). Elektronische Identität: Bundesrat will den nötigen Rahmen schaffen. URL: https://www.fedpol.admin.ch/fedpol/de/home/aktuell/news/2017/ref_2017-02-22.html#moreinfos-tab-0 [abgerufen am 23.10.2018].

SwissSign Group AG (2018). SwissID. URL: <https://swissid.ch/de> [abgerufen am 20.02.2018].

Bundesamt für Justiz (BJ) (2018). Elektronische Identifizierung (E-ID). URL: <https://www.bj.admin.ch/bj/de/home/staat/gesetzgebung/E-ID.html> [abgerufen am 20.02.2018].

Oliver Wyman (2016). Stand der Digitalisierung in der Energiewirtschaft. Studie.

SwitchUp GmbH (2018). SwitchUp Webseite. URL: www.switchup.de [abgerufen am 23.02.2018].

Flipper Limited (2018). Flipper Webseite. URL: <https://flipper.community/> [abgerufen am 22.02.2018].

6 DIGITAL PLATFORMS

The **platform economy** drives the paradigm shift towards the “**everything as a service (XaaS)**“ business model, where instead of purchasing a product (transaction) the latter is offered as a service for a regular fee (subscription). For the customer that means easy and fast access to a product without the associated maintenance expenses and for the provider a long-time relationship with the customer and additional business prospects by offering him additional bundled services. An example of “mobility as a service” is the SBB Green Class solution (see Schweizerische Bundesbahnen, 2018), where the owner of a special pass is able to travel not only by public transportation, but also by electric car, taxi or bike while being always insured.

6.1 INTRODUCTION: WHAT ARE DIGITAL PLATFORMS?

Platform companies have become economic giants – like Apple, Amazon, Alphabet, Microsoft and Facebook which regularly rank in the top five of public companies with the greatest market capitalization. So what exactly is a platform? The concept of digital platform can have a technological or a business meaning depending on the context in which it is used.

Within the **software development community**, a platform is a **technology framework** upon which applications and processes are developed. Originally, a computing platform described a computer (hardware) and the operating system running software applications specifically developed for it. Nowadays a digital platform is an evolving, i.e. flexible and scalable, IT environment, providing the necessary building blocks to collect, store and analyze data, on top of which company-specific business services can be built and deployed in an agile way. APIs play an important role within platforms, as they enable the exchange of data within the company or with the outside world (see chapter 9).

From a market perspective however, a digital platform is a **business model** that allows multiple participants to connect to it, interact with each other, and create and exchange value (see Pipes to Platforms, s.a.). Business platforms address specific customer needs in completely new ways. By providing standardized interfaces, services can be created by external developers and added to the platform allowing it to expand. By bringing together different user groups like customers, suppliers, partners or even competitors – who build the platform community – business platforms create innovation. Other attributes of platforms are their ability to offer excellent user experience and to scale massively to address millions of consumers without performance degradation. Currently the most successful platforms belong to technology companies, external to the economic sector(s) in which the platform is used and not possessing any of its traditional production assets or products. Their most valuable resource is their large customer base and the data collected about their behavior, which they use to improve the customer experience and offer new services that bind the customer even further to their platform. In doing so they not only further increase their market share and revenues, but they gain a technological advance and reach a critical mass that makes them almost invulnerable to competition.

Digital platforms are accessible from different terminals with an internet connection. The data storage and processing is centralized in a remote, virtual, cloud and physically located in one or more data centers. The figure below sketches the different technology layers which enable platforms, whereas the main underlying concepts are explained in the following paragraphs:

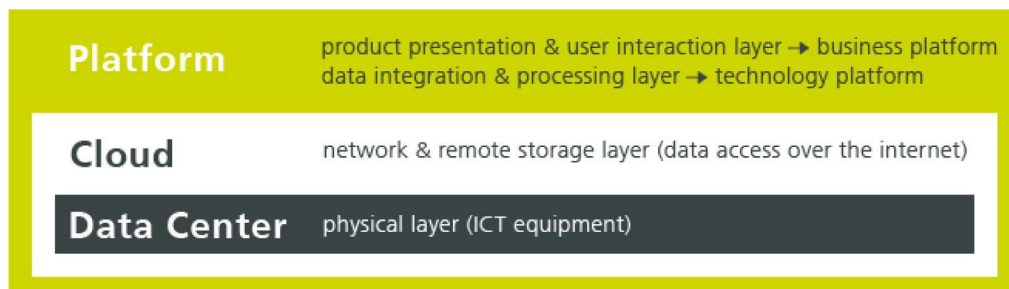


Figure 12: Main technology layers enabling products “as a service”.

6.2 DATA CENTERS

Data centers – physical repositories of platforms – are facilities housing IT and telecommunication **equipment** (servers, storage, network equipment and access, cabling) as well as the **infrastructure** allowing the IT equipment to operate safely (cooling equipment, uninterrupted power supply, generators, environmental controls, restricted physical access, etc.). Data centers are either built for the sole use of a company or as colocation centers, where infrastructure, space and bandwidth are available for rent to customers who operate their own IT equipment.

The world’s largest datacenters, still in construction, consist of several grouped facilities occupying up to 700’000 m² with a capacity of 1’000 MW power and hosting several hundred thousand computers (see Williams 2017). In comparison all Swiss data centers cover a total of 235’000 m² with very few facilities having more than thousand servers (see Institut für Wirtschaftsstudien Basel AG, 2014).

According to the International Energy Agency (IEA) data centers worldwide consumed around 1% of total electricity demand in 2014 and despite a forecasted tripling in data center workloads by 2020, their electricity use is projected to grow only marginally thanks to continued efficiency improvements (see International Energy Agency, 2017). These numbers include consumption of infrastructure for block-chain and cryptocurrencies, but their evolution and impact above 2020 is difficult to predict. In addition the data transmission networks also account for around 1% worldwide electricity demand with uncertain projections depending on efficiency improvement scenarios. A SFOE study estimated the consumption of Swiss data centers to around 3% of total electricity demand with potential savings of up to 50% if efficiency measures are implemented. An EnergieSchweiz information campaign in this area is currently ongoing (see Schweizerischer Verband der Telekommunikation und EnergieSchweiz, s.a.).

6.3 CLOUDS

Cloud computing means storing and accessing data and software over the Internet instead of one’s local computer(s), network and storage. Cloud service providers operate their own data centers and offer a shared pool of configurable computing resources such as computing power, storage, applications and other services, in a pay-as-you-go (i.e. the customer pays for the amount of service he uses) or pay-as-you-grow (i.e. if the customer needs to use more of the service because his business is growing, he pays more) business model. With an online connection, cloud computing is available anytime from anywhere.



Figure 13: Cloud computing (Source Shutterstock)

Over the last few years, companies have increasingly been moving from self-managing their IT infrastructure (owning, configuring and operating) towards “outsourcing” it into the cloud (renting, configuring, using and sharing). From a business perspective that comes with advantages in terms of agility, i.e. the ability to move faster on projects and test out concepts without lengthy procurement processes associated with purchasing hardware equipment and big upfront costs, the ability to scale-up fast in case of success and the possibility to shift costs from capital expenses CAPEX to operating expenses, OPEX.

Because users lose the physical control over their data and the knowledge of the technologies behind the servers, adoption of cloud computing strongly relies on trust and guaranteeing the security and privacy of the cloud data, applications and services. Furthermore the geographical location where the cloud data is hosted is a very important criteria. The ‘Data Center Risk Index Report 2016’ lists 10 factors that can influence the successful operation of a data center, among which the most important are: natural disaster, political stability, ease of doing business and international internet bandwidth (see Cushman & Wakefield, 2016). According to the 2016 report Switzerland ranks 3rd worldwide, just behind Iceland and Norway, making it a very attractive location for data centers.

Companies willing to move to the cloud can choose from several **deployment models** (see National Institute of Standards and Technology, 2011) depending on their business area and strategy:

- **Public cloud**
Owned and operated by a provider and made available for use by the general public. The infrastructure exists on the premises of the cloud provider.
- **Private cloud**
The infrastructure is made available for exclusive use by a single organization. It may be owned and operated by the organization or a third party, on or off premises.

- **Hybrid cloud**

The infrastructure is a composition of separate private and public entities, which are bound together by standardized technology that enables data and application portability.

When operating from a cloud, customers can choose from the following service models (see National Institute of Standards and Technology, 2011; fig. 14, below).

- **Software as a Service (SaaS)**

Internet access to third-party software on a subscription basis. The end user can access from various terminals the provider’s software running on a cloud infrastructure, either through a thin client interface, such as a web browser, or through a dedicated interface. SaaS eliminates the need to install and run software on individual computers, while the maintenance and support are handled by the vendor.

SaaS is the dominant cloud service model in the market. Typical business products are CRM software (Customer Relationship Management, e.g. “Salesforce”) or ERM (Enterprise Resource Management, e.g. “SAP”), but also web analytics platforms, marketing automation tools, and so on. For private users, SaaS are mainly web-based applications (e.g. “Microsoft Office 365”, “Google Drive”) or cloud storage and file sharing tools (e.g. “Dropbox”, “Microsoft OneDrive”).

- **Platform as a Service (PaaS)**

PaaS is the cloud service model for programmers or application developers which allows them to design, develop, test, deploy, manage and update applications without the need for managing the IT environment. Instead, the provider maintains and supports the infrastructure (storage, networking and computing resources) and the necessary software subsystems (e.g. operating systems, middleware, databases, programming languages or libraries). In addition, PaaS can offer sophisticated built-in software tools (pre-coded components) which developers can use on a pay-as-you-go basis. Examples include modules for IoT, big data and analytics, artificial intelligence, blockchain, e-commerce, business intelligence, data warehouse, digital marketing, mobile services etc. Thus allowing organizations to analyze and mine their data, find insights and patterns and predict outcomes to improve product design or business decisions. Microsoft Azure PaaS, Google App Engine and Red Hat OpenShift are examples of PaaS.

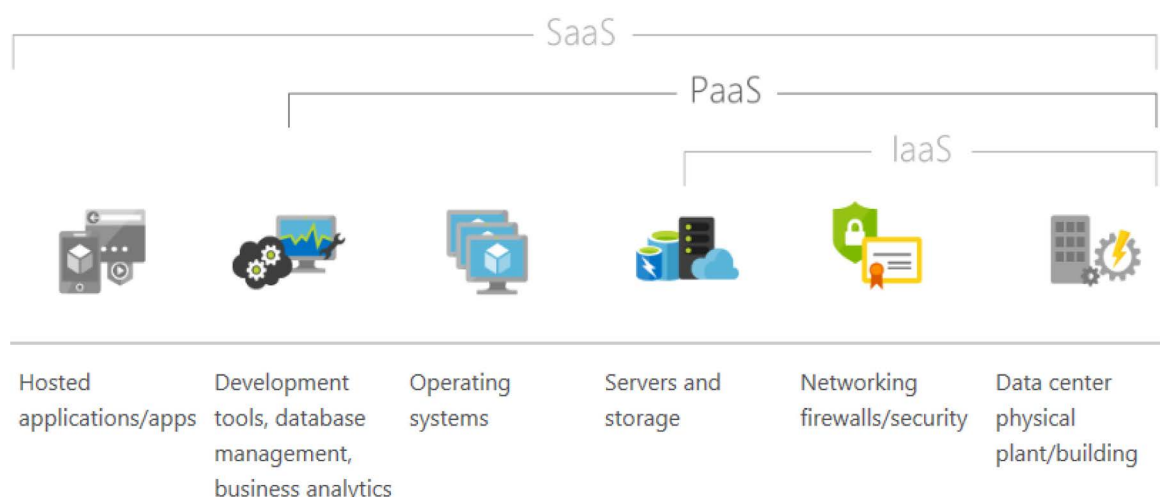


Figure 14: SaaS, PaaS, IaaS cloud services (source Microsoft, 2018).

- **Infrastructure as a Service (IaaS)**

IaaS gives system administrators pay-as-you-go access to storage, networking and computing resources avoiding the upfront expenses associated with setting up and managing an own data

center. The customer is responsible for purchasing, installing, configuring, managing and updating all the software (including operating systems, middleware, and applications) while the cloud service provider manages the infrastructure equipment (servers, storage and network). By using IaaS, the customer can scale up resources to accommodate spikes in demand for their applications then scale resources back down again when activity decreases to save money. The main international IaaS providers are Microsoft Azure, Google Cloud Platform and Amazon Web Services.

6.4 PLATFORMS FOR THE ENERGY SECTOR

So what is the role of platforms in the energy sector? The digital transformation of the electric system is driven by the need to integrate distributed energy resources (such as PV systems, wind generators, heat pumps, batteries, electric vehicles, etc.), to manage multi-directional energy flows in real-time and to support sector coupling, while at the same time increasing overall energy efficiency. So, in parallel to the energy flows, there will be the flow of data necessary for the real-time control of the system. In this context digital platforms may play several distinct roles:

- A framework for operating the smart grid of the future. This requires collecting and aggregating data from Smart Meters and different other sources, processing it (big data analytics, artificial intelligence) and extracting value of it upon which automated grid operation is possible.
- A marketplace for transactions between different players such as utilities, DSOs, TSOs, end-users, prosumers, energy services providers, etc.
- An instrument for utilities to manage their internal processes digitally and the relationship with their customers
- A framework for providing new services in the fields of efficiency, mobility and renewables.

Below is an example of companies that are targeting platform opportunities in the for the energy sector:


| COMPANY | CORE BUSINESS | DESCRIPTION |
|---|---------------|---|
|  | Tech | GAFAs (Google, Apple, Facebook, and Amazon) building customer ecosystems for a broad set of offerings in B2G, IoE, and T2G platforms. |
|  | Telecom | Telcos are increasingly active in IoE, T2G, B2G, Neural Grid, and Smart Cities platforms. |
|  | Oil & Gas | Oil majors are making aggressive moves into retail commodity markets and active in IDER and T2G. |
|  | DER | DER players pursuing large partnership networks to accelerate IDER scale-up. |
|  | Auto | Auto OEMs are focused on targeted expansion into T2G, IDER, B2G, and Smart Cities platforms. |
|  | Energy Retail | Energy retail players offer algorithm-supported retail electricity focused on IDER, TE, and B2G platforms. |

Figure 15: Companies targeting platform opportunities for the energy sector (source Lawrence and Vrins, 2018).¹⁰

¹⁰ (B2G = Building to Grid, T2G= Transportation to Grid, iDER = Integrated Distributed Energy Resources, TE = Transactive Energy, IoE = Internet of Energy).

In Switzerland several companies and start-ups offer cloud-based energy software and services (mainly SaaS). Use-Cases include:

- High-precision simulation and analysis of electricity distribution grids for grid planning and monitoring, prosumer simulation and asset management (see Adaptricity, 2018).
- Predicting the behavior of energy providers' customers, based on Smart Meter and other data analysis (see BenEnergy, 2018).
- Automating sales process, including simulation and optimization of PV-systems (see Eturnity, 2018).
- Monitoring energy efficiency measures and simulating strategic options for smart cities or compiling information relevant for investment decisions for smart grids (see Enersis, 2018).

More generally, numerous business platforms are already a reality and other are in development or in pilot-project stage. For the moment, all are geographically limited to a region or a country, but no doubt the global energy-related platform is "just around the corner". Below are some examples:

- Datahubs (see chapter 7)
- Flexibility market platforms (see chapter 8)
- Demand response platforms or virtual power plants, which aggregate distributed energy resources and offer ancillary services to utilities or grid operators (e.g. ohmconnect.com, tiko.ch)
- Platforms for energy trading, either for institutional players (e.g. enmacc.de, dex.energy, etpa.nl, next-kraftwerke.com) or peer-to-peer for prosumers and energy communities (e.g. change38.ch, quartier-strom.ch, elblox.org, gridx.de, brooklyn.energy)
- Transportation platforms offering electro-mobility as a service (see Juicar, 2018).
- Platforms for trading energy certificates (e.g. buyeco.ch) or for purchasing renewable energy (e.g. mynewenergy.ch).
- Platform for showcasing innovation and networking in the energy sector (e.g. energieloft.de)

6.5 THE "XAAS" FOR THE ENERGY SECTOR

Energy as a Service (EaaS) describes "the comprehensive management of a customer's energy portfolio - including energy assets, operations, and services that span supply, demand, and program management" (Lawrence and Vrins, 2018: 39). By delegating the management of their energy portfolio to third parties, customers leverage the partners' expertise and equipment to simplify their operations, to reduce energy consumption and to improve sustainability. Although this business model is not fully relying on digital platforms, the dissemination of IoT, real-time data analytics and automation is driving their digital transformation. Major equipment manufacturers (e.g. GE, Siemens) offer cloud-based IoT platforms with numerous customizable services, including energy efficiency. Examples of such platforms are Schneider Electric's EcoStruxure (see Schneider Electric, 2018) or Alpiq's Energy AI Platform (see Alpiq, 2018).

"Smart Grid as a Service" and "Smart Energy as a Service" are further emerging concepts that describe services provided by various vendors to utilities, in order to help them take a more flexible approach to business processes, reduce technology risks and costs. Such services include distribution/substation automation, Microgrids, distributed energy resources management, advanced metering infrastructure, demand response, home energy management and analytics. Until now adoption of such "as a service" business models has been very slow due to the conservative nature of utilities but given the complexity of new digital technologies and the lack of the necessary internal competences to develop proprietary solutions, no doubt that they are promised to a bright future.

6.6 CHALLENGES AND OPEN QUESTIONS

As experience from other economic sectors has shown, disruptive business platforms can have unforeseen consequences for the established industry. And once they have reached a critical mass thanks to network effects and economies of scales, platforms can rapidly gain a dominant position and control more stages of the value creation chain. The result is a closed system of hardware, software, services and content which becomes very difficult to challenge or overthrow by competitors. If regulation is inadequate, the following risks can arise:

- Business-relevant information stays in the hands of only a few players.
- Platforms in dominant positions could abuse their customers, e.g. by using unfair business practices or driving up prices, or by fixing discriminating terms and conditions, and so forth.
- The private sphere and informational self-determination are threatened.

Following the example of the EU (see European Parliament, 2017), Switzerland should question to what extent its regulations – specifically in the energy sector which has yet to see the rise of platforms – are suited to deal with triangular business relationships such as those taking place on platforms (where several groups of users engage and different types of transactions take place). More generally, it needs to be analysed if all conditions are in place for fair competition and transparent platform marketplaces. Such questions are relatively new to the European regulating authorities from different sectors. As for energy, this topic has not yet arisen and it is very difficult to take a stand on what to observe and follow. Therefore, it is necessary to monitor the regulation activities for platforms in other sectors and, as time goes by, draw conclusions specifically for the energy sector.

6.7 CONCLUSION: DIGITAL PLATFORMS

Digital platforms are built around data, hence it is important that the regulatory context defines the rules that govern data access, data ownership and the conditions under which data can be used and for what purposes. These considerations have already been discussed in other chapters of this report e.g. Datahubs (chapter 7), API (chapter 9) and Flexibility market platform (chapter 8). A question still open is: where are the data related to the electrical system (from the networks, customers and distributed resources) stored? Given the critical nature of the energy infrastructure, should it be mandatory that the related data are stored in Swiss clouds?

For the moment no global business platform in the energy sector has yet emerged. But it is to expect that with the strong uptake in renewable energy generation (not owned by utilities), the regulatory changes in different countries (increasing liberalization) and the possibilities offered by technology (e.g. peer-to-peer trading through blockchain) competition will soar and new entrants will bring innovative business models to the industry.

6.8 LIST OF REFERENCES: DIGITAL PLATFORMS

- Adaptricity (2018). Main Page. URL: <https://adaptricity.com/> [abgerufen am 25.10.2018].
- Alpiq (2018). Digital Technologies & Innovation. URL: www.alpiq.com/portal/en/digital-commerce/digital-technologies-innovation/ [abgerufen am 25.10.2018].
- BenEnergy (2018). Main Page. URL: www.ben-energy.com/ [abgerufen am 25.10.2018].
- Cushman & Wakefield (2016) Data Centre Risk Index 2016. URL: www.cushmanwakefield.com/en/research-and-insight/2016/data-centre-risk-index-2016/ [abgerufen am 25.10.2018].
- Enersis (2018). Main Page. URL: www.enersis.ch/ [abgerufen am 25.10.2018].
- Eturnity (2018). Main Page. URL: <https://eternity.ch> [abgerufen am 25.10.2018].
- European Parliament (2017). Online Platforms. How to Adapt Regulatory Framework to the Digital Age? URL: [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607323/I-POL_BRI\(2017\)607323_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607323/I-POL_BRI(2017)607323_EN.pdf) [abgerufen am 25.10.2018].
- Institut für Wirtschaftsstudien Basel AG (IWSB) (2014). Rechenzentren in der Schweiz. Energieeffizienz: Stromverbrauch und Effizienzpotenzial. URL: www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_950300590.pdf [abgerufen am 25.10.2018].
- International Energy Agency (IEA) (2017). Digitalization and Energy. URL: www.iea.org/digital/ [abgerufen am 25.10.2018].
- Juicar (2018). Unsere Mission. URL: www.juicar.ch/ueberuns [abgerufen am 25.10.2018].
- Lawrence, Mackinnon and Vrins, Jan (2018). Energy Cloud 4.0. Capturing Business Value through Disruptive Energy Platforms. White Paper. URL: www.navigant.com/insights/energy/2018/energy-cloud-4 [abgerufen am 03.12.2018].
- Microsoft (2018). What is PaaS? Platform as a service. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-paas/> [abgerufen am 25.10.2018].
- National Institute of Standards and Technology (NIST) (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> [abgerufen am 25.10.2018].
- Pipes to Platforms (s.a.). The Platform Stack: For everyone building a platform... and for everyone else. A unifying framework for digital business models. URL: <http://platformed.info/platform-stack/> [abgerufen am 25.10.2018].
- Schneider Electric (2018). EcoStruxure™: IoT-enabled architecture and platform. URL: www.schneider-electric.co.uk/en/work/campaign/innovation/overview.jsp [abgerufen am 25.10.2018].
- Schweizerische Bundesbahnen (SBB) (2018). Warum SBB Green Class? URL: www.sbb.ch/de/abos-billette/abonnemente/greenclass.html [abgerufen am 25.10.2018].
- Schweizerischer Verband der Telekommunikation (asut) und EnergieSchweiz (s.a.). Weniger Strom, mehr Effizienz in Serverräumen und Rechenzentren. URL: www.energieschweiz.ch/rechenzentren [abgerufen am 25.10.2018].
- Williams, Hannah (2017). The biggest data centres in the world, where they are and who owns them. Computerworld UK, 30.08.2017. URL: www.computerworlduk.com/galleries/infrastructure/biggest-data-centres-in-world-3663287/ [abgerufen am 18.08.2018].

7 DATAHUB – PLATTFORM ZUR DATENBEREITSTELLUNG IM STROMMARKT

Der Daten- und Informationsaustausch wird im Strommarkt immer wichtiger. Gerade in einem vollständig geöffneten Strommarkt ist er ein Kernelement für einen funktionierenden und effizienten Wettbewerb. Eine zunehmende Digitalisierung und Automatisierung von komplexen Prozessen ist ebenso auf einen effizient organisierten Daten- und Informationsaustausch angewiesen. Dies zeigen insbesondere auch die Überlegungen zu Big Data-Anwendungen und Machine Learning. Die im Folgenden vorgestellte Plattform zum Datenaustausch und zur -verarbeitung wird Datahub genannt und ermöglicht einen hocheffizienten Daten- und Informationsaustausch und damit eine zunehmende Digitalisierung.

7.1 EINFÜHRUNG – WAS IST EIN DATAHUB?

Unter einem Datahub versteht man eine zentrale Plattform, die die nötigen Daten den Akteuren bereitstellt und Austauschprozesse sicherstellt. Sie fungiert dann als einziger Vermittler zwischen allen Akteuren, z.B. der Stromversorgung. Je nach Ausprägung kann ein Datahub eine Bandbreite von Funktionen ausüben: die zentrale Auslesung der Messgeräte, die Plausibilisierung der Daten, Ersatzwertbildung, die Umsetzung von Wechselprozessen sowie die Stammdatenverwaltung.

Ein derartig organisierter Datahub würde also Daten speichern. Andere Ausgestaltungen mit reduziertem Funktionsumfang müssen die Datenspeicherungsfunktion nicht übernehmen.

Ein zentraler Datahub reduziert die Anzahl an Schnittstellen zwischen den Akteuren und dient als singuläre Anlaufstelle. Dies reduziert Fehler, erhöht die Datenqualität, beschleunigt und vereinfacht die Kommunikation zwischen den Akteuren des Strommarkts. Insgesamt reduziert er die Kosten für die Datenbereitstellung. Aus diesem Grund wurden in vielen europäischen Ländern im Hinblick auf das EU Ziel eines Smart Metering Rollouts bereits Datahubs etabliert (vgl. EU Kommission, 2012).

7.2 DATENAUSTAUSCHPROZESSE IN DER STROMVERSORGUNG

7.2.1 Situation heute – ohne Datahub

Der Austausch von Daten ist heute schon wichtig und wird u.a. im Rahmen einer allfälligen, vollständigen Strommarktliberalisierung noch wichtiger. Die Vielzahl der Akteure, die miteinander kommunizieren müssen, erschwert den Informationsaustausch und treibt die Kosten. Der Schweizer Energiemarkt ist stark fragmentiert; so existieren circa 650 Verteilnetzbetreiber (vgl. Swissgrid, 2016). Sie unterscheiden sich stark bei der Unternehmensgrösse, Kundenzahl und Energiemenge.

Seit dem ersten Schritt der Strommarktöffnung, im Jahr 2009, können nur Grosskunden mit einem Jahresverbrauch von über 100 MWh ihren Stromlieferanten frei wählen. Da für sie feingranulare Messdaten besonders wichtig sind, wurden sie bisher mit Lastgangmessungen ausgerüstet werden. Seit der Inkraftsetzung der Energiestrategie 2050 werden alle Endkunden mit intelligenten Messsystemen (Smart Metering) ausgestattet (vgl. Bundesrat, 2013). Smart Meter weisen einen ähnlichen Funktionsumfang wie Lastgangmessgeräte auf, jedoch bei tieferen Kosten. So werden bis zu 430 Millionen Datenpunkte pro Tag (4,5 Millionen Messpunkte x 96 Messungen pro Tag) anfallen. Intelligente Messsysteme bilden den ersten wichtigen Schritt hin zu einer Digitalisierung der Strommessung.

Das Messwesen wird heute vom durch Verteilnetzbetreiber (VNB) durchgeführt. Jeder Akteur im Strommarkt muss also, wenn er auf Daten angewiesen ist, mit jedem VNB eine Verbindung aufbauen, Schnittstellen betreiben und einen entsprechenden Kommunikationsprozess etablieren müssen. Das ist anfällig für technische Probleme und Abhängigkeiten. So ist die Datenbereitstellung von diversen Problemen

betroffen: Die Datenqualität ist häufig nicht zufriedenstellend. Fehlerhafte Datensätze verursachen Kosten in den nachgelagerten Prozessen, teilweise bei anderen Strommarktteilnehmern. Weiter gibt es Verzögerungen bei der Bereitstellung an sich; vieles erfolgt noch händisch, auch die Nachführung der für Lieferantenwechsel so wichtigen Stammdaten. Die Kommunikation mit den verschiedenen Akteuren muss meist auf den jeweiligen Akteur angepasst werden. Letztlich könnte sogar – aufgrund einer relativ schwachen Entbündelung – über den Prozess der Datenbereitstellung eine gewisse Marktmacht ausgeübt, Wechselprozesse beeinflusst und so Marktbarrieren für Konkurrenten geschaffen werden. Es bestehen diverse Lösungen, um das komplexe System zum Informationsaustausch zu vereinfachen. Diese Lösungen betreffen aber nur meist einen Teil der Akteure; sie sind also immer nur partielle Lösungsansätze. Das derzeitige System ist vereinfacht in Abbildung 16, (unten, linke Seite) dargestellt.

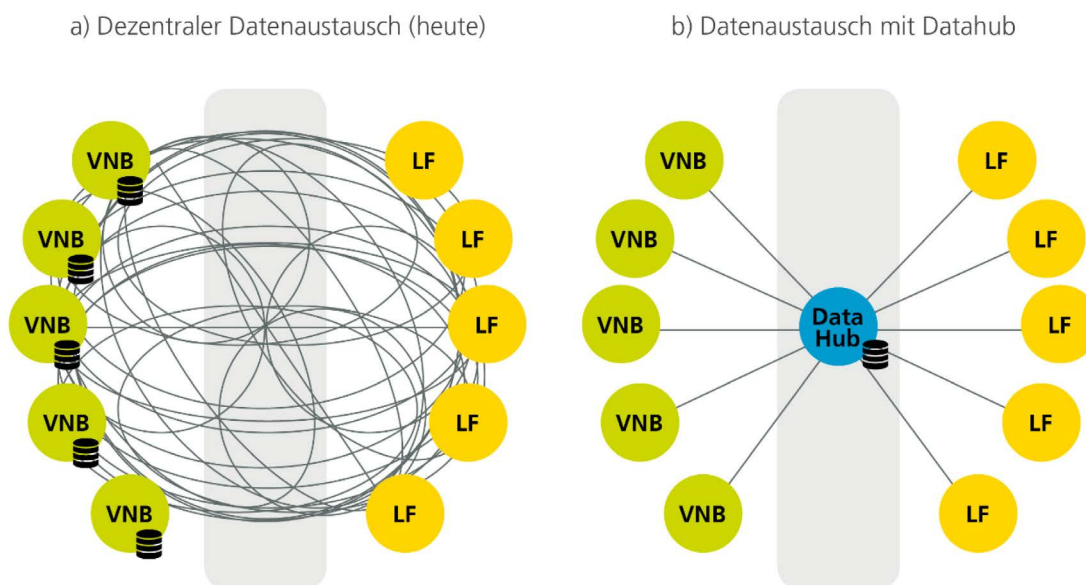


Abbildung 16: a) Dezentraler Datenaustausch, vereinfacht dargestellt. Vereinzelte Teillösungen sind vorstellbar. b) Datenaustausch über einen zentralen Datahub organisiert (verändert übernommen von THEMA Consulting, 2018).

7.2.2 Zukünftige Situation – mit Datahub?

Über eine mögliche Ausgestaltung eines Datahubs wurde in der Schweiz bereits intensiv nachgedacht¹¹. In einer möglichen, derzeit durch einige wenige Unternehmen favorisierten Ausgestaltung würden nur Stammdatenänderungen, Wechselprozesse und Datenweiterleitungen vom Datahub ausgeführt. Andere wichtige Aufgaben der Datenbereitstellung blieben bei den jeweiligen VNB. Viele Nutzen, insbesondere, wenn nicht alle VNB teilnehmen, können so nicht umgesetzt werden. Selbstverständlich ist auch mehr Zentralisierung möglich, wie in der Grundlagenstudie des Bundesamtes für Energie (THEMA Consulting, 2018) dargestellt. Der Datahub könnte sogar viele der bis anhin dezentral durchgeführten Prozesse, wie Ersatzwertbildung oder Plausibilisierung, zentralisiert und automatisiert (beispielsweise mit Machine Learning Algorithmen) durchführen. Auch könnte ein Datenzugangsregister an zentraler Stelle etabliert werden, über das die Verbraucher Marktakteuren und Dritten, die den Verbrauchern einen Mehrwert anbieten, den Zugang ermöglichen oder wieder entziehen. Hierzu könnte die EID

¹¹ Konkret wurde von Branchenseite eine Ausschreibung zum Datahub lanciert. Angestrebt wird momentan eher eine schlanke Datahubstruktur. Bei diesem Vorhaben ist nicht die gesamte Branche, sondern es sind lediglich einige Mitglieder des Vereins Smart Grid Schweiz (VSGS) involviert. Diese decken knapp eine Million der Messpunkte der Schweiz ab (vgl. AWK Group, 2016).

benutzt werden. Insgesamt wird der Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen VNB und Marktakteuren durch einen Datahub stark vereinfacht. Er unterstützt die Reduzierung der Fristen im Datenaustausch indem er das gesamte System vereinfacht und so mehr Automatisierung ermöglicht, wie in Abbildung 16 (oben, rechte Seite) gezeigt.

Solche Datahubs oder Data Clearinghouses sind in anderen Branchen vor allem aus Kostengründen schon lange Standard. So existiert in der Schweiz entsprechendes Konzept im Finanzsektor seit 1987 (vgl. Netcetera AG & SIX Interbank Clearing AG, 2016; sowie in der Telekommunikationsbranche beim Roaming Comfone, 2018).

7.3 MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN / MÖGLICHER NUTZEN EINES DATAHUBS

Kosten und Nutzen wurden detailliert studiert (vgl. THEMA Consulting, 2018). Das Ergebnis ist klar positiv für den Bereich Elektrizität. Dieses wird umso besser, je zentraler die Datenhaltung ausgestaltet wird. Neben dem Strommarkt kann ein Datahub auch auf andere Energieträger ausgeweitet werden, hier ist vor allem der Gas-, aber auch der Wasser- und Wärmemarkt zu nennen. Auf diesen Märkten könnten bzw. werden sich mit grosser Wahrscheinlichkeit ebenfalls digitale Messgeräte etablieren. Die damit einhergehende Datenverarbeitung und -bereitstellung könnte sodann auch für diese Märkte unter Ausnutzung von Synergien zum Elektrizitätsmarkt verbessert werden. Allgemein lassen sich folgenden Nutzen identifizieren (vgl. THEMA Consulting, 2018):

- **Wesentliche Effizienzgewinne und Kostenreduktionen**
Durch die Zentralisierung werden die Prozesskosten gesenkt und der Betrieb im Bereich Datenaustausch wesentlich effizienter. Untersuchungen zeigen Effizienzgewinne von ca. 120 Millionen Franken über sieben Jahre, wenn die Datenbearbeitung ebenfalls zentralisiert, automatisiert und aufgrund sich weiterentwickelnder Algorithmen verbessert wird. Zudem lassen sich unter Umständen Einsparungen in dezentralen Datenbearbeitungssystemen und Betriebskosten der VNB erreichen.
- **Höhere Neutralität und Reduktion von Marktmacht**
Viele der nötigen Prozesse liegen derzeit aber noch vollständig in der Hand der zahlreichen VNB/EVU. Es kann die Frage gestellt werden, inwiefern Wechselprozesse so effizient umgesetzt bzw. ob stattdessen nicht Marktbarrieren aufrechterhalten werden. Sofern die Neutralität und Unabhängigkeit des Datahubs gegeben ist, sind die Datenbereitstellung und sämtliche Akteure interessenfrei. Sie kann somit diskriminierungsfrei und in gleicher Qualität erfolgen. Die Neutralität des Datahubs sorgt zudem dafür, dass allen Akteuren gleichermassen bessere Daten zur Verfügung stehen.
- **Vereinfachte Automatisierung von Prozessen**
Die Durchsetzung von Standards und eine zentrale Schnittstelle vereinfachen eine Automatisierung. Die Automatisierung von Prozessen innerhalb der Wertschöpfungskette eines Marktakteurs kann dann nämlich unabhängig vom Automatisierungsgrad der Gegenseite vorangetrieben werden.
- **Höhere Qualität der (Mess-)Daten**
Ein Datahub sorgt für eine wesentlich bessere Qualität der für den Strommarkt und seine Wechselprozesse so wichtigen Stammdaten. Sofern Messdaten zentral gespeichert werden, kann die Einhaltung von Formaten, Standards und einer qualitativ hochwertigen Datenbearbeitung (Ersatzwerte, etc.) sichergestellt werden. Diese muss nicht mehr dezentral in hundertfacher Ausführung erfolgen. Ebenso wird die Transparenz bezüglich Einhaltung von Fristen und der Häufigkeit von Korrekturen erhöht, was ebenso zur Daten- und Servicequalität beiträgt.

- **Datenschutz und Datensicherheit**

Ein Datahub bietet die Möglichkeit, Datensicherheit und Datenschutz zu professionalisieren. Dadurch wären die Daten aller Kunden mindestens gleich gut geschützt. Dazu gehören auch einheitliche, gehärtete und transparente Geschäftsprozesse, ein Case-Management und die Einhaltung einheitlicher Sicherheitsstandards.

- **Zugangsregister für Dienstleistungsmarkt**

Ein Datahub kann über ein Register der Zugangsberechtigungen zu Stamm- und/oder Messdaten verfügen. Dies erlaubt es Endkunden, Dritten den Zugang zu den eigenen Daten in einfacher Art und Weise zu gewähren und wieder zu entziehen. Das ermöglicht Geschäftsinnovationen, Big Data-Analysen, neue Dienstleistungen und somit weitergehende Digitalisierung.

7.4 ERFAHRUNGEN – BEISPIELE VON DATENPLATTFORMEN IN DER ENERGIEVERSORGUNG

Datahubs sind in Europa inzwischen beinahe Standard. So sind beispielsweise in Belgien, Dänemark, Estland, Grossbritannien, Polen, Portugal, Finnland, Schweden, Italien, Irland, Österreich oder Deutschland Bemühungen um oder Implementierungen von Datahubs vorhanden (vgl. Smart Grid Task Force, 2013). Hierbei ist die genaue Ausgestaltung von Land zu Land teilweise stark unterschiedlich. Es bestehen etwa Unterschiede beim Zentralisierungsgrad, bei der Unabhängigkeit von den Branchenunternehmen und bei den Befugnissen.

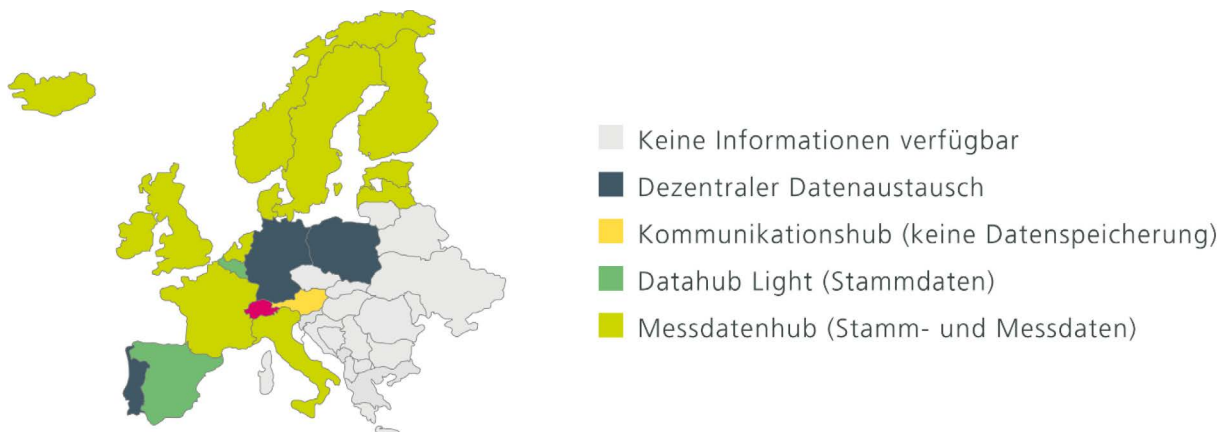


Abbildung 17: Überblick über Datahubs in Europa (Quelle: THEMA Consulting, 2018).

Abbildung 17 (oben) stellt einige Länder und deren Datahub-Varianten dar. In den deutschsprachigen Nachbarländern Österreich und Deutschland ist die Situation eine wesentlich andere als sie sich ansonsten in Europa darstellt. Österreich realisierte 2013 eine Art Datahub, der jedoch keine Daten speichert, sondern nur als ein sogenannter Kommunikationshub agiert. Hier ist nur die die Schnittstelle zur Kommunikation standardisiert. In Österreich wird derzeit jedoch über einen Ausbau der Funktionen des Datahubs aufgrund der bisher positiven Erfahrungen nachgedacht. Deutschland setzt auf ein gänzlich anderes, stark dezentralisiertes Konzept.

7.5 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Grundsätzlich erscheint bei bestehender Regulierung der Betrieb eines Datahubs durch die Stromversorgungsbranche möglich. Offenbar besteht aber wenig Konsens darüber, ob und wie ein **zentraler**

Schweizer Datahub für die Energiewirtschaft organisiert sein sollen, stattdessen bilden sich unterschiedliche Konzepte und parallele Lösungen aus (vgl. THEMA Consulting, 2018). Insbesondere bei der «zentralen Variante» stellen sich jedoch gewisse Fragen, denn solch ein Datahub würde die Rolle eines **Monopolisten** einnehmen. Nachfolgend werden einige wichtige, kritische Punkte skizziert:

- **Neutralität**
Wie kann die Neutralität des Datahubs im Strommarkt sichergestellt werden? Welche Instrumente sind nötig, damit ein seitens der VNB betriebener Datahub unabhängig bleibt? Da die Neutralität des Datahubs vielleicht das wesentlichste Element für seinen Erfolg ist, sollten auch andere Lösungen wie z. B. Privatinvestoren oder öffentlich-rechtliche Rollen geprüft werden.
- **Ausgestaltungsvarianten und Aufgabenspektrum**
Welche Art von Datahub wäre für die Schweiz von Vorteil und wie müsste er aufgebaut sein? Erkenntnisse zeigen, dass mindestens ein Datahub mit einer zentralen Stammdatenspeicherung umgesetzt werden sollte. Eine Speicherung und Bearbeitung von Messdaten von Verbrauchern aber auch von Produzenten kann zudem weitere wesentliche Vorteile bringen. Sofern der Datahub auch Aufgaben im Bereich der Datenbearbeitung übernimmt, ist eine Trennung der Verantwortlichkeiten zu den VNB notwendig.
- **Finanzierung**
Wie soll sich der Datahub finanzieren? Es muss zwischen dem Aufbau des Datahubs und dem Betrieb unterschieden werden, da der Datahub eine fixkostengetriebene Lösung darstellt. Die Finanzierung unterscheidet sich offenkundig je nach Wahl des Eigentümermodells. Nach welchen Kostensätzen wird die Inanspruchnahme eines Datahubs verrechnet und an wen wird diese verrechnet?
- **Rechte und Pflichten**
Es wäre unter zu untersuchen, inwiefern die Nutzung eines Datahubs verpflichtend sein sollte und welche Pflichten der Betreiber des Datahubs zu erfüllen hat. Welche Vorgaben wären bezüglich Datensicherheit, Datenschutz, Einbezug Dritter und Weiterentwicklungen der Infrastruktur notwendig?



7.6 FAZIT: DATAHUB

Internationale Erfahrungen, auch in anderen Sektoren als dem der Energie, und Untersuchungen für die Schweiz zeigen, dass ein Datahub einen wesentlichen Mehrwert in der Stromversorgung, für den Strommarkt und für eine weitergehende Digitalisierung bietet. Er unterstützt Lieferantenwechselprozesse – besonders in einem vollständig geöffneten Strommarkt –, vereinfacht Automatisierungen und Interaktionen in einem teilgeöffneten Messmarkt. Er führt mittelfristig zu Kostensenkungen. Über eine einheitliche Schnittstelle kann eine durch Verbraucher kontrollierbare, automatisierte Datenbereitstellung erfolgen, die so Produktinnovationen, neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen fördert. Insgesamt können Marktbarrieren und Transaktionskosten für die Vielzahl der Marktakteure reduziert werden.

Von einem Datahub in der Schweiz profitieren letztlich die Verbraucher am stärksten: Die Vielfalt von interessanten Produkten nimmt zu und die Kosten sollten in einem geöffneten Markt mit funktionierendem Wettbewerb sinken, können doch Effizienzpotenziale genutzt werden. Falls Produktionsdaten zentral gespeichert werden, profitieren auch Produzenten und andere Marktakteure.

Nicht zuletzt gehören Datahubs international bereits zu Standardlösungen. Hiervon kann die Schweiz profitieren. Eine Implementation von mehreren konkurrierenden Lösungen bzw. konkurrierenden Data-

hubs in der Schweiz ist nicht effizient. Bevor eine Entwicklung in diese Richtung stattfinden kann, müssen jedoch die dafür notwendigen Rahmenbedingungen, insbesondere zur Gewährleistung von Neutralität und Kosteneffizienz geklärt und nötigenfalls angepasst werden.



Abbildung 18: Datahubs. Kernelement für einen funktionierenden und effizienten Wettbewerb (Quelle: shutterstock).

7.7 LITERATURVERZEICHNIS: DATAHUB

- AWK Group (2016). Datahub CH. Drehscheibe für den effizienten Datenaustausch. URL: https://www.awk.ch/docs/Fachartikel/1611_Datahub_CH_Drehscheibe_fuer_den_effizienten_Datenaustausch.pdf?m=1478108981 [abgerufen am 02.12.2016].
- Blockchain Luxembourg SA (2016). Average Confirmation Time. URL: <https://blockchain.info/charts/avg-confirmation-time?timespan=all> [abgerufen am 28.11.2016].
- Bundesrat (2013). Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050. URL: <https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2013/7561.pdf> [abgerufen am 10.09.2018].
- Engerati (2015). Netherlands Smart Meter Rollout Goes Large-Scale. URL: <https://www.engerati.com/article/netherlands-smart-meter-rollout-goes-large-scale> [abgerufen am 28.11.2016].
- EU Kommission (2012). Commission Recommendation of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of Smart Metering systems. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32012H0148> [abgerufen am 10.09.2018].
- PwC (2016): Blockchain – Chance für Energieverbraucher? URL: <https://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/blockchain-chance-fuer-energieverbraucher.pdf> [abgerufen am 10.09.2018].
- Smart Energy GB (2016). Smart energy outlook. August 2016. URL: <https://www.smartenergygb.org/en/-/media/SmartEnergy/essential-documents/essential-documents/english/Smart-Energy-Outlook-August-2016.ashx> [abgerufen am 10.09.2018].
- Smart Grid Task Force (2013). EG3 First Year Report. Options on handling Smart Grids Data. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert_group3_first_year_report.pdf [abgerufen am 10.09.2018].
- Swissgrid (2016). Verteilung. Verteilnetzbetreiber. Laufenburg. URL: <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/reliability/griddata/distribution.html> [abgerufen am 29.11.2016].
- THEMA Consulting (2018). Datahub Schweiz. Kosten-Nutzen-Analyse und regulatorischer Handlungsbedarf. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE). URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_238067292.pdf [abgerufen am 03.12.2018].
- Netcetera AG & SIX Interbank Clearing AG (2016). SIC⁴. Neue SIC-Architektur. URL: <https://www.sic4.info/> [abgerufen am 25.10.2018].
- Comfone (2018). Main Page. URL: <http://www.comfone.com/services/key2roam-platform/key2roam-platform> [abgerufen am 25.10.2018].

8 DIGITALE KOORDINATION IM STROMMARKT: EINSATZ VON FLEXIBILITÄT

Die Energiewelt wird immer dezentraler und fluktuierender. Als Reaktion darauf steigt der Bedarf an sogenannter Flexibilität – oftmals viele kleine Ressourcen, deren Strombezug oder deren Stromeinspeisung gut steuerbar sind, um den Fluktuationen entgegen zu wirken. So tummeln sich zunehmend auch neue Akteure im Energiebereich, die neue Produkte und Dienstleistungen basierend auf dieser Flexibilität unterschiedlichen Nachfragern aus dem Markt- und Netzbereich anbieten. Das lässt die Komplexität eines historisch gewachsenen sowieso schon komplizierten Systems stark ansteigen. Es stellt sich die Frage, wie man mit dieser Komplexität umgeht. Ein Weg kann über digitale Plattformen führen. Sie sind vielseitig einsetzbar und reduzieren Aufwand und Komplexität. Wie solche Plattformen bei der zunehmend notwendig werdenden Koordination von Marktakteuren, Dienstleistern und Netzbetreibern eingesetzt werden können, wird im Folgenden am Beispiel der Nutzung von Flexibilität skizziert.

8.1 EINFÜHRUNG

8.1.1 Was ist Flexibilität?

Als Flexibilität wird eine kontrolliert gesteuerte Einspeisung in oder eine Ausspeisung aus dem elektrischen Netz bezeichnet. Flexibilität wird seit langem bei zentralen Kraftwerken genutzt, um deren Produktion für unterschiedliche Strommarktprodukte (u.a. Systemdienstleistungen) anzupassen. Aufgrund des Technologiefortschritts und Marktopportunitäten erfahren viele Kraftwerke derzeit ein „Upgrade“, das ihre Steuerbarkeit verbessert. Die Nutzung von dezentraler Flexibilität wird erst durch eine fortschreitende Digitalisierung möglich, die intelligente, zeitlich hochaufgelöste und schnelle Steuerungen vieler auch sehr kleinteiliger Ressourcen ermöglicht. So können wirtschaftliche Mehrwerte dezentraler Produktion jeglicher Art (Wärme-Kraftkopplung, Photovoltaik, Windkraft, etc.) oder des Verbrauchs erzielt werden. Flexibilität des Verbrauchs wird auch unter dem Begriff Demand Side Management subsumiert. Elektrische Speicher nehmen eine hybride Rolle ein (steuerbare Ein- sowie Ausspeisung).

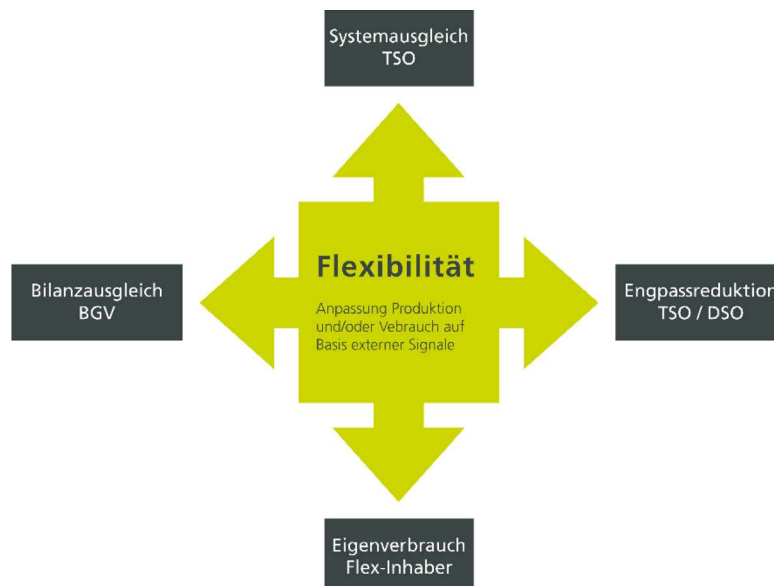


Abbildung 19: Exemplarische Anwendungsfälle für Flexibilität (TSO: Übertragungsnetzbetreiber; DSO: Verteilnetzbetreiber; BGV: Bilanzgruppenverantwortlicher).

Die Flexibilität nimmt in einem Stromversorgungssystem, das zunehmend auf dezentralen, dargebotsabhängigen, nicht vollständig planbaren Stromquellen basiert, eine bedeutendere Rolle ein. Das grösste Potential liegt bei grösseren Verbrauchern wie Warmwasserboilern, Wärmepumpen, Elektromobilen, etc., welche auch eine Schnittstelle zu den Sektoren Wärme und Mobilität bilden. Entsprechend wird Sektorkopplung zunehmend thematisiert.

Flexibilität kann unterschiedlich genutzt werden, u. a. für: Endkonsumenten-Applikationen (Optimierung von Lastspitzen und falls möglich Eigenverbrauch), das Stromnetz (Engpassreduktion), das Gesamtsystem (Systemdienstleistungen SDL) oder den Strommarkt (Stromgebote, Bilanzausgleich). Die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten führen zu Fragestellungen wie die Koordination der betroffenen Akteure, insbesondere bei Mehrfachnutzung der betroffenen Ressourcen, erfolgen soll?

8.1.2 Was ist eine TSO - DSO Koordination; warum ist sie digital?

Der Betrieb des Übertragungsnetzes und der unterliegenden Verteilnetze wird zunehmend komplizierter und herausfordernder. Eine unabhängige bzw. «gekapselte» Betrachtung von Übertragungsnetz und Verteilnetzen wie bisher wird nicht mehr ausreichend sein. Die Nutzung von Flexibilität akzentuiert ganz wesentlich die sowieso schon bestehenden Herausforderungen. Die Herausforderungen im Betrieb können u.a. über eine engere Koordination der Netzbetreiber gelöst werden. Diese Koordination ist nur lösbar über eine zunehmende Digitalisierung der Prozesse sowie des Daten- und Informationsaustausch und über Automatisierung.

Die Guideline System Operation (SO) (vgl. ENTSO-E 2017a) der Network Codes hält Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB bzw. TSO) und Verteilnetzbetreiber (VNB bzw. DSO) an, noch mehr und detailliertere Informationen auszutauschen, um die Sicherheit in der Systemführung insgesamt zu verbessern. Dies ist auch eine Vorgabe für mehr Digitalisierung zwischen ÜNB und VNB. Der Bedarf für eine Koordination von ÜNB, VNB und anderen Akteuren zur effektiven Nutzung von Flexibilität bei gleichbleibender Netzsicherheit wird deshalb im Folgenden als ein spezifisches Beispiel für die Digitalisierung, Automatisierung und einen verbesserten Datenzugang herangezogen. Die Smart Grid Roadmap hatte erstmalig diesen Koordinations- und gegenseitigen Informationsbedarf zwischen Netz- (ÜNB und VNB) und Marktakteuren insbesondere bei der Flexibilitätsnutzung identifiziert (vgl. Bundesamt für Energie, 2015). Wesentliche Nutzen von Flexibilität sind a) bei der Erhaltung der Systembilanz (Systemdienstleistungen SDL) sowie b) bei der Engpassbewirtschaftung im Netz zu verorten und konnten quantifiziert werden (vgl. Mennel et al., 2015).

Eine Beschaffung für SDL umfasst Vorlaufzeiten der Kontrahierung (Lead Times), die derzeit weiter verkürzt werden, um mehr Flexibilität an Märkten zu nutzen (vgl. Swissgrid, 2018). Am Markt werden also schon die notwendigen Anpassungen der Rahmenbedingungen getroffen. Auf Seitens des Netzbetriebs besteht noch Handlungsbedarf. Wie die Beschaffung von Flexibilität für VNB Belange organisiert werden soll ist bis anhin offen. Ebenso unbekannt ist, wie die Prozesse der Beschaffung mindestens zwischen ÜNB und VNB koordiniert sein müssen damit klar ist, wie viel Flexibilität in welcher Region für den jeweiligen Akteur zur Verfügung steht und welche Auswirkungen dies auf die Netze hat. Doch auch andere Akteure müssen wohl in eine derartige Koordination eingebunden werden. Folgendes Beispiel soll dies veranschaulichen:

Beispiel: Flexibilität für SDL reduziert die nutzbare Flexibilität für den VNB, in dessen Verteilnetz sich diese befindet. Der VNB muss daher wissen, dass diese Ressourcen für einen Zugriff seinerseits nicht bereitstehen. Der Abruf für SDL hat ebenso Auswirkungen auf VNB. Er führt unter Umständen zu Leistungsspitzen betroffenen Verteilnetz. Schlimmstenfalls führt der Einsatz zu lokalen Überbelastungen des Verteilnetzes.

Überlegungen bezüglich einer digitalen Koordinationsplattform sind in Abbildung 20 (unten) dargestellt. Zur koordinierten Beschaffung von Flexibilität müssen verschiedene Informationen wie Ort (GIS Information), Kapazität (Leistung) und Energiemenge, Einsatzdauer, Stammdaten (zugehöriger Bilanzgruppenverantwortliche (BGV), Lieferant, VNB, Messpunktnummer, etc.) sowie Preis den ÜNB und VNB zur Verfügung gestellt werden. Dies könnte über Flexibility Service Provider (FSP) und eine Plattform (gelb) geschehen. ÜNB und VNB müssen technische Netzrestriktionen bestimmen und auf die Plattform einspeisen (vgl. ENTSO-E, 2017b).

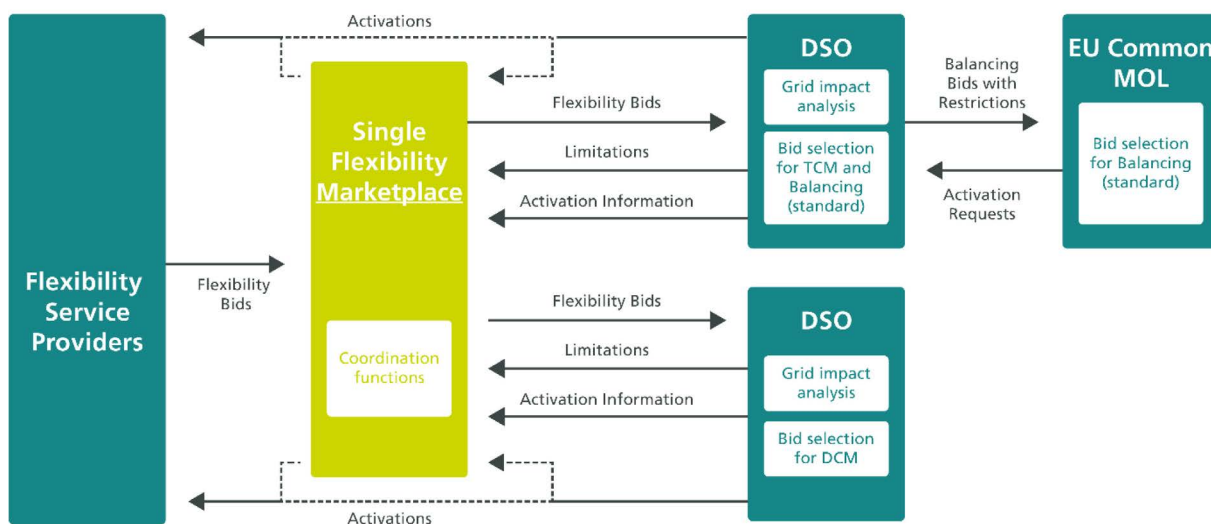


Abbildung 20: Digitale Plattform zur Nutzung der Flexibilität durch Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber vor dem Hintergrund eines TSO-DSO Modells für Systemdienstleistungen (Quelle: ENTSO-E, 2017b).

Die Komplexität wird noch dadurch erhöht, dass die dem ÜNB für SDL angebotene Flexibilität in einen europäischen Beschaffungsprozess für SDL integriert wird. Sie kann somit auch grenzübergreifend entsprechend den Balancing (BAL) Network Code genutzt werden (vgl. ENTSO-E, 2017c). Perspektivisch sind bei der Entwicklung solcher digitalen Koordinationsplattformen die Network Codes der VNB-Entität (vgl. Europäische Kommission, 2017) zu berücksichtigen, welche voraussichtlich Datenformate, Fristen, Qualitäten und Prozesse aufgreifen werden.

8.2 DIE BEDEUTUNG VON DATEN UND DATENZUGANG ZUR FLEX-NUTZUNG

Eine hohe Verfügbarkeit von verlässlichen, fehlerfreien Daten und effizient organisierte und hoch standardisierte Informationsaustauschprozesse (allgemein Datenzugang) sind grundlegend für eine digitale Lösung zur Koordination der Akteure. Zu diesem Schluss kommt auch die ENTSO-E mit den europäischen VNB-Organisationen (vgl. ENTSO-E, CEDEC, EDSO, eurelectric und GEODE, 2016). Allerdings müssen Art der Informationen und Adressaten in den spezifischen Anwendungsfällen noch bestimmt werden.

Es liegt nahe, dass auch andere Akteure wie Lieferanten, BGV, FSP und Dienstleister betroffen sein werden und in den Informationsaustausch integriert werden müssen. Welche Daten bezüglich zu verteilen sind und an wen diese gehen, ist zu klären. Da die Flexibilitätsnutzungen die Abrechnung zwischen Akteuren betreffen, sind auch Messdaten wichtig. Welche zeitliche Auflösung sie aufweisen müssen, insbesondere um die nötigen Bilanzierungs- und Abrechnungsprozesse durchführen, muss noch ermittelt werden. Auch dies hängt vom Nutzungsfall der Flexibilität (geht es um SDL oder um ein Engpassmanagement) ab. Offensichtlich ist jedoch, dass der Datenzugang möglichst neutral, einheitlich

und automatisiert organisiert sein sollte damit die Akteure in der Lage sind, die Informationen entsprechend schnell zu verarbeiten und Entscheidungen zu treffen (ENTSO-E, 2017c). Verschiedene Lösungsansätze sind dabei denkbar (vgl. bspw. Kap. 7: «Datahub» oder Kap. 9: «API»).

Die Rolle von Smart Grids im Bereich der ÜNB-VNB Koordination bei der Flexibilitätsnutzung darf keinesfalls vernachlässigt. In einer ersten Phase mit wenig Flexibilitätsnutzung werden die Netze in der überwiegenden Zahl dies bewältigen können. Sobald die Netze aber an ihre Grenzen stossen, sind mehr Informationen notwendig, damit VNB und ÜNB prognostizieren können, wo und wann sie einen Engpass im Netz erwarten müssen. Diese Informationen müssen sie dann in die Flexibilitätsbeschaffung und ÜNB-VNB Koordination integrieren. Zur Erkennung der Engpässe sind mehr Sensorik, Datenverarbeitung und verbesserte Analysefähigkeiten erforderlich (vgl. Kap. 3). Nur so lässt sich herausfinden, welche Flexibilitätsressource für die entsprechend lokalen Herausforderungen im Netz am besten geeignet ist bzw. welcher fremdbestimmte Einsatz zu Netzproblemen führt.

8.3 ERSTE REGULIERUNGSANSÄTZE DER EU ZUR KOORDINATION UND BEIM DATENZUGANG

Die EU hat die Bedeutung des Datenzugangs für eine effiziente Flexibilitätsnutzung erkannt. So beinhaltet des Clean Energy for all Europeans Package (CEP) in seiner Strommarktrichtlinie (SMR) (vgl. Europäische Kommission, 2017) eine Anzahl entsprechender, neuer Rahmenbedingungen, die zudem zu einer Aktivierung der Endkunden führen sollen. Gemäss Artikel 23 sollen die Mitgliedstaaten Regeln für den Datenaustausch festlegen und dabei die Parteien angeben, die Zugang zu den Endkundendaten erhalten können. Zu diesen Daten zählen alle Mess- und Verbrauchsdaten sowie die für einen Anbieterwechsel erforderlichen Daten. Zu den berechtigten Parteien gehören mindestens Endkunden, Lieferanten, ÜNB, VNB, Aggregatoren und andere Energiedienstleistungsunternehmen. Die Verwaltung der Daten soll effizient den Zugang und Austausch sicherstellen, sie soll diskriminierungsfrei sein und den berechtigten Parteien gleichzeitig bereitgestellt werden. Besonders wichtig hierbei ist, dass Endkunden aktiv ihre Zustimmung zur Weiterverwendung geben und wieder entziehen können sollen. Damit der Wettbewerb besser spielen kann, eine Standardisierung und Automatisierung stattfinden und die Verwaltungskosten längerfristig sinken, sollen die Datenformate, welche zwischen den Akteuren ausgetauscht werden europaweit durch die Europäische Kommission vereinheitlicht werden (Art. 24).

Die Regulierungsansätze bestimmen weder, wer für die Datenbereitstellung verantwortlich noch wie diese organisiert ist. Die KOM sieht für die Datenbereitstellung besondere Vorgaben vor und würdigt so, dass meist der nicht unbedingt vollständig entbündelte VNB in der EU für die Datenbereitstellung verantwortlich ist. In Artikel 34 der SMR wird sodann festgehalten, dass sofern der VNB im Rahmen der Smart Meter Einführung für die Datenverwaltung verantwortlich ist, die Mitgliedstaaten mit Regulierungen dafür Sorge tragen, dass die vertikal integrierten Unternehmen keinen z. B. gegenüber FSPs privilegierten Datenzugang erhalten.

Schliesslich umfasst die SMR in Artikel 32 einen Regulierungsrahmen für Verteilnetzbetreiber zur Nutzung von Flexibilität. Hierzu hält die Verordnung für den Binnenmarkt für Elektrizität (vgl. Europäische Kommission, 2017b) unter anderem die Verwendung von Flexibilität für Kurzfristmärkte oder für Regelenergiemärkte explizit fest.

Insbesondere angemerkt sei ferner, dass den VNB in Art. 53 die Aufgabe anheim gelegt wird, sich mit den ÜNB bezüglich dem Flexibilitätseinsatz zu koordinieren und die entsprechenden Daten auszutauschen, damit diese Ressourcen beiden Netzen zu Gute kommen können. So sind denn insbesondere Art. 23 und 24 in diesem Verhältnis zu sehen.

8.4 AKTUELLE ANSÄTZE FÜR DIGITALE KOORDINATIONSPLATTFORMEN

Derzeit existiert in Europa kein etablierter Mechanismus, der es erlaubt, den Einsatz von Flexibilitätsressourcen optimal zwischen den Akteuren zu koordinieren - für marktdienliche, systemdienliche und netzdienliche Einsätze. In Frankreich ermöglicht ein durch den ÜNB betriebener Ansatz den Einsatz von Nachfrageflexibilität auf dem Kapazitätsmarkt jedoch ohne Berücksichtigung des Verteilnetzes (vgl. Le réseau de transport d'électricité, 2012). In Deutschland wird im Rahmen des regionalen Pilot- und Demonstrationsprogrammes SINTEG unter anderem eine digitale Plattform (enera) entwickelt (vgl. BMWi, 2018). Sie soll die Digitalisierung der Energieversorgung ermöglichen und die Koordination zwischen Verteilnetz, Übertragungsnetz und Markt sicherstellen. Die Ergebnisse sollen als Grundlage zur weiteren Ausgestaltung des EnWG verwendet werden. Darüber hinaus gibt es in Europa noch weitere innovative Ansätze, die versuchen, im Rahmen digitaler Plattformen, die Herausforderungen der Flexibilitätskoordination zu lösen (vgl. de Heer und van den Reek, 2018). Welche Vor- und Nachteile die Ansätze im Detail bieten und welcher sich schliesslich durchsetzen wird, muss die Zukunft zeigen.

In der Schweiz wird schon seit längerem Flexibilität für den Regelenergiemarkt (SDL) eingesetzt. Eine Koordination mit den Verteilnetzbetreibern ist, selbst nach längerer Diskussion, nur lose etabliert worden. Beim derzeitigen Flexibilitätseinsatz werden die Auswirkung auf das lokale Verteilnetz, z.B. Lastspitzen vernachlässigt; ebenso bestehen andere Schwächen (vgl. VSE/ASE, 2013). Sobald sich neue Anwendungsfälle herausbilden, wie z. B. Engpassmanagement (vgl. Forschungsstelle Nachhaltige Energie- und Wasserversorgung Universität Basel und Forschungsstelle Energienetze ETHZ, 2018), die aufgrund intensiverer Nutzungsmuster, z. B. längere Einsatzdauern, mehr Auswirkungen auf das Verteilnetz und die Strommarktprozesse haben, wird sich ein Handlungsbedarf akzentuieren.

A global market...

| EU XBID EPEX | Bid | | Ask | |
|----------------|-----|-------|-------|-----|
| | Qty | Price | Price | Qty |
| CH: 03:00 | 10 | 32 | 33 | 25 |
| CH: 03:00 | 3 | 31 | 34 | 5 |
| CH: 03:00 | 8 | 30 | 35 | 1 |
| CH: 03:00 | 7 | 29 | 38 | 4 |



In parallel with...

| Local Market 4 | Bid | Ask | | |
|-------------------|-----|-------|-------|-----|
| Local Market 3 | Bid | Ask | | |
| Local Market 2 | Bid | Ask | | |
| Local Market 1 | Bid | Ask | | |
| Product | Qty | Price | Price | Qty |
| CH: 03:00 | 10 | 42 | 43 | 25 |
| CH: 03:00 Local 1 | 3 | 30 | 50 | 5 |
| CH: 03:00 Local 1 | 8 | 27 | 55 | 1 |
| CH: 03:00 Local 1 | 7 | 21 | 58 | 4 |



«On-demand» local markets

Der Schluss, dass auch in der Schweiz eine digital organisierte Plattform für den ÜNB-VNB Koordinationsmechanismus notwendig sein wird liegt nahe. Hierzu ist ein effizient und neutral organisierter Datenaustausch eine wichtige Grundlage; z. B. in Form oder im Zusammenspiel mit einem Datahub. Die Organisation des Datenaustausches zur Flexibilitätsnutzung sollte möglichst Synergien mit den Lösungen des Datenaustausches für Wechselprozesse oder dem Zugang der Endkunden zu ihren (Verbrauchs-)Daten heben, um Kosten zu sparen.

Abbildung 21: Regionale Flexibilitätsmärkte auf Basis von Locational Order Books (LOK) (Quelle: verändert übernommen von de Heer und van den Reek, 2018: 14).



Abbildung 22: ÜNB und VNB Koordination über Locational Order Books von ÜNB und VNB (Quelle: verändert übernommen von EPEX SPOT, 2018).

Derzeit erscheint insbesondere ein Ansatz interessant, bei dem es um die Verbindung von nationalen Märkten mit neu zu schaffenden regionalen Ansätzen geht. Letztere werden durch ÜNB und VNB gemeinsam koordiniert. Das Konzept sieht vor, dass man aufgrund von Netzrestriktionen, die dem ÜNB vorgängig aufgrund seiner Planungen und Analysen bekannt sind, den nationalen Markt für Flexibilität in regional unterteilt und somit die Engpässe koordiniert angeht. Innerhalb der Regionen werden dann sogenannte Locational Order Books gebildet. Diese müssen mit gewissen Informationen über die Flexibilität für ÜNB und VNB versehen werden, damit ÜNB und VNB die Auswirkungen eines Einsatzes in ihrem Netz abbilden und sich beim Einsatz koordinieren können. Dazu müssen die Eckdaten des Flexibilitätseinsatzes (Ort, Zeit, Dauer, Kapazität, Ein- / Ausspeisung) bekannt sein.

8.5 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF IM BEREICH VON FLEXIBILITÄTSEINSATZ UND DER ÜNB-VNB KOORDINATION

Es erscheint derzeit unbestritten, dass Flexibilität im zukünftigen System eine wichtigere Rolle spielen wird und dass sie dort eingesetzt werden sollte, wo dies am effizientesten ist: für das Netz oder für den Energiemarkt. Es gibt noch keine Projekte in der Schweiz, die sich damit beschäftigen, die fehlerbehafteten Prozesse der Flexibilitätsnutzung und die Koordination der Akteure systemisch weiter zu entwickeln. Die Möglichkeiten fortschreitender Digitalisierung zur Verbesserung des Datenaustausches, der grundlegenden Prozesse zur Bewirtschaftung der Flexibilität und der Koordination zwischen betroffenen Akteure werden noch nicht ausgeschöpft.

Da grundsätzlich digitale Technologien zur Prozessoptimierung schon verfügbar sind, erscheint es sinnvoll weitere Herausforderungen in der Praxis zu identifizieren. Das kann über das Pilot- und Demonstrations- und Leuchtturmprogramm des BFE – ähnlich dem SINTEG Programm – erfolgen. So können Lehren hinsichtlich Datenverwendung, -bereitstellung, -bearbeitung, Systemintegration, Kommunikation und Koordination gezogen werden. Da eine Vielzahl an Akteuren von einer Koordination betroffen ist, erscheint es wertvoll, die Koordinationsprozessansätze, die Anwendungsfälle, Daten und Schnittstellen im Rahmen vorab zu thematisieren, abzugrenzen und entsprechend Pilot-, Demonstrations- oder Leuchtturmprojekte (PDL) zu lancieren.

8.6 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Der regulatorische Rahmen für eine marktdienliche, netzdienliche und systemdienliche Nutzung von Flexibilität wurde bereits mit der Energiestrategie 2050 gesteckt, indem erste Grundregeln zu den technischen Aspekten der Flexibilitätsnutzung, nämlich intelligenten Steuerungen und Regelungen erlassen

wurden. Die Umsetzung dieser Regeln im Zusammenhang mit der Smart Meter Einführung forciert die Digitalisierung im Strombereich. Die Revision StromVG wird die Rahmenbedingungen für eine Nutzung der Flexibilität noch einmal verbessern: Die VNB werden dazu angehalten, Flexibilität anstatt Netzausbau zu nutzen, weitere Möglichkeiten der Flexibilitätsnutzung für das Netz werden eingeführt (Einspeisemanagement) und Transparenzinstrumente geschaffen.

Es erscheint derzeit keine Erkenntnisse für regulatorische Massnahmen über diejenigen der Revision des StromVG zu bestehen. Allenfalls aus der praktischen Umsetzung einer verbesserten Koordination könnte sich noch Bedarf herauskristallisieren, der dann zu bearbeiten wäre. Mittelfristig stellen sich allenfalls Fragen zu Anreizen der Flexibilitätsnutzung für das Netz und einer fortschreitenden Digitalisierung, die in der derzeitigen Cost+ Regulierung nicht unbedingt ausgeprägt sind (vgl. e-bridge, 2016). So könnte perspektivisch über Anreize nachgedacht werden, die eine fortschreitende Digitalisierung und Effizienzerhöhung in der Stromversorgung besser unterstützen (vgl. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2018).

8.7 FAZIT: FLEXIBILITÄT

Flexibilität und deren Nutzung im Stromversorgungssystem sind keine theoretischen Ansätze mehr, sondern Realität. Ihre Anwendung ist bisher grösstenteils auf den Regelenergiemarkt des ÜNB beschränkt. Absehbar ist, dass Flexibilität zunehmend für die Netze (Smart Grids) eingesetzt werden wird. Weitere Anwendungsfälle könnten sich auf dem Strommarkt, z. B. Intraday oder für Ausgleichsenergie, ergeben. In der Planung und im Betrieb der Netze und in der Abstimmung mit weiteren Akteuren wird der Einsatz von Flexibilität zu neuen Herausforderungen führen. So wird der Koordinationsbedarf zwischen den vielen betroffenen Akteuren ansteigen. Die Koordination wird zu neuen Prozessen zwischen einer Vielzahl von Akteuren führen, was wiederum die Komplexität im Strommarkt nochmals erhöhen wird. Dieser Komplexität kann über Digitalisierung und Automatisierung entgegengewirkt werden. Eine hohe Standardisierung, ein effizient organisierter Datenzugang, z. B. über einen Datahub, und digitale Informationsaustauschprozesse sind Grundlagen für diese Koordination.

Überlegungen dazu, wie die Koordination aussehen muss, welche Daten und Prozesse notwendig sind und wie dies automatisiert werden kann, müssen noch angestellt werden. Eine kommende Marktöffnung bringt zusätzlich Prozessänderungen und andere notwendige Automatisierungen mit sich. Es ist offensichtlich, dass Synergien bei den entsprechend notwendigen Digitalisierungsbestrebungen genutzt werden sollten. Dazu müssen sie jedoch erst herausgearbeitet werden.

Regulatorischen Rahmenbedingungen in der Schweiz zur Nutzung der Flexibilität sind heute schon aufgrund der Energiestrategie 2050 vorhanden und werden in naher Zukunft im Rahmen der Revision des Stromversorgungsgesetzes noch verbessert. Es gilt aber einen Dialog anzustossen, der die Realisierung der durch die Rahmenbedingungen geschaffenen Möglichkeiten unterstützt. Dieser könnte Fragen zur Form und Verfügbarkeit der notwendigen Daten umfassen sowie zur Ausgestaltung der notwendigen Prozesse zur Koordination und einer digitalen Plattform hierzu. Ein Dialog zwischen ÜNB, VNB und Marktakteuren sowie Pilotprojekte könnte zur Lösungsfindung wesentlich beitragen, da offene Fragen und regulatorische Lücken frühzeitig erkannt und zeitgerecht geschlossen werden könnten.

8.8 LITERATURVERZEICHNIS: FLEXIBILITÄT

- BMW (2018). Schaufenster. SINTEG Programm. URL: <https://www.sinteg.de/schaufenster/enera/> [abgerufen am 03.12.2018].
- Bundesamt für Energie (BFE) (2015). Smart Grid Roadmap Schweiz. Wege in die Zukunft der Schweizer Elektrizitätsnetze. <http://www.bfe.admin.ch/smartgrids/> [abgerufen am 03.12.2018].
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) 2017. Digitale Transformation in den Netzsektoren. Aktuelle Entwicklungen und regulatorische Herausforderungen. URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2017/Digitalisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 03.12.2018].
- e-bridge (2016). Smart Grids in der Cost+ Regulierung. 2016. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE. URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_465050676.pdf [abgerufen am 03.12.2018].
- ENTSO-E (2017a). Guideline on Electricity Transmission System Operation. URL: https://electricity.network-codes.eu/network_codes/sys-ops/ [abgerufen am 03.11.2018].
- ENTSO-E (2017b). Distributed Flexibility and the Value of TSO/DSO Cooperation. A Working paper for fostering active customer participation. URL: <https://docstore.entsoe.eu/news-events/announcements/announcements-archive/Pages/News/DISTRIBUTED-FLEXIBILITY-AND-THE-VALUE-OF-TSODSO-COOPERATION.aspx> [abgerufen am 03.12.2018].
- ENTSO-E (2017c). The Electricity Balancing Guideline. URL: https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/ [abgerufen am 03.12.2018].
- ENTSO-E, CEDEC, EDSO, eurelectric und GEODE (2016). TSO-DSO Data Management Report. URL: <https://www.entsoe.eu/2016/07/27/tso-dso-data-management-report/> [abgerufen am 03.12.2018].
- EPEX SPOT SE (2018). Webseite. URL: <http://www.epexspot.com/de/> [abgerufen am 03.12.2018].
- Europäische Kommission (2017a). Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt (Neufassung). URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c7e47f46-faa4-11e6-8a35-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF [abgerufen am 09.07.2018].
- Europäische Kommission (2017b). Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über den Elektrizitätsbinnenmarkt. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9b9d9035-fa9e-11e6-8a35-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_4&format=PDF [abgerufen am 09.07.2018].
- Forschungsstelle Nachhaltige Energie- und Wasserversorgung Universität Basel und Forschungsstelle Energienetze ETHZ (2018). Modellierung der System Adequacy in der Schweiz im Bereich Strom. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE. URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_124393280.pdf [abgerufen am 03.12.2018].
- Heer, Hans de; Reek, Willem van den (2018). White Paper. Flexibility Platforms. Hrsg. von der USEF Foundation. URL: https://www.usef.energy/app/uploads/2018/11/USEF-White-Paper-Flexibility-Platforms-version-1.0_Nov2018.pdf [abgerufen am 03.12.2018].
- Le réseau de transport d'électricité (RTE) (2012). Introduction sur l'effacement. URL: https://clients.rte-france.com/lang/fr/clients_producteurs/services_clients/dispositif_nebef.jsp [abgerufen am 03.12.2018].

Mennel, Tim; Häger, Ulf; Grote, Daniel; Itschert, Lutz; Kays, Jan; Seack, André; Werner, Oliver (2015). Kosten-Nutzen-Analyse einer Ampelmodelllösung für den Strommarkt der Schweiz. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE). URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_423016377.pdf [abgerufen am 03.12.2018].

Swissgrid (2018). Balancing Roadmap Schweiz. URL: <https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/about-us/newsroom/publications/balancing-roadmap-ch-de.pdf> [abgerufen am 03.12.2018].

VSE/ASE (2013). Anbindung von Regelpools an den Schweizer SDL Markt. Branchenempfehlung Strommarkt Schweiz. URL: <https://www.strom.ch/de/metanavigation/download.html#> [abgerufen am 03.12.2018].

9 API: VERNETZUNG VON MASCHINEN

Application Programming Interfaces (APIs) sind weit verbreitet. Mit ihnen findet eine zunehmende Vernetzung von Maschinen statt, die immer neue Möglichkeiten für Automatisierungen, Datenverarbeitungen und Anwendungen schafft. Diese Entwicklung macht auch nicht vor der Energieversorgung und -wirtschaft halt. Wo APIs heute schon Anwendung finden und wie die Perspektiven aussehen, wird im Folgenden skizziert.

9.1 EINFÜHRUNG – WAS IST EINE API?

Eine API ist ein Weg, um Daten und Dienstleistungen gemäss klar definierten, technischen Anforderungen bereitzustellen. In der deutschen Sprache wird der Begriff Programmierschnittstelle verwendet. Er verdeutlicht gut, dass eine API zwei Maschinen oder Computer-Anwendungen ermöglicht, miteinander über ein Netzwerk (meistens das Internet) zu kommunizieren. Die Kommunikation verläuft nach einem Frage-Antwort-Schema. Die Fragen sind in der Struktur zwar vordefiniert, lassen sich aber durch Parameter anpassen bzw. programmieren. Beispielsweise gibt eine API Auskunft über Wasserkraftwerke der Schweiz. Anpassen bzw. programmieren lassen sich in der Frage der Typ oder die installierte Leistung der gesuchten Wasserkraftwerke.

Als Analogie für APIs dient die Sprache für die Verständigung zwischen Menschen. Maschinen nutzen für die Kommunikation untereinander APIs (siehe Abbildung 23).

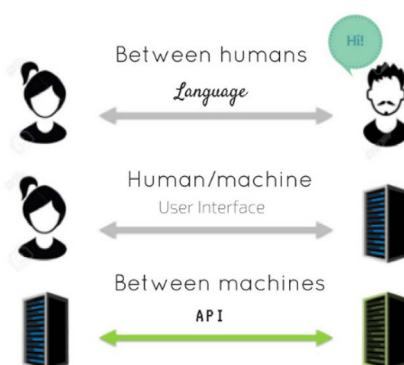


Abbildung 23: Vergleich menschliche Sprache und API für die Kommunikation (Quelle: Dexma, 2016).

Die Bundesgeodateninfrastruktur (BGDI) ist ein gutes Beispiel für eine API. Die BGDI stellt über 600 Geodaten des Bundes der Öffentlichkeit zur Verfügung. Einerseits als Kartenanwendung im Internet (<https://map.geo.admin.ch>) mit einem entsprechenden User Interface für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Andererseits für die Kommunikation zwischen Maschinen als API (<https://api3.geo.admin.ch>) für den direkten Zugriff auf die eigentlichen Daten in den Karten. Damit ermöglicht die API die Entwicklung weiterer externer Anwendungen auf Basis der Daten der BGDI. Eine Hauptfunktion der API ist es, auf räumliche Anfragen mit Information zu antworten, also beispielsweise, ob sich an einer eingesendeten Koordinate eine Gemeinde mit dem Label «Energjestadt» befindet. Genau dieser Anwendungsfall setzt die Webseite www.energiestadtfinder.ch um. Im Beispiel in Abbildung 24 (unten) lokalisiert sich der Nutzende über die Ortungsfunktion seines mobilen Gerätes. Er befindet sich auf dem Bundesplatz (Koordinate 600428, 199489). Die Anwendung sendet im Hintergrund eine Anfrage an die API, welche zurückgibt, dass sich an dieser Position die Energjestadt Bern befindet. Anhand weiterer Datenquellen und APIs könnten nun noch weitere Daten verknüpft werden, beispielsweise zur Bevölkerungsstruktur. Zum Schluss informiert die Anwendung den Nutzenden über das Ergebnis.

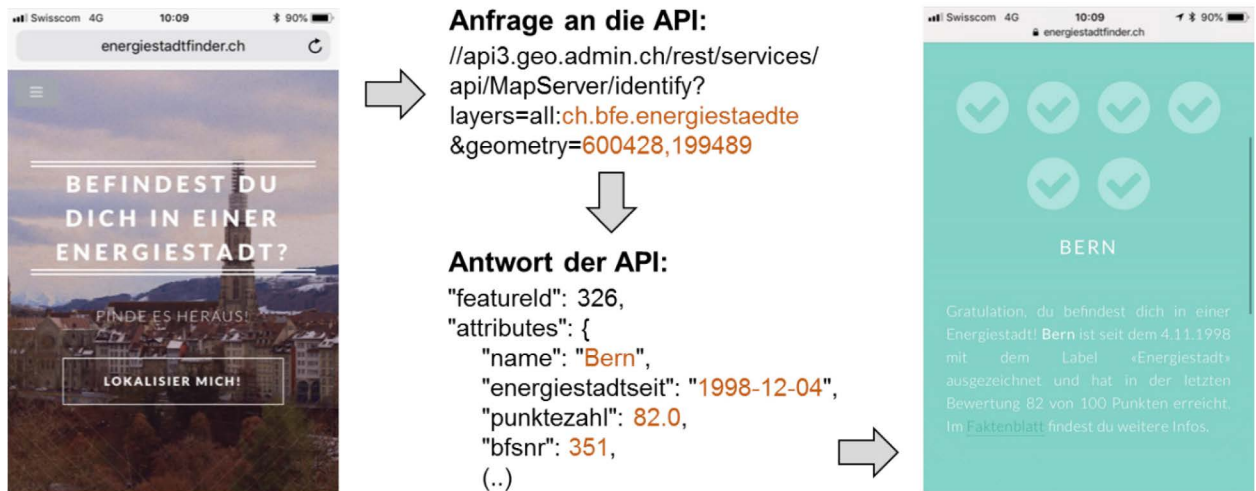


Abbildung 24: Beispiel einer Nutzung der BGDI-API durch die Anwendung www.energiestadtfinder.ch.

Das Beispiel der BGDI-API verdeutlicht die Vorteile von Programmierschnittstellen:

- **Vernetzung von Anwendungen und Plattformen**
 Kunden, Mitarbeitende oder auch Drittentwickler können dank einer API einfach auf die Daten und Dienstleistungen zugreifen und weitere Anwendungen aufbauen. Damit kann die Reichweite der eigenen Daten und Dienstleistungen massiv erweitert werden.
- **Standardisierte Anwendungsfälle**
 Die API deckt klar definierte Anwendungsfälle ab. Der Datenherr definiert also im Voraus, welche Fragen der API gestellt werden können und bildet die Logik für die Auswertung der Daten zur Beantwortung der Frage auf seiner Seite ab. So kann automatisch die korrekte Anwendung der angebotenen Daten oder Dienstleistungen beim Datennutzenden gewährleistet werden.
- **Aktuelle Daten**
 Der Kunde bezieht die Daten dank der API stets aktuell von der Quelle, womit keine redundanten Daten gehalten werden müssen.
- **Modularisierung von IT-Systemen**
 Umfangreiche IT-Systeme sind komplex und aufwändig in der Wartung und Weiterentwicklung. APIs erlauben es, solche Systeme in verschiedene Module aufzutrennen, welche für sich einfacher zu warten sind, in dem sie den Fluss von Daten und Dienstleistungen zwischen diesen Modulen ermöglichen.

APIs sind keine neue Entwicklung und erleichtern die Kommunikation zwischen Anwendungen schon seit Jahren. Jedoch befeuert eine aktuelle Entwicklung den Einsatz von APIs enorm: Noch nie gab es so viele Geräte wie Smartphones, Internet-of-Things-Geräte, Fernseher und sogar Armbanduhren, welche mit dem Internet verbunden sind. Eine Schätzung geht von 20 Milliarden Geräten im Jahre 2020 aus (vgl. Gartner, 2017), Tendenz stark steigend. Die Applikationen (Apps), welche auf diesen Geräten betrieben werden, kommunizieren ständig über das Internet und ihren APIs mit dem Hersteller, anderen Apps oder weiteren Datenquellen. Die Vernetzung aller internetfähigen Geräte basiert im Wesentlichen auf APIs. Eine wichtige Unterscheidung bei APIs betrifft den Nutzerkreis:

- **Private APIs**
 Diese werden für interne Abläufe in Organisationen oder die Zusammenarbeit mit Partnern verwendet. Beispielsweise betreibt die New York Times verschiedene interne APIs, so dass Abteilungen sofort auf Daten anderer Abteilungen zugreifen und diese auswerten können. Diese Lösung für den internen Datenaustausch ist so erfolgreich, dass sich die New York Times sogar

entschloss, die API öffentlich zugänglich zu machen (vgl. New York Times, 2009) und somit die Reichweite für ihre Inhalte weiter zu verbessern. Viele Internet-of-Things-Anwendungen sowie Steuerungen von Geräten durch ihre Hersteller werden ebenfalls so sichergestellt.

- **Public APIs**

Sie sind für die Verwendung durch die breite Öffentlichkeit vorgesehen. Das Akzeptieren der Nutzungsbedingungen reicht für die Verwendung meist aus. Die API der BGD ist beispielsweise eine öffentliche API.

Ob privat oder öffentlich, APIs sind ein Treiber für Innovation. In der Umsetzung relativ kostengünstig, tragen sie innerhalb von Organisationen zur Effizienzsteigerung von Abläufen bei oder ermöglichen den Eintritt in neue Märkte. Es lassen sich gezielte und massgeschneiderte Angebote für Kunden realisieren.

Auch für die öffentliche Hand stellen APIs eine interessante Möglichkeit für die Erbringung von Dienstleistungen dar. Verfolgt beispielsweise eine Verwaltungseinheit das Ziel wichtige Grundlagendaten (bspw. statistische Daten) möglichst zugänglich zu machen, wäre die Bereitstellung einer API für diese Daten ein geeigneter Weg.

9.2 APIS IN UNSEREM ALLTAG

Unser moderner Alltag wäre ohne APIs nicht denkbar. Täglich profitieren wir von zahlreichen APIs ohne es bewusst wahrzunehmen. Smartphone-Apps, die Ticketautomaten der städtischen Verkehrsbetriebe ja sogar moderne Kaffeemaschinen wären ohne APIs nicht möglich. Im Folgenden wird auf einige global besonders bedeutsame APIs eingegangen.

- **Soziale Medien**

Twitter, Facebook und Google+ sind gute Beispiele für Geschäftsmodelle, welche fast komplett auf APIs beruhen. Dank den APIs bilden sich sogenannte Ökosysteme bestehend aus Apps von externen Entwicklern, welche die bestehenden Plattformen der Anbietenden nutzen. Dieses Modell ist für beide Seiten von Vorteil: Der externe Entwickler baut eine App in einem bereits etablierten und breit bekannten Ökosystem, das Ökosystem profitiert durch eine neue App und somit ein neues Angebot für seine Kunden.

- **Analyse von (Personen)Daten**

Die API des sozialen Netzwerkes Facebook geriet beim sogenannten Cambridge-Analytica-Skandal negativ in die Schlagzeilen (Netzpolitik 2018). Über gewisse Applikationen konnte Cambridge Analytica schätzungsweise Zugriff auf über 80 Millionen User-Daten erhalten. Die betroffenen API waren offenbar technisch nicht genügend gegen Datenabflüsse geschützt.

- **Streaming-Dienstleistungen**

Der Erfolg des Streaming-Anbieters Netflix basiert im Wesentlichen auf dessen API-Strategie. Dank der API können Hersteller von Fernsehern, Blu-Ray-Playern, Beamern und anderen Geräte sehr einfach die Netflix-Funktion auf ihren Geräten anbieten und somit ihren Kunden eine gefragte Funktion zur Verfügung stellen.

9.3 APIS IN DER ENERGIEWELT

Schon heute werden viele APIs in der Energiewelt verwendet, mehrheitlich jedoch in unternehmensinternen Prozessen. Sie bieten ein enormes Potential, um Prozesse zu automatisieren, den Datenzugang zu verbessern und so von IoT, Big Data und Machine Learning zu profitieren. Die folgenden Beispiele stellen einige prominente Beispiele für eine Nutzung von API im Energiesektor dar:

- **Cloudbasiertes Management von Smart Meter Daten**

Mit der Einführung von Smart Metern fallen bei den EVU grosse Mengen an digitalen Verbrauchsdaten an. Die notwendige Bearbeitung dieser Daten kann auf Basis einer Cloud-Lösung sichergestellt werden (Siemens 2018a). Die Smart Meter-Daten werden im onlinebasierten Speicherdienst, also in der Cloud, vom Anbieter gespeichert. Dort betreibt der Anbieter ebenfalls die Software für das Management der Daten. Das EVU greift über das Internet auf Software und Daten in der Cloud vom Anbieter zu. Dieses Prinzip nennt sich Software as a Service (SaaS; vgl. Kap. 6). Damit keine Insellösung innerhalb der IT-Landschaft des EVU entsteht und die Daten in anderen Anwendungen verwendet werden können werden diverse APIs eingesetzt (Siemens 2018b).

- **Zugang zu Solarpotentialdaten**

Mit Sonnendach.ch (<http://www.sonnendach.ch/>) bietet das Bundesamt für Energie BFE einen umfangreichen Datensatz zum Solarpotenzial der Schweizer Hausdächer der Öffentlichkeit an. Diese Daten sind auch über die BGDI-API verfügbar und können für weitere Anwendungen wie z.B. das Online-Tool Solarplaner (<https://www.ekz.ch/de/private/strom-produzieren.html>) verwendet werden. Dank den Informationen, die über die BGDI-API bezogen werden, kann ein Projekt einfacher geplant werden, sind doch Informationen über das betreffende Hausdach einfach und digital verfügbar. Eine einfachere Form einer API bietet Sonnendach.ch mit der sogenannten «Einbetten»-Möglichkeit an. Gemeinden können auf einfache Art und Weise Sonnendach.ch auf ihrer Webseite als Kartenanwendung einbetten und somit ihren Bürgerinnen und Bürgern eine Dienstleistung erbringen. Ein Beispiel bietet die Gemeinde Eggersriet (<http://www.eggersriet.ch/de/aktuellesportrait/aktuelles/iframe/>). Die API und die Einbetten-Möglichkeit leisten einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung der Daten.

- **Landkarte der Einspeisevergütungen für Solarstrom**

EnergieSchweiz unterstützt den Verband unabhängiger Energieerzeuger (VESE) bei der schweizweiten Erhebung der Vergütungstarife der EVU für die Einspeisung von Solarstrom und der Weiterentwicklung dieser Erhebung. Dies Einspeisetarife werden auf einer Übersichtskarte auf www.pvtarif.ch dargestellt. Mit den «pvtarif expert mode» steht nun, auf Anregung von EnergieSchweiz, auch eine API der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Sie bietet zwei Anwendungsfälle an: 1) Mittels der Postleitzahl können alle dort tätigen EVU abgefragt werden; 2) Es können für ein EVU die Einspeisetarifdaten bezogen werden.

- **Zugang zu Wetterprognosedaten**

Wettervorhersagen stellen eine wichtige Information für die Steuerung künftiger intelligenter Netze dar und ermöglichen vielfältige Anwendungen im Energiemarkt. Hinsichtlich der Produktion von Solarstrom existiert im Markt ein Solar-Web-Service. Dieser Service stellt Einstrahlungsdaten der letzten 24 Stunden, die Wolkenbewegung der nächsten sechs Stunden und die prognostizierte Einstrahlung der nächsten 72 Stunden über eine API bereit (vgl. Meteotest, 2018). Ein EVU kann die API an die eigenen Systeme anbinden und damit vorausschauend die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen in seinem Netz modellieren. Schlussendlich dient dies der Optimierung der eigenen Produktionsanlagen und des Stromhandels.

9.4 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Unterschiedliche Fragen und Herausforderungen in Bezug auf API und ihre Anwendung im Energiesektor lassen sich identifizieren. Da API ein Werkzeug im Bereich der Kommunikationstechnologie, insbesondere zur Vernetzung von Maschinen, ist, sind diese Fragen ähnlich oder stehen in einem gewissen Verhältnis zu den Themen IoT, Big Data und Machine Learning. Hinsichtlich eines Datahubs bieten sich verschiedene Synergiepotenziale. Spezifisch für die Anwendung und Rolle von API lassen sich folgende Diskussionspunkte identifizieren.

- **Standardisierung**

Für die Vernetzung der Energieinfrastruktur ist nicht nur die Existenz von APIs grundlegend, sondern auch wie diese APIs ausgestaltet sind. Jeder Hersteller kann seine API eigenständig definieren; so entstehen sogenannte proprietäre APIs. Jedoch ist für die bessere Vernetzung von Betriebsmitteln der Energieinfrastruktur eine Standardisierung von verschiedenen APIs wünschenswert, um den Aufwand für die Implementierung zu minimieren. Wie kann mit bestehenden Rechtsgrundlagen die Standardisierung von APIs gefördert und somit die Vernetzung der Energieinfrastruktur vorangetrieben werden, oder sind gar neue Vorgaben sinnvoll?
- **Datenzugang über API**

Die zunehmend digital verfügbaren Verbrauchsdaten gehören dem Stromkonsumenten. Jedoch ist es derzeit nur schwer möglich, auf die eigenen Verbrauchsdaten zuzugreifen. Standardisierte Kunden-API könnten einen wesentlichen Beitrag für datenbasierte Dienstleistungen liefern. Verbraucher (oder von ihnen beauftragte Firmen) könnten so einfach auf ihre Daten zugreifen und sie nutzen. Dies kann insbesondere auch im Rahmen einer Datahubs, der API nutzt, erfolgen. So stellen sich insgesamt übergreifende Fragen hinsichtlich notwendiger regulatorischer Vorgaben zur Verbesserung des Datenzugangs.
- **Nationale Dateninfrastruktur im Energiesektor**

Die Strategie Digitale Schweiz setzt sich zum Ziel, eine nationale Dateninfrastruktur zu schaffen, um dem Open-Data-Prinzip zum Durchbruch zu verhelfen (Schweizerische Eidgenossenschaft 2016). Derzeit sind der Energie- und insbesondere der Stromsektor noch eher weit vom Open-Data-Prinzip entfernt. Viele Chancen für Innovation und neue Anwendungen könnten so verpasst werden. Gerade APIs bieten eine gute Möglichkeit, diese nationale Dateninfrastruktur im Energie- und Strombereich aufzubauen. Dementsprechend stellt sich die Frage, inwiefern man die Akteure anhalten kann und soll, gewisse Daten, z.B. über Netze, über API bereitzustellen? Welchen Mehrwert können einheitliche API mit einem Mindestinformationsgehalt schaffen und welcher Mindestinformationsgehalt ist sinnvoll?
- **Effizienzanreize SaaS**

SaaS sowie einfach handhabbare APIs sind Realität. Es stellt sich die Frage, inwiefern die Anreize für Elektrizitätsversorger richtig gesetzt sind, damit sie auf SaaS und API zurückgreifen und von eigenen, kostenintensiven Lösungen und Infrastrukturen für das Datenmanagement absehen. Inwiefern ist es heikel, dass mit dem Einsatz von SaaS viele dezentrale Datensammlungen bei nichtstaatlichen, gewinnorientierten Unternehmen entstehen?
- **Datenschutz und Sicherheit**

Wie Vorfälle in der Vergangenheit teilweise eindrücklich gezeigt haben besteht bei APIs eine potenzielle Gefahr von Datenmissbräuchen. Es ist vergleichbar mit einem Haus mit Türen, welche nebst der eigentlichen Funktion auch für einen Einbruch missbraucht werden könnten. Braucht es also Regelungen bezüglich Datennutzung bei gleichzeitiger Sicherung, um die Nutzung von APIs auf ein solides Fundament zu stellen? Sind spezielle Mindestanforderungen in diesem Bereich eine sinnvolle Option oder wird dies an anderen Orten bereits genügend abgedeckt?

9.5 FAZIT: APPLICATION PROGRAMMING INTERFACES

Im Kontext der Digitalisierung spricht man oft von Intelligenz: Smart Home, Smart Grid oder Smart City. Gemeint ist damit, dass die einzelnen Elemente eines Systems wie beispielsweise eines Hauses intelligent werden, in dem sie z.B. über Sensoren Daten und Informationen sammeln (messen), diese dann interpretieren und anschliessend basierend auf den Erkenntnissen dieser Informationsverarbeitung eingreifen können (steuern). Dabei spielt die Vernetzung der Sensoren sowie der Analyse- und Steuersysteme eine entscheidende Rolle. APIs sind hierbei ein technologisches Schlüsselement. Sie bilden die Grundlage für die Vernetzung einzelner Betriebsmittel und Elemente im Energiesektor. Sie ermöglichen die Kommunikation zwischen Maschinen und so eine zunehmende Automatisierung.

9.6 LITERATURVERZEICHNIS: APPLICATION PROGRAMMING INTERFACES

Dexma (2016). Why You Need an Open API for Energy Data. URL: <https://www.dexma.com/utility-open-api-for-energy-data/> [abgerufen am 30.05.2018].

Gartner Inc. (2017). Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016. URL: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917> [abgerufen am 30.05.2018].

Meteotest (2018). SolarWebService – past, present and future radiation data. URL: <https://solarwebservices.ch> [abgerufen am 30.05.2018].

Netzpolitik.org e.V. (2018). FAQ: Was wir über den Skandal um Facebook und Cambridge Analytica wissen. URL: <https://netzpolitik.org/2018/cambridge-analytica-was-wir-ueber-das-groesste-datenleck-in-der-geschichte-von-facebook-wissen/> [abgerufen am 19.06.2018].

New York Times (2009). Announcing the Article Search API. URL: <https://open.blogs.nytimes.com/2009/02/04/announcing-the-article-search-api/> [abgerufen am 30.05.2018].

Schweizerische Eidgenossenschaft (2016). Strategie Digitale Schweiz. URL: https://www.bakom.admin.ch/dam/bakom/de/dokumente/bakom/digitale_schweiz_und_internet/Strategie%20Digitale%20Schweiz/Strategie/Strategie%20Digitale%20Schweiz.pdf.download.pdf/strategie_digitale_schweiz_Brosch%C3%BCre.pdf [abgerufen am 13.06.2018].

Siemens (2018a). Maximize the return on your smart grid investment. URL: <https://www.siemens.com/global/en/home/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/grid-applications/energyip.html> [abgerufen am 30.05.2018].

Siemens (2018b). Siemens supplies cloud-based grid data management system for BKW Group. URL: <https://www.siemens.com/press/pool/de/pressemitteilungen/2018/energymanagement/PR2018050187EMEN.pdf> [abgerufen am 30.05.2018].

10 DIGITALISIERUNG IM GEBÄUBEBEREICH UND BUILDING INFORMATION MODELING

Digitalisierung im Gebäudebereich wird durch die Gebäudeautomation und sogenannt «intelligente Gebäude», Building Information Modeling (BIM) und digitale Hilfsmittel für verschiedene Zielgruppen geprägt. Die folgenden Ausführungen zeigen den Stand der Dinge und welches grosse Potential der Digitalisierung im Gebäudebereich liegt. Nicht zuletzt werden erste Überlegungen angestellt, wie dieses Potential besser ausgeschöpft werden kann.

10.1 INTELLIGENTE GEBÄUDE

Intelligente Gebäude sind für hohen Komfort und Energieeffizienz die Schlüsseltechnologie. Die Digitalisierung ist dazu das entscheidende Werkzeug. Gebäudeautomation ist längst nichts Neues mehr. Was aber macht ein Gebäude zu einem «intelligenten» Gebäude?

Schon seit vielen Jahren werden in der Gebäudetechnik Mess-, Steuer- und Regelgeräte eingebaut. Die sogenannten Feldgeräte sind dabei mit einer Zentraleinheit verbunden und dienen dazu, eine Gebäudetechnikanlage bestmöglich zu betreiben. Die technischen Disziplinen HLKSE (Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär, Elektro) werden miteinander verknüpft und damit der Energieverbrauch minimiert. Ein bekanntes Beispiel dieses Zusammenspiels sind automatische Sonnenschutzsysteme, welche bei starker Sonneneinstrahlung angesteuert werden, damit das Gebäude weniger gekühlt werden muss.

Die Gebäudetechnik ist in hohem Masse energierelevant. Neben der Betriebsweise sind die Messeinrichtungen von höchster Bedeutung und die Grundlage für das Energiemonitoring und die energetische Betriebsoptimierung. Ohne Messung und Analyse gibt es keine Optimierung.

Neben all den Chancen bestehen in diesem Bereich einige Risiken: Z.B. die Abhängigkeit von der Technik und deren Funktionieren (low tech vs. high tech), Schwierigkeit, bei älteren Systemen die Ersatzteile zu erhalten oder der Datenschutz. Wichtig ist, dass die Gebäudeautomation nicht zum Selbstzweck eingesetzt wird und die eingesetzten Geräte nicht durch zu hohen Eigenstrombedarf die Energieeinsparungen wieder zu Nichte machen. Auch hier gilt: nur so viel wie nötig einbauen, nicht so viel wie möglich.

Wirklich intelligent werden Gebäude aber erst, wenn die Automation das bisherige Benutzerverhalten, das physische Gebäudeverhalten (z.B. thermische Gebäudeträgheit, Funktionen und Möglichkeiten der eingebauten Gebäudetechnik) das tatsächliche Wetter und weitere Parameter neu mit Wetterprognosen und geplanten Aktivitäten der Benutzer verbindet. Unerlässlich sind die Anwesenheits- und bedarfsgerechte Steuerung. Selbstlernende Systeme bringen erstaunliche Fortschritte für den Komfort und die Energieeffizienz. In der SIA-Norm 386.110 (bzw. EN 15232) sind die verschiedenen Automationsstufen in die Klassen A bis D eingestuft und beschrieben. Es lohnt sich, die beste Klasse A umzusetzen.

Im Auftrag der BFE-Energieforschung hat die Hochschule Luzern HSLU den Bericht «ClimaBau - Planen angesichts des Klimawandels» (vgl. Hochschule Luzern, 2017) verfasst. Darin wurde der Einfluss des Klimawandels auf den Energiebedarf und die Behaglichkeit von Wohnbauten in der Schweiz bis ins Jahr 2100 untersucht. Zur Vermeidung von Gebäudeüberhitzungen zählt die Gebäudeautomation in Verbindung mit dem optimalen Sonnenschutz und einer genügenden Nachtauskühlung der Gebäude zum zentralen Element.

10.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Building Information Modeling (BIM) ist das Synonym für die Digitalisierung in der Bauwirtschaft. BIM ist keine Software oder Technologie, sondern eine Methode, um die Effizienz und Qualität mittels digitalen Technologien zu steigern. BIM wird zwar immer mehr gefordert und auch praktiziert, doch sind die Beteiligten noch lange nicht am gewünschten Ziel: im Gegenteil, die Bauwirtschaft steht am Anfang eines

fundamentalen Umbaus der gesamten Wertschöpfungskette, angefangen bei der Bestellung und Beschaffung, über die Planung, die Erstellung und Zulieferung bis zur Bewirtschaftung und Nutzung. BIM stellt die Schweizer Bauwirtschaft vor grosse Herausforderungen, bietet aber auch grosse Chancen.

BIM bedingt einerseits ein neues Verständnis der Zusammenarbeit: bisher fokussierte sich jeder Akteur zu sehr auf seine eigene Aufgabe, der vor- und nachgelagerte Prozess interessierte kaum. Mit der Methode BIM werden alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette vernetzt und zum integrierenden Bestandteil von durchgängigen Prozessen: Das «Miteinander, statt jeder für sich» rückt in den Vordergrund, d.h. BIM indiziert einen fundamentalen Umbau der Zusammenbeitskultur.

Andererseits bedeutet BIM einen radikalen Umbau der etablierten Prozesse: weg von disziplinären, hin zu multidisziplinären und durchgängig vernetzten Prozessen. Dazu braucht es die «digital Affinen», die den Nutzen und Einsatz der neuen digitalen Technologien verstehen, aber auch die «erfahrenen Bau fachleute», die das etablierte Bauhandwerk verstehen. Gemeinsam müssen die Prozesse daraufhin analysiert werden, wo mit Hilfe der digitalen Technologien die Effizienz und die Qualität nachhaltig gesteigert werden können.

10.2.1 Stand der Technik

Der überwiegende Teil der gegenwärtigen BIM-Projekte in der Schweiz sind keine im eigentlichen Sinne, sondern eher «BM»-Projekte – «Building Modeling» ohne oder nur mit wenigen «Informationen». Dabei liegt der Fokus auf einem geometrischen Gebäudemodell und dem Anwendungsfall «Modell-Koordination», der als Ergebnis ein koordiniertes geometrisches Abbild des realen Bauwerkes liefern soll. Die grosse Herausforderung ist jedoch das «I», d.h. das gleichzeitige Informieren über den Modellprozess mit weiteren nicht-geometrischen Zusatzinformationen. Auf diese Weise können beispielsweise modellbasiert die Mengen und Kosten ermittelt, der Bedarf an grauer Energie und Betriebsenergie dargestellt, der Bauablauf geplant und die Baustellen-Logistik organisiert werden. Gleichzeitig ist es möglich, Informationen für den Betrieb und Unterhalt bereit zu stellen. Diese Anwendungsfälle basieren zusätzlich auf alphanumerischen Informationen, die bis anhin in der Regel unstrukturiert und nicht maschinenlesbar, beispielsweise mittels Word/Excel/pdf-Dokumenten zur Verfügung standen.

Die grosse Herausforderung steht also noch bevor, nämlich der Wandel von «unstrukturierten», hin zu «strukturierten Informationen»: Diese sind schliesslich das Fundament für das vernetzte, kollaborative und integrative Planen, Bauen und Betreiben eines Bauwerkes.

10.2.2 Aktuelle Entwicklungen bei «Bauen digital Schweiz»

Da bis heute noch keine allgemein gültigen Grundlagen für gemeinsame Anwendungsfälle, sogenannte Use-Cases existieren, hat «Bauen digital Schweiz» das Projekt «Use-Case-Management» lanciert: Im Dialog mit den Akteuren aus der gesamten Wertschöpfungskette soll ein einheitliches Verständnis und eine gemeinsame Definition zu den Use-Cases für die Schweizer Bau- und Immobilienwirtschaft geschaffen werden. Zentrales Element des «Use-Case-Management» ist eine von «Bauen digital Schweiz» entwickelte cloudbasierte Kollaborations-Plattform, wo die verschiedenen Organisationen und Interessenten, geführt durch eine einheitliche Logik und Struktur, ihre Use-Cases erfassen können.

Das «Use-Case-Management» gliedert die Use-Cases nach den Themenfeldern «Bestellung und Beschaffung», «Planung», «Erstellung und Zulieferung» sowie «Bewirtschaftung und Nutzung», wobei die einzelnen Use-Cases in der Regel über mehrere Themenfelder wirken.

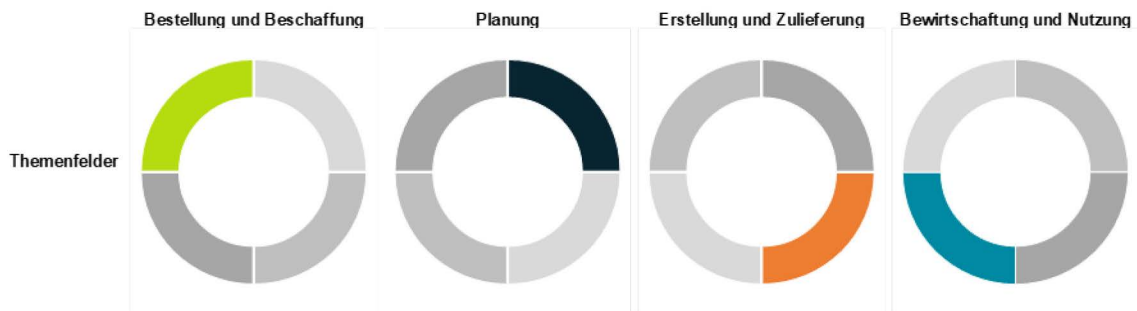


Abbildung 25: Themenfelder des Use-Case-Managements (Quelle: Bauen digital Schweiz).

Die Erarbeitung erfolgt durch verschiedene Projektgruppen, moderiert durch Experten von «Bauen digital Schweiz».

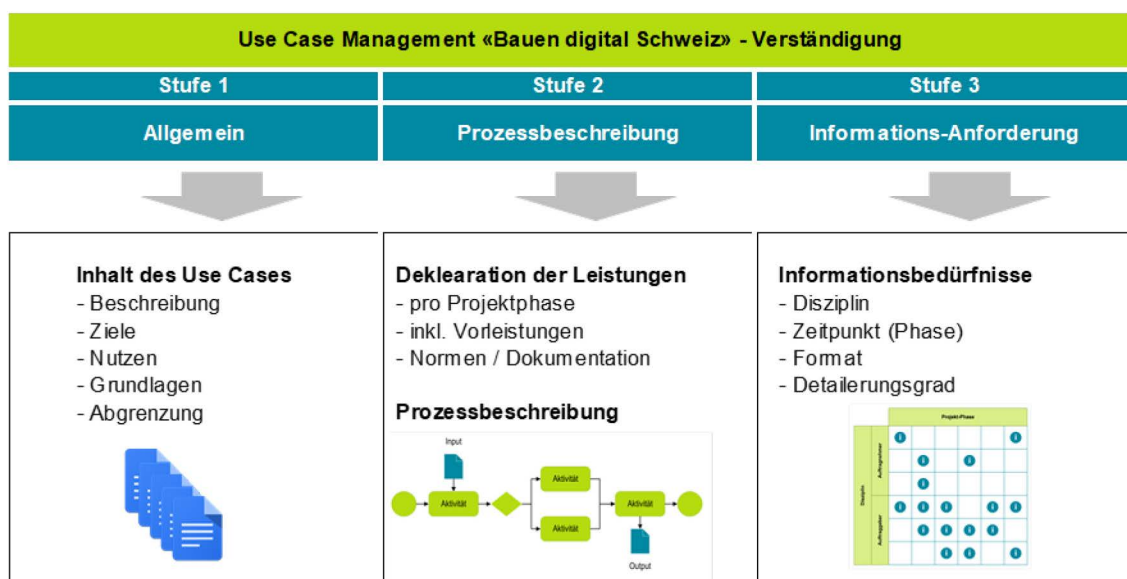


Abbildung 26: Use-Case-Management (Quelle: Bauen digital Schweiz).

10.2.3 Planung, Erstellung und Bewirtschaftung

Im Zuge der BIM-Entwicklung werden die Aufträge für die zukünftigen Bauwerke über die beschriebenen Use-Cases formuliert: Jeder Use-Case definiert die Informationsanforderungen, die durch die betroffenen Akteure mittels strukturierter Informationen bereitgestellt werden müssen. Jeder Use-Case folgt einem Ziel und hat ein bestimmtes Ergebnis bzw. einen Nutzen im Fokus. Dabei definiert nicht nur der Besteller seine Bedürfnisse, sondern alle Akteure entlang des Lebenszyklus, jeder mit seinem Fokus auf den Prozess und dem Ziel, die Effizienz und Qualität zu steigern. Der zukünftige Auftrag definiert sich somit über die Summe aller Use-Cases über den gesamten Lebenszyklus.

Es liegt auf der Hand, dass auch Use-Cases mit Fokus auf der Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen erarbeitet werden müssen. Sie bilden die Grundlage, um die damit verbundenen Leistungen in einem BIM-Prozess qualifiziert bestellen zu können. Zudem bilden die Use-Cases die Basis für eine spätere Regulierung und Standardisierung.

10.2.4 Use-Case-Management am Beispiel «Modellbasierte Performance Optimierung»

Ein Beispiel eines Use-Cases setzt sich mit der Bestimmung eines optimalen energetischen Systems für Zweckbauten auseinander. Anhand des BIM-basierten Modells können Komponenten der Solaranlage, Wärmeerzeugung, Verteilung, Speicherung, Regulierung, etc. exakt aufeinander abgestimmt und ausgelegt werden. Gleichzeitig kann die bestmögliche Regulierung definiert werden.

Dynamische Simulationen während des Planungsprozesses stellen sicher, dass die energetische Leistung kontinuierlich kontrolliert und verbessert wird. So kann dank BIM schlussendlich die exakt notwendige Leistung eingebaut werden. Dieser Planungsprozess soll die statische Planung mit den vielen losen Schnittstellen und Missverständnissen ablösen.

In der Prozessbeschreibung des Use-Cases wird ersichtlich, welche Akteure zu welchem Zeitpunkt welche Information in welchem Detaillierungsgrad einpflegen müssen, um anschliessend die entsprechenden dynamischen Simulationen durchführen zu können. Als Hauptnutzen des Use-Cases wird die Eliminierung des Performance Gaps angestrebt.

10.3 EFFIZIENZSTEIGERUNG DURCH DIGITALE HILFSMITTEL

Digitale Hilfsmittel und Tools sollen alle Beteiligten im Neu- oder Umbauprozess unterstützen. Die Digitalisierung im Gebäudebereich bietet erhebliche Potenziale, um den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen nachhaltig zu reduzieren.

Das Thema Energie ist komplex und vielschichtig. Man begegnet ihm in (fast) allen Bereichen des Lebens: Wohnen, Mobilität, Freizeit, Ernährung, usw. und er ist mit unserer Gesellschaftsstruktur aufs engste verknüpft: Gebäude, Infrastruktur, Ressourcen, Stoffflüsse, Finanzen, Politik, usw. In letzter Konsequenz stehen unser persönliches Verhalten und das Weltklima in Wechselwirkung.

In diesem engmaschigen Netzwerk gegenseitiger Abhängigkeiten führen monokausale Erklärungsmuster nicht selten zu falschen Schlussfolgerungen. Beispielsweise ist eine übermässige Gebäudedämmung finanziell, und wegen der grauen Energie auch ökologisch nicht amortisierbar. Je nachdem ob fossil, solar, mit Wärmepumpe oder Holz geheizt wird, sieht die optimale Dämmung anders aus. Und je nach Klimaregion nochmals anders. Solche Beispiele gibt es zu Hauf. Darüber hinaus besitzt jedes Objekt und jedes Gerät ein grosses individuelles Optimierungspotenzial.

Bis heute werden häufig energieeffiziente Produkte immer noch auf klassische Weise beworben: fachspezifisch und monokausal. Selbst Fachpersonen sind oft in ihren Präferenzen befangen. Der Aufwand, jede Systemkomponente für ein Bündel von möglichen Lösungen zu evaluieren, ist sehr aufwändig und bringt selbst versierte Fachleute an ihre Wissensgrenzen. Die Dynamik und Vielzahl an technischen Lösungen und der komplexe Kontext zur Bewertung von Lösungen kann Planer, Architekten und erst recht Laien gleichermaßen überfordern. Die branchenorientierten Marktstrukturen und das Denken in Sparten-Silos behindern interdisziplinär abgestützte Lösungen.

Die Digitalisierung eröffnet hier neue Möglichkeiten, die vor wenigen Jahren noch undenkbar waren. Vor kurzem hat das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) die erste vollständige Digitalisierung des Schweizer Gebäudebestandes abgeschlossen. Sämtliche Dächer und Fassaden sind in hoher geometrischer Präzision abrufbar. Daten über typische Wetterverhältnisse, geologische Voraussetzungen für das Bohren von Erdsonden, Schnee- und Windlasten, selbst die Eignung für Nahwärmenetze oder Eigenverbrauchsgemeinschaften können durch cleveres Verknüpfen der Daten abgeleitet werden. Die Eigenschaften von Baumaterialien, Komponenten, Systemen und modernen Regelungen werden im Zuge der Digitalisierung der Bauwirtschaft strukturiert und maschinenlesbar zur Verfügung gestellt. Auch für eine umfassende Finanzanalyse stehen möglicherweise bald weitere wichtige Grundlagen zur Verfügung.

Im Bereich Bestellung und Beschaffung ist der Fokus auf den Bestand und auf die Benutzergruppen Mieter/innen, Hausbesitzer/innen, Investor/innen und Architekt/innen zu richten. Hier erfolgen Anschaffungen, Erneuerungen, Erweiterungen und Sanierungen meistens ohne Gesamtsicht und ohne die Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen zu heben, obwohl unter Umständen bei geänderter Optik erhebliche finanzielle Vorteile realisierbar wären.

Die Digitalisierung und die damit einhergehende starke Vermehrung von maschinenlesbaren Informationen eröffnet ganz neue Möglichkeiten: Von der Planung bis zum Betrieb von Gebäuden wachsen die digitalen Schnittstellen zusammen. Auf viele Plattformen verteilte Daten ermöglichen aber noch keine fundierte Expertise. Die Daten müssen gesammelt, in Gebäude- und Anlagenspezifikationen umgewandelt und entsprechend den Benutzeranforderungen und klimatischen Gegebenheiten ausgewertet, d.h. simuliert werden.

Ein Online-Tool, bzw. ein «digitaler Energieberater», könnte hier wertvolle Dienste leisten. Erste Vorstudien wurden bereits erarbeitet. Ein solches Tool sollte keine besonderen Vorkenntnisse zum Thema Energie voraussetzen und muss intuitiv bedien- und nutzbar sein. Im Fokus müssen mobile und festinstallierte Haushaltgeräte, Beleuchtung, Gebäudetechnik (Heizung, Lüftung, Fenster, Jalousien), aber auch die Gebäudehülle, erneuerbare Energieträger bis hin zur Mobilität stehen. Die Betrachtung muss zudem den gesamten Lebenszyklus umfassen: Investition, Betrieb, Unterhalt und Entsorgung. Auch die graue Energie soll in die Betrachtung miteinbezogen werden.

10.4 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Die Digitalisierung im Gebäudebereich und BIM führen zu fundamentalen Veränderungen für die gesamte Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft. Es liegt auf der Hand, dass die Regulierung und Standardisierung in diesem Bereich noch ganz am Anfang steht. Für praktisch alle Themen, Disziplinen und die gesamte Wertschöpfungskette muss zuerst die «Best Practice» geschaffen werden. Mit dem «Use-Case-Management» von «Bauen digital Schweiz» soll im Dialog mit den Akteuren aus der gesamten Wertschöpfungskette ein einheitliches Verständnis und eine gemeinsame Definition zu den Use-Cases für die Schweizer Bau- und Immobilienwirtschaft geschaffen werden. Das «Use-Case-Management» bildet damit die Basis für eine weitergehende Standardisierung.

Im Bereich der Regulierung kann zu diesem Zeitpunkt kein Handlungsbedarf identifiziert werden. Allenfalls könnte im Bereich der Datenverfügbarkeit und des Datenzugangs ein Handlungsbedarf liegen. Möglicher Handlungsbedarf wird sich erst in Zukunft konkretisieren.

10.5 FAZIT: DIGITALISIERUNG IM GEBÄUDEBEREICH

Die Digitalisierung im Gebäudebereich und BIM bieten erhebliche Potenziale, um bei Neubauten sowie im Bestand den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen nachhaltig zu reduzieren. Ein Bedarf an Unterstützung durch Dritte kann in verschiedenen Projekten notwendig sein. Ein Online-Tool bzw. ein «digitaler Energieberater» könnten wertvolle Dienste leisten. Andererseits bildet das «Use-Case-Management» von «Bauen digital Schweiz» eine cloudbasierte Kollaborations-Plattform, auf der die verschiedenen Organisationen und Interessenten ihre Use-Cases erfassen können.

10.6 LITERATURVERZEICHNIS: DIGITALISIERUNG IM GEBÄUDEBE- REICH

Hochschule Luzern (2017). KlimaBau – Planen angesichts des Klimawandels. Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100. Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), kofinanziert durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU). URL: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/externe-studien-berichte/climabau-planen-angesichts-des-klimawandels.pdf.download.pdf/climabau-planen-angesichts-des-klimawandels.pdf> [abgerufen am 04.12.2018].

[Anm. d. Red.] Die Ausführungen in den Kapiteln 10.2 «Building Information Modeling (BIM)» und 10.3 «Effizienzsteigerung durch Digitale Hilfsmittel» basieren auf Dokumentationsmaterial des Vereins «Bauen digital Schweiz» (URL: <https://bauen-digital.ch/de/>) und der Konferenz der Gebäudetechnikverbände KGTV (URL: <https://www.kgtv.ch/>). Die Kapitel 10.1, 10.4 sowie 10.5 entstanden in Eigenredaktion des BFE.

11 MULTIMODALE MOBILITÄTSSYSTEME UND -LÖSUNGEN FÜR EINE ENERGIEEFFIZIENTE UND ZUKUNFTSORIENTIERTE MOBILITÄT

Wie werden wir in Zukunft unterwegs sein? Welche Transportmittel mit welchen Treibstoffen verwenden wir und müssen wir unsere Fahrzeuge dann noch selber steuern? Diese und weitere Fragen stellen wir uns, wenn wir an die Mobilität der Zukunft denken. Die Rolle der Digitalisierung ist bei der laufenden Transformation des Mobilität kaum zu überschätzen. Das entscheidende Stichwort dabei ist «Multimodalität»; die intelligente Vernetzung verschiedener Mobilitätsangebote. Wie damit die Effizienz erhöht werden kann und wie wir damit flexibler werden, darüber informiert dieses Kapitel.

11.1 EINLEITUNG

Fossile Treibstoffe verursachen über einen Drittel des heutigen Energieverbrauchs der Schweiz (vgl. Bundesamt für Energie, 2018). Zudem ist in den Spitzenzeiten die Auslastung der Verkehrsinfrastruktur heute so hoch, dass die Kapazitätsgrenzen vielerorts erreicht oder überschritten werden. Staus führen zu einem zusätzlichen Energieverbrauch. Der stetige Ausbau der Verkehrsinfrastruktur alleine ist kein zukunftsorientierter Weg, sehr kostenintensiv und wird das Problem nicht nachhaltig lösen. Deshalb ist es entscheidend, mit neuartigen Lösungen und besseren Informationen die Mobilität energieeffizienter zu gestalten und die Mobilitätsbedürfnisse effizienter zu befriedigen. Damit sollen insbesondere die Auslastung der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrsmittel erhöht und die Nachfrage zeitlich und räumlich besser verteilt werden, um die Verkehrsspitzen zu brechen.

Zur Lösung des Problems kann die Digitalisierung einen wichtigen Beitrag leisten. Sie wird im Mobilitätsbereich massive Veränderungen ermöglichen bzw. verursachen. Sie hat das Potential, das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung deutlich zu verändern. Das heutige Verkehrssystem, die direkt oder indirekt involvierten Branchen (Transport-, Automobil-, Baugewerbe, Energieversorger) und die öffentliche Hand als Infrastruktur- und Verkehrsnetzbetreiberin sind betroffen und stehen vor grossen Herausforderungen. Sämtliche Verkehrsträger erfahren sowohl infrastrukturseitig als auch bei den Transportmitteln einen grossen Digitalisierungsschub, indem sie mit immer mehr Sensoren und Kameras ausgestattet werden, Daten produzieren und untereinander (car-to-car, C2C) sowie mit der Infrastruktur (car-to-infrastructure, C2I) kommunizieren können. Zugleich verändert sich auch die Kundenbeziehung und der Kundenprozess. Die Leute wollen auf ihren Smartphones jederzeit und überall Informationen über alle Mobilitätsangebote. Die Angebote sollen frei kombiniert und möglichst mit einem Klick gekauft werden können.

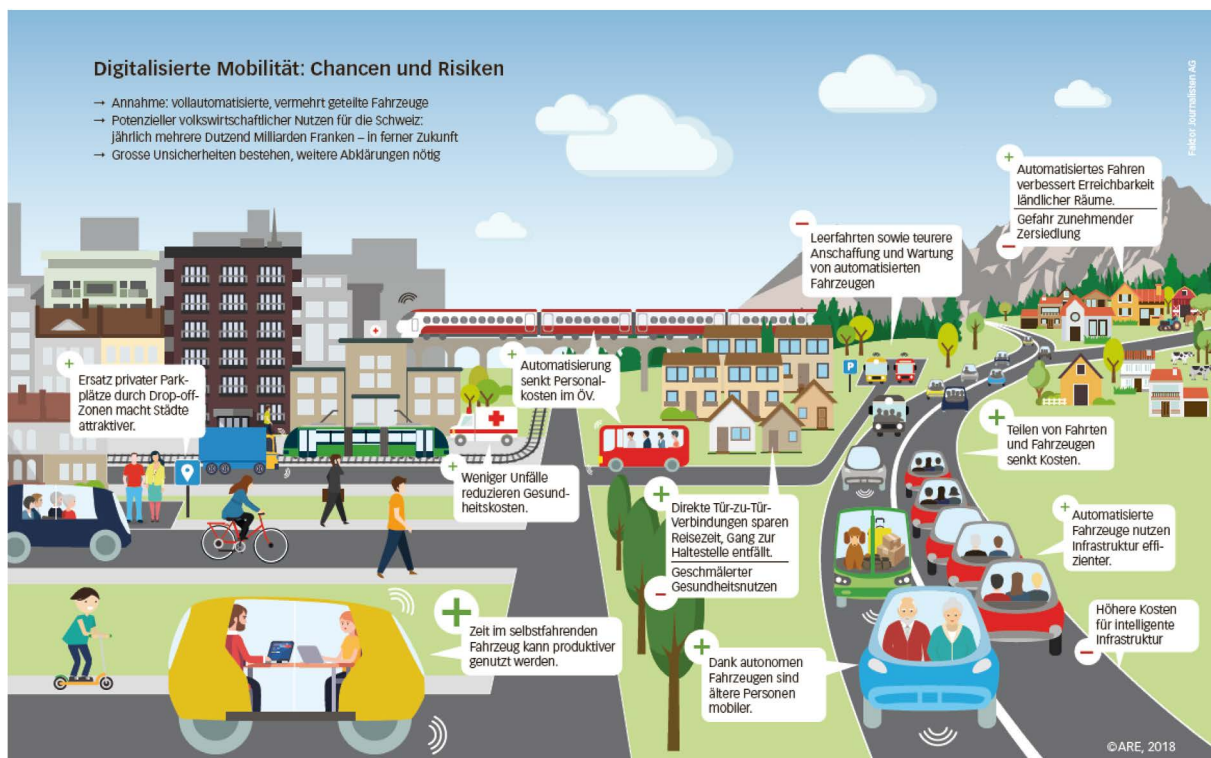


Abbildung 27: Digitalisierte Mobilität: Chancen und Risiken (ARE, 2018).

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) hat im Rahmen einer kürzlich erschienenen Studie zur «Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität» (vgl. Ecoplan, 2018) Chancen und Risiken der Digitalisierung aus ökonomischer Sicht graphisch dargestellt (siehe Abbildung 27).

Mit der Digitalisierung entstehen vielfältige neue Daten, welche gesammelt und ausgetauscht werden können und durch geschickte Kombination neue Lösungen ermöglichen. Beispielsweise sind sogenannte «connected cars» ständig mit dem Internet verbunden und unterstützen den Fahrenden mit wertvollen Informationen über nächstgelegene freie Lademöglichkeiten, Parkplätze oder Restaurants. Aber auch die Automobilhersteller und Flottenbetreiber profitieren von den gesammelten Daten, in dem sie laufend über den Zustand ihrer Fahrzeuge informiert sind, bei Unfällen alarmiert werden oder auch über umfangreiche Daten zum Wetter sowie zur Auslastung von Verkehrsachsen verfügen. Damit diese Daten aber ihren vollen Nutzen entfalten können, müssen diese unter Wahrung des Datenschutzes allen Interessierten zur Verfügung gestellt werden. Erst dann können die Daten kombiniert und vernetzt werden. Diese digitale Vernetzung und die zunehmende Verfügbarkeit von Echtzeitdaten bildet eine wichtige Voraussetzung für eine effizientere Nutzung des Verkehrssystems.

Die Dienstleistungen und Annehmlichkeiten, die durch die Digitalisierung ermöglicht werden, können auch zu einem Wertewandel in der Mobilität führen: Ein Umstieg von PS (Pferdestäken) auf PS (Personal Services) scheint möglich. Die Digitalisierung der Verkehrsträger sowie die neu entstehenden Daten und Datenplattformen erleichtern den Vertrieb von ganzheitlichen, kombinierten Mobilitätslösungen als Dienstleistung. In Anlehnung an den Begriff Software as a Service («SaaS») hat sich dafür der Begriff Mobility as a Service («MaaS») etabliert. Beispielsweise bezieht man anstatt ein Auto zu kaufen ein Mobilitäts-Abo bei einem gut vernetzten Mobilitäts-Vermittler. Man besitzt und beschafft die Transportmittel nicht mehr selber, sondern erkauft sich den Zugang zu einem Netzwerk und nutzt deren A-nach-B-Dienstleistung. Beinhaltet dieses Verhalten nicht nur ein sondern mehrere Mobilitätsangebote, spricht man von multimodalem Mobilitätsverhalten (siehe Abbildung 28, unten).

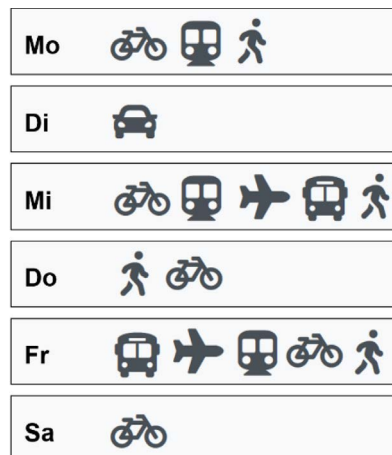


Abbildung 28: Multimodales Mobilitätsverhalten (Quelle Icons: fontawesome.com).

Vermittler von multimodalen Mobilitätsdienstleistungen offerieren je nach Bedarf (Zeit, Wetter, Vorlieben, Nutzungszweck etc.) und Budget die optimale Kombination verschiedener Transportmittel wie Velo- und Fussverkehr, Auto, Taxi, Zug und Bus und Sharing-Angebote. Auch ermöglichen sie einen Vergleich verschiedener Kombinationen und bieten Varianten an. Der Anspruch «einfach» ist in diesem Zusammenhang besonders wichtig: Die Nutzung und Kombination der verschiedenen Transportmittel soll so bequem und einfach wie das eigene Fahrzeug sein und dieses künftig obsolet machen. Die Grundidee lautet: «Eine Reise – eine Buchung».

In der Idealvorstellung entstehen mehrere kundenfreundliche multimodale Mobilitätsplattformen, die sehr einfach per Internet, Web-Services und Apps verwendbar sind und eine Rechnung für sämtliche Transportangebote einer multimodalen Transportkette anbieten. Mit wenigen Klicks oder gar ohne Klick und einer Abrechnung nach der Reise kann beispielsweise ein Ticket für die Reise von Bern Bümpliz nach Grüningen im Zürcher Oberland gekauft werden, welches die Nutzung von Bikesharing in Bern, den Zug nach Zürich, die S-Bahn nach Stäfa und das Carsharing-Auto oder Taxi bis Grüningen beinhaltet.

Multimodale Mobilitätsdienstleistungen bieten gegenüber der Beschränkung auf das eigene Fahrzeug gewichtige Vorteile: Überall hat der Kunde den Zugriff auf verschiedenste Verkehrsträger. Er erhält dadurch eine enorme Flexibilität und Freiheit. Die Services finden je nach Kundenbedürfnis stets den besten Reiseweg anhand der optimalen Kombination von Fahrzeugen und weiteren Mobilitätslösungen (z.B. Coworking-Spaces). Lästige Aufgaben wie die Parkplatzsuche und Fahrzeugwartung werden ausgelagert, in dem kollektive und geteilte (shared) Fahrzeuge und Infrastrukturen genutzt werden, welche von professionellen Anbietenden betrieben und unterhalten sind.

11.2 MULTIMODALE MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN IN DER STRATEGIE «DIGITALE SCHWEIZ»

Bereits im Rahmen Strategie «Digitale Schweiz» vom April 2016 (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2016) wurden multimodale Mobilitätsdienstleistungen als wichtige Entwicklung erkannt, die es zu fördern gilt. Im Jahre 2017 erteilte der Bundesrat im Rahmen der Beschlüsse zum Bericht Rahmenbedingungen der digitalen Wirtschaft dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) den Auftrag zu prüfen, inwiefern die Rahmenbedingungen für Mobilitätsdienstleistungen optimiert werden können (Bundesrat, 2017a). Bei der Analyse unter Federführung des Bundesamtes für Verkehr (BAV) unter Einbezug der UVEK-Ämter, weiterer Bundesakteure wie dem Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) und externer Stakeholder stellte sich klar heraus, dass die

Öffnung des Zugangs einerseits zu Verkehrsdaten und andererseits zu den Vertriebssystemen der Mobilitätsanbieter zentral für die Entwicklung von multimodalen Mobilitätsdienstleistungen in der Schweiz ist (Bundesrat, 2017b).

Bei den Verkehrsdaten stehen insbesondere Geodaten (z. B. bezüglich Schienen- und Strassennetze, Haltestellen, Parkplätze, Standplätze von Miet- und Genossenschaftsfahrzeugen und Taxis, Ladestellen für Elektroautos, Coworking-angebote), Betriebsdaten (Fahrplan, Reisezeit, Echtzeitverkehrsdaten, Verfügbarkeit) sowie Preisdaten (Ticketpreise, Parkkosten, Kosten pro Strecke je Verkehrsmittel usw.) im Fokus. Der Bund will bei der Öffnung dieser Daten eine Vorbildfunktion einnehmen und richtet dieselben Erwartungen an die bundesnahen Unternehmen.

Die Informationen und Vertriebssysteme der Mobilitätsanbieter müssen ebenfalls für Dritte offen sein, damit multimodale Mobilitätsdienstleistungen entstehen und intensiv genutzt werden können. Es sollen auch Dritte (Informations- und Buchungsplattformen, die nicht selber Transportmittel betreiben) Echtzeitinformationen über Sharing-Fahrzeuge publizieren oder als Vermittler Zugtickets verkaufen (vertreiben) dürfen. Hier stehen die Schaffung und Öffnung von sogenannten offenen Programmierschnittstellen (Application Programming Interfaces; APIs) und die Schaffung von diskriminierungsfreien und transparenten Zugangsbedingungen im Zentrum.

Bis Ende 2018 erarbeitet das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eine Vernehmlassungsvorlage für die Förderung der multimodalen Mobilität mit einem Fokus auf den kontrollierten Zugang zum Vertrieb des öffentlichen Verkehrs (öV). Zusätzlich wird das UVEK bis Ende 2018 zuhänden des Bundesrats zwei Massnahmenpläne ausarbeiten: Einerseits einen Massnahmenplan im Bereich «Mobilitätsdaten» und andererseits einen Massnahmenplan im Bereich «Anreize für die Öffnung des Vertriebs von weiteren Mobilitätsanbietern ausserhalb des öV».

11.3 ENTWICKLUNG UND ERSTE ANSÄTZE IN DER SCHWEIZ

- Mit «SBB Green Class» bieten die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) einen kombinierten Mobilitätsservice von Schiene und Strasse aus einer Hand in einem Abo an und ermöglichen damit Tür-zu-Tür-Mobilität (vgl. Schweizerische Bundesbahnen, 2018a). Das Abo beinhaltet ein Generalabonnement für die Schiene, ein Elektroauto zum Gebrauch inklusive Versicherungen und Services sowie Parkplatz am Bahnhof und (für die letzte Meile) die Nutzung von Car- und Bikesharing. Der Mobilitätsservice ist auf typische Pendler, die auf dem Land leben und in der Stadt arbeiten, ausgerichtet und bietet eine gute Alternative zum Kauf eines eigenen Autos sowie Abos für den öffentlichen Verkehr.
- Die App «abilio» der Schweizerischen Südostbahn AG (SOB) verspricht nahtloses Reisen von Tür zu Tür, egal ob zu Fuss, mit dem Velo, dem Taxi oder dem öV (Schweizerische Südostbahn AG, 2018). Reisen können individuell geplant und gebucht werden. Damit bietet die SOB eine umfangreiche multimodale Mobilitätsplattform an.
- Die zwei Apps «lezzgo» der Bern-Lötschberg-Simplon Bahn (BLS) und «fairtiq» eines Start-Up-Unternehmens, bieten den Kunden heute die Möglichkeit sich bei Reiseantritt einfach einzuloggen und im ganzen ÖV-Netz der Schweiz per Global Positioning System (GPS) verfolgen («tracken») zu lassen und am Ende des Tages den jeweils günstigsten Tarif verrechnet zu erhalten.
- Auch PostAuto bietet mit seiner App für mobile Geräte eine multimodale Mobilitätsplattform an, bei welcher nebst dem öffentlichen Verkehr auch diverse Sharing-Angebote wie PubliBike, Mobility, Catch a Car, Sharoo und Weitere beinhaltet sind (vgl. PostAuto, 2018). Der Fokus der App liegt dabei auf der Einfachheit sowie der geographischen Übersicht (siehe Abbildung 29,

unten). Die Suchfunktion soll jeweils die nächste, günstigste oder auch schnellste Verbindung anbieten.

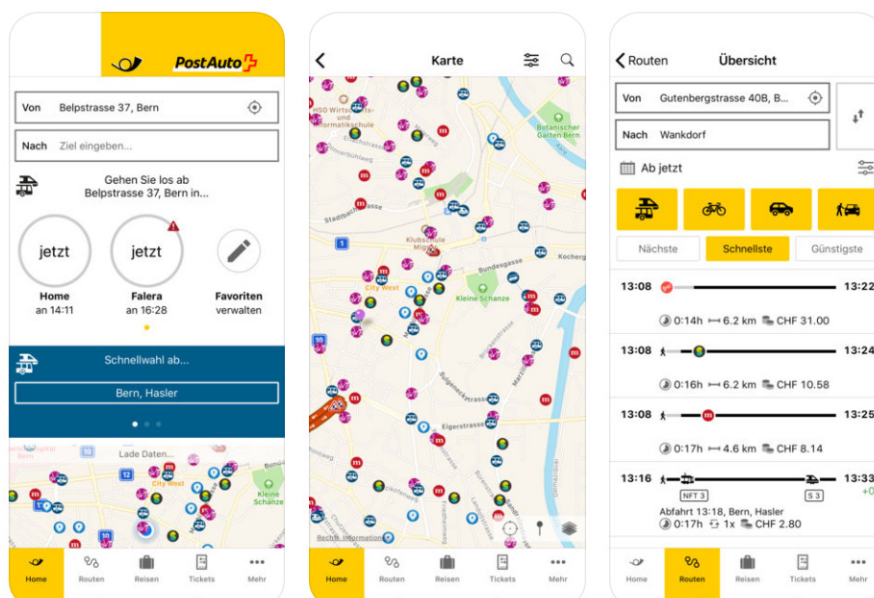


Abbildung 29: PostAuto-App mit multimodalen Mobilitätsdienstleistungen (Quelle: PostAuto, 2018).

- Mit dem Aufbau der nationalen Dateninfrastruktur Elektromobilität (DIEMO) wollen das Bundesamt für Energie (BFE), das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) und die Betreibenden von Ladeinfrastruktur für Elektromobilität gemeinsam eine öffentlich zugängliche Datengrundlage mit Echtzeitdaten aufbauen, die als Datenbasis für multimodale Mobilitäts-Plattformen genutzt werden kann. Derzeit ist es für Besitzer von Elektrofahrzeugen aufwändig und kompliziert die Ladevorgänge einer längeren Reise optimal zu planen. Die dazu notwendigen Informationen sind in mehreren Apps und Internetportalen verstreut und bieten je nach Quelle unterschiedliche Inhalte. DIEMO bringt diese Datenquellen zusammen, harmonisiert die enthaltenen Informationen und schafft damit einen umfassenden und aktuellen Überblick über die Ladeinfrastruktur und die Qualität und jeweilige Verfügbarkeit der Ladestationen für Elektromobilität der Schweiz.
- Das BAV hat die SBB beauftragt, die «open Data öV Data Plattform» zu entwickeln und zu betreiben (<https://opentransportdata.swiss/dataset>). Diese beinhaltet grosse Datenbestände, insbesondere Fahrplanauskünfte in Echtzeit. Diese Daten müssen kostenfrei und maschinenlesbar Dritten, als sogenannte «Open Data», zur Sekundärnutzung zugänglich gemacht werden. Damit unterstützt diese Plattform kreative Marktteilnehmer bei der Entwicklung neuer, attraktiver Informations- und Service-Angebote. Ein Beispiel dafür ist die Website www.puenktlichkeit.ch.

11.4 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Wie die Beispiele zeigen, positionieren sich die wichtigen Player der Mobilitätsbranche der Schweiz derzeit mit ersten multimodalen Mobilitätsdienstleistungen im Markt. Die Angebote sind auf den ersten Blick bereits umfangreicher als bisherige Lösungen. Sie sind alle anhand von Apps und Internetportalen attraktiv präsentiert und werden teilweise auch schon intensiv vermarktet. Jedoch beschäftigen sich sämtliche Anbieter mit denselben grundlegenden Problemen. Um wirklich multimodale Gesamtmobilitätsdienstleistungen anzubieten, sind weitergehende Kooperationen z.B. mit Anbietenden von Carsharing, Bikesharing, Taxidiensten, P&R-Anlagen, Coworking-Spaces und mit öffentlichem Verkehrsange-

boten im angrenzenden Ausland etc. auszuhandeln und einzugehen. Dies ist ein aufwändiger und langsamer Prozess, der derzeit von jedem Anbietenden von Mobilitätsdienstleistungen vollzogen werden muss. Bestünde eine grundlegende Haltung zu Gunsten von Open-Data (inkl. Echtzeitdaten) und einer Öffnung von Vertriebssystemen, könnten multimodale Mobilitätsdienstleistungen einfacher aufgebaut und angeboten werden. Auch könnten neue Anbietende in den Markt eintreten, den Vertrieb aktiv unterstützen und dem Kunden noch attraktivere Angebot unterbreiten.

Auch auf der technischen Seite gibt es noch grosse Herausforderungen. Während viele Unternehmen des öV einen Teil ihrer Daten schon erheben und auf der «open Data öV Data Plattform» zugänglich machen, ist der Handlungsbedarf bei den weiteren Mobilitätsanbietern noch viel grösser. Doch dabei ist nicht nur die Bereitschaft dieser Unternehmen, ihre Daten zur Verfügung zu stellen eine Herausforderung. Auch auf der technischen Seite sind noch viele Hürden zu nehmen: So muss beispielsweise zwingend auch eine ausführliche Beschreibung der Daten sowie deren Datenmodelle, also wie die Daten strukturiert sind, erarbeitet werden. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Verknüpfung und Auswertung heterogener Daten der verschiedenen Anbietenden. In gewissen Bereichen ist sogar eine Harmonisierung von Daten anhand von Standards anzustreben oder zumindest sogenannte Austausch-Datenmodelle zu definieren, welche die heterogenen Daten verknüpfbar machen. Hier muss prioritär geklärt werden, wer die Initiative ergreift und die Koordination dieser Arbeiten vorantreibt.



11.5 FAZIT: MULTIMODALE MOBILITÄTSSYSTEME

Multimodale Mobilitätssysteme sind mehr als die blossе Verknüpfung von verschiedenen Mobilitätsangeboten. Sie entstehen durch die geschickte Vernetzung der (Echtzeit-)Informationen über die Mobilitätsangebote und über offene Vertriebssysteme von möglichst vielen der heute teilweise noch isoliert operierenden Anbieter (Bahn, Bus, Sharing etc.) zu einem intelligenten Gesamtnetzwerk. Dank der Vernetzung können multimodale Mobilitätssysteme einen wichtigen Beitrag zur besseren Auslastung der Verkehrsmittel und der Verkehrsinfrastruktur leisten und so zur Steigerung der Energieeffizienz des Verkehrssystems beitragen. Für diese Entwicklung entscheidend ist die fortwährende Digitalisierung der Verkehrsträger. Aber nicht nur die Entwicklung der Technologie ist nötig, sondern auch die Entwicklung des Bewusstseins der Beteiligten, dass erst die Öffnung ihrer Geodaten, ihrer Betriebsdaten und ihrer Preisdaten sowie die Öffnung ihrer Vertriebssysteme ihnen die Möglichkeit eröffnet, Teil dieses zukünftigen effizienten Gesamtmobilitätssystems zu werden.

Der Bundesrat fördert diese Entwicklung im Rahmen der Strategie «Digitale Schweiz» konsequent. Er wird insbesondere mit den bis Jahresende vorliegenden Massnahmenplänen im Bereich «Mobilitätsdaten» und im Bereich «Anreize für die Öffnung des Vertriebs von weiteren Mobilitätsanbietern» einen konkreten Beitrag zur raschen Nutzung der Potenziale der Digitalisierung leisten. Das BFE trägt im Rahmen seiner Möglichkeiten (vor allem im Rahmen des Programms EnergieSchweiz) zur Nutzung der Potenziale bei und wird sich insbesondere an der Umsetzung des Massnahmenplans «Mobilitätsdaten» beteiligen.



11.6 LITERATURVERTZEICHNIS: MULTIMODALE MOBILITÄTSSYSTEME

Bundesamt für Energie (2018). Energieverbrauch 2017 um 0.4% gesunken URL: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=71240> [abgerufen am 08.10.2018].

Bundesrat (2017a). Bundesrat verabschiedet Bericht zu Rahmenbedingungen der digitalen Wirtschaft. URL: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-65223.html> [abgerufen am 02.10.2018].

Bundesrat (2017b). Bundesrat will mit Öffnung von Daten- und Vertriebssystemen Mobilität weiter vereinfachen. URL: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-69153.html> [abgerufen am 03.10.2018].

PostAuto (2018). Die neue PostAuto-App. URL: <https://www.postauto.ch/de/die-neue-postauto-app> [abgerufen am 08.10.2018].

Ecoplan (2018). Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität. Machbarkeitsstudie. Zuhanden das Bundesamtes für Raumentwicklung. URL: <https://www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/verkehr/publikationen/abschätzung-der-okonomischen-folgen-der-digitalisierung-in-der-mobilitat.pdf.download.pdf/abschätzung-der-okonomischen-folgen-der-digitalisierung-in-der-mobilitat.pdf> [abgerufen am 05.12.2018].

Schweizerische Bundesbahnen (2018a). SBB Green Class. URL: <https://www.sbb.ch/de/abos-billette/abonnemente/greenclass.html> [abgerufen am 03.10.2018].

Schweizerische Südostbahn AG (2018). Willkommen bei abilio. URL: <https://www.abilio.ch/> [abgerufen am 04.10.2018].

Schweizerische Bundesbahnen (2018b). Open Data – gemeinsam für einen attraktiven öV Schweiz. URL: <https://data.sbb.ch/pages/home/> [abgerufen am 08.10.2018].

Schweizerische Mobilitätsplattform, its-ch (2012). Leitbild its-ch Landverkehr 2025/30 (Forschungsbericht). URL: https://www.its-ch.ch/app/download/13380261189/Publication_21407_+FB1391_Inhalt.pdf?t=1541086550 [abgerufen am 23.11.2018].

12 BLOCKCHAIN

Mit der digitalen Währung «Bitcoin» wurde Blockchain global bekannt. Kaum jemand spricht über neue digitale Geschaftsmodelle ohne die Blockchain-Technologie zu berücksichtigen. Im Folgenden wird ein Überblick über die komplexe digitale Technologie Blockchain geben und anhand von Beispielen im Bereich der Energieversorgung mögliche Anwendungen sowie Auswirkungen dargestellt. Was sind die Auswirkungen auf die Schweizer Energiewirtschaft? Überlegungen zu Sicherheitsaspekten der Blockchain-Technologie sowie Fragen hinsichtlich eines adäquaten Regulierungsrahmens schliessen das Thema ab.

12.1 EINFÜHRUNG – UM WAS GEHT ES BEI DER BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE

Die Blockchain-Technologie ermöglicht Vertrauen in einem System ohne zentrale Autorität. Eine sogenannte Blockchain ist eine Art öffentliches, verteiltes, digitales Kassenbuch, in welchem Transaktionen transparent aufgeführt sind. Gemäss Wenger (2014) ist die herausragende Eigenschaft der Blockchain-Technologie, dass sie Systeme erlaubt, welche gleichzeitig «organisatorisch dezentralisiert» und «logisch zentralisiert» sind (siehe Tab. 5).

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | Organisatorisch zentralisiert | Organisatorisch dezentralisiert |
| Logisch zentralisiert | z.B. Kreditkartenunternehmen | «Blockchain» z.B. Bitcoin |
| Logisch dezentralisiert | z.B. Excel | z.B. E-Mail |

Tabelle 5: Beispiele für den Zusammenhang zwischen organisatorischer und logischer Dezentralisierung und Zentralisierung.

Nehmen wir das Beispiel einer Finanzazahlung über das Internet. Im Normalfall kennen sich die beiden Parteien nicht und es besteht daher kein Vertrauensverhältnis. Deshalb wird die Transaktion über einen Vermittelnden wie beispielsweise ein Kreditkartenunternehmen abgewickelt. Diese Dienstleistung ist nicht kostenlos und beide Parteien müssen bei diesem Unternehmen Kunde sein. Man erkauft sich dadurch das Vertrauen, dass die Transaktion korrekt bei beiden Parteien durchgeführt wird. Ein Kreditkartenunternehmen wird durch eine Organisation betrieben, ist also «organisatorisch zentralisiert».

Die Daten der Kunden und deren Finanztransaktionen speichert das Kreditkartenunternehmen in einer zentralen Datenbank. Weltweit gesehen existiert für die Dokumentation der Zahlungen via dieses Kreditkartenunternehmen nur diese Datenbank. Also sind diese Daten «logisch zentralisiert».

Im Gegensatz dazu sind Daten in einer Excel-Datei «logisch dezentralisiert», da diese Datei beliebig kopiert werden kann. Jeder Akteur besitzt also die gleiche Information. Jedoch kann die Datei beliebig durch die Akteure weiterbearbeitet werden, ohne dass jeweils die anderen Akteure über diese Bearbeitung Bescheid wissen. Dadurch geht die zentrale Logik verloren.

Die Blockchain-Technologie ermöglicht nun erstmals eine Kombination aus «organisatorisch dezentralisiert» und «logisch zentralisiert». Dabei dokumentieren alle Akteure eines Blockchain-Systems die Transaktionen in einem verteilten aber überall identischen und verschlüsselten Kassenbuch: der Blockchain (siehe Abbildung 30, unten). Nimmt ein Akteur des Systems eine Transaktion vor, wird diese zuerst durch die Blockchain und somit durch alle anderen Akteure verifiziert. Dadurch entsteht technologisch eine Situation der vollständigen Information bzw. Transparenz. Beispielsweise weiss die Blockchain, ob der Absender der Zahlung über genügend Guthaben verfügt, um die Transaktion zu tätigen. Da die Blockchain auf alle Akteure verteilt ist und stetig durch diese kontrolliert wird, gründet die Transaktion auf einem Konsens des Kollektivs. Deshalb bezeichnen Tapscott et al. (2016) die Blockchain auch als ein Protokoll des Vertrauens. Ein Intermediär wie bisher, beispielsweise ein Kreditkartenunternehmen, ist nicht mehr notwendig, da das Vertrauen für die Transaktion durch die gemeinsame Dokumentation aller Transaktionen im verteilten Kassenbuch und somit durch alle Akteure entsteht.

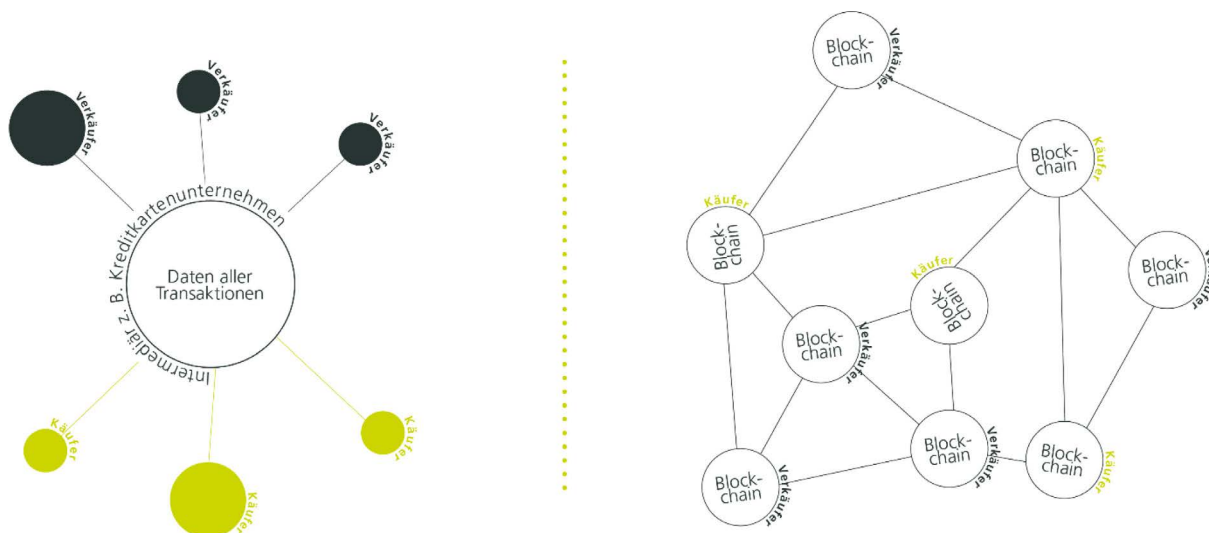


Abbildung 30: Vergleich klassisches System mit Intermediär und Blockchain-System ohne Intermediär (eigene Darstellung).

Die erste Anwendung der Blockchain-Technologie ist die digitale Währung «Bitcoin». Sie ermöglicht direkte digitale Zahlungen ohne zwischengeschaltetes Finanzinstitut (Quelle: verändert übernommen aus Nakamoto, 2008).

12.2 INTELLIGENTE VERTRÄGE

Die Blockchain erlaubt nicht nur digitale Finanztransaktionen, sondern auch intelligente Verträge mit einprogrammierten Instruktionen, sogenannte **Smart Contracts**. Gemäss Swan (2015) weisen Smart Contracts drei Haupteigenschaften auf:

1. **Eigenständigkeit:** Nach Abschluss des Vertrags braucht es keinen Kontakt mehr zwischen den Vertragspartnern, da die festgelegten Vertragsbedingungen automatisch ausgeführt werden.
2. **Unabhängigkeit:** Ein Smart Contract erhält die notwendigen Ressourcen für den Betrieb in der Blockchain, in dem er den Vertragspartnern eine Dienstleistung anbietet.
3. **Dezentralisierung:** Der Vertrag ist in der Blockchain verteilt, führt sich selber über diverse Netzwerkknoten aus und kann deshalb nicht manipuliert werden.

12.3 AUSWIRKUNGEN BLOCKCHAIN ALLGEMEIN

Grundsätzlich bewirkt ein Einsatz der Blockchain-Technologie mit ihrem Ansatz der Dezentralisierung drei wesentliche Veränderungen, welche so schon in der Finanzbranche oder anderen Bereichen der Wirtschaft zu erkennen sind:

- **Intermediäre werden überflüssig**
Für Transaktionen bedarf es einem Vertrauensverhältnis. Besteht dieses nicht, beispielsweise, weil sich die Interagierenden nicht kennen, vermittelt ein kostenpflichtiger Dritter. Diese Intermediäre sind nicht mehr notwendig, da das Vertrauen durch die Blockchain zu einem wesentlich günstigeren Preis entsteht. Es entsteht eine Peer-to-Peer-Struktur, in der Akteure (engl. «Peers») direkt interagieren.
- **Vollständig integre Abläufe**
Die Blockchain stellt sicher, dass sich alle Akteure integer verhalten. Insbesondere ist die Rechenschaftspflicht in das System einprogrammiert. Wird beispielsweise ein Smart Contract gebrochen, werden automatisch die im Vertrag vorgesehenen Sanktionsmassnahmen ausgeführt. Diese garantierte Integrität ermöglicht effizientere Abläufe.
- **Transaktionskosten sinken gegen Null**
So wie das Internet die Kosten für Kommunikation dramatisch sinken liess, so könnte die Blockchain-Technologie die Kosten für Transaktionen jeglicher Güter und Dienstleistungen reduzieren (vgl. Lundy, 2016).

12.4 ERFAHRUNGEN – BEISPIELE FÜR ANWENDUNGEN IN DER ENERGIEVERSORGUNG

Blockchain-Projekte im Energiebereich befinden sich mutmasslich alle noch in der Pilotphase. Eine wirkliche Kupplung von Blockchain und physischer Energieübertragung hat noch kein Projekt erzielt. Die Anwendungen beschränken sich in der Regel auf den Handel mit virtueller Energie (vgl. Office fédérale de l'énergie, 2017). Folgende Auswahl illustriert momentane Anwendungen:

12.4.1 Internationale Projekte

International ist die Blockchain-Landschaft unübersichtlich. Es gibt so viele Projekte und Ansätze, dass es den Rahmen des Dialogpapiers bei weitem übersteigen würde, im Folgenden einen vollständigen Überblick zu geben. Daher sollen nur zwei Projekte mit Signalwirkung kurz umrissen werden.

- **«Brooklyn Microgrid»**
Das Projekt «Brooklyn Microgrid» betreibt in Brooklyn, New York ist ein auf der Blockchain-Technologie basierender lokaler Energiemarkt. Dieser wird «Microgrid» genannt (vgl. Brooklyn Microgrid, 2016). Jedoch handelt es sich nicht um ein Microgrid im technischen Sinne: d.h. ein unabhängiges Netz, das sich selbst versorgen und die Netzstabilität aufrechterhalten kann. Vielmehr geht es um die Erweiterung dieses Konzeptes als ein dezentrales Abrechnungskonzept für private Produzenten und Konsumenten. Die Anwohnenden handeln bereits heute erneuerbaren Strom direkt untereinander. Die grundlegende Plattform dafür nennt sich «TransActive Grid» und ermöglicht einen lokalen Energiemarkt (vgl. TransActive Grid 2016).
- **«Share&Charge»**
Das Produkt «Share&Charge» ermöglicht die Vermietung der eigenen Ladestation für Elektromobilität. Das dazu notwendige Gerät wird direkt an die eigene Stromsteckdose angeschlossen und kommuniziert mit einem Blockchain-System. Anhand einer App wird der Nutzende autorisiert, so dass dieser im Anschluss direkt an der Stromsteckdose laden kann. Die Verhandlung des Preises sowie die Abgeltung nimmt die Blockchain automatisch vor (vgl. Tual, 2016).

12.4.2 Schweizer Pilotprojekte

In der Schweiz sind noch keine konkreten Anwendungen der Blockchain-Technologie im Energiesektor bekannt. Das BFE unterstützt im Rahmen der Energieforschung und Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekten Schweizer Blockchain-Projekte im Energiebereich.

- **«QuartierStrom»: Stromhandel zwischen Nachbarn**
Basierend auf der Blockchain-Technologie soll in Echtzeit Energie zwischen Prosumern und Consumern gehandelt werden kann. Ein Produzent soll seinem Nachbarn seinen Strom anbieten und verkaufen. Das Projekt setzt auf einem existierenden Verteilnetz. Im Pilotprojekt wird die Anwendbarkeit und Nützlichkeit der Blockchain aber auch die Anwenderfreundlichkeit dieses Geschäftsmodelles geprüft. Beteiligt sind u.a. Forschende der Universität St. Gallen und der ETH Zürich (vgl. Meeuw et al., 2018). Das Projekt wird vom BFE unterstützt (vgl. Quartierstrom, 2018).

12.5 SICHERHEITASPEKTE DER BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE

Grundsätzlich verfügt jeder Akteur über eine identische Kopie der Blockchain, die jederzeit mit allen Kopien sämtlicher anderer Akteure synchron ist. Transaktionen werden in einzelnen Blöcken festgeschrieben und sind dort permanent dokumentiert. Welcher Akteur einen neuen Block schreiben darf, wird anhand einer komplexen Rechenaufgabe bestimmt. Die Chance eines Akteurs die Rechenaufgabe zuerst zu lösen, entspricht der Rechenkapazität seiner Hardware im Verhältnis zur gesamten Rechenkapazität aller Akteure. Da die Lösung der Aufgabe zufällig gefunden wird, gewinnt nicht automatisch der Akteur mit der grössten Rechenkapazität. Dieses Konzept nennt sich Proof of Work, da die Sicherheit eines Netzwerkes durch die physisch knappen Ressourcen Rechenkapazität und Elektrizitätsverbrauch unterstützt wird (vgl. BitFury Group, 2015). Es braucht demnach einen aufwändigen Arbeitsnachweis, um die Blockchain weiterzuführen. Möchte ein Akteur einen manipulierten Block einschleusen, müsste dessen Rechenkapazität so gross sein, dass er sicher sein kann, die Aufgabe als erstes zu lösen. Einerseits ist dieses Vorhaben theoretisch nahezu unmöglich, andererseits machen die verursachten Kosten durch Rechenkapazität und Elektrizitätsverbrauch dies uninteressant.

Generell können Software-Systeme Angriffspunkte aufweisen, da Software durch Menschen entwickelt wird und somit Fehler enthalten kann. Dies gilt auch für Blockchain-Systeme, obwohl in der Theorie die zu Grunde liegende Technologie sicher ist. Insbesondere bei intelligenten Verträgen besteht die Gefahr, dass Programmierungsfehler in solchen Verträgen bzw. dem Code eines Blockchain-Systems, von Angreifern ausgenutzt werden, um beispielsweise Kapital aus dem System abzuzweigen. Dies geschah im Sommer 2016 bei der virtuellen Investmentplattform DAO (vgl. Kühl, 2016). Obwohl die Manipulationen im genannten Fall durch Anpassungen am Code, einem sogenannten Hard Fork, rückgängig gemacht wurden, beschädigen solche Ereignisse das Vertrauen in die Smart Contracts und die Blockchain-Technologie allgemein. Diese Unsicherheiten stellen ein Risiko dar, mit dem sich neue Anwender der Blockchain-Technologie auseinandersetzen müssen.

12.6 KONSENSMECHANISMEN UND STROMVERBRAUCH

Der Ansatz des Proof of Work ist äusserst ineffizient bei der Nutzung von Elektrizität. Gemäss O'Dwyer (2014) entsprach der Stromverbrauch des Bitcoin-Blockchain-Systems im Jahre 2014 etwa dem Stromverbrauch von ganz Irland. Daher wird intensiv an einer Alternative zu Proof of Work gearbeitet. Ein vielversprechender Ansatz ist der Proof of Stake: Anstatt einer Rechenaufgabe für alle Akteure, wird durch das Blockchain-System zufällig ein Beteiligter ausgesucht, welcher mit seiner Rechnerkapazität die Blockchain validiert und fortschreibt (vgl. Buterin, 2016).

12.7 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Dank des automatisch geführten Kontobuchs in der Blockchain ist eine Peer-to-Peer Struktur denkbar, in welcher private Akteure z.B. Strom, Speicherkapazitäten, Herkunftsnachweise oder Flexibilität direkt untereinander handeln können. Ein Vermittler, wie z. B. ein Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), wäre nicht mehr nötig oder aber selber ein Akteur wie jeder andere. Dadurch stellen sich grundlegende Fragen in fast allen Bereichen des heutigen Regulierungsrahmens.

- **Fördersysteme und Integration erneuerbare Energien**
Überschüssiger Solarstrom der eigenen Photovoltaikanlage müsste nicht mehr zu dem Einspeisetarif des lokalen EVU abgegeben, sondern könnte direkt dem Nachbarn für das Aufladen des Elektrofahrzeugs verkauft werden. Die Kaufhandlung würde automatisch über die Blockchain verrechnet und dokumentiert. Hierbei stellen sich Fragen bezüglich Netzzugang / Marktöffnung sowie dem heutigen Fördersystem für erneuerbare Energie.
- **Stromhändler, -lieferanten, -direktvermarkter und -börsen**
Wenn Transaktionen zunehmend dezentral erfolgten, etwa um Kosten zu sparen, würden Händler zunehmend unter Druck geraten. Auch bestehende Lieferanten könnten zunehmend unter Druck geraten. Es ist denkbar, dass Lieferanten sogar ganz wegfallen können und Produzenten direkt über eine Blockchain ihre Energie vermarkten.
- **Virtuelle Zusammenschlüsse, neue Tarifierungsansätze und «Regulatory Sandbox»**
Akteure könnten sich auf Basis von Smart Contracts in virtuellen Zusammenschlüssen organisieren und den produzierten Strom selbst verbrauchen. Die Wertschöpfung fände dann lokal statt. Das Gesamtsystem könnte resilienter werden. Aber die Einbindung des Netzbetriebs in diese Prozesse ist wichtig und noch nicht gelöst. So bleiben auch hier viele offene Fragen, wie z. B. wie die System- und Einsatzplanung erfolgen kann, wie die Rolle der Bilanzgruppen in einem solchen System aussieht oder wie die Nutzung des öffentlichen Netzes vergütet werden soll. Blockchain und die Digitalisierung könnten grosse Auswirkungen auf die heute etablierten Strommarktprozesse und die Vorgaben zur Netztarifierung haben. Auch hier kann eine «Regulatory Sandbox» (siehe Kap. 4) einen wesentlichen Mehrwert zur Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmenwerks hinsichtlich einer Adaption an die Möglichkeiten der Blockchain-Technologie bieten.
- **Grundversorgung vs. Marktöffnung**
Bei Tausenden von Anbietern von Strom stellt sich die Frage, ob die Grundversorgung redundant werden könnte. Jeder Endverbraucher könnte mit Hilfe der Blockchain-Technologie direkt von der Vielzahl Produzenten Strom einkaufen.
- **Netzplanung und -betrieb**
Den Netzbetreiber wird es wohl weiterhin geben, ob sich nun die Blockchain-Technologie durchsetzt oder nicht. Er ist für den sicheren Systembetrieb, die Infrastruktur, sowie das Gleichgewicht von Produktion und Verbrauch systemweit verantwortlich. Für einen Austausch von Energie auf Basis von Smart Contracts ist das elektrische Netz unverzichtbar, selbst bei geringen Mengen zentral produzierter und grossen Mengen dezentral produzierter Energie. Anzunehmen ist, dass die Aufgabe der Netzbetreiber komplexer werden wird. Wie der Netzbetrieb mit einem Blockchain basierten Energiehandel abgestimmt und so weiterhin die Netzsicherheit gewährleistet werden kann, ist bisher noch unklar. Hier sind wohl neue Prozesse und Ansätze notwendig.

12.8 FAZIT: BLOCKCHAIN

Die Entwicklung der Blockchain-Technologie befindet sich am Anfang, zeichnet sich aber durch eine starke Dynamik aus: Unter der Leitung der Linux Foundation bekennen sich globale Schwergewichte der Privatwirtschaft im Rahmen des Hyperledger-Konsortiums zu einer gemeinsamen Anstrengung, die Technologie weiterzuentwickeln (vgl. The Linux Foundation, 2015). Als erstes Schweizer Unternehmen ist die Swisscom offizielles Mitglied (vgl. Swisscom, 2016). Das Ziel des Hyperledger-Konsortiums ist die Erstellung einer professionellen Open Source-Blockchain-Plattform, welche die Grundlage für spezifische Anwendungen aller Branchen legt. Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklungen auch auf die Energiebranche übergreifen und sie von diesen Anstrengungen profitieren wird.

In der Schweizer Energiebranche gibt es aktuell Blockchain-basierte Pilotprojekte wie etwa «Quartierstrom». Eine weitere wichtige Entwicklung ist das Bestreben der Energy Web Foundation (<https://energyweb.org>), eine Open-Source Plattform spezifisch für Blockchain-basierte Energie-Dienstleistungen bereitzustellen. Letztlich ist diesen Ansätzen die Idee gemein, den direkten Stromhandel zwischen Einzelnen zu ermöglichen. In Zukunft könnten altbekannte, zentralisierte Geschäftsmodelle durch den (unter Einsatz der Blockchain-Technologie) dezentralisierten Ansatz verdrängt werden.

In naher Zukunft und soweit es die Gesetzgebung erlaubt, sind in der Schweiz vor allem auch im Bereich Eigenverbrauch Anwendungen zu erwarten, welche die Blockchain-Technologie nutzen. Eine wichtige Frage dabei ist, ob Blockchain nur für die virtuellen Geschäfte zu gebrauchen ist, oder ob sie auch Effekte auf die Energieinfrastruktur, d.h. insbesondere die Netze, hat.

Eine frappante Schwäche der Blockchain-Technologie ist der hohe Stromverbrauch. Der Arbeitsnachweis (Proof of Work), welcher für die Fortführung der Blockchain durch alle Akteure aufgewendet werden muss, verursacht einen enormen Stromverbrauch. Alternativen zum Arbeitsnachweis befinden sich seit Jahren in Entwicklung, konnten bisher jedoch nicht zufriedenstellend umgesetzt werden.

Im heutigen frühen Stadium der Technologie-Entwicklung ist die Abschätzung der Auswirkungen im Energiemarkt schwierig. Vielmehr gilt es die Entwicklung aufmerksam zu beobachten oder, wo sinnvoll, zu fördern.

12.9 LITERATURVERZEICHNIS: BLOCKCHAIN

Axpo (2017). Strom aus der Nachbarschaft: Axpo startet Blockchain-Modell für erneuerbare Energien. Medienmitteilung. URL: <http://www.axpo.com/axpo/ch/de/news/news/medienmitteilung/int/2017/strom-aus-der-nachbarschaft--axpo-startet-blockchain-modell-fuer.html> [abgerufen am 11.05.2018].

BitFury Group (2015). Proof of Stake versus Proof of Work – White Paper. URL: <http://bitfury.com/content/5-white-papers-research/pos-vs-pow-1.0.2.pdf> [abgerufen am 05.12.2016].

Brooklyn Microgrid (2016). URL: <http://brooklynmicrogrid.com/> [abgerufen am 24.11.2016].

Ray, James (2018). Proof of Stake FAQ. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Proof-of-Stake-FAQs> [abgerufen am 28.06.2018].

Change38 (2016). Change38 entwickelt intelligente Strom-App. Wie durch neue Peer-to-Peer-Stromversorgung fossiler Strom überflüssig wird. URL: https://change38.ch/documents/10181/17475/Change38_Pressemitteilung_Juli_2016.pdf/920a14fe-8469-4a40-bb58-d04719e9b752?version=1.0 [abgerufen am 25.11.2016].

Bloomberg (2018). Internet Software and Services. Company Overview of Chaddenwyck Services Limited. URL: <https://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=550756873> [abgerufen am 11.05.2018].

Kühl, Elke (2016). Und plötzlich fehlen 50 Millionen Dollar. Zeit Online, 20.06.2016. URL: <http://www.zeit.de/digital/internet/2016-06/the-dao-blockchain-ether-hack> [abgerufen am 30.11.2016].

Lundy, Lawrence (2016). Blockchain and the sharing economy 2.0. The real potential for developers. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/library/iot-blockchain-sharing-economy/> [abgerufen am 25.11.2016].

Meeuw, Arne; Schopfer, Sandro; Ryder, Benjamin; Wortmann, Felix (2018). LokalPower: Enabling Local Energy Markets with User-Driven Engagement. In: CHI'18 Extended Abstracts (LBW613). URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3170427.3188610> [abgerufen am 11.05.2018].

Nakamoto, Satoshi (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Bitcoin Foundation. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> [abgerufen am 17.11.2016].

O'Dwyer, Karl J.; Malone, David (2014). Bitcoin Mining and its Energy Footprint. URL: https://karlodwyer.github.io/publications/pdf/bitcoin_KJOD_2014.pdf [abgerufen am 06.12.2016].

Office fédéral de l'énergie (OFEN) [Bundesamt für Energie (BFE)] (2017): Blockchain dans le secteur de l'énergie en suisse [Interner Bericht]. Ittigen.

Open Source Initiative (2017): The Open Source Definition. URL: <https://opensource.org/osd> [abgerufen am 27.07.2018].

Quartierstrom (2018): Das Wichtigste in Kürze. URL: <https://quartier-strom.ch/index.php/home-pages/worum-geht-es/> [abgerufen am 27.07.2018].

Swan, Melanie (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. Sebastopol, O'Reilly Media, Inc.

Swisscom (2016). Medienmitteilung: Swisscom wird erstes Schweizer Mitglied beim international führenden Blockchain-Konsortium. URL: <https://www.swisscom.ch/content/dam/swisscom/de/about/medien/faktencheck/documents/swisscom-mitglied-blockchain-konsortium-de.pdf.res/swisscom-mitglied-blockchain-konsortium-de.pdf> [abgerufen am 19.12.2016].

Tapscott, Alex; Tapscott, Don (2016). Die Blockchain Revolution. Kulmbach, Plassen Verlag.

The Linux Foundation (2015). Linux Foundation Unites Industry Leaders to Advance Blockchain Technology. URL: <https://www.linuxfoundation.org/news-media/announcements/2015/12/linux-foundation-unites-industry-leaders-advance-blockchain> [abgerufen am 25.11.2016].

TransActive Grid (2016). Secure, transactional control of utility systems. URL: <http://transactivegrid.net/> [abgerufen am 24.11.2016].

Tual, Stephan (2016). Blockchain Energy P2P sharing project Share&Charge going into live Beta. URL: <https://blog.slock.it/blockchain-energy-p2p-sharing-project-share-charge-going-into-live-beta-ad4e069e79d> [abgerufen am 24.11.2016].

Wenger, Albert (2014). Bitcoin: Clarifying the Foundational Innovation of the Blockchain. URL: <http://continuations.com/post/105272022635/bitcoin-clarifying-the-foundational-innovation-of> [abgerufen am 17.11.2016].

13 CYBER-SICHERHEIT: SCHUTZ VOR CYBER-RISIKEN IM ENERGIEBEREICH

Die zunehmende Digitalisierung im Energiesektor eröffnet grosse Chancen, ist aber auch mit einer Zunahme von Risiken verbunden. Das Risiko von Cyber-Angriffen wird allgemein (vgl. WEF, 2018; BABS, 2015) und speziell für Energieinfrastrukturen (vgl. IEA, 2017; World Energy Council, 2016) als hoch eingeschätzt. Wer über Digitalisierung im Bereich der Energieinfrastruktur sprechen will, der muss sich auch mit Cyber-Risiken und Sicherheit auseinandersetzen. Das Thema gewinnt daher enorm an Bedeutung und ist aus der Digitalisierungsdebatte nicht mehr wegzudenken, spätestens seit den letzten Präsidentschaftswahlen 2016 in den USA. Cyber-Risiken können nicht vollständig ausgeschlossen werden, aber durch geeignete Massnahmen können die Cyber-Sicherheit und damit die Resilienz von Energieinfrastrukturen gestärkt werden.

13.1 EINFÜHRUNG – WAS BEDEUTET CYBER-SICHERHEIT IM ENERGIEBEREICH?

In der Nationalen Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken (vgl. ISB, 2018a) wird **Cyber-Sicherheit** als anzustrebender Zustand innerhalb des Cyber-Raums definiert, bei dem die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen wie ursprünglich beabsichtigt funktionieren. Der **Cyber-Raum** umfasst die Gesamtheit der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT, d.h. Hard- und Software), die untereinander Daten austauschen, diese erfassen, speichern, verarbeiten oder in (physische) Aktionen umwandeln, sowie die dadurch ermöglichten Interaktionen zwischen Personen, Organisationen und Staaten. Cyber-Sicherheit wird mit Massnahmen der Informationssicherheit sowie der nachrichtendienstlichen und militärischen Cyber-Defence (Abwehr) erreicht. Unter **Informationssicherheit** (oder IKT-Sicherheit) wird die Unversehrtheit der Authentizität, Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit eines informations- und kommunikationstechnischen Systems und der darin verarbeiteten und gespeicherten Daten verstanden.

Als Ursachen für **Cyber-Risiken** sind Bedrohungen durch beabsichtigte unerlaubte Handlungen (Cyber-Angriffe) und Gefährdungen durch unbeabsichtigt herbeigeführte Ereignisse (menschliches Fehlverhalten und technische Ausfälle) zu unterscheiden. **Cyber-Angriffe** lassen sich in folgende Kategorien einteilen (vgl. ISB, 2018):

- **Cyber-Kriminalität**
Straftaten, welche mit Hilfe von IKT verübt werden oder Schwachstellen dieser Technologien ausnutzen; Motiv der Bereicherung steht im Vordergrund.
- **Cyber-Spionage**
unerlaubte Informationsbeschaffung im Cyber-Raum für politische, militärische oder wirtschaftliche Zwecke durch staatliche sowie nichtstaatliche Akteure.
- **Cyber-Sabotage und -Terrorismus**
Tätigkeit im Cyber-Raum, um das zuverlässige und fehlerfreie Funktionieren von IKT zu stören oder zu zerstören; kann auch zu physischen Auswirkungen führen; Motive sind Machtdemonstration und Einschüchterung, verbunden mit der Absicht, eine Organisation oder sogar die ganze Gesellschaft zu destabilisieren.
- **Desinformation und Propaganda**
gezielte Verbreitung von Falschinformationen oder von illegal über Cyber-Angriffe beschafften Informationen mit dem Zweck der Diskreditierung von politischen, militärischen oder zivilgesellschaftlichen Akteuren.

- **Cyber in Konflikten**

Cyber-Angriffe aller bisher genannten Kategorien werden auch als Mittel der Kriegführung eingesetzt; typischerweise in hybriden Konflikte, wo neben militärischen auch politische, wirtschaftliche und kriminelle Mittel verwendet werden, in einer Grauzone unterhalb der Kriegsschwelle; ein ausschliesslich im Cyber-Raum geführter Krieg (Cyber-War) erscheint gegenwärtig als unrealistisches Szenario.

- **Spezialfall: Energiesektor**

Für die Energieversorgung sind insbesondere Angriffe aus den ersten drei Kategorien bedeutend. Die Beispiele vergangener Cyber-Vorfälle im Energiebereich im folgenden Kapitel zeigen, dass Energieinfrastrukturen durchaus ein Ziel für Cyber-Angriffe in Konflikten sein können.

Bezogen auf den Energiebereich (und sinngemäss andere technisch-industrielle Bereiche) ist eine Differenzierung des Cyber-Raums bzw. der IKT-Systeme in IT und Operational Technology (OT) wichtig. **Informationstechnik (Information Technology IT)** bezeichnet gemäss (Gartner, 2018) das gesamte Spektrum an Technologien zur Datenverarbeitung, wie Software, Hardware, Kommunikationstechnologien und damit verbundene Services. D.h. insbesondere Büroautomation, Server, Internet und andere Kommunikationssysteme. Demgegenüber bezeichnet **OT** Hardware und Software, die eine Änderung von physikalischen Geräten, Prozessen und Ereignissen im Unternehmen durch direkte Überwachung und/oder Kontrolle erkennen oder steuern. Man spricht auch von Industriellen Kontrollsystemen (ICS, Industrial Control Systems) oder SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-Systemen. OT-Systeme sind für den Betrieb von kritischen Infrastrukturen (z. B. Kernkraftwerken oder Übertragungsnetzen) sehr bedeutend und unterscheiden sich aufgrund ihrer Spezialisierung sowie viel längeren Erneuerungs- und Wartungszyklen stark von der standardisierten IT. Entsprechend sind für die OT auch spezifische Sicherheitsmassnahmen nötig (vgl. z.B. SATW, 2017 oder MELANI, 2013).

Die **Auswirkungen und Schäden** von Cyber-Angriffen im Energiebereich unterscheiden sich je nachdem, welche der oben genannten Systeme betroffen sind. Angriffe auf die IT können vor allem finanzielle Schäden für die betroffenen Unternehmen, Störungen oder Unterbrüche von Geschäftsprozessen, Verlust von Informationen oder Reputationsschäden bewirken. Falls hingegen die OT von Energieunternehmen angegriffen wird kann dies zu Beeinträchtigungen oder Ausfällen von kritischen Energieinfrastrukturen führen, mit dramatischen Folgen für die Versorgung von Bevölkerung und Wirtschaft.

13.2 BEISPIELE VON CYBER-VORFÄLLEN IN DER ENERGIEVERSORGUNG

In der Westukraine ereignete sich 2015 der erste bekannte Cyber-Angriff, der sich spezifisch gegen Stromnetze richtete und einen Stromausfall auslöste. Bei mehreren Stromnetzbetreibern wurden mittels **Phishing**-Email¹² persönliche Zugangsdaten von Mitarbeitern gewonnen, um in die Systeme einzudringen. Weiter wurde Malware¹³ eingesetzt, sowie DoS-Attacken¹⁴ gegen die Informationsstellen der Betreiber, die die Kunden daran hinderten, sich über die Ausfälle zu informieren. Die Untersuchungen zu diesem Vorfall gehen von einer professionellen, mehrmonatigen Planung und Vorbereitung der Angriffe aus.

¹² **Phishing** bezeichnet das Entwenden von vertraulichen Informationen wie Benutzernamen und Passwörter mittels präparierten Emails, welche vordergründig vertrauenswürdig scheinen, aber dem Angreifer Zugang zu Informationen geben, wenn ein Anhang geöffnet oder ein Link angeklickt wird.

¹³ **Malware** ist eine Software (z.B. ein Virus), die spezifisch dafür entwickelt wurde, IKT-Systeme zu unterbrechen, beschädigen oder unauthorisierten Zugang zu erlangen.

¹⁴ **Denial of Service (DoS)** bezeichnet das Überfluten und Unzugänglich-machen von Internet-Servern (z.B. Webauftritte, Email) mit sehr vielen automatisierten Anfragen.

In einem zweiten Angriff auf die ukrainische Stromversorgung 2016 wurde eine spezifisch auf OT bzw. ICS ausgelegte **Malware** eingesetzt und führte in weiten Teilen des Landes zu einem Stromausfall. Die als «Industroyer» bzw. «Crash Override» bezeichnete Malware nutzt die spezifischen Protokolle industrieller Steuerungen und erlaubt einem Angreifer weitgehende Kontrolle über die Systeme, um beispielsweise Elemente der Netzsteuerung wie Leistungsschalter zu überwachen, steuern, blockieren, oder zerstören.

Die **Malware** «Mirai» wurde 2016 genutzt, um mit einem Botnet¹⁵ die bisher grösste DoS-Attacke auf den amerikanischen Internetprovider Dyn durchzuführen, welche zu grossflächigen Ausfällen bei den beliebtesten Webdiensten in den USA führte. Der Angriff zielte nicht auf Energieinfrastrukturen und hatte auf diese auch keinen Einfluss, illustriert aber die Verwundbarkeit des Internet of Things (IoT), welches auch im Energiebereich immer breiter eingesetzt wird (vgl. Kap. 0; vgl. auch AEE, 2018). In diesem Zusammenhang wurde auch ein Postulat angenommen, welches den Bundesrat beauftragt, einen Bericht zur Sicherheit von IoT zu erstellen (vgl. Nationalrat, 2017).

Die **Ransomware**¹⁶ «WannaCry» blockierte 2017 hunderttausende Computer weltweit. Sie nutzte eine Schwachstelle in älteren Windowssystemen, bei welchen die Nutzer ein bereits länger verfügbares Sicherheitsupdate nicht installiert hatten. «WannaCry» auch in kritischen Infrastrukturen wie Spitälern zu gravierenden Ausfällen, zielte aber nicht direkt auf Energieinfrastrukturen. Dennoch meldeten einige Energieunternehmen Probleme. Beispielsweise waren über 20 000 Tankstellen der nationalen chinesischen Erdölgesellschaft ausser Betrieb.

13.3 ÜBERBLICK AKTUELLER, FÜR DIE SCHWEIZ RELEVANTER, STRATEGIEN, REGULIERUNGEN UND STANDARDS ZUM SCHUTZ VOR CYBER-RISIKEN

Strategie EU: Die europäische Union hat ihre Cyber-Sicherheitsstrategie von 2013 inzwischen in ein Sicherheits-Paket ausgebaut, um den Cyber-Bedrohungen wirksamer zu begegnen (vgl. EU, 2018). Das Cyber-Paket beinhaltet eine Stärkung der Europäischen Agentur für Netzwerk- und Informationssicherheit, Bestrebungen einen gemeinsamen Markt für Cyber-Sicherheit (Produkte, Dienstleistungen und Prozesse) in der EU aufzubauen, Empfehlungen für eine zwischenstaatlich koordinierte Reaktion auf grosse Cyber-Sicherheitsvorfälle und insbesondere die rasche Umsetzung der NIS-Richtlinie zur Sicherheit von Netzwerk- und Informationssystemen (vgl. EC, 2016). Mit der NIS-Richtlinie wurde erstmals auf europäischer Ebene eine Regulierung bezüglich Cyber-Sicherheit erlassen, welche die Mitgliedstaaten bis 9. Mai 2018 in nationales Recht zu überführen hatten.

Strategie Schweiz: Am 18. April 2018 hat der Bundesrat die zweite Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken (NCS) für die Jahre 2018-2022 verabschiedet (vgl. ISB, 2018a). Die Strategie weitet die bestehenden Massnahmen wo nötig aus und ergänzt sie mit neuen Massnahmen, so dass sie der heutigen Bedrohungslage entspricht. Die Handlungsfelder der Strategie reichen vom Aufbau von Kompetenzen und der Förderung der internationalen Kooperation über die Stärkung des Vorfall- und Krisenmanagements sowie der Zusammenarbeit bei der Cyber-Strafverfolgung bis hin zu Massnahmen der Cyber-Abwehr durch die Armee und den Nachrichtendienst des Bundes (NDB).

¹⁵ Ein **Botnet** bezeichnet ein Netzwerk von vernetzten smarten Geräten (z.B. Webcams), welches zentral gesteuert und für koordinierte Angriffe genutzt werden kann. Neben von Hackern unter Ausnutzung von Sicherheitslücken aufgebauten Botnets, werden Bots (von englisch «robot») auch breit und erwünscht eingesetzt, beispielsweise von Internetsuchmaschinen (am weitesten verbreitet ist «Googlebot»).

¹⁶ **Ransomware** ist eine Malware, welche Benutzerdaten verschlüsselt und die Opfer zu einer Lösegeldzahlung (englisch «ransom») auffordert, um den Entschlüsselungscodex zu erhalten.

Neu sollen die Fachbehörden in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft Mindeststandards für die Cyber-Sicherheit entwickeln und die Einführung von Meldepflichten für Cyber-Vorfälle sowie die gesetzlichen Grundlagen dafür geprüft werden. Der Schutz der kritischen Infrastrukturen vor Cyber-Risiken ist ein wesentlicher Bestandteil der NCS. Sie deckt damit die Cyber-Aspekte der nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (SKI) ab und setzt die entsprechenden Massnahmen in enger Koordination mit der SKI-Strategie um (vgl. BABS, 2017). Zusammen mit der Verabschiedung der NCS hat der Bundesrat das EFD beauftragt, gemeinsam mit den betroffenen Stellen in der Verwaltung ein Konzept für die zukünftige Organisation und Zuständigkeiten des Bundes im Bereich Cyber auszuarbeiten. Am 4. Juli 2018 hat der Bundesrat im Grundsatz beschlossen, dass ein Cyber-Kompetenzzentrum im EFD angesiedelt werden soll. Zudem soll ein neuer Bundesratsausschuss geschaffen werden, welcher sich Fragen der Cyber-Sicherheit annehmen wird. Ihm werden die Vorsteher bzw. die Vorsteherin des EFD, des VBS und des EJPD angehören. Schliesslich sollen vom EFD unter Einbezug der Departemente bis Ende Jahr verschiedene offene Fragen, unter anderem bezüglich Schnittstellen, Abgrenzungen und Zuständigkeiten zwischen den Bereichen Cyber-Sicherheit, -Strafverfolgung und -Abwehr, geklärt und die Organisationsstruktur detailliert erarbeitet werden, sowie die Umsetzungsplanung der NCS 2018–2022 vorgelegt werden. Das VBS hat ausserdem für den Schutz und die Verteidigung seiner eigenen Systeme und Infrastrukturen sowie die subsidiäre Unterstützung kritischer Infrastrukturen einen spezifischen Aktionsplan Cyber-Defence erlassen, der bis 2020 in Abstimmung mit der NCS umgesetzt werden soll (vgl. VBS, 2017).

ISO-Standards: Eine zentrale Grundlage bezüglich Informationssicherheit bildet die von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebene „ISO/IEC 27000-Familie“ (vgl. ISO, 2018). Diese Standards definieren die Anforderungen an ein Informationssicherheitsmanagementsystem (ISMS) zum Schutz der sensitiven Informationen innerhalb eines Unternehmens. Ein ISMS umfasst Sicherheitsmassnahmen bez. Personal, Prozessen und IKT-Systemen und stützt sich auf einem systematischen Risikomanagementprozess. Verschiedene nationale Standards und Richtlinien basieren auf den ISO-Standards und konkretisieren diese, insbesondere für die Schweiz der „IKT-Grundschatz in der Bundesverwaltung“ (vgl. ISB, 2018b), für Deutschland die «IT-Grundschatz-Standards» (vgl. BSI, 2017), sowie das „Österreichische Informationssicherheitshandbuch“ (vgl. A-SIT, 2016).

VSE-Branchenempfehlung auf Basis NIST: Konkreter auf kritische Infrastrukturen und damit auch auf den Energiebereich zugeschnitten ist das amerikanische „NIST Cybersecurity Framework“ (vgl. NIST, 2018). Darauf aufbauend hat das schweizerische Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) einen allgemeinen Minimalstandard zur Verbesserung der IKT-Resilienz von kritischen Infrastrukturen erstellt (vgl. BWL, 2018). Basierend auf diesem hat eine Arbeitsgruppe des VSE eine Branchenempfehlung für den Grundschatz von OT in der Stromversorgung erarbeitet, welche voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2018 publiziert wird. Diese ergänzt eine allgemeinere Branchenempfehlung «ICT Continuity» (vgl. VSE, 2011).

BFE-Risiko- und Schutzbedarfsanalysen: Basierend auf ISO/IEC 27005 und dem NIST-Framework wurden durch das BFE Risiko- und Schutzbedarfsanalysen für intelligente Messsysteme (Smart Meter) sowie für intelligente Steuerungen zur Nutzung von Flexibilität (Smart Grid) erstellt (vgl. BFE, 2016a; BFE, 2016b). Erstere wird derzeit von der Branche genutzt, um sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Smart Meter zu definieren. Letztere wird im Rahmen der Revision StromVG zum gleichen Zweck herangezogen werden.

ENSI-Richtlinie: Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI prüft bei seiner Aufsichtstätigkeit auch Aspekte der IT-Sicherheit und orientierte sich bisher hauptsächlich an einem Leitfaden der IAEA sowie an ISO/IEC 27001. Eine spezifische ENSI-Richtlinie zur IT-Sicherheit der schweizerischen Kernanlagen soll bis Ende 2018 vorliegen.

13.4 AKTEURE, AKTIVITÄTEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN IN DER SCHWEIZ

Gemäss NCS ist der Schutz vor Cyber-Risiken eine **gemeinsame Verantwortung von Wirtschaft, Gesellschaft und Staat**. Dies bedeutet zunächst, dass alle Akteure für ihren eigenen Schutz die Verantwortung tragen, beispielsweise durch die Umsetzung eines ISMS. Der Bund sorgt mit Regulierungen und Anreizen für geeignete Rahmenbedingungen und soll nur eingreifen, wenn öffentliche Interessen auf dem Spiel stehen. Der Bund soll die übrigen Akteure auch subsidiär unterstützen, wenn diese Ereignisse nicht selbst bewältigen können. Eine vergleichbare Rollenteilung besteht auch bei den Zuständigkeiten im Bereich der Stromversorgungssicherheit (vgl. BFE, 2017).

- **Tätigkeiten der Branche**

Die Branche setzt sich insbesondere im Strombereich aktiv mit der Cyber-Sicherheitsproblematik auseinander, hier ist auf erste Branchenempfehlungen des VSE zu verweisen (ICT Continuity, Grundschatz von OT, Sicherheitsanforderungen Smart Meter). Auch gibt es erste Initiativen um ein branchenspezifisches Computer Emergency Response Team (CERT), d.h. ein „Energie CERT“ aufzubauen. Ein CERT ist eine Organisation, welche die bei IT-Sicherheitsvorfällen die Koordination gewährleisten und auch spezifische Expertise und Ressourcen für die Bewältigung bereitstellen soll. Daneben beschäftigt sich ein CERT auch allgemein mit Computersicherheit, beobachtet die Bedrohungslage und gibt Warnungen sowie Lösungsansätze für seine Adressatengruppe heraus. In der Schweiz gibt es mit MELANI und dem GovCERT auf nationaler Ebene bereits branchenübergreifende Organisationen, deren Ressourcen und energiespezifische Expertise sind aber beschränkt. Der Bund hat nur einen beschränkten Einblick, ob und wie Massnahmen bezüglich Cyber-Sicherheit bei den einzelnen Unternehmen der Energiewirtschaft umgesetzt werden. Gerade bei der Stromnetzinfrastruktur gibt es keine Sicherheitsaufsicht des Bundes.

- **Tätigkeiten des BFE**

Das BFE ist seit mehreren Jahren als Fachbehörde für den Energiebereich an der Entwicklung der Strategien NCS und SKI beteiligt. Die zukünftige Organisation und Zuständigkeiten Bundes im Bereich Cyber sind noch in der Ausarbeitung und so kann auch die zukünftige Rolle des BFE nicht abschliessend umschrieben werden. Bis anhin wurden unter anderem im Rahmen von NCS und SKI Grundlagen für die Betreiber bereitgestellt, damit diese bei Bedarf Massnahmen treffen können, um die Sicherheit und Resilienz der Anlagen im Energiebereich zu erhöhen. So konnten Risiken identifiziert, damit durch die Betreiber Verwundbarkeiten reduziert und ein geeignetes Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement aufgebaut werden können.

13.5 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Cyber-Risiken und die Digitalisierung allgemein entwickeln sich sehr schnell und dynamisch. Die digitalen Systeme im Energiebereich werden immer komplexer, zum Beispiel durch die stärkere Abhängigkeit von immer stärker vernetzter OT in der Netzsteuerung oder Kraftwerken sowie durch den breiten Einsatz von IoT in Smart Grid oder Smart Home. So stellen sich folgenden Fragen:

- **Umfassender Schutz**

Wie kann einem potentiellen Ungleichgewicht zwischen gut geschützten zentralen Systemen der Energieversorger und wenig geschützten dezentralen Systemen diverser Dienstleister begegnet werden? Sind die Schweizer Massnahmen zum Schutz vor Cyber-Risiken kompatibel zu den Ansätzen im Ausland, beispielsweise der EU-NIS-Richtlinie?

- **Cyber-Vorgaben**

Ist der Schutz vor Cyber-Risiken im Vergleich zu anderen Risiken angemessen? Braucht es – wie in der SKI-Strategie als Prüfauftrag formuliert – in der Energiegesetzgebung verbindliche

Vorgaben bezüglich Resilienz kritischer Infrastrukturen? Welche Vorgaben sind spezifisch hinsichtlich Cyber-Risiken notwendig? Wie und durch wen wird die Einhaltung allfälliger Cyber-Vorgaben beaufsichtigt und durchgesetzt?

- **Kompetenzen Betreiber**

Verfügen die Betreiber der Energieinfrastrukturen über die notwendigen Informationen und Kompetenzen, um die Cyber-Risiken für die digitalen Energiesysteme zu erfassen und zu beurteilen? Sind der Austausch und die Zusammenarbeit über die Energieinfrastrukturen hinweg ausreichend, z.B. Strom und Gas? Sind die bestehenden Branchenplattformen oder ein zukünftiges Energie-CERT geeignete Gefässe dafür? Braucht es eine Unterstützung des Bundes in gewissen Bereichen?

- **Kosten / Effizienz**

Wer trägt die Kosten für den besseren Schutz und wie wird der Nutzen langfristig sichergestellt? Sind die Voraussetzungen für die Finanzierung bzw. Anrechenbarkeit der Kosten bereits in der aktuellen Regulierung gegeben?

- **Transparenz und Feedback**

Bewähren sich die vorgesehenen Prozesse für die Umsetzung von Cyber-Sicherheit im Energiebereich? Wie wird dies bewertet oder festgestellt? Sind Prozesse und Zuständigkeiten ausreichend klar definiert?

- **Minimalstandards**

Führt die eigenverantwortliche Umsetzung von Cyber-Sicherheitsmassnahmen durch die Betreiber zu Einzellösungen und allenfalls Doppelspurigkeiten? Sind für den Energiebereich – wie in der NCS generell vorgesehen – weitere Minimalstandards zu entwickeln, einzuführen und gegebenenfalls für verbindlich zu erklären? Für welche Anwendungen und Anlagen? Wie wird deren Einhaltung und Wirksamkeit geprüft? Wie findet eine Weiterentwicklung statt?

- **Meldepflichten**

Wie kann die Koordination und der Informationsaustausch zu Cyber-Bedrohungen (und Schutzmassnahmen gegen diese) innerhalb der Branche, mit Bundesstellen und international verbessert werden? Sind Meldepflichten für Sicherheitsvorfälle – die im Rahmen von NCS und SKI geprüft werden – ein geeignetes Mittel, um die Sensibilisierung und Handlungsbereitschaft zu erhöhen? Wie wären Meldepflichten im Energierecht zu verankern?

13.6 FAZIT: CYBERSICHERHEIT

Für eine erfolgreiche Digitalisierung der Energiewelt ist Cyber-Sicherheit eine wichtige Voraussetzung. In den letzten Jahren wurden vermehrt Cyber-Angriffe bekannt, die spezifisch auf den Energiebereich zielen. Die zweite Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken bildet zusammen mit der umfassenderen nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen zunächst den strategischen Rahmen auf Stufe Bundesverwaltung für den Schutz vor Cyber-Risiken in der Schweiz. Die Umsetzung ist jedoch eine Herausforderung. Ziele sind die Realisierung konkreter Sicherheitsmassnahmen und ein integraler Schutz der Energieinfrastrukturen gegenüber einem breiten Gefährdungsspektrum.

Die Akteure der Energiewirtschaft sind in erster Linie selbst für ihren Schutz vor Cyber-Risiken verantwortlich. Initiativen, um die brancheninterne Zusammenarbeit bei Cyber-Sicherheitsvorfällen mit der Schaffung eines Energie-CERT zu verbessern, werden diskutiert. In diesem Zusammenhang ist zu diskutieren und zu prüfen, inwiefern die Koordination der Betroffenen und die Umsetzung des CERT verbessert werden kann. Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung wird vermehrt hinterfragt bzw. gefor-

dert, den Bedarf für verbindlichere Sicherheitsvorgaben zu prüfen. Dies umfasst unter anderem Minimalstandards für spezifische Anwendungen und Anlagen oder Vorgaben in Bezug auf die Resilienz von kritischen Infrastrukturen. Dabei sollten bestehende, punktuelle Vorgaben in einem Gesamtkonzept integriert werden. Welche regulatorischen Massnahmen für eine «sichere» Digitalisierung konkret nötig werden, ist noch unklar und muss analysiert werden; hingegen ist offensichtlich, dass die Dynamik der Digitalisierung und die damit zwangsweise verbundenen Risiken in nächster Zeit ansteigen dürften.



Abbildung 31: Cyber-Sicherheit. Voraussetzung für eine erfolgreiche Digitalisierung (Quelle: shutterstock).

13.7 LITERATURVERZEICHNIS: CYBERSICHERHEIT

- A-SIT Zentrum für sichere Informationstechnologie (2016). Österreichisches Informationssicherheits-handbuch. URL: <https://www.a-sit.at/sicherheitsbegleitung/sicherheitshandbuch/> [abgerufen am 04.07.2018].
- Advanced Energy Economy Institute (AEE) (2018). Cybersecurity in a Distributed Energy Future, Addressing the Challenges and Protecting the Grid from a Cyberattack. URL: https://info.aee.net/aee_institute_cybersecurity [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2015). Welche Risiken gefährden die Schweiz? Katastrophen und Notlagen Schweiz 2015. URL: <https://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebraeherdrisiken/natgebraeherdanalyse.html> [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2017). Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen 2018–2022. URL: https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/de/aufgaben-babs/ski/nationalestrategie/_jcr_content/contentPar/tabs/items/downloads/tabPar/downloadlist/downloadItems/73_1460987489220.download/natstratski2018-2022_de.pdf [abgerufen am 4.7.2018].
- Bundesamt für Energie (BFE) (2016a). Studie «Schutzbedarfsanalyse Smart Metering in der Schweiz». URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_847462733.pdf&endung=Studie [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für Energie (BFE) (2016b). Schutz- und Sicherheitsanalyse im Rahmen der Entwicklung von Smart Grids in der Schweiz. URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_329248122.pdf&endung=Schutz- und Sicherheitsanalyse im Rahmen der Entwicklung von Smart Grids in der Schweiz [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für Energie (BFE) (2017). Zuständigkeiten im Bereich der Stromversorgungssicherheit, Bericht zu Handen der UREK-N. URL: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_503687269.pdf&endung=Zuständigkeiten im Bereich der Stromversorgungssicherheit [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2017). IT-Grundschutz, BSI-Standards. URL: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzStandards/ITGrundschutzStandards_node.html [abgerufen am 04.07.2018].
- Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) (2018). Minimalstandard zur Verbesserung der IKT-Resilienz. URL: https://www.bwl.admin.ch/bwl/de/home/themen/ikt/ikt_minimalstandard.html [abgerufen am 05.12.2018].
- Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) (2017). Aktionsplan für Cyber-Defence APCD. URL: <https://www.vbs.admin.ch/de/verteidigung/schutz-vor-cyber-angriffen.detail.document.html/vbs-internet/de/documents/verteidigung/cyber/Aktionsplan-Cyberdefensed.pdf.html> [abgerufen am 04.07.2018].
- Europäische Kommission (2016). Directive on security of network and information systems (NIS Directive). URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/network-and-information-security-nis-directive> [abgerufen am 04.07.2018].
- Europäische Union (2017). Gemeinsame Mitteilung an das Europäische Parlament und den Rat; Abwehrfähigkeit, Abschreckung und Abwehr: die Cybersicherheit in der EU wirksam erhöhen. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1505294563214&uri=JOIN:2017:450:FIN> [abgerufen am 04.07.2018].
- Gartner (2018). IT Glossary. URL: <https://www.gartner.com/it-glossary/it-information-technology> bzw. <https://www.gartner.com/it-glossary/operational-technology-ot/> [abgerufen am 04.07.2018].

Informatiksteuerungsorgan des Bundes (ISB) (2018a). Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken 2018-22. URL: https://www.isb.admin.ch/isb/de/home/themen/cyber_risiken_ncs.html [abgerufen am 04.07.2018].

Informatiksteuerungsorgan des Bundes (ISB) (2018b). IKT-Grundschutz in der Bundesverwaltung. URL: https://www.isb.admin.ch/isb/de/home/ikt-vorgaben/sicherheit/si001-ikt-grundschutz_in_der_bundesverwaltung.html [abgerufen am 04.07.2018].

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2011). Computer Security at Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 17. URL: <https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8691/Computer-Security-at-Nuclear-Facilities> [abgerufen 04.07.2018].

International Energy Agency IEA, 2017. Digitalization & Energy. URL: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/DigitalizationandEnergy3.pdf> [abgerufen am 04.07.2018].

International Organization for Standardization ISO, 2018. ISO/IEC 27000 family – Information security management systems. URL: <https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.html> [abgerufen am 04.07.2018].

Melde- und Analysestelle Informationssicherung MELANI, 2013. Massnahmen zum Schutz von Industriellen Kontrollsystemen (ICS). URL: <https://www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/checklisten-und-anleitungen/massnahmen-zum-schutz-von-industriellen-kontrollsystemen--ics-.html> [abgerufen am 04.07.2018].

Melde- und Analysestelle Informationssicherung MELANI, 2018. Informationssicherung, Lage in der Schweiz und international, Halbjahresbericht 2017/II. URL: <https://www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/berichte/lageberichte/halbjahresbericht-2017-2.html> [abgerufen am 04.07.2018].

National Institute of Standards and Technology NIST, 2018. Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity. URL: <https://www.nist.gov/cyberframework> [abgerufen am 04.07.2018].

Nationalrat, 2017. Postulat Glättli Balthasar 17.4295, Sicherheitsstandards für Internet-of-Things-Geräte prüfen, weil diese eine der grössten Bedrohungen der Cybersicherheit sind. URL: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaef?AffairId=20174295> [abgerufen am 10.07.2018].

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften SATW, 2017. Industrielle Kontrollsysteme sicherer machen. URL: https://www.satw.ch/fileadmin/user_upload/images/02_Themen/03_Cyber/Events/4_Fachveranstaltung_ICS/Bericht_IndustrielleKontrollsysteme_final.pdf [abgerufen am 04.07.2018].

Süddeutsche Zeitung, 2018. Hacker haben deutschen Energieversorger angegriffen. URL: <http://www.sueddeutsche.de/digital/enbw-tochter-hacker-haben-deutschen-energieversorger-angegriffen-1.3980625> [abgerufen am 04.07.2018].

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, 2011. Branchenempfehlung Strommarkt Schweiz, ICT Continuity. URL: https://www.strom.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente/Bilder_neu/010_Downloads/Branchenempfehlung/VSE_ICT-Continuity_12-2011_D_01.pdf [abgerufen am 04.07.2018].

World Economic Forum WEF, 2018. The Global Risks Report 2018, 13th Edition. URL: <http://wef.ch/risks2018> [abgerufen am 04.07.2018].

World Energy Council, 2016. World Energy Perspective – The road to resilience: managing cyber risks. URL: <https://www.worldenergy.org/publications/2016/the-road-to-resilience-managing-cyber-risks/> [abgerufen am 04.07.2018].

14 DROHNEN – CHANCEN UND RISIKEN FÜR DEN ENERGIESEKTOR

Man sieht und hört sie immer häufiger, egal wo man gerade unterwegs ist. Unbemannte Luftfahrzeuge – Drohnen – surren durch die Luft, zeichnen mit Hilfe qualitativ hochwertigen Digitalkameras Geschehnisse auf oder kundschaften Bereiche aus. Drohnen können als Teil der Digitalisierung gesehen werden, denn unter Umständen werden sie autonom gesteuert und liefern digitale Informationen aus der Luft, die dann wiederum als Big Data mittels künstlicher Intelligenz ausgewertet und genutzt werden. Im Folgenden bietet dieses Kapitel einen Überblick über Drohnen, aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich, ihre Bedeutung in Zusammenhang mit der Energieversorgung und zu offenen Fragen.

14.1 EINFÜHRUNG – WAS SIND DROHNEN UND WELCHE BEDEUTUNG HABEN SIE FÜR DEN ENERGIESEKTOR?

Drohnen sind unbemannte Luftfahrzeuge und werden auch als «unmanned aerial vehicles» (UAVs) bezeichnet. Im Grunde genommen sind Drohnen fliegende Roboter, und damit ein Produkt der Digitalisierung. Drohnen können ferngesteuert werden oder autonom fliegen. In letzterem Fall verfolgt eine Drohne softwaregesteuert Flugpläne, die in der Regel vorgängig definiert wurden, und weicht beispielsweise automatisch Hindernissen aus. Das autonome Fliegen nutzt in der Drohne integrierte Steuerungssysteme sowie GPS und andere Sensoren. Es gibt Drohnen in der Form von Helikoptern, Multikoptern oder Flächenflugzeugen, die oft für die Datenerhebung mit Kameras und anderen Sensoren sowie für den Transport von kleineren Nutzlasten eingesetzt werden (vgl. TA-SWISS, 2018).

Für den Energiesektor bietet der Einsatz von Drohnen diverse Chancen. Dies beispielsweise bei der Planung, dem Bau, dem Betrieb und dem Rückbau von Energieinfrastrukturen, bei der Inventarisierung, Überprüfung und Aufsicht von Anlagen, bis hin zur Stromproduktion (vgl. PwC, 2017; TwingTec, 2018). Andererseits ist der Einsatz von Drohnen auch mit Risiken für Energieinfrastrukturen verbunden. So könnten etwa Stromnetzinfrastrukturen durch Drohnen absichtlich oder unabsichtlich beschädigt oder Kraftwerksareale mittels Drohnen ausspioniert werden.

14.2 DROHNEN IN DER SCHWEIZ – STAND HEUTE

Am 26. Juni 2018 wurde vom Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) gemeinsam mit dem World Economic Forum (WEF) die Gründungsveranstaltung des internationalen «Drone Innovators Network» durchgeführt. An diesem Kongress wurde die führende Rolle der Schweiz in Forschung, Entwicklung und im Einsatz von Drohnen demonstriert. Inzwischen seien über 80 Unternehmen mit über 2500 Arbeitsplätzen in der Schweiz im Drohnen-Bereich in verschiedensten Einsatzfeldern tätig: Vom Sicherheitsbereich über die Landwirtschaft bis hin zu medizinischen Transporten und humanitärer Hilfe in Krisenregionen leisteten sie ihren Dienst (vgl. UVEK, 2018).

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) ist zuständig für die Regulierung und Bewilligung von Drohnen in der Schweiz (vgl. Bundesamt für Zivilluftfahrt, 2018a). Sie sind rechtlich den Flugmodellen gleichgestellt. Bis zu einem Gewicht von 30 Kilogramm dürfen sie grundsätzlich ohne Bewilligung eingesetzt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass der «Pilot» jederzeit Sichtkontakt zu seiner Drohne hat. Zudem dürfen keine Drohnen über Menschenansammlungen betrieben werden. Die Vorgaben für den Betrieb von Drohnen und Flugmodellen bis zu einem Gewicht von 30 Kilogramm finden sich in der Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK; SR 748.941). Für den Betrieb von Drohnen und Flugmodellen mit einem Gewicht von über 30 Kilogramm oder ausserhalb des Sichtkontaktes braucht es eine Bewilligung des BAZL. Flugverbotszonen für Drohnen bestehen in der

Schweiz über Wildschutzgebieten und in der Umgebung von Flugplätzen (vgl. Bundesamt für Zivilluftfahrt, 2018b), sowie jeweils befristet für das World Economic Forum in Davos.

Die Schweizer Flugsicherung Skyguide und das BAZL streben 2019 die Einführung eines nationalen Luftverkehrsmanagementsystems für zivile Drohnen an, eines sogenannten U-Space. Damit können alle Arten von Drohnen in den Luftraum integriert (d.h. jederzeit geortet und identifiziert) werden und unterstehen auch der Flugsicherung. Mit dem U-Space soll die Sicherheit für alle Nutzenden des Luftraums erhöht werden, insbesondere für den Fall, dass Drohnen ausserhalb des Sichtkontakts mit dem Piloten fliegen. Weiter wird die Rechtsdurchsetzung deutlich vereinfacht.

Der U-Space basiert auf einer digitalisierten und automatisierten Plattform, mit der sich die Benutzer über ein Smartphone oder direkt via Drohnensteuerung verbinden. Auf dieser Plattform registrieren sich Piloten und ihre Drohnen, legen ihren Flugplan bei Skyguide vor und erhalten automatisch eine Bewilligung oder müssen die Flugroute anpassen. In einer Kartendarstellung können die Flugsicherung und Benutzer den Flug der Drohne sowie Fluggeräte im Luftraum verfolgen und erhalten Meldungen über Flugverbote oder bei Kollisionsgefahr.

14.3 ROLLE VON DROHNEN IM ENERGIESEKTOR

Die Anwendungsmöglichkeiten für Drohnen sind auch im Energiesektor vielfältig und weil der Drohnenmarkt sich allgemein sehr dynamisch entwickelt, ist auch spezifisch für den Energiesektor ein weiterer Zuwachs an Drohnenanwendungen zu erwarten. Die heutige Drohnenutzung im Energiesektor erstreckt sich von Standardanwendungen bis zu Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Im Folgenden werden einige ausgewählte Anwendungen vorgestellt.

Bei der **Planung und dem Bau von Energieinfrastrukturen** können mit Drohnen einfach und relativ kostengünstig umfangreiche Datengrundlagen erhoben oder der Projektfortschritt überwacht werden:

- Im Bereich **Vermessung bzw. Aufnahme von Luftbildern** (z.B. Geländemodell für ein Windparkprojekt, Inspektion von Hochkaminen, Monitoring von Bergwerken etc.) sind die beiden Schweizer Unternehmen wingtra (Spin-off der ETH Zürich: vgl. wingtra, 2018) und senseFly (Spin-off der EPFL, vgl. senseFly 2018) mit ihren innovativen Drohnen auf dem Markt.
- In Forschungsprojekten wird untersucht, wie Drohnen beispielsweise für **Windmessungen an potentiellen Standorten für Windkraftanlagen** (vgl. FHNW, 2018), oder bei der Erstellung von solaren Turmkraftwerken (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2018) genutzt werden können.

Bei der **Inventarisierung und Überprüfung von Anlagen im Energiesektor** können Drohnen nützliche Daten liefern. Dies unter anderem mit dem Vorteil, dass sich keine Mitarbeiter für Messungen in gefährliche Zonen begeben müssen, beispielsweise an Hochspannungsleitungen oder in Kernanlagen. Weiter können Drohnen allenfalls auch aufwändigere Helikopterflüge in unzugängliche Gebiete ersetzen und bieten so kosteneffizientere Lösungen für bestehende Aufgaben:

- **Inspektion von Stromnetzen**
Verschiedene Stromnetzbetreiber setzen Drohnen für die Inspektion von Hochspannungsleitungen ein, um Schäden an der Infrastruktur zu identifizieren oder die umliegende Vegetation zu überwachen. Aktuell läuft beim BAZL ein Bewilligungsverfahren für ein Pilotprojekt vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) und der Hochschule Luzern (HSLU), in dessen Rahmen alpenquerende Hochspannungsleitungen mit rund 100 kg schweren Helikopterdrohnen inspiziert werden sollen (vgl. ewz, 2018). Die BKW Energie AG prüfte bereits früher eine neuartige Drohne zur Leitungsinspektion, welche auf dem Erdungsseil von Hochspannungsleitungen landen und diesem entlangfahren kann (vgl. BKW, 2015). Auch Alpiq nutzte Drohnen für die Inspektion von Stromleitungen und -masten (vgl. VSE, 2014).

- **Inspektion von Anlagen zur Produktion erneuerbarer Energie**
Drohnen können genutzt werden, um mittels Thermografie bzw. Infrarotaufnahmen Schäden an Photovoltaikpanels zu erkennen (vgl. ee news, 2017) oder die Isolation eines Gebäudes zu beurteilen. Sie werden auch für die optische Prüfung der Rotoren von Windkraftanlagen eingesetzt (vgl. Erneuerbare Energien, 2017).
- **Inspektion von Rohrleitungsanlagen**
Hochdruck-Rohrleitungsanlagen müssen periodisch inspiziert werden, entweder zu Fuss durch Trasseekontrolleure oder zunehmend mit Helikopterflügen. Der Einsatz von Drohnen ist gemäss aktueller Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV; SR 746.12) nicht vorgesehen, soll aber in der laufenden Revision der Verordnung ebenfalls als Kontrollmittel erlaubt werden.
- **Erkundung von Gefahrenzonen**
Bei Störfällen oder Katastrophen können Drohnen wichtige Informationen liefern, beispielsweise Radioaktivitätsmessungen. In diesem Bereich baut Flyability (ein weiteres EPFL-spin-off, vgl. Flyability, 2018) innovative Drohnen, um auch in schlecht zugänglichen und geschlossenen Räumen sicher Aufnahmen zu machen.
- **Stromproduktion**
Drohnen können auch zur Stromproduktion genutzt werden. Derzeit werden Systeme zur Windenergienutzung mittels Drohnen entwickelt (vgl. TwingTec, 2018; Skypull, 2018).

Der **Stromverbrauch von Drohnen** ist verglichen mit der Kapazität der heute verfügbaren und üblicherweise eingesetzten Akkumulatoren relativ hoch. Dies schlägt sich in einer verhältnismässig kurzen maximalen Flugdauer bzw. Reichweite von Drohnen nieder. In einer Gesamtenergiebilanz können aber aus der Anwendung von Drohnen durchaus Energieeinsparungen im Vergleich zu den heute üblichen Prozessen resultieren, beispielsweise bei Messflügen von Skyguide (vgl. Glattaler, 2016) oder bei der Paketzustellung (vgl. Stolaroff et al., 2018). Mit Solarzellen ausgestattete Drohnen können sich auch selbst mit Energie versorgen und ermöglichen so Langzeitflüge. Beispielsweise wurde eine von der ETH Zürich entwickelte Drohne erfolgreich getestet, um grosse Gletschergebiete in der Arktis zu kartieren (vgl. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2017).

14.4 RISIKEN UND KONFLIKTE: ENERGIEINFRASTRUKTUREN

Die immer vielfältigeren Anwendungsmöglichkeiten und die vermehrte Nutzung von Drohnen ist auch mit zunehmenden Risiken und Konflikten bezüglich Energieinfrastrukturen verbunden. Wenn Drohnen unabsichtlich abstürzen oder absichtlich gegen Energieinfrastrukturen eingesetzt werden, können diese Anlagen beschädigt werden. Weiter können Drohnen genutzt werden, um Energieinfrastrukturen, wie beispielsweise ein Kernkraftwerk, auszuspionieren. Dies könnte der Vorbereitung krimineller oder terroristischer Taten oder Informationsbeschaffung für wirtschaftliche Konkurrenten oder ausländische, staatliche Akteure dienen.

Einige konkrete Beispiele von potentieller Gefährdung von Energieinfrastrukturen durch Drohnen wurden in den Medien verbreitet:

- **Beispielfall Frankreich**
In Frankreich sind Drohnenflüge über Kernanlagen verboten. Anfang Juli 2018 wurde eine Drohne ins Gelände des Kernkraftwerks (KKW) Bugey geflogen. Bereits in früheren Jahren gab es mehrere solche Vorfälle (vgl. heise online, 2018; TA-SWISS, 2018).
- **Beispielfall Schweiz**
Hier ist ein ähnlicher Fall beim KKW Mühleberg bekannt (vgl. Wietlisbach, 2014). In der Schweiz sind Drohnenflüge über Kernanlagen (oder auch anderen kritischen Infrastrukturen) nicht

grundsätzlich verboten. Gemäss Kernenergiegesetz (KEG; SR 732.1) ist aber das Auskundschaften von Kernanlagen strafbar.

- **Beispielfall Kalifornien**

Eine Drohne, die in eine Hochspannungsleitung geflogen wurde, hat einen mehrstündigen Stromausfall für rund 1 600 Personen verursacht (vgl. Golem.de, 2017). Ob dies absichtlich geschah, ist nicht bekannt.

Vor diesem Hintergrund möchten viele Betreiber von Energieinfrastrukturen Drohnenflüge über ihren Anlagen einschränken oder verbieten und auch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) würde Flugverbotszonen über KKW als sinnvoll erachten. Gegen den böswilligen Einsatz von Drohnen gibt es heute jedoch nur wenige effektive Abwehrmechanismen (Störsender, physische Verteidigungssysteme wie Netzen, Lasern, Schusswaffen oder gar eigens abgerichtete Greifvögel) und deren Anwendung ist aufwändig und teilweise problematisch. Ausserdem sind Detektionssysteme für Drohnen verfügbar, diese können aber nur kleine Areale überwachen, sind technisch anspruchsvoll und entsprechend teuer. Die Einrichtung von zusätzlichen Drohnenflugverbotszonen scheint aktuell wenig sinnvoll, weil solche Verbote kaum durchgesetzt werden können. Die Armee verfügt über keine adäquaten Mittel gegen Drohnen und für die bestehenden Flugverbotszonen wurde die Kontrolle an die Polizei delegiert. Diese steht aber vor dem Problem, dass sie allenfalls Drohnen in Flugverbotszonen sicherstellen, aber oftmals die zugehörigen fehlbaren Piloten nicht finden kann. Der U-Space dürfte dieses Problem entschärfen und eine Überwachung – zumindest der registrierten – Drohnenflüge im Umfeld von kritischen Infrastrukturen ermöglichen.

Grundsätzlich muss das von Drohnen ausgehende Risiko für Energieinfrastrukturen in einen umfassenden Kontext gesetzt werden, um angemessene Massnahmen ergreifen zu können. Gerade was das Ausspähen von Energieinfrastrukturen oder auch terroristische Anschläge betrifft, sind auch andere Szenarien ohne Drohneneinsatz denkbar, in denen dieselbe oder grössere (Schadens-)Wirkung erzielt werden könnte. Die heute verfügbaren zivilen Drohnen sind bezüglich Nutzlast und Reichweite relativ beschränkt: so kann beispielsweise die Beschädigung einer Kernanlage mit Freisetzung radioaktiver Stoffe durch eine solche Drohne praktisch ausgeschlossen werden.

14.5 HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Die Möglichkeiten, die Drohnentechnologien im Energiesektor zu nutzen, erscheinen vielversprechend und sollten nicht durch unnötige Hindernisse eingeschränkt werden. Andererseits müssen auch die neuen Risiken, welche von Drohnen ausgehen – insbesondere für Energieinfrastrukturen – adressiert werden.

- **Rahmenbedingungen für Drohnen**

Erlauben die bestehende Drohnenregulierung in der Schweiz und die Einführung eines U-Space (vgl. Kap. 14.3, oben), auch im Energiesektor eine effektive Nutzung des Potenzials von Drohnen und eine Reduktion von Risiken? Ist der regulatorische Rahmen in der Energie- und Stromversorgungsgesetzgebung bezüglich Drohnen ausreichend oder werden bestimmte Drohnennutzungen im Energiebereich dadurch gehemmt oder gar verunmöglicht? Welche Barrieren bestehen und gibt es genügend Anreize für den Einsatz dieser Technologie im Sinne der Effizienz?

- **Sensibilisierung zu Möglichkeiten**

Sind die Betreiber von Energieinfrastrukturen bezüglich Drohnentechnologien ausreichend sensibilisiert? Kennen sie die Anwendungsmöglichkeiten in ihrem Bereich und schätzen sie die Risiken adäquat ein? Ist ein Wissenstransfer im Energiesektor bezüglich Drohnen nötig und wie kann er organisiert werden? Welche Beispiele aus der Praxis demonstrieren den Mehrwert von Drohnen in der Energieversorgung und welche Herausforderungen (z.B. bezüglich Energieverbrauch) bestehen beim Einsatz?

14.6 FAZIT: DROHNEN

Die Drohnentechnologie befindet sich in einer raschen Entwicklung und die Schweizer Drohnenindustrie ist daran massgeblich beteiligt. Auch für den Energiesektor werden vielfältige Drohnenanwendungen entwickelt und umgesetzt. Verschiedene Energieunternehmen nutzen Drohnen oder prüfen neue Anwendungen in Pilotprojekten, beispielsweise für die Inspektion von Hochspannungsleitungen. Es scheint sich dabei eher um individuelle Initiativen und Lösungen zu handeln. Um die Effizienzpotentiale, die durch Drohnen im Energiesektor bestehen, besser auszuloten erscheinen eine Koordination und ein Austausch zu dem Thema als sinnvolle Ansätze; insbesondere auch, um weitere nützliche Anwendungsfälle zu identifizieren.

Drohnen werden von Energieinfrastrukturbetreibern jedoch auch als Risiko wahrgenommen und es wird nach Möglichkeiten gesucht unerwünschte Drohnenflüge zu verbieten und abzuwehren. Hier gilt es festzuhalten, dass allfällige Massnahmen oder Regulierungen gegen Drohnen in einer umfassenden Risikoanalyse begründet werden sollten. Falls Drohnen zukünftig im Rahmen von smarterer Mobilität und Smart Cities in viel grösserer Anzahl zum Einsatz kommen, ist auch der Stromverbrauch in Bezug auf das Gesamtsystem zu berücksichtigen. Inwiefern sich neue Herausforderungen hinsichtlich Ladeinfrastruktur und Energieversorgung für die grosse Zahl von Drohnen ergeben, muss noch vertieft werden.



Abbildung 32: Inspektion von Stromnetzen mit Drohnen. Eine der vielen Anwendungsmöglichkeiten (Quelle: shutterstock).

14.7 LITERATURVERZEICHNIS: DROHNEN

- Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) (2018a). Drohnen und Flugmodelle. URL: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle.html> [abgerufen am 27.07.2018].
- Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) (2018b). Interaktive Drohnenkarte. URL: https://map.geo.admin.ch/?topic=aviation&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers=ch.bazl.luftfahrthinder-nis,ch.bafu.schutzgebiete-aulav_jagdbannggebiete,ch.bafu.bundesinventare-vogelreservate,ch.bafu.bundesinventare-jagdbannggebiete,ch.bazl.einschraenkungen-drohnen&X=189554.62&Y=664804.11&zoom=1&catalogNodes=1379,2863&layers_visiblity=false,false,true,true,true&layers_opacity=1,0.75,0.75,0.75,0.6&lang=de [abgerufen am 27.07.2018].
- BKW AG (2015). Blog Innovation und Technologie „Die Hightech Drohne“. URL: <https://blog.bkw.ch/drohne/> [abgerufen am 31.07.2018].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018). Schneller am Netz dank Flugdrohne. URL: <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2018/05/Meldung/helio-pilot.html> [abgerufen am 31.07.2018].
- ee news (2017). Drohnenthermographie von Photovoltaikanlagen. URL: <https://www.ee-news.ch/de/article/35450/drohnenthermographie-von-photovoltaikanlagen-wundermittel-oder-pr-gag-kostenloses-seminar-in-zurich> [abgerufen am 31.07.2018].
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) (2017). Zukunftsblog: Wenn solarbetriebene Drohnen arktische Gletscher erkunden. URL: <https://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2017/10/solardrohne-auf-arktischer-mission.html> [abgerufen am:06.09.2018].
- Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) (2018). Blog ewz_neo „Leitungsinspektion mit Argusaugen. Drohne erkennt Schwachstellen.“ URL: <https://www.ewz.ch/de/ueber-ewz/innovation/ewz-neo.html#Innovationsprojekte> [abgerufen am 31.07.2018].
- Erneuerbare Energien (2017). Drohne für Windpark-Wartung auf hoher See. URL: <https://www.erneuerbareenergien.de/drohne-fuer-windpark-wartung-auf-hoher-see/150/434/100712/> [abgerufen am 31.07.2018].
- Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) (2018). Windmesssystem mit einer Drohne. URL: <https://www.fhnw.ch/de/studium/technik/elektro-und-informationstechnik/studierendenprojekte/windmesssystem-mit-einer-drohne#> [abgerufen am 31.07.2018].
- Flyability (2018). Company Page. URL: <https://www.flyability.com/company-page/> [abgerufen am 10.08.2018].
- Glattaler (2016). Mit Drohnen Energie sparen. URL: https://www.energie-vorbild.admin.ch/dam/vbe/de/dokumente/Medienbericht_Glattaler_20160701.pdf.download.pdf/glat_20160701_0_0_5-1.pdf [abgerufen am 04.09.2018].
- Golem.de (2017). Drohne verursacht Blackout. URL: <https://www.golem.de/news/hochspannungsleitung-drohne-verursacht-blackout-1706-128315.html> [abgerufen am 31.07.2018].
- heise online (2018). Greenpeace lässt Superman-Drohne in AKW-Gebäude crashen. URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Greenpeace-laesst-Superman-Drohne-in-AKW-Gebaeude-crashen-4097893.html> [abgerufen am 31.07.2018].
- PricewaterhouseCoopers (PwC) (2017). Clarity from above – Drohnen rüsten Versorger für Energiewende. URL: <https://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/clarity-from-above.html> [abgerufen am 25.07.2018].

senseFly (2018). About us. URL: <https://www.sensefly.com/about/company/> [abgerufen am 10.08.2018].

Skyguide (2018). Medienmitteilung „Die Swiss-U-Space-Plattform sichert in einer landesweiten Demonstration das Luftverkehrsmanagement für mehrere Dutzend Drohnenflüge“. URL: <https://www.skyguide.ch/de/events-medien/news/#p16252> [abgerufen am 27.07.2018].

Stiftung für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-SWISS) (2018). Zivile Drohnen – Herausforderungen und Perspektiven. ISBN: 978-3-7281-3894-1 DOI: 10.3218/3894-1 URL: <https://www.ta-swiss.ch/projekte-und-publikationen/informationsgesellschaft/zivile-drohnen/>, <https://vdf.ch/zivile-drohnen-herausforderungen-und-perspektiven-e-book.html> [abgerufen am 30.07.2018].

Stolaroff, Joshua K.; Samaras, Constantine; O'Neill, Emma R.; Lubers, Alia; Mitchell, Alexandra S. and Ceperley, Daniel (2018). Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery. Nature Communications 9(409): URL: <http://www.nature.com/articles/s41467-017-02411-5> [abgerufen am 04.09.2018].

Skypull (2018). Webseite. URL: <https://www.skypull.technology/> [abgerufen am 03.08.2018].

TwingTec AG (2018). Webseite. URL: <http://twingtec.ch/de/> [abgerufen am 26.07.2018].

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) (2018). Bundesrätin Leuthard am Drohnen-Kongress: «Schweiz nimmt in Forschung und Entwicklung von Drohnen Pionierrolle ein». URL: <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/bundesraetin-doris-leuthard/anlaesse/drone-innovators-network.html> [abgerufen am 26.07.2018].

Wietlisbach, Oliver (2014). Ein Berner schießt mit einer Drohne Fotos des AKW Mühleberg. Nie im Leben hätte er gedacht, was er damit auslöst. Watson, 15.05.14. URL: <https://www.watson.ch/Digital/Schweiz/753534009-Ein-Berner-schießt-mit-einer-Drohne-Fotos-des-AKW-M%3%BCMühleberg--Nie-im-Leben-h%3%A4tte-er-gedacht--was-er-damit-ausl%3%B6st> [abgerufen am 31.07.2018].

wingtra (2018). about the company. URL: <https://wingtra.com/the-company/> [abgerufen am 10.08.2018].

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) (2014). Alpiq lässt Flugdrohne für Stromleitungskontrolle steigen. URL: <https://www.strom.ch/de/news-ansicht/news/alpiq-laesst-flugdrohne-fuer-stromleitungskontrolle-steigen.html> [abgerufen am 03.08.2018].