

Energieoptimierung von Microgrid Communities in Österreich und Japan

Johannes Mühlegger^{1*}, Robert Höller¹, Yuzuru Ueda²

¹ FH Oberösterreich, Studiengang Öko-Energietechnik, Stelzhamerstraße 23, 4600 Wels, Tel.: +43 5 0804 43070, E-Mail: info@fh-wels.at, <https://www.fh-ooe.at/campus-wels/>

² Tokyo University of Science, Katsushika Campus, 6-3-1 Niijuku, Katsushika-ku, Tokyo 125-8585, Tel.: +81 3 5876 1360, E-Mail: ueda@ee.kagu.tus.ac.jp, <http://www.tus.ac.jp/en/campus/katsushika.html>

Kurzfassung: Vom Core Research for Evolutional Science and Technology Program (CREST) der japanischen Science and Technology Agency (JST) und der Austrian Solar Innovation Center (ASiC) Forschungsgruppe der Fachhochschule Oberösterreich wurden Stromverbrauchs- und Globalstrahlungsdaten von demonstrativen Projekten zur Verfügung gestellt. Diese wurden bezüglich deren Potential zur Verbesserung der Energieversorgungssituation von Wohnungsgemeinschaften, bestehend aus je 540 Haushalten, durch die Einbindung eines Photovoltaik- und Batteriespeichersystems, analysiert und ausgewertet.

Ziel ist es die Unabhängigkeit von öffentlichen Stromversorgungsnetzen, und somit eine erhöhte Versorgungssicherheit im Falle eines Blackouts, zu erreichen. Dafür wurde ein erneuerbares Energieversorgungssystem dimensioniert, welches einen Selbstversorgungsgrad von mindestens 90% und zusätzlich die Einstufung als Net-Zero-Energy-Community gewährleisten soll.

Da die japanische Community-Stromlast sowohl generell höher als auch eine starke Abhängigkeit des Stromverbrauchs von der Außentemperatur aufweist war eine vorhergehende Reduktion dieser beiden Faktoren eine essentielle Voraussetzung für die Dimensionierung eines geeigneten Energieversorgungssystems.

Durch die Anwendung der Selbstversorgungsstrategie kann die aus dem öffentlichen Stromnetz bezogene Energiemenge auf 10% des gesamten Energiebedarfs gesenkt werden. Aufgrund der hohen Investitionskosten für PV- und Batteriespeichersysteme in Japan ist die österreichische Systemlösung der Japanischen in punkto Wirtschaftlichkeit überlegen. Jedoch wird prognostiziert, dass die Investitionskosten in Japan in naher Zukunft maßgeblich sinken werden. Aus technischer Sicht ist das benötigte Energieversorgungssystem für die japanische Community, unter der Voraussetzung, dass der Stromverbrauch durch eine verbesserte Wärmedämmung der Gebäudehüllen gesenkt wurde, dem der österreichischen Community überlegen.

Keywords: Autarke Stromversorgung, Erneuerbare Energie, Net-Zero-Energy-Community, Verbrauchsoptimierung

1 Einleitung

Die Anzahl an installierten Photovoltaik (PV) Kleinanlagen im Eigenheimsektor steigt aufgrund der drastisch fallenden Preise über die vergangenen Jahre stetig an. Hinzu kommt, dass die Einspeisevergütung für den photovoltaisch generierten Strom von Kleinerzeugern in Österreich relativ gering ausfällt, wodurch das Einspeisen der Überschussenergie wirtschaftlich nicht mehr rentabel erscheint. Die Steigerung des Eigenverbrauchs durch Verwendung eines Batteriespeichers (BS) mit dem Ziel ein netzunabhängiger Net-Zero-Energy-Haushalt zu werden erscheint hingegen weitaus vielversprechender. Das Besitzen eines PV-Systems kombiniert mit einem BS und einem angemessenen Energiemanagementsystem (EMS), ermöglicht eine beinahe autarke Stromversorgung des Eigenheims. Dies bringt ausschlaggebende Vorteile, sowohl für ein Blackout Szenario als auch bei einem Rückschlag im Energieversorgungssektor, welcher zu Verbrauchseinschränkungen führen kann, wie es in Japan nach dem Fukushima Desaster der Fall war, mit sich. Nichtsdestotrotz werden die BS aufgrund der hohen Anschaffungskosten selten in ein PV Energieversorgungssystem integriert. Dafür ist ein optimiertes EMS und eine auf den Verbraucher angepassten Dimensionierung der Systemkomponenten, für höchstmöglichen Eigenverbrauch bei gleichzeitig geringstmöglichem Investment, notwendig.

Unter diesen Voraussetzungen kann das Energieversorgungssystem für individuelle Haushalte, aber auch für die gesamte Community optimiert werden. Das Potenzial einer solchen Optimierung wird im Zuge dieser Arbeit untersucht und ausgewertet. Dafür wird sowohl eine Optimierung der Energieeigenversorgung als auch des Energieverbrauchs angestrebt. Schlussendlich soll die Adaption des Community-Energieversorgungssystems eine Autarkie von mindestens 90%, und zusätzlich den Status einer Net-Zero-Energy-Community erbringen.

2 Analyse der Datensätze

Den Simulationen zur Ergründung des Potentials einer Optimierung des Energieversorgungssystems für Microgrid-Communities in Japan und Österreich liegen Datensätze der Stromlast, Temperatur und Einstrahlung zugrunde. Da die Datenqualität nicht durchgehend einwandfrei war, wurden diverse Datenaufbereitungsmaßnahmen ergriffen, welche zusammen mit den anderen Details der Datensätze in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben werden. Für einen Vergleich der japanischen und österreichischen Daten zueinander wurden die Monate Januar, April, Juli und Oktober gewählt um die entsprechenden jahreszeitlichen Tagesprofile zu repräsentieren.

2.1 PV Ertragssimulation

Basierend auf den zur Verfügung stehenden Datensätzen der jeweiligen Standorte wurde der voraussichtliche Ertrag einer PV-Anlage kalkuliert [1]. Für die Transformation der horizontalen Globalstrahlung (GHI) zur Einstrahlung auf die Modulebene (I_{POA}) wurde das Perez Modell verwendet. Unter Berücksichtigung der Außenlufttemperatur (T_A), der Einstrahlung auf die Modulebene (I_{POA}), der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit

($v = 1,13$ m/s in Wels and $v = 1,30$ m/s in Ota) sowie zwei Faktoren, welche die Montageart repräsentieren ($A = 50$ und $B = 0,38$ für dachmontierte PV Anlagen), wurde die Modultemperatur (T_{Module}) berechnet. Zusätzlich wurde der Temperaturkorrekturfaktor (k_T), welcher mithilfe des Temperaturkorrekturkoeffizienten ($\delta_T = -0,43$ %/°C) die Abweichung von der Temperatur unter Standardtestbedingungen ($T_{STC} = 25$ °C) korrigiert, miteinbezogen. Schlussendlich ergab sich die PV-Leistung (P_{PV}) als Verhältnis der Einstrahlung auf Modulebene zu der Einstrahlung unter Standardtestbedingungen ($I_{STC} = 1$ kW/m²), multipliziert mit der Nennleistung der Anlage (P_{STC}), dem Temperaturkorrekturfaktor und einem zusätzlichen Faktor ($k_O = 0,81$) zur Berücksichtigung aller zusätzlichen Verluste (Wechselrichter-, Kabel-, Mismatch- und Verschmutzungsverluste).

$$T_{Module} = T_A + \left(\frac{A}{B \cdot v^{0.8} + 1} + 2 \right) \cdot I_{POA} - 2 \quad [2.1]$$

$$k_T = 1 + [\delta_T \cdot (T_{Module} - T_{STC})] \quad [2.2]$$

$$P_{PV} = \frac{I_{POA}}{I_{STC}} \cdot P_{STC} \cdot k_T \cdot k_O \quad [2.3]$$

2.2 Datensätze der österreichischen Community

Die Einstrahlungs- und Temperaturmessdaten wurden von der Fachhochschule Oberösterreich am Campus Wels in einer Auflösung von 10-Minuten-Intervallen erhoben und zur Verfügung gestellt. Im betrachteten Zeitraum von Juli 2015 bis Dezember 2016 wies der Datensatz jedoch Perioden mit inhomogenen Zeitintervallen sowie Aufzeichnungslücken auf. Daher, und aufgrund der 5 Minuten Datenauflösung der zugeordneten Stromlastdaten wurde der Datensatz auf ein einheitliches, lückenloses Datenformat interpoliert. Zur Auffüllung der Datenlücken wurde die meteorologische Simulationssoftware Meteonorm herangezogen.

Die Stromlastprofile stammen aus einer Messreihe der Austrian Solar Innovation Center (ASiC) Forschungsgruppe der Fachhochschulinternen Forschung und Entwicklung GmbH, welche 186 gemessene Haushaltsstromlasten umfasst. Aufgrund von Privatsphäre Bedingungen sind abgesehen von der Postleitzahl keine weiteren Informationen über die Messobjekte vorhanden. Mithilfe des durchschnittlichen jährlichen Stromverbrauchs eines typischen österreichischen Haushalts laut Statistik Austria [2] in Höhe von 4417 kWh \pm 40% wurden alle unangemessenen Lastprofile, wie zum Beispiel Mehrfamilienhäuser, ausgeschlossen. Weiters wurden alle Messobjekte, welche sich weiter als 50 km von Wels befinden, nicht in das Community-Lastprofil mitaufgenommen. Da auch die Aufzeichnungsperioden der Einzelmessungen um einige Monate variieren, wurde jeweils ein monatlicher Mittelwert aller verwertbaren Lastprofile zu einem gesamten Community-Lastprofil zusammengefügt.

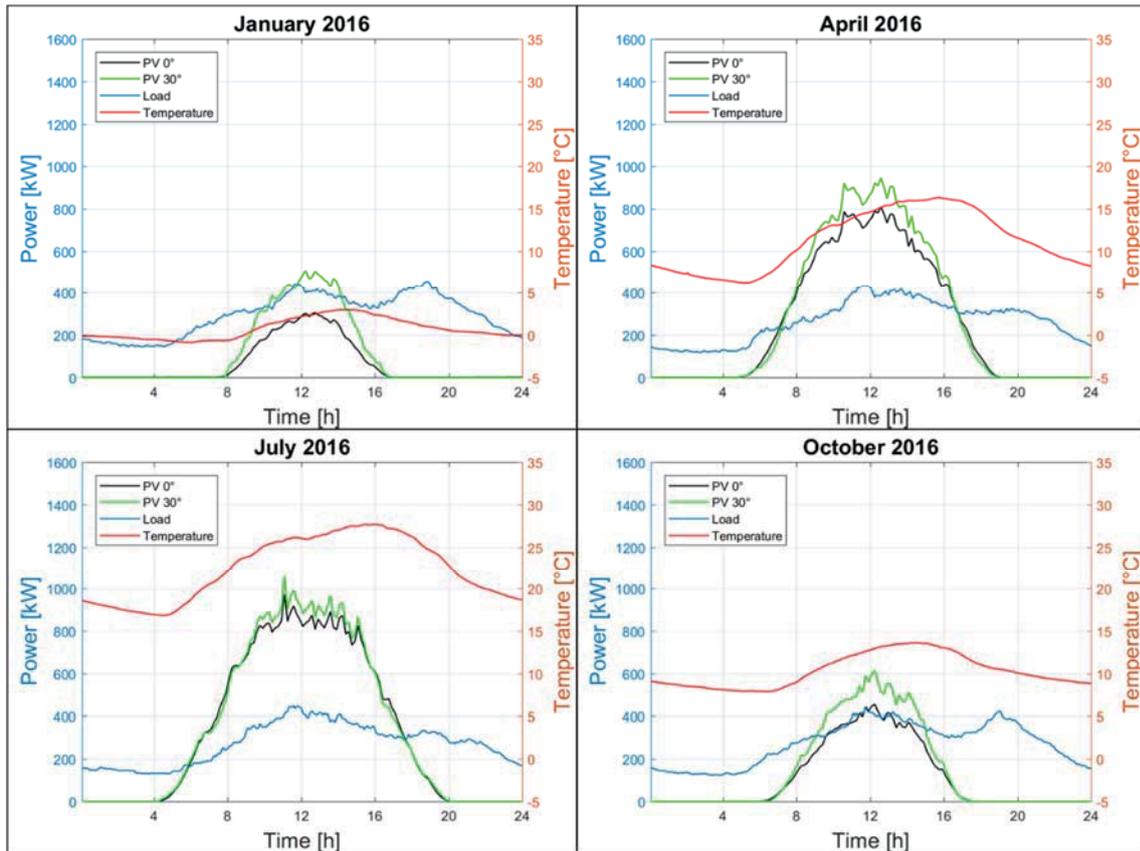


Abbildung 1: Monatlich gemittelte PV- Stromlast- und Temperaturprofile der österreichischen Datensätze

Abbildung 1 zeigt jeweils die monatlich gemittelten Tagesprofile der Temperatur (rot), Stromlast (blau) und der erzeugten PV-Leistung (schwarz und grün) in den verschiedenen Jahreszeiten. Das Stromlastprofil weist abgesehen von der Amplitude der abendlichen Lastspitze keine großen Unterschiede über die verschiedenen Jahreszeiten auf. Die erzeugte PV-Leistung hingegen ist vor allem während der Winterperiode, aber auch im Herbst äußerst gering. Somit wird der Winter als die problematischste Zeitspanne bezüglich der Energieversorgung eingestuft.

2.3 Datensätze der japanischen Community

Die Stromlastdaten der japanischen Community wurden von dem Core Research for Evolutional Science and Technology Program (CREST) der japanischen Science and Technology Agency (JST) zur Verfügung gestellt. Diese wurden in der sogenannten „Pal Town Neighbourhood“ des Ota City Testprojekts von 540 Haushalten in einer einminütigen Auflösung im Zeitraum von Mai 2006 bis Januar 2008 erhoben. Die Community-Haushalte des Testprojekts sind durchschnittlich mit einer südausgerichteten, 30° geneigten 4 kWp PV-Aufdachanlage ausgestattet. Zusätzlich zu den Stromlastdaten wurde zeitgleich die GHI am Standort der Community aufgezeichnet [3]. Um einen Zusammenhang zwischen der Community-Stromlast und der Außenlufttemperatur herstellen zu können, wurden die meteorologischen Aufzeichnungen der Japan Meteorological Agency (JMA) der 30 km entfernten Maebashi Station herangezogen. Für Vergleichszwecke wurden anhand der japanischen Datensätze ebenfalls die Tagesprofile der Temperatur (rot), Stromlast (blau) und der erzeugten PV-Leistung (schwarz und grün), in den verschiedenen Jahreszeiten

monatlich gemittelt. Auch im Fall der japanischen Community scheint der Winter die größte Herausforderung für eine autarke Stromversorgung darzustellen.

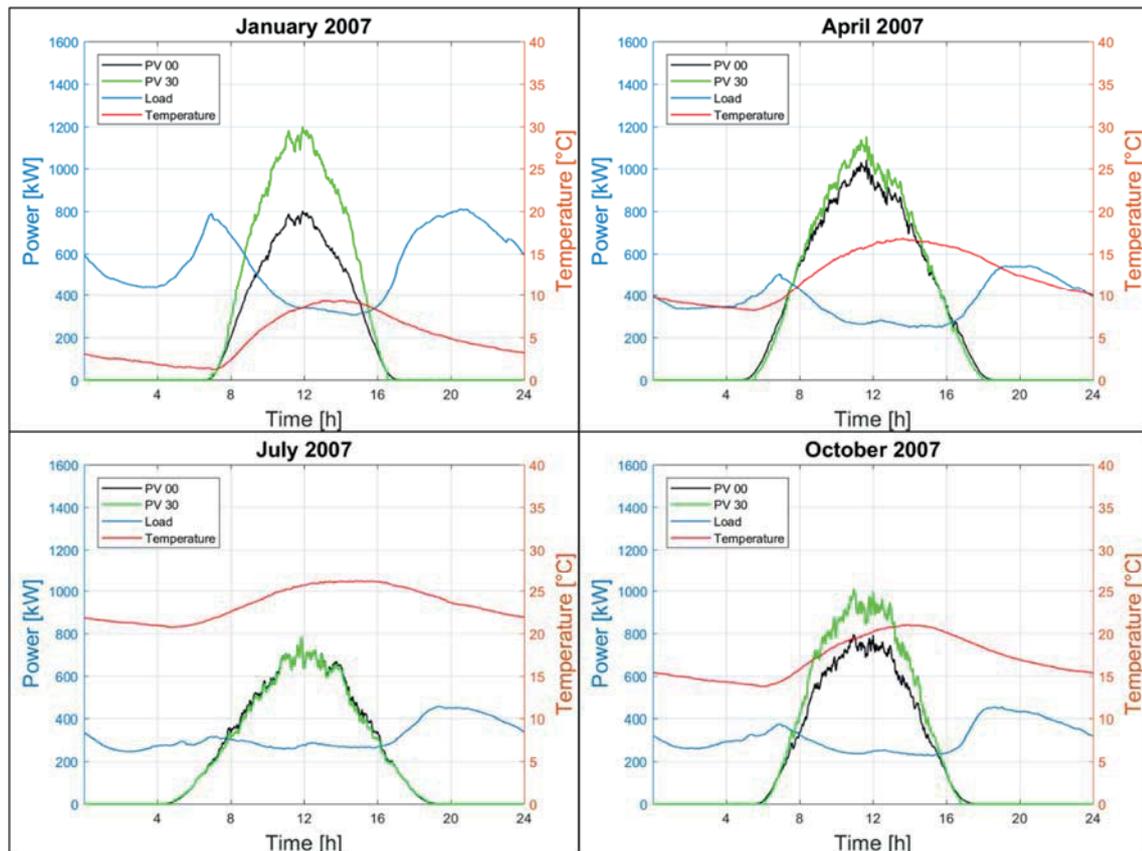


Abbildung 2: Monatlich gemittelte PV- Stromlast- und Temperaturprofile der japanischen Datensätze

Prinzipiell weist das japanische Community-Lastprofil während der Jahreszeiten von Frühling bis Herbst sehr ähnliche Muster auf. Einzig die Amplitude der morgendlichen und abendlichen Lastspitzen variiert um etwa 100 kW. Im Winter, repräsentiert durch den Januaren-Graphen, sind beide Lastspitzen bedeutend höher, verglichen zu den anderen Graphen. Diese Auffälligkeit könnte durch die Tatsache, dass es in japanischen Haushalten üblich ist, Einzelraum-Klimageräte und andere elektrische Geräte zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser zu verwenden, begründet werden. Der Unterschied zu den österreichischen Community-Lastprofilen beläuft sich auf das Fehlen einer mittäglichen Lastspitze. Aufgrund der verhältnismäßig hohen Anzahl an Sonnenstunden im Winter schneidet der Ertrag der PV-Anlage im Vergleich mit den Erträgen der restlichen Jahreszeiten, überraschend gut ab. Insbesondere der Vorteil der 30° geneigten Montage der Module wird hier bemerkbar, da während der Winterperiode der Höhenwinkel der Sonne am Ota Standort diesem Neigungswinkel sehr nahekommt.

2.4 Temperaturabhängigkeit der Community-Stromlast

Aufgrund der mangelnden Informationen bezüglich der Zusammensetzung der Stromlastprofile wurde die Außenlufttemperatur als Bezugspunkt für eine detailliertere Analyse und Gegenüberstellung des japanischen und österreichischen Community-Stromverbrauchs gewählt. Dabei wurde jedem Lastdatenpunkt die korrespondierende, zum exakt selben Zeitpunkt gemessene Außenlufttemperatur zugewiesen. Das Ergebnis dieser

Analysemethode ist mit allen Lastdatenpunkten (schwarze Datenpunkte) in Abhängigkeit der Temperaturskala angeordnet und durch eine polynomische Funktion zweiter Ordnung (rote Kurve) angenähert in Abbildung 3 dargestellt. Die österreichische Community-Stromlast weist dabei einen sehr breiten, geradlinigen Verlauf und somit eine geringe Temperaturabhängigkeit des Stromverbrauches auf. Die 600 kW Marke wird nur selten überschritten und selbst wenn, ist kein eindeutiger Zusammenhang mit der Außenlufttemperatur ersichtlich.

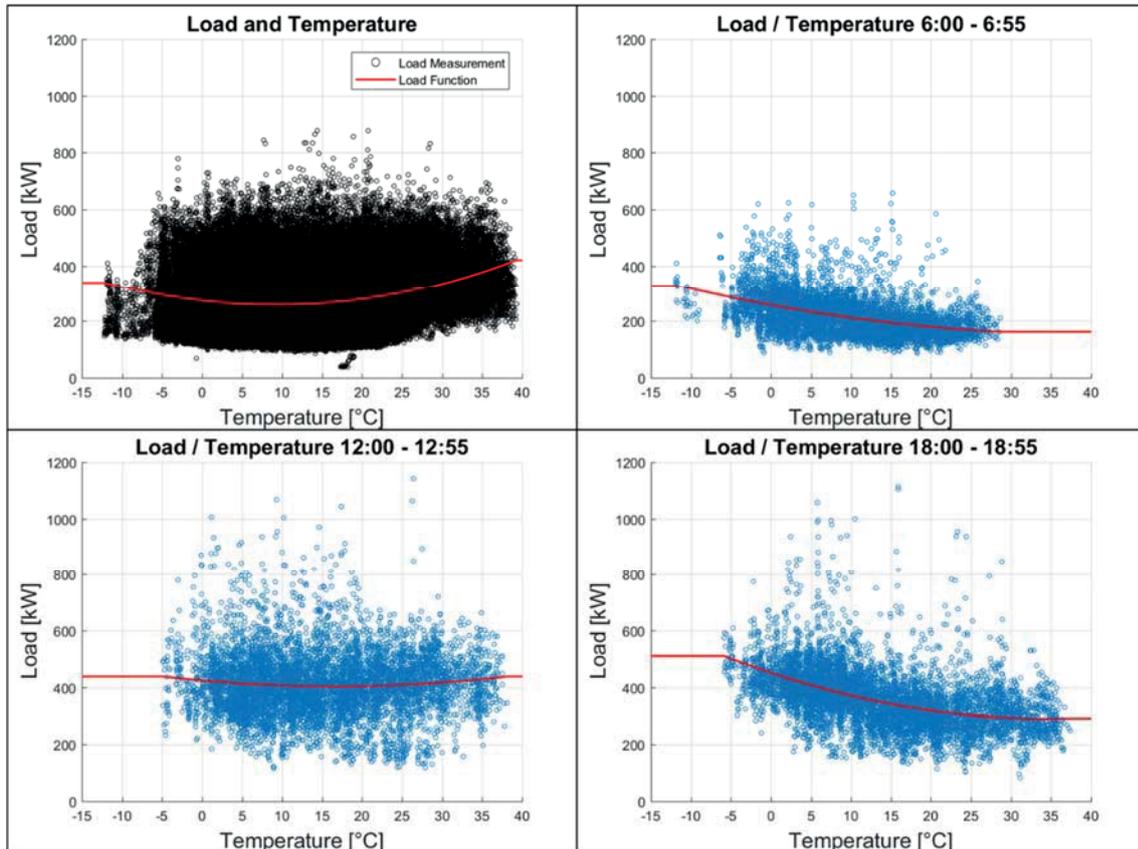


Abbildung 3: Temperaturabhängigkeit der österreichischen Community-Stromlast

Für eine aussagekräftigere Einschätzung des Zusammenhangs der Stromlast und der Außenlufttemperatur wurden die Verbrauchsdaten in stündliche Cluster unterteilt (blaue Datenpunkte). Während der Abendlastspitze (18 Uhr) ist ein deutlicher Trend zu höherem Verbrauch bei niedriger Temperatur erkennbar, welcher in etwas abgeschwächter Form auch während der Morgenlastspitze auftritt. Eine mögliche Begründung für dieses Verhalten könnte unter anderem die Beleuchtung, die im Winter zu diesen Tageszeiten benötigt wird, sein.

Dieselbe Analyse wurde auch mit dem japanischen Lastdatensatz durchgeführt und in Abbildung 4 dargestellt, wobei eine äußerst starke Abhängigkeit zwischen Stromlast und Außenlufttemperatur entdeckt wurde. Die gesamten Lastdatenpunkte (schwarze Datenpunkte) erreichen beinahe bis zu 1200 kW bei niedrigen Temperaturen, beziehungsweise rund 700 kW bei hohen Temperaturen. Durch die Aufteilung der gesamten Stromlast in stündliche Cluster (blaue Datenpunkte) wurde ein weiterer interessanter Trend ersichtlich. Während der morgendlichen Lastspitze (6 Uhr) wird der Stromverbrauch enorm von der Außenlufttemperatur beeinflusst, jedoch nur einseitig von niedrigen Temperaturen.

Dieses Ergebnis führt zu der Annahme, dass die vergleichsweise hohen Lastspitzen im Winter durch die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser durch elektrische Geräte begründet sein könnten. Während der Mittagszeit und der Abendlastspitze steigt der Stromverbrauch sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen, wobei sich das Minimum immer im selben Temperaturbereich von ungefähr 20 bis 21°C befindet. Dieser Temperaturbereich gilt auch als Optimum des thermischen Wohlbefindens laut Wohnbausektor.

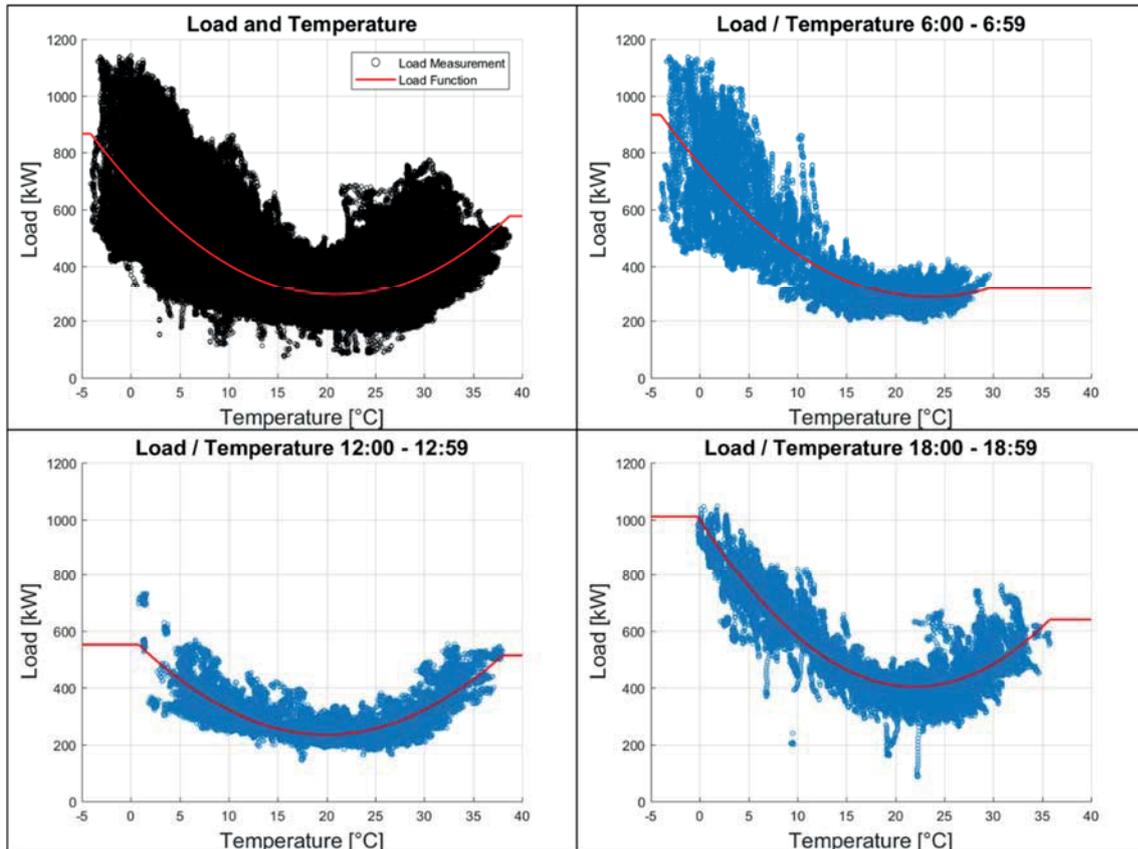


Abbildung 4: Temperaturabhängigkeit der japanischen Community-Stromlast

Der Vergleich der temperaturbezogenen Stromlastanalyse der beiden Communities wies maßgebliche Unterschiede auf, welche anhand einiger Fakten begründet werden könnten. Einerseits befinden sich beide Standorte in unterschiedlichen Klimazonen, in Wels herrschen warme, gemäßigte und in Ota feuchte subtropische Bedingungen. Andererseits haben auch die in den Haushalten eingesetzten elektrischen Geräte sowie die Wärmedämmung der Gebäude einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Temperaturabhängigkeit der Stromlast. Die japanische Energy Efficiency and Conservation Division der Agency for Natural Resources and Energy des Ministry of Economy, Trade and Industry hat einen strategischen Entwicklungsleitplan für Zero Energy Houses (ZEH) veröffentlicht, in welchem angeführt ist, dass dieses Ziel nur durch den Einsatz von verbesserter Wärmedämmung und hocheffizienten elektrischen Haushaltsgeräten, sowie der Einbindung von PV-Anlagen erreicht werden kann. Im Detail wird einerseits auf modernste Wärmedämmmaterialien und hochisolierte Fenster, und andererseits auf die Wichtigkeit einer Energieeffizienzsteigerung in punkto Einzelraum-Klimageräte, Belüftungs-, Beleuchtungs- und Warmwasserbereitungs-Equipment verwiesen, um den Stromverbrauch um insgesamt 20% zu senken [4].

2.5 Verbesserung der japanischen Community-Stromlast

Die ersten Simulationsergebnisse für den Fall der japanischen Community belegen die Vorgabe des japanischen ZEH-Entwicklungsplanes, dass für eine technisch sinnvolle Systemlösung zuerst der Stromverbrauch reduziert werden muss. Um zu sehen welche Auswirkung eine Verbesserung der japanischen Community-Stromlast auf die Temperaturabhängigkeit und im Weiteren auch auf das benötigte Energieversorgungssystem hat, wurden diverse Möglichkeiten in Betracht gezogen. Von einem technischen Standpunkt aus wäre die simpelste Methode eine Anpassung des Nutzerverhaltens mit dem Ziel, unnötigen Gebrauch von elektrischen Geräten wie beispielsweise der Dauerbetrieb von Einzelraum-Klimageräten, das Betreiben einer kaum befüllten Waschmaschine, die Verwendung von strombeziehenden Dekorationen und dergleichen, zu reduzieren. Eine andere Möglichkeit wäre das sogenannte „load shifting“, bei dem Stromverbraucher, deren Verwendung zeitlich variierbar ist, erst dann betrieben werden, wenn es im Tagesverlauf am günstigsten ist. Am Beispiel einer Waschmaschine welche lediglich am Ende des Tages den Waschgang abgeschlossen haben muss, kann der Betrieb bevorzugt während einer Phase von hohem Ertrag der PV-Anlage stattfinden, wodurch Überschussenergie, welche gegebenenfalls in das Stromnetz eingespeist werden würde, zum Eigenverbrauch beitragen könnte. Diese Methode kann jedoch aufgrund der mangelnden Informationen über die Zusammensetzung der Stromlastprofile nicht angewandt werden. Allerdings ist bekannt, dass die Gebäude der japanischen Community den typischen Wohnbaustandards entsprechen (siehe Tabelle 1). Daraus ergibt sich die Möglichkeit eine Verbesserung der Community-Stromlast durch eine Anpassung der Wärmedämmung umzusetzen. Diese Adaptierung würde nicht nur zu einer Reduktion der Lastspitzen, sondern auch zu einer Verringerung der Abhängigkeit des Stromverbrauches von sowohl niedrigen als auch hohen Außenlufttemperaturen führen.

Tabelle 1: Standard U-Werte in Japan und Österreich

Standard U-Werte	Japan [5]	Österreich [6]
Wand [W/m ² K]	0,53	0,35
Dach [W/m ² K]	0,24	0,20
Fenster [W/m ² K]	4,65	1,40
Gesamt [W/m ² K]	1,08	0,47
Verhältnis (f_U) [-]	0,44	

Zur Umsetzung dieser Variante wurde die Stromlast im Temperaturbereich von 20 bis 21°C als temperaturunabhängige Grundlast (L_{Base}) festgelegt. Die Differenz zwischen der tatsächlichen Last ($L_{Standard}$) und der Grundlast aller Lastdatenpunkte außerhalb des definierten Temperaturbereiches wurde mit dem Verhältnis (f_U) der verbesserten- zu der standardmäßigen Wärmedämmung multipliziert. Gemäß der unten angeführten Formel wurde somit für jedes Stundencluster ein verbessertes Stromlastprofil ($L_{Improved}$) kalkuliert.

$$L_{Improved} = [(L_{Standard} - L_{Base}) \cdot f_U] + L_{Base} \quad [2.4]$$

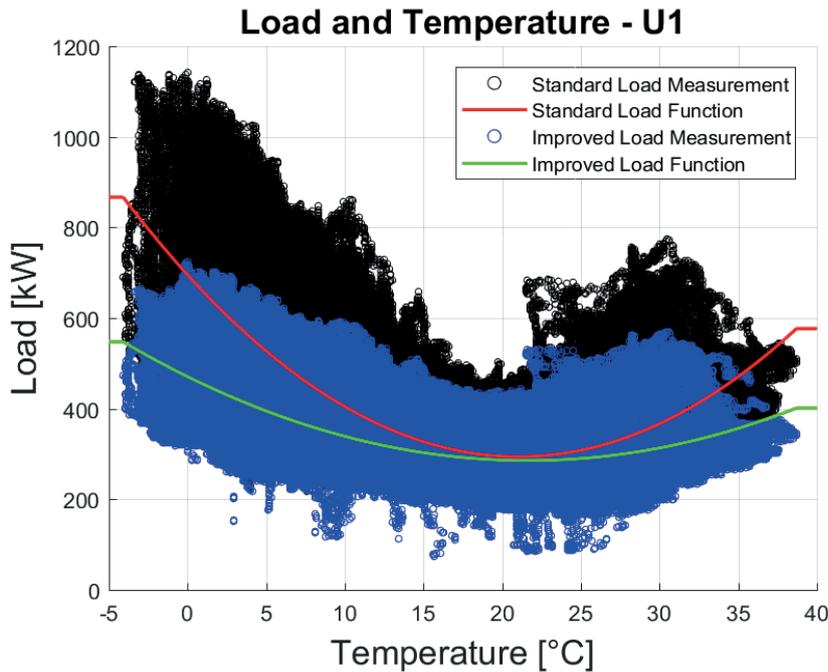


Abbildung 5: Verbesserung der Temperaturabhängigkeit der japanischen Community-Stromlast

Abbildung 5 zeigt das Ergebnis dieser Verbesserungsmethode, eine deutliche Reduktion der Lastspitzen sowie der Temperaturabhängigkeit von der originalen Community-Stromlast (schwarze Datenpunkte und rote Kurve) zu der verbesserten Community-Stromlast (blaue Datenpunkte und grüne Kurve). Es gilt jedoch zu beachten, dass es sich hierbei lediglich um eine Annahme handelt.

2.6 Autarke Stromversorgung

Für die Dimensionierung eines autarken Stromversorgungssystems für die gesamte Community wurde basierend auf deren Stromlast die Einbindung von PV- und BS-Systemen für die Haushalte simuliert. Durch schrittweise Erhöhung der Systemgrößen konnte die notwendige Systemzusammenstellung zur Erreichung eines Autarkiegrades (q_s) von mindestens 90% bestimmt werden. Der Autarkiegrad ist das Verhältnis von eigenverbraucher PV-Energie (E_{SC}), welche auch die im BS zwischengespeicherte Energie beinhaltet, zu der gesamten Stromlast (E_{Load}).

$$q_s = \frac{E_{SC}}{E_{Load}} \quad [2.5]$$

Um eine Überdimensionierung des PV-Systems zu verhindern wurde auch die Eigenverbrauchsquote (q_{SC}) berücksichtigt. Diese Quote, welche den Anteil der eigenverbrauchten Energie an der gesamten erzeugten PV-Energie (E_{PV}) angibt, fällt für überdimensionierte Systemgrößen vergleichsweise gering aus.

$$q_{SC} = \frac{E_{SC}}{E_{PV}} \quad [2.6]$$

Um festzustellen ob das Net-Zero-Energy-Community-Ziel bezogen auf den Strom eingehalten wird, wurde die Nettoenergiequote (q_{NZE}), welche sich aus dem Autarkiegrad und

der Eigenverbrauchsquote zusammensetzt und folglich das Verhältnis von erzeugten PV-Energie zu der gesamten Stromlast ist, berechnet.

$$q_{NZE} = \frac{E_{PV}}{E_{Load}} \quad [2.7]$$

Die unter diesen Voraussetzungen dimensionierten Energieversorgungssysteme der japanischen und österreichischen Community sind inklusive einiger relevanter Kennzahlen in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Energieversorgungssysteme der japanischen und österreichischen Community

System Parameter	Japanisches System	Österreichisches System
PV Leistung [kWp/Haus]	6,48	9,26
Batterie Kapazität [kWh/Haus]	15,00	17,00
Autarkiegrad [%]	91,02	90,02
Eigenverbrauchsquote [%]	61,85	44,69
Stromnetzbezug [%]	8,98	9,98
Nettoenergiequote [%]	147,16	201,44

Da der Ertrag einer PV-Anlage am Standort Wels dem am Standort Ota sichtlich unterlegen ist, wird für das österreichische System trotz der geringeren Community-Stromlast eine deutlich höhere Anlagengröße benötigt. Dies führt einerseits zu einer geringeren Eigenverbrauchsquote, andererseits jedoch auch zu einer besseren Nettoenergiequote.

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für diverse Szenarien aufgelistet. Die hierfür verwendeten Stromtarife sind 19,09 €/ct/kWh für österreichische und 15,02 €/ct/kWh für japanische Haushalte, sowie eine Einspeisevergütung in Höhe von 6,00 €/ct/kWh für netzeingespeiste Überschussenergie in Österreich und 25,38 €/ct/kWh in Japan [7], [8], [9], [10].

Tabelle 3: Stromgestehungskosten verschiedener Szenarien für Japan und Österreich

LCOEs [€/ct/kWh]	LCOE*	LCOE**	LCOE***	LCOE** (in Zukunft)
Österreichisches System	14,28	11,52	8,86	-
Japanisches System	39,17	34,08	29,45	8,30

Stromgestehungskosten bei einer erwarteten BS-Lebensdauer von 10, 15** und 25*** Jahren*

Ein ausschlaggebender Faktor welcher das japanische Energieversorgungssystem hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit deutlich benachteiligt, ist das vorherrschende Preisniveau am japanischen Photovoltaikmarkt. So ist in Österreich eine schlüsselfertige PV-Anlage für den Eigenverbrauch je nach Systemgröße um etwa 2500 bis 1600 €/kWp erhältlich,

wohingegen in Japan bis zu 3000 €/kWp zu entrichten sind [11], [12]. In einer Veröffentlichung des japanischen Institute of Energy Economics (IEEJ) im Juli 2017 wird erwähnt, dass bis 2025 eine Reduktion der Investitionskosten für PV-Anlagen auf 800 €/kWp, sowie für BS Systeme auf 700 €/kWh bis 2020, erwartet wird [13]. Dennoch ist basierend auf der aktuellen Situation, trotz der kleineren Systemkomponenten und einer höheren Eigenverbrauchsquote, das japanische Energieversorgungssystem, aus wirtschaftlicher Sicht, dem Österreichischen unterlegen. Erst bei Verwendung der für die Zukunft prognostizierten Systemkosten am japanischen Markt können die Stromgestehungskosten soweit gesenkt werden, dass der Strombezugstarif unterschritten wird.

3 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Analyse der Stromverbrauchsdaten einer japanischen und einer österreichischen Community bestehend aus je 540 Haushalten, um das erschließbare Potential durch den Ausbau einer erneuerbaren Energieversorgung, bestehend aus PV- und BS-Systemen, zu beurteilen. Dabei sollte ein Autarkiegrad von 90%, sowie die Einstufung als Net-Zero-Energy-Community erzielt werden. Im Fall der japanischen Community war dafür, aufgrund der verhältnismäßig hohen Stromlast und Temperaturabhängigkeit, zuerst eine Optimierung des Stromverbrauches anhand einer verbesserten Wärmedämmung der Gebäudehüllen notwendig.

Sowohl die benötigte PV-Anlagengröße, als auch die Größe des BS Systems, fallen für die japanische Community unter der Voraussetzung, dass die angenommene Verbrauchsoptimierung umgesetzt wurde, geringer aus. Nichtsdestotrotz ist das Betreiben einer autarken Energieversorgung für die untersuchte Community in Japan unter den gegebenen Umständen noch nicht wirtschaftlich rentabel. Sofern in Zukunft die prognostizierten Investitionskosten erreicht werden, besteht die Möglichkeit, dass das japanische Community-Energieversorgungssystem technisch und auch wirtschaftlich das Österreichische verdrängt.

4 Danksagung

Wir möchten uns bei CREST der Japan Science and Technology Agency (JST) für die Bereitstellung der japanischen Lastdaten und Bestrahlungsdaten, sowie bei der Forschungsgruppe des Austrian Solar Innovation Center (ASiC) der Fachhochschule Oberösterreich für die Zurverfügungstellung der erforderlichen österreichischen Messdaten bedanken.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Y. Ueda, „A study on an advanced performance analysis method for PV systems using monitoring data“, Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo, 2007.
- [2] Statistik Austria, „Strom- und Gastagebuch 2008“, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien, 2013.
- [3] M. Lave, J. S. Stein, A. Ellis, C. W. Hansen, E. Nakashima und Y. Miyamoto, „Ota City: Characterizing Output Variability from 553 Homes with Residential PV Systems on a Distribution Feeder“, Sandia National Laboratories, New Mexico, 2011.
- [4] Agency for Natural Resources and Energy, „Definition of ZEH and future measures proposed by the ZEH Roadmap Examination Committee“, Energy Efficiency and Conservation Division, Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan, 2015.
- [5] M. Evans, B. Shui und T. Takagi, „Country Report on Building Energy Codes in Japan“, Pacific Northwest National Laboratory, 2009.
- [6] Österreichisches Institut für Bautechnik, „OIB-Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz“, Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien, 2015.
- [7] E-Control, [Online]. Available: <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strompreis/was-kostet-eine-kwh/>. [Zugriff am Januar 2018].
- [8] Tokyo Electric Power Company (TEPCO), [Online]. Available: <https://www4.tepco.co.jp/en/customer/guide/ratecalc-e.html>. [Zugriff am October 2017].
- [9] M. Teoh und V. Liebl, „Leitfaden zu PV-Eigenverbrauchsmodellen“, Photovoltaic Austria, Wien, 2016.
- [10] International Energy Agency, „Energy Policies of IEA Countries, Japan 2016 Review“, IEA Publications, Paris, 2016.
- [11] raymann kraft der sonne gmbh, [Online]. Available: <https://www.raymann.at/photovoltaikpreise-1-12kwp.html>. [Zugriff am Oktober 2017].
- [12] K. Kimura und R. Zissler, „Comparing Prices and Costs of Solar PV in Japan and Germany, The Reasons Why Solar PV is more Expensive in Japan“, Tokyo, Renewable Energy Institute, Tokyo, 2016.
- [13] Y. Shibata, „How Can "Solar PV + Battery System" Be Economically Competitive and Reliable Power Generation?“, IEEJ, 2017.