

# Flex-Tarif: Entgelte und Be- preisung zur Steuerung von Lastflüssen im Stromnetz

EndkundInnen-seitige  
Automatisierung,  
Kommunikation,  
Erzeugung und  
Speicherung

E. Schmutzer,  
J. Mayr

Österreichische  
Begleitforschung  
zu Smart Grids

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 1g/2015

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

# Flex-Tarif: Entgelte und Bepreisung zur Steuerung von Lastflüssen im Stromnetz

EndkundInnen-seitige Automatisierung,  
Kommunikation, Erzeugung und Speicherung

Österreichische Begleitforschung  
zu Smart Grids

Ernst Schmutzer, Johann Mayr  
TU Graz, Institut für Elektrische Anlagen

Graz, September 2014

## Vorbemerkung

In der Strategie der österreichischen Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation ist deutlich verankert, dass Forschung und Technologieentwicklung zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen beizutragen hat, wobei die Energie-, Klima- und Ressourcenfrage explizit genannt wird. In der vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung für Österreich entwickelten Energieforschungsstrategie wird der Anspruch an die Forschung durch das Motto „Making the Zero Carbon Society Possible!“ auf den Punkt gebracht. Um diesem hohen Anspruch gerecht zu werden sind jedoch erhebliche Anstrengungen erforderlich.

Im Bereich der Energieforschung wurden in den letzten Jahren die Forschungsausgaben deutlich gesteigert und mit Unterstützung ambitionierter Forschungs- und Entwicklungsprogramme international beachtete Ergebnisse erzielt. Neben der Finanzierung von innovativen Forschungsprojekten gilt es mit umfassenden Begleitmaßnahmen und geeigneten Rahmenbedingungen eine erfolgreiche Umsetzung der Forschungsergebnisse einzuleiten. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung ist die weitgehende öffentliche Verfügbarkeit der Resultate. Die große Nachfrage und hohe Verwendungsquoten der zur Verfügung gestellten Ressourcen bestätigen die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme. Gleichzeitig stellen die veröffentlichten Ergebnisse eine gute Basis für weiterführende innovative Forschungsarbeiten dar. In diesem Sinne und entsprechend dem Grundsatz des „Open Access Approach“ steht Ihnen der vorliegende Projektbericht zur Verfügung. Weitere Berichte finden Sie unter [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at).

DI Michael Paula

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

## **Vorbemerkung zur Smart Grids Begleitforschung**

In den letzten Jahren setzt das BMVIT aufgrund der Aktualität des Themas einen strategischen Schwerpunkt im Bereich der Weiterentwicklung der Elektrizitätsversorgungsnetze. Dabei stehen insbesondere neue technische, aber auch sozio-technische und sozio-ökonomische Systemaspekte im Vordergrund.

Im Rahmen der „Smart Grids Begleitforschung“ wurden daher Fragestellungen von zentraler Bedeutung für die Weiterentwicklung diesbezüglicher F&E-Strategien identifiziert und dementsprechende Metastudien, Detailanalysen und Aktionspapiere initiiert und - zum Teil gemeinsam mit dem Klima- und Energiefonds - finanziert. Der gegenständliche Bericht dokumentiert eine in diesem Zusammenhang entstandene Arbeit, die nicht zwingend als Endergebnis zur jeweiligen Fragestellung zu verstehen ist, sondern vielmehr als Ausgangspunkt und Grundlage für weiterführende Forschung, Strategieentwicklung und Entscheidungsfindung.

Michael Hübner

Themenmanagement Smart Grids

Abteilung Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Der Klima- und Energiefonds unterstützt das bmvit bei dieser Strategieentwicklung.

Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Klima- und Energiefonds finanziert.



# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Kommunikation .....	5
2.1	Einleitung.....	5
2.2	Kommunikation zwischen KundInnen und Verteilernetzbetreiber (Smart Metering)..	6
2.2.1	Smart Metering.....	6
2.2.2	Smart Meter.....	6
2.2.3	Kommunikation.....	8
2.2.4	Neue Geschäftsmodelle.....	9
2.2.5	Kommunikation aus Sicht flexibler Entgelt-/Preisfestsetzung .....	9
2.3	Kommunikation zwischen Verteilernetzbetreiber und KundInnen .....	10
2.4	Automatisierung bei EndkundInnen .....	13
2.4.1	Kategorisierung nach Kunden-Kategorie .....	13
2.4.2	Technische Umsetzung der Automatisierung .....	15
2.4.3	Mögliche Modelle für Smart Grids.....	15
2.4.4	Zukünftige Möglichkeiten .....	16
3	EndkundInnen-seitige Erzeugung und Speicherung .....	16
3.1	Erzeugung und Eigennutzung.....	16
3.2	Elektroautos als Stromspeicher.....	17
3.3	Kombinationen aus Erzeugung und Speicherung.....	18
3.4	Stirling-Generatoren und Gas-Mikro-KWK .....	18
3.5	Power-to-Gas .....	19

# 1 Einleitung

Um volatile erneuerbare Energiequellen in einem größeren Ausmaß in das elektrische Netz einzubinden ist es notwendig, Verbraucher in das Netz so zu integrieren, dass sie auf externe Signale reagieren können und Lasten zu bestimmten Zeiten abgerufen werden können. Dazu wird eine Kommunikationsstruktur benötigt, die es gestattet, in Echtzeit den Verbrauch und dezentrale Erzeugung zu messen und daraus abgeleitet Laststeuerungs- und Tarif-Signale an Kunden zu senden. Um für eine flexible Stromabnahme, die auf Seiten der Kunden erhöhte Aufwendungen bedingt, Anreize zu vermitteln, ist der Einsatz von Smart Metering eine wichtige Voraussetzung. Durch Schaffung variabler, lastzeitabhängiger Tarife können die Kunden animiert werden Lastverschiebepotenziale auszuschöpfen<sup>1</sup>.

Um mittels flexiblen Tarifen technische zeitliche Verschiebungsmaßnahmen in Verbrauch sowie Erzeugung elektrischer Energie umsetzen zu können und somit wirksam vorhandene Effizienzsteigerungs- und Einsparungspotentiale zu heben, bedarf es neuer Automatisierungs-, Kommunikations- und Regelungs- bzw. Regulierungs-Strategien bei bzw. zwischen Erzeuger, Verteilernetzbetreiber und Kunden.

Die Europäische Union sieht in der Leitlinien für die transeuropäische Energieinfrastruktur<sup>2</sup> bzw. im Vorschlag der Europäischen Kommission<sup>3</sup> vor, intelligentere und innovativere Netze (Smart Grids), unter anderem durch den Ausbau von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), zu erreichen.

Die Befragten sind sich größtenteils einig, dass Verbrauchs- und Erzeugungsverschiebung idealerweise mit vernetzten automatisierten Systemen bewerkstelligt werden kann. Mit diesen Systemen ist eine Optimierung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit von regionalen Netzen möglich (rechtlicher Rahmen vorausgesetzt) und kann auch von den Kunden ausgehend über die Niederspannungsebene bis in höhere Netzebenen hin zu den Erzeugern angewendet werden.

Ein vorrangiges Ziel sollte sein, die Volatilität der Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern sowohl energie- als auch leistungsmäßig mittels Supply- und/oder Demand-Side-Management auszugleichen. Diesen Erzeugungs-Volatilitäten sollten im Idealfall geeignete Übertragungsnetze und Speicher gegenüberstehen und verbrauchsseitige Flexibilitäten genutzt werden. Diese Flexibilitäten sollen dann mittels neuen Tarifmodellen zusätzlich beanreizt und diskriminierungsfrei ökonomisiert werden.

Durch moderne Informationstechniken erwartet man sich eine stärkere Bewusstseinsbildung und Akzeptanz vor allem von Privat- und Gewerbekunden. Vor allem die Transparenz des Stromverbrauchs, eine zeitnahe Information über den Stromverbrauch und die Erhöhung der zeitlichen Auflösung von Verbrauchsdaten sind hier als Schlüssel zu sehen.

Netzbetreiber erhoffen sich zudem eine genauere Abbildung der Netzlast und Erhöhung der Versorgungsqualität durch exaktere Ausbauplanung und Verbrauchsinformation.

Dazu wird in Zukunft die Ebene der informationstechnischen Kommunikation und Datenverarbeitung zwischen Erzeuger, Netzbetreiber und Kunden sowie die Automatisierung

---

<sup>1</sup> VDE-Studie "Demand Side Integration – Lastverschiebungspotenziale in Deutschland". <https://www.vde.com/de/InfoCenter/Studien-Reports/Seiten/Studien.aspx> (2014-11-14).

<sup>2</sup> VORDNUNG (EU) Nr. 347/2013 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. April 2013 zu Leitlinien für die transeuropäische Energieinfrastruktur und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 1364/2006/EG und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 713/2009, (EG) Nr. 714/2009 und (EG) Nr. 715/2009, (8) und (11)

<sup>3</sup> 2011/0300 (COD) Vorschlag für VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zu Leitlinien für die transeuropäische Energieinfrastruktur und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 1364/2006/EG, Seite 3, Allgemeiner Kontext

beim Kunden, sei es Industrie-, Gewerbe- oder Haushaltskunden, eine maßgebende Rolle spielen. Im Folgenden wird dazu ein Überblick über Handlungsmöglichkeiten gegeben.

## 2 Kommunikation

### 2.1 Einleitung

Der Begriff Kommunikation bezieht sich einerseits auf die Kommunikationstechnologie, auf den elektronischen Übertragungsweg zwischen Erzeuger, Netzbetreiber, Energiedienstleister und Kunden sowie andererseits auf die Kommunikationsanbindung zur Zählerauslesung, (häufiger werdende) Kommunikation mit dem Kunden zur Rechnungslegung, Verbrauchsinformation oder z.B. für das Schalten von Verbraucheranlagen und dezentralen Erzeugungsanlagen. Dabei wird als Mindestanforderung für flexible Tarife ein intelligentes Messsystem (Smart Meter) als Schnittstelle vom Kunden zum Energie-Versorger bzw. -Dienstleister angenommen. Bei der Kommunikation zwischen KundInnen und Verteilernetzbetreibern bzw. Stromlieferanten kann hinsichtlich Zählerauslesung, Übermittlung von Schaltbefehlen und Power-Quality-Parametern sowie sonstigen Dienstleistungen wie Tarifinformationen, Rechnungslegung, Verbrauchsinformation, Verbrauchsberatung, Zurverfügungstellung von Energieeinspartipps usw. unterschieden werden.

**Expertenmeinung:** Es wird angemerkt, dass die Anforderungen für den zu realisierenden Funktionsumfang unklar bleiben. Es ist bekannt, dass laut Stromrichtlinie im 3. EU-Binnenmarktpaket bis 2020 80% aller Kunden<sup>4</sup> mit Smart Metern ausgestattet werden sollen, jedoch werden detailliertere Anforderungen an die Funktionalität der Geräte vermisst. Erst dann wäre eine Koordination der Maßnahmen zur Flexibilisierung der Tarife zwischen Erzeuger, Verteilernetzbetreiber, Installateuren, Betriebsmittelherstellern und Kunden effizienz- und effektivitätsfördernd möglich.

Smart Metering wird als das essenzielle Tool zur Abrechnung flexibler Netzentgelte oder Preismodelle angesehen. Klassische Tarife für schaltbare Lasten (z.B. „Nachtstromtarif“) und TOU-Tarife (06:00-22:00-06:00) brauchen aber nicht zwingend Smart Metering während für dynamische, event- und lastabhängige Tarife Smart Metering zur Abrechnung notwendig ist.

In einigen österreichischen Modellregionen (z. B. Salzburg)<sup>5</sup> sind bereits Kommunikationstechnologien versuchsweise in Hard- und Software umgesetzt, ein dezidiertes Anforderungskatalog fehlt bis jetzt. Deutschland sei hier einen Schritt weiter, es werden in der technischen Richtlinie<sup>6</sup> die Anforderungen an ein „intelligentes Messsystem“ und in der FNN-Richtlinie „Kommunikationsanbindung von Smart-Metern“<sup>7</sup> bereits exakter geregelt.

---

<sup>4</sup> Richtlinie 2009/72/EG. Im April 2012 hat der Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend per Verordnung festgelegt, dass in Österreich bis zum Jahr 2019 95% aller Zähler Smart Meter sein sollen. <http://www.e-control.at/de/konsumenten/energie-sparen/smart-metering/zeitplan> 2014-10-14.

<sup>5</sup> Ergebnisse & Erkenntnisse aus der Smart Grids Modell Region Salzburg, Mai 2013

<sup>6</sup> Anforderungen an die Interoperabilität der Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems

<sup>7</sup> FNN-Hinweis, Anforderungen an TK-Einrichtungen für den Betrieb von Messsystemen, Version 1.0, 31. Juli 2014, VDE.

In Österreich ist die Einführung in der IME-VO<sup>8</sup> und deren technische Funktionalität in der IMA-VO<sup>9</sup> geregelt, die Form und Architektur der Kommunikations-Infrastruktur sei noch nicht genau geregelt. Speziell (Smart Metering) Dienstleister vermissen in der DAVID-VO<sup>10</sup> genaue Vorgaben zum Datenaustausch und Spezifikationen der Endgeräte.

## **2.2 Kommunikation zwischen KundInnen und Verteilernetzbetreiber (Smart Metering)**

Zur Realisierung einer, im Sinne der möglichst effizienten Nutzung erneuerbarer Energieträger wünschenswerten Lastgangbeeinflussung durch flexible Tarife, erfolgreichen Kommunikation zwischen KundInnen und Verteilernetzbetreiber ist einerseits eine aussagekräftige Messung der Verbrauchsdaten und andererseits eine leistungsfähige Datenübertragung zwischen Kunden, Netzbetreibern und Erzeugern erforderlich, die sowohl die Ergebnisse der Energiemessungen als auch die Ergebnisse von Laststeuerungs- und Optimierungen sowie die geplanten zukünftigen Aktivitäten im Netz allen Beteiligten zur Verfügung stellt. Mittels intelligenten elektronischen Messgeräten (Smart Metern) sollen in einem intelligenten System alle notwendigen Messdaten zur Erreichung dieser Ziele bereitgestellt werden

### **2.2.1 Smart Metering**

Unter Smart Metering wird das gesamte System vom Smart Metern und der elektronischen Datenübertragung zwischen Kunden und Verteilernetzbetreibern verstanden. Gegenüber den bisher verwendeten elektromechanischen Messgeräten (Ferraris-Zähler), die meist jährlich manuell abgelesen werden müssen, weisen intelligente Messgeräte (Smart Meter) den Vorteil auf, dass die Energieverbrauchsdaten fernausgelesen und an den Netzbetreiber übermittelt werden. Zusatzfunktionen wie zum Beispiel bidirektionale Kommunikation, Lastgangmessung, Mehrtariffunktionalität, Erfassung von PQ- Qualitätsparametern können die Kunden zeitnah über den tatsächlichen Energieverbrauch informieren und somit den Energieverbrauch vor allem in Haushalten und Kleingewerbe transparenter und verständlicher machen.

### **2.2.2 Smart Meter**

Smart Meter sind elektronische (intelligente) Messgeräte zur Erfassung des Energieverbrauchs in festgelegten kurzen Zeitintervallen wobei die Verbrauchswerte fernübertragen werden können. Die bisher übliche manuelle Verbrauchsablesung durch geschultes Personal bei Ferraris-Zählern kann somit entfallen.

---

<sup>8</sup> Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend, mit der die Einführung intelligenter Messgeräte festgelegt wird (Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO)

<sup>9</sup> Verordnung der E-Control, mit der die Anforderungen an intelligente Messgeräte bestimmt werden (Intelligente Messgeräte-AnforderungsVO 2011 – IMA-VO 2011)

<sup>10</sup> Verordnung des Vorstands der E-Control, mit der die Anforderungen an die Datenübermittlung von Netzbetreiber zu Lieferant und die Verbrauchsinformationen an die Endkunden festgelegt werden (Datenformat- und VerbrauchsinformationsdarstellungsVO 2012 – DAVID-VO2012)

Intelligente Messgeräte (Smart Meter) haben gemäß Intelligente Messgeräte-AnforderungsVO 2011 – IMA-VO 2011 u.a. folgenden Mindestfunktionsanforderungen zu entsprechen.<sup>11</sup>

- Vorhandensein eines bidirektionalen Kommunikationsanbindungssystems
- Messung und Speicherung von 15-Minuten-Zählerständen, Leistungsmittel- und Energieverbrauchswerten, Speicherung eines täglichen Verbrauchswerts und Speicherung der Messwerte der letzten 60 Kalendertage im Gerät
- Übermittlung der Messwerte einmal täglich bis Mitternacht
- vier bidirektionale Schnittstellen für externe Mengemessgeräte
- Vorhandensein einer unidirektionalen Kommunikationsschnittstelle für den Kunden
- Datenschutz und -sicherheit nach dem Stand der Technik
- Sperrung der Kundenanlage aus der Ferne
- Unterstützung eines Status- bzw. Fehlerprotokolls, Manipulationserkennung
- Softwareupdatemöglichkeit aus der Ferne
- Eichfähigkeit

**Expertenmeinung:** Nach Meinung der Experten können Smart Metern – in der derzeitigen Form – folgende Vorteile gegenüber Ferraris-Zählern zugeordnet werden:

- Automatisierte Fernablesung gegenüber manueller Verbrauchsablesung in kurzen Zeitintervallen - die bisher übliche manuelle Verbrauchsablesung durch geschultes Personal bei Ferraris-Zählern kann somit entfallen wobei jedoch erwartet wird, dass in Folge mehr IT-Personal notwendig sein wird, das für den reibungslosen Betrieb des überlagerten IKT-Netzes zur Datenfernauslesung verantwortlich sein wird.
- Mehr Transparenz des Verbrauchs für Kunden und Netzbetreiber
- Genauere (regionale) Netzprognosen als mit Standardlastprofilen
- Genauere Informationen der Kunden über das Verbrauchsverhalten und über Einsparpotenziale
- Umfangreiche Vernetzung möglich, um neue Steuerungs- und Regelungsverfahren umzusetzen
- Erfassung von Qualitätsparametern des Netzpunktes
- Ein Großteil der befragten Experten sieht Smart Metering als entscheidendes Tool zur Abrechnung von flexiblen Tarifen an.

Auf der Homepage der E-Control sind u.a. weitere Vorteile für Kunden angeführt:<sup>12</sup>

- Regelmäßige Kosten- und Verbrauchsinformationen
- Transparente und nachvollziehbare Rechnungen (keine Überraschung durch hohe Nachzahlungen bei der Jahresabrechnung)
- Klarheit bei Verbrauchsabgrenzungen, z.B. bei Lieferantenwechsel, Übersiedlung, schnellere Einschaltung bei Einzug bzw. Wohnortwechsel
- Unterstützung von zukunftssträchtigen Anwendungen wie etwa Wärmepumpen oder Elektrofahrzeugen

<sup>11</sup> Weitere Minimalanforderungen siehe Intelligente Messgeräte-AnforderungsVO 2011 und <http://www.e-control.at/de/industrie/strom/smart-meter> (2014-11-14).

<sup>12</sup> E-Control (2014): Smart Metering. <http://www.e-control.at/de/industrie/strom/smart-meter> (2014-11-14).

Folgende Nachteile bzw. Probleme werden mit der Einführung von Smart Metern seitens der Experten erwartet:

- Umfangreiche Vernetzung nötig um (volks-)wirtschaftlich sinnvolle Anwendungen zu gewährleisten
- aufwändiges Datenmanagement und Notwendigkeit von leistungsfähigen Kommunikationsverbindungen zwischen Netzbetreiber und Kunden
- (noch) keine Einigung über einheitliche Daten-Kommunikation, um die geplanten Effekte sicherzustellen
- Sicherheitsprobleme beim Software/Firmware-Update der Software in den Zählern
- Potentielle Gefahr des Datendiebstahls und -missbrauchs.

### 2.2.3 Kommunikation

**Expertenmeinung:** Für die Übermittlung der relevanten Daten vom Kunden zum Verteilernetzbetreiber sind geeignete zuverlässige Kommunikationstechnologien (z.B. Power Line Communication, Funk, Internet) zu wählen und Maßnahmen für die Datensicherheit und den Datenschutz zu treffen, die Rahmenbedingungen für die Datensicherheit sind noch nicht ausgereift.<sup>13</sup>

Für die Übermittlung und Aufbereitung der Informationen für Kunden sollten alle geeigneten Medien zielgruppenorientiert in Betracht gezogen werden, wobei nicht nur Verbrauchs- und Tarifs-Informationen bereitgestellt werden sollten, sondern gleichzeitig bewusstseinsbildende Maßnahmen und Beratungen zu fördern sind.

Bereits eine höher frequentierte Verbrauchs-Information reicht, um eine Verhaltensänderung von (Einzel-)Kunden bzw. um eine Energieeinsparwirkung zu erreichen und zu kontrollieren, die Abrechnung kann bei Einsatz von Smart Metern jährlich und gemittelt belassen werden.

Einige Experten sind der Ansicht, dass die erhöhten Kosten eines intelligenten Messsystems, direkt oder indirekt, auf den (Haushalts-)Kunden abgewälzt werden. Die gegenüber den Ferraris-Zählern erhöhten Fixkosten würden den ohnehin gering einzuschätzenden Vorteil von flexiblen Tarifen und freier Anbieterwahl reduzieren. Somit werden auch Energieeinsparbemühungen der Verbraucher, die zeitnah über die Auswirkungen ihres Betriebsmitteleinsatzes hinsichtlich Stromverbrauch und –kosten informiert werden wollen und die Forcierung des Einsatzes erneuerbarer umweltverträglicherer Energien behindert.

Außerdem wird von den Experten kritisiert, dass bei den derzeitigen Anforderungen an die Kommunikation zur (haus- oder betriebsinternen) Automatisierungstechnik zusätzliche Komponenten oder eigene Messgeräte notwendig seien und somit hauptsächlich proprietäre Lösungen erwartet werden müssen.

Es wird darauf hingewiesen, dass aus der Stellungnahme des Datenschutzrats der Republik Österreich<sup>14</sup> hervorgeht, dass derzeit noch unzureichende Maßnahmen in punkto Datenschutz umgesetzt bzw. vorgesehen sind. Es wird im Besonderen von einem „völlig neuem Bedrohungsrisiko“ beim Stromnetz als „kritischen Infrastruktur“ gesprochen und Folgendes empfohlen: *„Aus den obigen Gründen erscheint es dringend geboten, staatlicherseits Mindeststandards für die Sicherheit von intelligenten Messsystemen (Smart Metering) zu definieren, deren Erfüllung von unabhängigen Stellen (Zertifizierungsstellen) zu*

<sup>13</sup> Daten sammeln im Gebäude. Fachzeitschrift de, 2. September 2014.

<sup>14</sup> Stellungnahme des Datenschutzrats nach der 216. Sitzung am 23. April 2013.

*bestätigen ist. Die wesentlichen Bedingungen für die Sicherheit darf also nicht den Marktteilnehmern selbst überlassen werden.“*

#### **2.2.4 Neue Geschäftsmodelle**

**Expertenmeinung:** Netzbetreiber und Drittanbieter überlegen, ob die IKT-Dienstleistung ausgelagert werden kann, daraus können sich neue Geschäftsmodelle für „Messdatenverarbeiter“ ergeben.

#### **2.2.5 Kommunikation aus Sicht flexibler Entgelt-/Preisfestsetzung**

**Expertenmeinung:** Wird daran gedacht, flexible Tarife für Verbraucher bzw. Prosumer einzusetzen, ist es sinnvoll, dass Smart Meter weitere - bidirektionale - Kommunikations-Funktionalitäten besitzen, die einen Informationsaustausch in Echtzeit betreffend Energieverbrauch, Energieerzeugung und Netzauslastung zwischen Erzeuger, Netzbetreiber und Kunden gestatten.

In den ExpertInneninterviews finden sich einerseits klare Hinweise auf die vielfältigen, aus weiteren Funktionalitäten resultierenden technischen und ökonomischen Möglichkeiten:

- Archivierungsmöglichkeiten
- Berechnung des ökologischen Fußabdrucks
- Energiemanagement, Automatisierung, Vernetzung
- Optimierung von PV-, BHKW- und Wärmepumpenanlagen
- Störungsmeldungen an Netzbetreiber oder Drittanbieter
- Gebäudemanagement
- Einbruchsschutz
- An- und Abwesenheitskontrollen
- Fernsteuerung und -überwachung

Andererseits sehen die Experten hinsichtlich der Nutzung dieser Möglichkeiten neben technischen vor allem haftungsrechtliche und organisatorische Barrieren:

- Eine leistungsfähige Kommunikation mit dem Smart Meter und dem Netzbetreiber über das Stromnetz könnte abhängig vom Übertragungsweg an technische Grenzen stoßen.
- Im Falle von Netzstörungen ist der Übertragungsweg möglicherweise empfindlich gegenüber Störungen.
- Erfolgt die Kommunikation mit den Kunden hinsichtlich Energiedienstleistungen und Lastmanagement über andere IKT-Wege (z.B. Internet, Funk), so ist die Funktionalität beim Smart Meter als Datenverarbeitungseinheit nicht nötig.
- Versorgungsrelevante Schaltungen sollen nur von den Netzbetreibern durchgeführt werden. Lieferanten und Energiedienstleister sollten aus Haftungs- und Sicherheitsgründen Schaltungen von Betriebsmitteln in den Verbraucheranlagen nur unter noch festzulegenden Bedingungen selbst durchführen können.

Den Experten erscheint es wichtig, dass Lieferanten und Aggregatoren keinen Direktzugriff auf Betriebsmittel/Anlagen/Geräte haben, um die Verfügungsgewalt der Kunden nicht in Frage zu stellen und damit so die Anlagensicherheit, Haftung sowie Risikovermeidung im Auge behalten wird. Ein direkter Zugriff über den Zähler ohne erneute Zustimmung der Kunden wird daher nicht angestrebt. Möglich sind aber (von den Kunden bestätigte oder – im Fall von Kleinverbrauchern wie Warmwasserbereitern – vertraglich klar geregelte) direkte Zugriffe z.B. über das Internet

Damit ist der Smart Meter für Lieferanten und Aggregatoren aus Sicht der Experten vornehmlich ein Abrechnungstool. Die Anforderungen an den Smart Meter beschränken sich somit auf die Messung und Fernübertragung der nach Zeitintervallen konsumierten Energiemenge.

### 2.3 Kommunikation zwischen Verteilernetzbetreiber und KundInnen

Der gewünschte Einsatz volatiler erneuerbarer Energieträger in einem immer stärker ausgelasteten elektrischen Verteilernetz erfordert im zunehmenden Ausmaß den Eingriff des Netzbetreibers in den Lastfluss von den Erzeugern zum Kunden um Lastspitzen zu vermeiden, die Betriebsmittel im Netz nicht zu überlasten und die vertraglich vereinbarte Spannungsqualität einzuhalten. Bislang galt im Verteilernetz für Haushaltskunden, dass sie jederzeit eine maximale Leistung, die sich aus der Kennlinie der vorgelagerten Leitungsschutzeinrichtungen ergab, aus dem Netz abrufen konnten. Da diese Leistung aber nicht der Vertragsleistung entspricht und es aufgrund von zeitlichen Überlagerungen zu Lastspitzen im Verteilernetz kommen kann sind gegebenenfalls Maßnahmen notwendig, um einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb aufrechterhalten zu können. Diese Maßnahmen können einerseits besondere Anschlussbedingungen und technische Einbauten wie fix eingestellte Lastabwurfgeräte oder unangekündigte/überraschende Netzabschaltungen sein oder andererseits Maßnahmen sein, die mit dem Kunden gemeinsam geplant und koordiniert durchgeführt werden, dazu ist jedoch ein besonderes Kommunikationssystem zwischen Verteilernetzbetreiber und KundInnen notwendig. Über dieses Kommunikationssystem kann der Verteilernetzbetreiber Informationen wie zum Beispiel Informationen über den Netzzustand oder Tarifinformationen an den Kunden weitergeben.

Folgende Kommunikationsarten zwischen Verteilernetzbetreiber und KundInnen stehen laut Expertenmeinung prinzipiell zur Verfügung:

- **PLC (Power Line Communication):** Durch die Mehrfachnutzung von vorhandenen Leitungen gelten diese Übertragungsverfahren als rasch und kostengünstig realisierbar. Von besonderer Bedeutung sind aber Störeinflüsse durch z.B. Netzurückwirkungen. Datenraten von 10 bis 900 Mbit/s sind möglich.
- **IP (Internet Protocol):** Ist das am weitesten verbreitetste Protokoll für elektronische Datenübertragung auf Software-Ebene. Durch die Vielfalt der hardwareseitigen Implementation sind der Übertragungskapazität kaum Limits gesetzt. Die derzeitigen schnellsten kabelgebunden Netze erreichen 1 Gbit/s, bei Punkt zu Punkt Verbindungen ist aber eine weitaus höhere Datenrate möglich.

- **GSM (Groupe Spécial Mobile):** Die ursprüngliche Form der Mobilfunkübertragung; es sind Datenraten von einigen Kilobit/Sekunde möglich und praktisch für das angedachte Smart Metering nicht relevant, industrielle Lastprofilzähler verwenden aber diese Technologie noch immer.
- **Mobiles Breitband:** Aufgrund moderner digitaler Komprimierungs- und Kodierungsmethoden sind derzeit Datenraten von theoretisch 1 Gbit/s möglich (LTE), in der Praxis erreichen diese aber nicht mehr als 25 Mbit/s. Die zukünftige Novellierung des Standards soll dieses Versprechen aber erfüllen.
- **Postsendungen (auch E-Mail-Rechnungen):** Die „klassische“ Form der Rechnungslegung wird/soll für bestimmte Verbrauchergruppen (meist ältere konservative Personen) jedenfalls erhalten bleiben.
- **Internet:** Das Internet wird sich, nicht zuletzt aus „Usability“-Gründen als zentrale Plattform für die Bereitstellung von Kundeninformationen etablieren.
- **Mobiltelefon-Anwendungen:** Als „Handy-Apps“ bekannte Anwendungen können interessierten/technikaffinen meist jüngeren Kunden Informationen über den aktuellen Stromverbrauch zeitnah liefern.
- **Lokale Plattformen mit oder ohne IT-Netzzugriff:** Home Automation- bzw. Photovoltaik-Systeme bieten bereits heute viele lokale Anwendungen die zur Steuerung und Überwachung von Heimanwendungen maßgeschneidert sind, zur Unterstützung und Datenverarbeitung bzw. Analyse und Visualisierung werden Drittanbieter den Markt betreten. Eine schrittweise Umstellung auf digitale Medien erscheint sinnvoll.

Alle genannten Übertragungsmethoden (und auch Kombinationen) reichen aus, die derzeit geforderten Anforderungen an die bidirektionale Kommunikation umzusetzen. Von PLC-Übertragungen über große Netzwerke wird aufgrund der Störanfälligkeit abgeraten, auf lokaler Ebene bietet PLC aber eine günstige Alternative, da keine übermäßigen Aufwendungen von Nöten sind.

Derzeit sind Datenübertragungsstrategien, die auf PLC aufbauen im Einsatz, welche Smart Meter direkt als Repeater für die Übertragung über längere Strecken verwenden, daraus ergeben sich Probleme beim Ausfall einzelner Smart Meter. Somit können z.B. auch durch die geplante Opt-Out-Lösung, nach der nur 95 % aller Haushalte mit intelligenten Zählern ausgestattet werden müssen, technische Probleme auftreten, wenn sich einzelne Kunden, die im Zuge einer langen Datenübertragungsleitung liegen, gegen ein Smart Meter entscheiden, diese Smart Meter jedoch für die Datenübertragung als Repeater benötigt werden würden.

Aufgrund der Schnelligkeit der Kommunikationsbranche und dem Innovationsgrad empfiehlt es sich, auf leicht adaptierbare Methoden und verbreitete Technologien zu setzen. Grundlegend ging aus den Meinungen der Experten hervor, dass eher etablierte Standards

den Vorzug vor neuen Inventionen bzw. nicht etablierten Standards erhalten, auch in Hinsicht auf Datensicherheit. Das bedingt implizit die IP-Fähigkeit von Smart Metern.

Der Kommunikationsweg vom Netzbetreiber oder Lieferanten zu KundInnen (d.h. die Übermittlung von Tarif- oder Steuerinformationen sowie die Lastschaltung) sollte getrennt vom Kommunikationsweg von KundInnen zum Netzbetreiber oder Lieferanten realisiert werden (primär Abrechnungs- oder Statusdaten).

Netzbetriebskritische Maßnahmen (Schalthandlungen im Netz, etc.) sollten getrennt vom „normalen“ Datenfluss gehandhabt werden.<sup>15</sup>

Für die Übermittlung der Informationen können alle Medien in Betracht gezogen werden. Dabei sollten bei für die Allgemeinheit angewandten Netzentgelten auch allgemein verfügbare und verständliche Kommunikationswege gewählt werden.

Im Fall des sich am Markt befindlichen Lieferanten werden hier zielgruppenorientierte Kommunikationskanäle (entsprechend klassischer Marketing-Methoden) zur Anwendung kommen: Neue Kommunikationsmittel wie Handy-Apps werden eher junge Generationen ansprechen. Postsendungen könnten von älteren Personen bevorzugt werden. SMS, E-Mail und webbasierte Informationen werden wahrscheinlich für eine große Mehrheit der EndverbraucherInnen Anwendung finden.<sup>16</sup>

Für Lieferanten wirken sich die möglichen Kommunikationsmethoden auch auf die Tarife bzw. die im Produkt enthaltenen Komponenten wie Einspeiseflexibilisierung, Netzstützung oder hochdynamische Vollautomatisierung aus.

Die ExpertInnen weisen auf Basis deutscher Erfahrungen darauf hin, dass auf etablierte Kommunikationswege aufzubauen ist, die eine minimale Modifikation des Verhaltens der KundInnen erfordern. Als Beispiel wird angeführt, dass die Installation einer weiterer App eine geringere Hemmschwelle hat als sich bei einem komplett neuen Webportal zu registrieren und dort immer wieder neu anzumelden. Die Experten weisen auch darauf hin, dass aufgrund der zum Teil hohen Investitionskosten für Automatisierungssysteme ein entsprechender Investitionsschutz notwendig ist, dies kann zum Beispiel dadurch erfolgen, dass flexible Tarife für einen bestimmten Zeitraum in dem die Amortisation erfolgen kann gewährt werden.

Steigende Energiepreise und ein steigendes Energiebewusstsein bei Kunden haben in der Vergangenheit zur Entwicklung von Energiemanagementsystemen geführt, die ausgehend von einer detaillierten Energiemessung über ein Steuerungssystem dafür sorgen, dass Verbraucher ein- und ausgeschaltet bzw. geregelt werden können. Als Steuer- oder Regelkenngrößen können Leistungsbegrenzungen, Energiebegrenzungen, Prozessfunktionalitäten, Temperaturen, Energiedienstleistungen verschiedener Art, Verfügbarkeit eigener Fotovoltaik, Tarife usw. herangezogen werden. Die notwendige Intelligenz sitzt bei den heute üblichen Energiemanagementsystemen<sup>17</sup> in Sensoren, Aktoren und in einem Automatisierungssystem, die über verschiedene Bussysteme verbunden werden.

Grundsätzlich können flexible Tarife von modernen Automatisierungssystemen unter Berücksichtigung des Kundenprozesses auch ohne das Zutun von Smart Metern optimal im

---

<sup>15</sup> Integration von smarten Erzeugern und Verbrauchern: Ergebnisse und Erkenntnisse aus E-Energy, Ludwig Karg, B.A.U.M. Consult GmbH München/Berlin, Leiter der Begleitforschung, Smart Grids Week Salzburg 2013, Seite 35.

<sup>16</sup> Kollmann A., Moser S., Markl B., Friedl C., Goers S., Greibl E., Schäffler H., Ripfl R., Cieczynski S., Sametinger K., Wohlfarth K. (2012): E-Motivation – Energieabrechnungs-Optimierung zur Endverbraucher motivation. Projekt-Endbericht.

<sup>17</sup> EN ISO 50001, Energiemanagementsysteme

Sinne des Kundennutzens behandelt werden. Das jeweilige Optimierungsziel ist jedoch dann auf die Kundenanlage beschränkt. Um regionale Energieträger einbeziehen zu können, kann es von Vorteil sein, diese Eingriffe extern zu koordinieren. Damit wird die technische Flexibilität von Netzbetreibern erhöht, um den Lastverlauf im Netz zu glätten.

Da als Steuer- und Regelkenngrößen heute bereits eine Vielzahl von Parametern und auch komplexen Abhängigkeiten von Parametern im Rahmen der Automatisierung von Anlagen berücksichtigt werden können, wird Zukunft zu beachten sein, dass Doppelgleisigkeiten zwischen verschiedenen Automatisierungssystemen (Automatisierung beim KleinkundInnen und Lastmanagement- sowie Tarifsystem unter der Hoheit des Netzbetreibers) vermieden werden. Automatisierungssysteme in Kundenanlagen können heute im Sekundenbereich reagieren und, da sie ein umfassendes Prozessabbild hinterlegt haben, möglicherweise Automatisierungssysteme, die in der Hand des Netzbetreibers liegen, außer Kraft setzen oder in ihrer Funktionalität stark beeinträchtigen.

Aufgrund der Konkurrenz, ausgelöst durch den Anbieterwechsel und durch die Möglichkeit von Kundenaggregationen, ist nur ein sehr geringer pekuniärer Einspareffekt für die KundInnen gegeben, der tatsächliche KundInnennutzen ist derzeit marginal, als energiebewusstseinsbildende Maßnahme ist jedoch die zeitnahe Information über den Stromverbrauch und die damit verbundenen Kosten sehr effektiv. Eine generelle Einbeziehung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit in Bezug auf den Energieverbrauch sollte schon im Kindesalter durch Lehrfächer beginnen sowie durch Aufklärungskampagnen und Erwachsenenbildung (ähnlich der Mülltrennung in den 90er Jahren) unterstützt werden.

## 2.4 Automatisierung bei EndkundInnen

### 2.4.1 Kategorisierung nach Kunden-Kategorie

#### 2.4.1.1 Automatisierung bei KleinkundInnen (Haushalt/Büro)

**Expertenmeinung:** In Haushalten und in Büros sind aufgrund der dort vorwiegend auftretenden Prozesse nur eingeschränkte Lastverschiebe- und Optimierungspotenziale die bei den Kunden zu Einsparungen führen zu erwarten.

Die Nachhaltigkeit der Hebung dieser Potenziale basierend rein auf Informationen (Schulung, Visualisierung) wird als gering angesehen (Rebound-Effekte).

Eine Prozessautomatisierung verspricht höhere Nachhaltigkeit bei höheren Investitionskosten.

Die ExpertInnen weisen auf die Ergebnisse der deutschen E-Energy-Modellregion eTelligence (siehe <http://www.etelligence.de/etelligence.html>) hin, wo trotz rein manueller Verarbeitung der Tarifanreize stabile Beteiligung erzielt werden konnte. Des Weiteren stellen die ExpertInnen mit Verweis auf eTelligence klar: „Vor allem wenn die Automatisierungstechnik noch nicht ausgereift ist und „Kinderkrankheiten“ auftreten, weigern sich Verbraucher häufig, die Automatisierungskomponenten zu nutzen und verlassen sich auf eigene Handlungen. Wo Automatisierungstechnik jedoch zuverlässig funktionierte, konnten sie die manuell erzielten Erfolge zumeist übertreffen. Außerdem kann funktionierende Automatisierungstechnik die Akzeptanz fördern, da Kunden nicht selbst tätig werden und keinen (erheblichen) Komfortverlust hinnehmen müssen.“

Standards (z.B. KNX<sup>18</sup>) für Automatisierung bei KleinkundInnen sind heute bereits vorhanden und bewährt, vormals für industrielle bzw. gewerbliche Anwendungen konzipiert finden sogenannte Home-Automation-Anwendungen (z. B. Loxone) immer Zulauf bei Kleinkunden.

Wirkliche Lastverschiebepotenziale sind überwiegend im Bereich der thermischen Heiz- und Brauchwasserbereitung sowie im Bereich der Kühlung sinnvoll umzusetzen. In Regionen wo bereits eine Rundsteueranlage für Tag/-Nachtstrom-Tarife umgesetzt sind, ist eine Steuerung dieser Verbraucher zu flexibleren Zeiten leicht erreichbar.

Die vorhanden endkundenseitigen Automatisierungspotenziale sollten aus Kosten- und Effizienzgründen bevorzugt in das Energiesystem einbezogen werden.

#### 2.4.1.2 Automatisierung in Dienstleistung und Gewerbe (KMU)

Im Gewerbe sind die größten energetischen und ökonomischen Potenziale zu erwarten insbesondere dann, wenn es zu einem verstärkten Einsatz von Prozess-/Automatisierung kommt. Die Nachhaltigkeit der Hebung von Einsparpotenzialen basierend rein auf Informationen (Schulung, Visualisierung) wird als gering angesehen. Eine Prozessautomatisierung verspricht höhere Nachhaltigkeit<sup>19</sup>.

#### 2.4.1.3 Automatisierung in der Industrie

Technisch ist eine Automatisierung in allen Ebenen (Industrie, Gewerbe, Haushalt) möglich und könnte verbesserte Lastanpassungen, Betriebsmittelauslastungen und Effizienzsteigerungen hinsichtlich der Nutzung fossiler Energieträger und Kosten bringen. Die Automatisierung wird üblicherweise auf den einzelnen Verbraucher bezogen oder mit Erzeuger und Netzbetreiber koordiniert.

Es werden Effizienzsteigerungs- und Kosten-Optimierungspotenziale traditionell in einem laufenden Prozess behandelt und werden in der Industrie bereits gehoben wenn ökonomische Aspekte dafür sprechen.

**Expertenmeinung:** Seitens der Industrie ist der Zwang zur laufenden Beschäftigung mit der Energie sowohl durch die Produktion und deren Energiebedarf als auch durch die geltenden Bestimmungen im Energieeffizienzgesetz gegeben. Es wird von den ExpertInnen jedoch angemerkt, dass monetäre Anreize, die sich aus den bestehenden Tarifen hinsichtlich der Lastverschiebung ergeben, häufig nicht ausreichen, um die betrieblichen Aufwendungen zu finanzieren.

Verbesserungen ergeben sich vereinzelt durch Anpassungen der Prozesse und Technologieänderungen. Automatisierung und IKT sind in der Lage auf flexible Tarife zu reagieren, relevante Betriebe nehmen an der Laststeuerung bereits aktiv teil und verfügen über geeignetes Monitoring- und Visualisierungs-Equipment. Flexible elektrische Tarife können bei Vorhandensein von thermischen Speichern (Wärme und Kälte) sowie Stoffspeichern eingesetzt werden. Bei ökonomischer Relevanz ist zu erwarten, dass fehlende Automatisierung und IKT eingeführt und flexible Tarife umgesetzt werden.

Grundsätzlich wird von den Experten empfohlen, zutreffende Verordnungen, Normen und Richtlinien (z.B. Ökodesign Richtlinie) zu evaluieren und entsprechende Anpassungen durchzuführen, um den sicheren und zuverlässigen Einsatz von flexiblen Tarifen bei elektrischen Betriebsmitteln für den Einsatz in Haushalten und in industrieller Umgebung zu erleichtern (z.B.: Schaltfunktionen bei Betriebsmitteln unter Beachtung der Personen- und

<sup>18</sup> KNX (2014): Was ist KNX? <http://www.knx.org/lu-de/was-ist-knx/knx-was-ist-das/> (2014-11-14).

<sup>19</sup> Hohe Energieeffizienz durch integrale Automatisierung. Elektropraktiker, ep 3/2014.

Gerätesicherheit, Standardisierung von Schaltfunktionen abhängig von den Prozessen in einzelnen Basis-, Produktfamilien- und Produktnamen).

Viele Experten weisen auch darauf hin, dass in vielen Netzbereichen in Österreich bereits eine ausgebaute Infrastruktur zur Laststeuerung in Form einer Rundsteuerung existiert. Hier empfehlen sie, diese Laststeuerung vorrangig auszubauen oder gegebenenfalls durch eine geänderte Form (Steuerung via Smart Meter) zu ersetzen, um Parallelstrukturen und daraus folgende erhöhte Mehrkosten zu vermeiden.

## 2.4.2 Technische Umsetzung der Automatisierung

**Expertenmeinung:** Derzeit erfolgt die Kommunikation leitungsgebunden oder via GSM-Funkübertragung über eigene Direktverbindungen zu den KundInnen mit Lastprofilzählern. Im gewerblichen Bereich ist diese Kommunikation ausreichend um 1/4-h-basierte Daten zu übermitteln. Eine Ausweitung dieser Strukturen auch auf den restlichen KundInnenkreis ist für die Einführung von einfachen flexiblen Tarifen wie zum Beispiel zum Heben von Flexibilitätspotentialen ausreichend.

Eine schnellere Datenübertragung ist für hochdynamische Tarife sowie Zusatzfunktionalitäten anzudenken und wird bei einer stärkeren Kopplung an das Datennetz im kontinuierlichen Ausbauprozess erweitert werden.

Eine bidirektionale Verbindung, die sowohl mittels Smart Meter als auch mittels getrennten Medien realisiert werden kann, ist für beinahe alle Flexibilisierungsmaßnahmen unumgänglich (Ausnahme sind z.B. unidirektionale Rundsteuertechnologien, wo klare Energiedienstleistungsvereinbarungen eine bestimmte Menge Warmwasser zu einer bestimmten Zeit garantieren und wo ein Speicher die zeitliche Trennung des Aufheizvorgangs und der Nutzung ermöglicht).

Eine Kommunikation sollte über zwei Kanäle erfolgen: Eine Verbindung zu einer zentralen (oder auch verteilten) Auswertungseinheit über einen intelligenten Regel- und Steueralgorithmus wieder zurück zum KundInnengerät bzw. Gerätesystem, um entscheidungskritische Daten zu übermitteln. Ist eine sicherheitskritische Situation bei der KundInnenanlage gegeben, muss dort die Entscheidungshoheit liegen. Betriebskritische und sicherheitsrelevante Funktionalitäten für den Netzbetrieb sollten nicht ausgelagert werden. Ein weiterer Kanal sollte genützt werden um die Kommunikation und Information vom (Netz-) Betreiber und/oder Dienstleister zu den KundInnen sicherzustellen.

Über die Datensicherheit erfolgt zurzeit eine Grundsatzdiskussion. Eine Vernetzung von (kritischer) Infrastruktur birgt jedenfalls zusätzliches Gefahrenpotential. Obwohl der Nutzen für potentielle Angreifer gering erscheint, sind Maßnahmen zur Garantie der Sicherheit zu setzen. Ein industrieller Standard gilt als Mindestvoraussetzung für die Kommunikation. Auch wenn wenig sensible Daten im EndkundInnenbereich transportiert werden bleibt ein Restrisiko.

## 2.4.3 Mögliche Modelle für Smart Grids

**Expertenmeinung:** Das intelligente Stromnetz (Smart Grid) wird von den Experten als wichtiger Wirtschaftsfaktor in den nächsten Jahren angesehen. Es bestehen große technische und ökonomische Potenziale im Bereich der dezentralen kundenseitigen Erzeugung, insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energieträger, der Verteilung und der Kunden durch mögliche Automatisierung in allen Bereichen.

Betriebsmittel (Haushaltsgeräte oder betriebliche Maschinen), die sich am Smart Grid beteiligen können, bzw. die Automatisierungseinheiten für Smart Homes/Offices/Buildings/Factories sind jedoch so zu konfigurieren, dass sie nach dem „okay“ für den Strombezug eine randomisierte und rollierende Zu-/Abschaltung über einen bestimmten Zeitraum (z.B. 15 Minuten) durchführen. Damit können unerwünschte zeitliche Verzögerungen der angeforderten Energiedienstleistung reduziert und „Ziehharmonikaeffekte“ vermieden werden.

Das Lastverschiebungspotenzial könnte dadurch zwar weiter verkleinert werden, aber Rückwirkungen auf das Netz und regelungstechnische Konflikte können vermindert werden.

Des Weiteren wird auf ein nicht zu vernachlässigendes Sicherheitsrisiko (bzgl. Personenschutz) hingewiesen, wenn Werkzeugmaschinen ferngesteuert angefahren werden, hier sollten Verriegelungsmaßnahmen unbedingt angedacht werden.

#### **2.4.4 Zukünftige Möglichkeiten**

Eine Ausweitung der Automatisierung regional und netzübergreifend (sowohl Ebenen übergreifend im Elektrizitätsnetz als auch durch Verknüpfung mit dem EDV-Netz) ist Teil aktueller und zukünftiger Forschungen. Eine Reihe von Pilotprojekten zur Optimierung von Netzbereichen liefert Ansätze für Modellvarianten.

Eine modulweise gestaffelte Regelung für einzelne Untergruppen von der Verteilerebene bis in das Übertragungsnetz ist anzudenken. Dadurch könnten eigenstabile und effizienzoptimierte Netzbereiche erzielt werden, ohne als Insel geführt zu werden, wodurch auch eine Stabilisierung des Gesamtnetzes gefördert werden kann. Ob und wie diese den freien Markt einerseits und den regulierten Netzbereich andererseits beeinflussen, bedarf weiterer Forschungen.

### **3 EndkundInnen-seitige Erzeugung und Speicherung**

#### **3.1 Erzeugung und Eigennutzung**

Potentiale bei der endkundenseitigen Erzeugung und Speicherung sind klar vorhanden, im KleinkundInnenbereich primär bei Photovoltaik, aber auch bei Kleinwindkraft, regional auch Kleinwasserkraft. Im GroßkundInnenbereich ist auf das vielfach aus ökonomischen Gründen ungenutzte Potenzial von industriellen Kraft-Wärme-Kopplungen hinzuweisen, die grundsätzlich bedarfsorientiert gefahren werden. Im Kontext mit flexiblen Tarifen kann die endkundenseitige Erzeugung und Speicherung Effizienzgewinne bringen und zu einer erhöhten Autonomie führen.

Die Ausnutzung lokaler Erzeuger-Verbraucher-Synergien ist in Kombination mit Speichern, Lastmanagement und flexiblen Tarifen zu empfehlen. Es ergeben sich dabei auch positive volkswirtschaftliche Effekte<sup>20</sup>.

**Expertenmeinung:** Es lässt sich feststellen, dass die Beschaffung von PV-Anlagen vermehrt mit Maßnahmen zur Eigenverbrauchsoptimierung (durch z.B. Einbau von Gebäudeautomatisierung, Wärmepumpen und eventuell Batteriespeichern) einhergehen.

---

<sup>20</sup> ECONGRID. Smart Grids und volkswirtschaftliche Effekte: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Smart-Grids-Lösungen. 2013-07-30. Klima-und Energiefonds des Bundes, FFG Projekt Nummer 829847

Aktuell bildet sich auch ein Trend zu kleineren PV-Anlagen ab, die der Erhöhung der Autonomie gelten.

Insbesondere, wenn flexible Tarife z.B. durch höhere Entgelte/Preise zum Zeitpunkt der mittäglichen Lastspitze den KundInnen Anreize zu weniger Lastaufnahme/Verbrauch vermitteln, wird eine Nutzung von PV und Speichern zur Verringerung der individuellen Lastspitze interessant.

Die zukünftige Forschung wird klären müssen, wie groß diese Speicher sein sollen und wie mit einzelnen Überschreitungen der vereinbarten Lastspitze umgegangen werden soll wenn der Batteriespeicher nicht ausreicht, den Leistungsbedarf des Verbrauchers zu decken.

Potentiale in der Industrie und bei den Energieversorgern werden bei gegebener Wirtschaftlichkeit einer Investition sicherlich gehoben werden. Um jedoch vermeintliche Fehlinvestitionen bei Kraftwerken zu verhindern bzw. abzufangen, ist ein Zusammenschluss von Erzeuger-Netz-VerbraucherInnen-Gruppen regionenweise sinnvoll. Der rechtliche Rahmen ist hier jedoch noch zu klären, auch fehlen im Marktmodell entsprechende Instrumente.

**Expertenmeinung:** Die Speicherung von elektrischer Energie in elektrochemischen Speichern, ohne Eigennutzung kann bei Tarifen mit einer höheren Preisspreizung gegebenenfalls für die Industrie interessant sein, v.a. bei Last-Tarifen oder hochdynamischen Tarifen mit kurzen Tarifzeiten.

Die Experten weisen darauf hin, dass in Österreich aufgrund der vorhandenen Pumpspeicherkraftwerke der Einsatz von elektrochemischen Speichern wegen der hohen Kosten und der geringen Speicherfähigkeit nur im Bereich der Verteilnetzebene und nur in Sonderfällen sinnvoll erscheint. Auch geben sie zu bedenken, dass Leistungsspitzen, die in Netzausläufern auftreten, transformatornah aufgrund der Gleichzeitigkeitseffekte nur noch in einem stark geschwächten Maß auftreten und erst bei außergewöhnlichen Lastspitzen Berechtigung finden. Die Experten vermuten, dass der Einsatz von leistungsstarken elektrochemischen Speichern (Akkumulatoren) aufgrund der hohen Kosten mittelfristig in Österreich unrentabel bleiben wird.

### 3.2 Elektroautos als Stromspeicher

Zukünftige flexible Tarife sollten den Einsatz der Batterien von Elektroautos als Stromspeicher langfristig berücksichtigen, da die Batterien von Elektroautos als Reservoir zur Speicherung überschüssiger Wind- und Solar-Energie herangezogen werden können<sup>21</sup> und die so gespeicherte elektrische Energie zu einem anderen Zeitpunkt sinnvoll genutzt werden kann.

**Expertenmeinung:** Koordinierte verteilte Lade- und Entladestrategien sollten für eine effiziente Auslastung des Netzes nach Möglichkeit dem direkten Zugriff auf konkrete Speichereinheiten vorgezogen werden. Diese Möglichkeit sollte nur an neuralgischen Netzpunkten bei hoher Auslastung zur Kostenminderung (bzw. Aufrechterhaltung des Betriebs) in Betracht gezogen werden. Daraus abgeleitet wird empfohlen, für Elektroautos,

---

<sup>21</sup> Forschungsprojekt „INEES“. Intelligente Netzanbindung von Elektrofahrzeugen zur Erbringung von Systemdienstleistungen, <http://www.erneuerbar-mobil.de/de/projekte/foerderung-von-vorhaben-im-bereich-der-elektromobilitaet-ab-2012/kopplung-der-elektromobilitaet-an-erneuerbare-energien-und-deren-netzintegration/inees>

deren Batterien auch als Stromspeicher und für das Lastmanagement im Netz herangezogen werden können, eigene Stromkreise und eigene Zähler respektive eigene Tarife zu verwenden.

### 3.3 Kombinationen aus Erzeugung und Speicherung

Die vorhandenen endkundInnenseitigen Speicherpotenziale (elektrische Energie, Wärme, Kälte) sollten aus Kosten- und Effizienzgründen bevorzugt in das Energiesystem einbezogen werden. Zukünftige Entwicklungen endkundenseitiger Speicher sollten schon bei der Entwicklung auf System- und Netzansprüche sowie auf Integrationsmöglichkeit achten. Eine frühzeitige Berücksichtigung von potentialträchtigen neuen Technologien wie Elektromobilität sowie stationärer Speichersysteme ist empfehlenswert, um Synergien effektiv auszunutzen.

**Expertenmeinung:** Thermische Speicher bzw. Prozesse (Wärmepumpe), sowie Prozessspeicher (z. B. Luftkonditionierung) können und sollten mittelfristig vermehrt einbezogen werden. Einfache Energiemanagementsysteme können somit eine deutlichen Lastverschiebung ermöglichen und bei vorhandener Eigenerzeugung, zum Beispiel durch Fotovoltaik, zu einer Erhöhung der Autonomie beitragen.

Derzeit ist eine vermehrte Etablierung von Batteriespeichern bei KundInnen mit Eigenerzeugung zu erkennen. Bei nicht koordinierten bzw. nicht akkordierten Einsatz können abhängig vom Netzbereich und lokalen und witterungsbedingten Gründen Lastglättungseffekte oder Leistungsspitzen auftreten. Zielorientierte technische Regelungen (z.B. in Analogie zum P(U)-Wechselrichter bei PV) sind bei Notwendigkeit zu erlassen.

Es ist zu erwarten, dass es zu einem erhöhten Autonomiegrad kommt und es zu einer Verschiebung der bestehenden arbeitspreisorientierten Entgeltung zu einer leistungspreisorientierten bzw. (teil-)pauschalen Entgeltung kommen muss. Die notwendige Berücksichtigung der vornehmlich lokalen Effekte von Speichersystemen auf die Netzinfrastruktur erschwert die Einführung undifferenzierter flexibler Tarife.

Ein Durchbruch der Elektromobilität wird speziell in der Verteilerebene starke Veränderungen mit sich bringen, da Elektroautos die Anschlussleistung eines Haushalts verdoppeln können. Es ist zu erwarten, dass sich die bisher üblichen Lastspitzen in einem Haushalt mit den Lastspitzen der Autoladung abends überlagern. Des Weiteren kann es bei einem verstärkten Einsatz der Elektromobilität insbesondere bei einer Erhöhung der Zahl der Schnell-Ladestationen zur Notwendigkeit von Adaptierungen in der Verteilernetzebene (z.B. Zubau an Transformatoren) kommen.

### 3.4 Stirling-Generatoren und Gas-Mikro-KWK

**Expertenmeinung:** Stirling-Generatoren wird aufgrund der bisherigen Erfahrungen nur ein Nischen-Potenzial zugeordnet und die Auswirkungen auf flexible Tarife als gering erachtet.

Mikro-KWK-Anlagen werden derzeit vorwiegend wärmegeführt betrieben und sind für Strom-Tarife nur durch aktive Anreizsetzung interessant, es ergibt sich aber eine Abhängigkeit vom Gaspreis. Die Zahl der Stirling-Generatoren ist derzeit nicht groß genug, um ein nennenswertes Potential darzustellen.

### 3.5 Power-to-Gas

**Expertenmeinung:** Einige Experten thematisieren den zukunftssträchtigen Bereich Power-to-Gas und ordnen diesem Feld in Zukunft (speziell in Deutschland) ein großes Potenzial zu. Aufgrund der Möglichkeit größere Energiemengen zu speichern und aufgrund der Möglichkeit sowohl Gas wie auch Elektrizität direkt zu erzeugen wird diese Technologie einen großen Einfluss auf den Lastgang haben, insbesondere bei den Verbrauchergruppen, die in diese Technologie investieren können. Da in dieser Technologie noch sehr viele Forschungsaufgaben stecken wird die Frage gestellt, ob diese Technologie wärme- oder stromgeführt betrieben werden soll, erst dann kann über einen ökonomisch optimalen Einsatz nachgedacht werden. Aufgrund der zu erwartenden hohen Speicherfähigkeit und Autonomie dieser Anlagen werden in diesem Zusammenhang leistungsorientierte Preise für den Strombezug aus dem Netz angedacht.