

Mit



Dr. Günter Wind

Ingenieurbüro für Physik

Mühlangergasse 10
A-7000 Eisenstadt

T +43 680 2326415

E office@ibwind.at

www.ibwind.at



Mitglied des Fachverbandes

Stellungnahme zu Tarife 2.1

WEITERENTWICKLUNG DER NETZENTGELTSTRUKTUR FÜR DEN STROMNETZBEREICH

Positionspapier der Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft (E-Control)

Herzlichen Dank für die Möglichkeit zur Stellungnahme zum Tarifentwurf.

Mit der nachfolgenden Stellungnahme möchte ich meine Erfahrungen einbringen, die einerseits aus zahlreichen Kundenkontakten (Energieberatung bei Privaten und meist kleineren Betrieben) und aus der Tätigkeit in wissenschaftlichen Projekten und Lehre entspringen. In den wissenschaftlichen Projekten (Partner: KMU's, Energieagenturen, Universitäten) habe ich mich sehr intensiv mit der Energiewendethematik und deren Umsetzung beschäftigt. In technischer Hinsicht haben wir die wesentlichen Parameter zum Gelingen der Energiewende untersucht und den Energiewenderechner „RESYS-Tool“ für Gemeinde, Länder entwickelt. Aus den Rückmeldungen der Energieberatungskunden ergibt sich ein klares Bild darüber, was Privaten, Firmen für die Energiewende wichtig ist und in welchem Spannungsfeld sie sich befinden. Der Wille Beiträge zur Energiewende zu leisten und diese auch umzusetzen, ist grundsätzlich vorhanden. Wenn es ums Geld geht, ist jedoch nur ein kleiner Teil bereit freiwillig mehr für ein klimafreundlicheres Projekt zu bezahlen. Aufgrund der fehlenden Kostenwahrheiten ist dieses Spannungsfeld im Klimaschutz ein allgegenwärtiges. Die Reform der Netztarifstruktur hat grundsätzlich das Potenzial, die Energiewende in vielen alltäglichen Bereichen auch in finanzieller Hinsicht entscheidend zu erleichtern. Weil hiervon alle Staatsbürger betroffen sind, ist der Effekt auch als höchst energiewendelenkend einzustufen, und zwar nicht nur im Bereich der Energieeffizienz, sondern vor allem wenn es um die Versorgungssicherheit in einem zukünftig immer stärker volatilen Energiesystem geht. Die Nutzung von Flexibilisierungsmöglichkeiten ist ein ganz wesentlicher Faktor, um den Aufwand für den Ausbau der Energieproduktion und Speicher(vor allem in volkswirtschaftlicher Sicht) zu optimieren. Ziel der Tarifreform sollte sein, klimafreundliches Verhalten finanziell mit einer Tarifstruktur zu unterstützen, die mit den unveränderbaren physikalischen Grundlagen des volatilen Energiesystems synchronisiert wird. Aus zahlreichen Gesprächen kann ich versichern, dass der Großteil der Kunden einem von Witterung und Konsumentenverhalten schwankenden Tarif positiver entgegenstehen und diese leichter akzeptieren können als einen Tarif mit durchschnittlich gleich hohen Gebühren, die aber weniger lenkend sind. Wichtig ist, dass die Umsetzung transparent und userfreundlich ist und eine automatische Tarifoptimierung mit flexiblen Verbrauchern (Laden E-Autos, Wärmepumpen, Speicher ...) einfach umgesetzt werden kann.

Auch in den auf der E-Control-Seite publizierten Stellungnahmen zum vorigen Dokument Tarife 2.0 wurde von mehreren Organisationen/Firmen der Wunsch nach einer stärkeren Flexibilisierung des Tarifsystems und einer Erhöhung des verbrauchsabhängigen Kostenanteils geäußert. Heute mehrere Jahre später und zukünftig mit dem Ausbau der erneuerbaren Energieträger wird die Dringlichkeit laufend größer.

Die Stromnetze sind in öffentlicher Hand und unterliegen nicht dem Wettbewerb, daher sollte dieses Lenkungspotenzial mit höchster Priorität genutzt werden, um eine wirklich zukunftsorientierte Reform „Tarife_3.0“ zu schaffen. Diese sollte die Netzteilnehmer maximal zu einem netz- und energiewendedenklichen Verhalten motivieren. Entscheidungen zwischen unterschiedlichen Tarifen, wie derzeit z.B. unterbrechbar oder nicht, sind in der Praxis nicht immer einfach planbar und vermindern die Effektivität von Flexibilisierungsmaßnahmen. Jeder

Stromkunde sollte sich jederzeit frei für ein energiewendefreundliches Verhalten entscheiden können; z.B. „lade ich mein E-Auto sofort mit einem teuren Tarif oder in den günstigen Zeitintervallen während der nächsten 12 Stunden“. Die Netzbetreiber haben es in der Hand mit einem einzigen energiewendefreundlichen transparenten Tarif die Energiewende frei von Spekulationen zu erleichtern. Dies wäre ein sehr hoher Beitrag zum Gelingen der Energiewende.

0 Grundlagen der Stellungnahme zu Tarife 2.1

Im Folgenden werden Herausforderungen und mögliche Beiträge für die Stromnetze zum Erreichen der Energiewende beschrieben, um daraus die Stellungnahme des vorliegenden Tarifenwurfes abzuleiten. Dem Autor geht es darum, die Energiewende auf möglichst volkswirtschaftlich sparsame und naturschonende Weise umsetzen zu können. Auf dem Wege zur Energiewende wird der Anteil an volatiler Stromerzeugung stark ansteigen. Die Netze spielen vor allem in der räumlichen Verteilung und im Zusammenspiel mit Flexibilitäten & Speicher auch in der zeitlichen Verteilung der Energie eine zentrale Rolle, um mit einer volatilen Energieproduktion eine stabile Versorgung zu gewährleisten. Die Aufwände für Erhaltung und Erweiterung der Netze müssen auf die Stromkunden aufgeteilt werden. Die Gestaltung der dabei in Zukunft verwendeten Tarife übt eine entscheidende Lenkung auf das Nutzerverhalten der Stromkunden aus. Netzbetreiber sind in öffentlicher Hand und haben nicht nur die Verpflichtung einen störungsfreien Netzbetrieb sicherzustellen, sondern auch mögliche Synergieeffekte mit Klimaschutzzielen und mit der Reduktion des Flächenbedarfs sozial verträglich und fair zu nutzen. Vielfach sind in den Stromrechnungen die Netzkosten höher als der Energiepreis. Daher haben die Netztarife ein hohes Lenkungspotenzial.

0.1 Wechselwirkungen Energieverteilung und Energiewende

Die Stellungnahme orientiert sich an nachfolgend aufgelisteten Fakten und Einflussparametern für die Energieverteilung und für die Umsetzung der Energiewende, welche in etablierten Studien und zeitlich aufgelösten Simulationen (in Stundenschritten) ihre Begründung finden ([1], [2], [5]):

1. Energiebedarfsreduktion:
Je höher der kWh-abhängige Anteil in der Stromrechnung ist, umso stärker die Motivation zum Energiesparen und umgekehrt.
2. Ist in einem Versorgungsgebiet die Residuallast (= Bedarf minus Erzeugung) größer als Null, dann sinkt mit jedem zusätzlichen Stromeinspeiser (egal ob Erzeuger oder Speicherentladung) die Netzbelastung und somit auch der Energieverlust im Netz. Der Stromeinspeiser verhält sich in diesem Fall netzdienlich, ein weiterer Stromverbraucher wirkt netzbelastend.
Im umgekehrten Fall bei Energieüberschuss ist jeder Stromverbraucher netzdienlich und der Einspeiser netzbelastend.
3. Die Hauptenergieträger der Zukunft Windenergie, Solarenergie fluktuieren ziemlich rasch, Wasserkraft relativ gemächlich. Das Energieangebot ist naturgegeben, aber über kurze Zeiträume meist gut vorhersagbar. Die Energiewende funktioniert umso kostengünstiger, je besser wir uns auf diese unveränderlichen Fluktuationen einstellen können.
4. Zeitlich verschiebbare Stromverbraucher/ Erzeuger („Flexibilitäten“) können die Residuallast verändern und so für den erforderlichen Abgleich von Strombedarf und Erzeugung unterstützen.

Für die Energiewende wichtige Flexibilitäten sind:

- a. Wärmepumpen/E-Heizung für Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung: je nach Art des Gebäudes kann das Schalten der Wärmequelle um mehrere Stunden verschoben werden
- b. Klimaanlage, Kälteanlagen
- c. Elektro-Autos:
Die Kapazität von 4 Mio. PKW's können ungefähr den Strombedarf eines Tages speichern. Selbst wenn nur ein Teil der Autos am Netz sind, steht ein hohes Speicherpotenzial für den Abgleich der Residuallast im Tagesgang zur Verfügung. Der Wirkungsgrad ist mit fast 90% deutlich höher als jener von Pumpspeichern (ca. 75%). Akkus sind notwendige Stromspeicher mit hohem Ressourcenverbrauch bei

- der Herstellung. Daher ist es besonders sinnvoll diese nicht nur für die Mobilität, sondern gleichzeitig auch als Flexibilität einzusetzen.
- d. Speicherwasserkraft, Pumpspeicherkapazität
Die Kapazität beträgt ca. 5% des Jahresstrombedarfs.
 - e. Biomassekraftwerke, Biogasanlagen:
Diese erneuerbaren Energien liefern Strom auf Abruf und sind geeignet, um vor allem in der Heizsaison Strom und nutzbare Wärme zu erzeugen. Sie schaffen somit einen saisonalen Ausgleich zur Kompensation der Winterschwäche von Sonnenenergie und Wasserkraft. Mit Wärmespeicher können diese BHKW's auch für den Tagesverlauf flexibilisiert werden [6].
 - f. Power To Fuel:
Elektrische Energie wird über Wasserstoffelektrolyse und chemischer Reaktion mit CO₂ in synthetische Brennstoffe umgewandelt und somit gespeichert. Für den Flugverkehr ist es aus heutiger Sicht die einzige Möglichkeit mit erneuerbarer Energie zu fliegen. Insbesondere die Wasserstoffelektrolyse kann flexibel betrieben werden. Berechnungen zeigen, dass allein die Produktion des Elektrokerosins für den auf die Hälfte reduzierten Flugverkehr auch saisonale Schwankungen ausgleichen kann, sodass wir für die Energiewende keine neuen Speicherwasserkraftwerke benötigen ([3], [5]).
 - g. Power To Product
Aus Strom werden energieintensive Produkte hergestellt. Eine zeitliche Verschiebung des Strombedarfs ist dann möglich, wenn diese Produkte zwischengelagert werden können.
 - h. Power To Gas als saisonaler Stromspeicher
Die Stromspeicherung über Wasserstoff bzw. Methan und Rückverwandlung in Strom mittels Gaskraftwerke ist mit bekannten Technologien möglich, aber der Gesamtwirkungsgrad von unter 33% ist sehr ernüchternd, sodass diese Speichertechnologie besser nur im Notfall eingesetzt werden sollte. Jede Energie, die durch diesen Speicher geht, muss 3-fach erzeugt werden. Nach Möglichkeit sollten alle zuvor genannten Flexibilitäten zuerst ausgeschöpft werden. In Österreich ist Power To Gas nicht erforderlich, wenn für die Nutzung effizienterer Flexibilitäten ausreichend Anreize gesetzt werden.
5. Aus energiewirtschaftlicher Sicht muss für die Nutzung der Flexibilitäten ein finanzieller Anreiz geschaffen werden. z.B. billiger Tarif zum Laden des E-Autos. Ein hoher Tarif motiviert zum Entladen eines Energiespeichers.
 6. Ziel muss sein, ausreichend Anreize für die Nutzung von Flexibilitäten mit hohem Wirkungsgrad (E-Autos, Wärmepumpen, ...) zu setzen, um Speicher mit geringem Wirkungsgrad (Power To Gas) nicht einsetzen zu müssen und um den Ausbau weiterer (Pump)speicherwasserkraftwerke vorzubeugen.
 7. Geografische und zeitliche Verteilung der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs:
Die Potenziale für Windparks, große Dachflächen sind vor allem in ländlichen Regionen anzutreffen; dort wird zukünftig im Durchschnitt mehr Energie erzeugt als verbraucht. Umgekehrt verhält es sich in Industriegebieten und Städte. Aber es hängt stark von der Witterung ab. Daher müssen die Netze nicht so wie bisher den Strom von wenigen gegebenen Erzeugungsorten zu den Verbrauchern transportieren, sondern die Energie von vielen verteilten Erzeugern, Verbrauchern, Prosumern austauschbar machen - und das sehr variabel je nach Witterung.
 8. Ländliche Regionen (z.B. landwirtschaftliche Gebäude) können oft ein Vielfaches an Energie erzeugen als dort verbraucht wird. Um den Strom von dort zu den Verbrauchern transportieren zu können werden Netzverstärkungen erforderlich sein. Mit Stromspeicher kann die Netzbelastung Tag und Nacht gleichmäßig verteilt werden, und so die Durchleitungskapazität eines schwachen Netzes erheblich vergrößert werden [4]. Damit letzteres passiert, benötigt ein Speicher einen finanziellen Anreiz. Ein variabler Netztarif kann diese Funktion zumindest zum Teil übernehmen.
 9. Je größer das System, das in den Energieausgleich eingebunden ist, umso leichter fällt der Abgleich der Residuallast. Ein Einzelstromanschluss verhält sich meist ganz anders als seine Umgebung oder der gesamte Verbund. In großen Systemen glätten sich

Verbrauchsprofile, sodass die bei Einzelanschlüssen auftretenden Verbrauchsschwankungen erst gar nicht ausgeglichen werden müssen. Witterungssituationen gleichen sich über größere Entfernungen mehr oder weniger stark aus. Im europäischen Verbundnetz können so witterungsbedingte Erzeugungsschwankungen gut ausgeglichen werden, sofern die Kapazität der Netze dies ermöglichen. Jedenfalls kann mit gesteuerten Flexibilitäten die Netzkapazität bestmöglich ausgenutzt werden, um einen räumlichen Energieausgleich zu optimieren. ([1], [2])

10. Zeitlich aufgelöste Simulationen auf Basis realer Wetterdaten zeigen, dass in einem erneuerbaren Energiesystem die Erzeugungsspitzen höher als die derzeitigen Verbrauchsspitzen sein werden. Dies ist naturgegeben. Ohne Gegensteuerung würde dies bedeuten, dass Ökostromanlagen in gar nicht so seltenen Fälle abgeschaltet oder zumindest in ihrer Leistung reduziert werden müssten. Es ist daher eine primäre Aufgabe die Erzeugungsspitzen durch flexible Verbraucher zu kompensieren, um die erzeugte Energie möglichst vollständig nutzen zu können. Da kann es schon gelegentlich nützlich sein, dass jemand sein E-Auto mit maximaler Leistung lädt. Gleichzeitig wird damit die Übertragungskapazität der Netze bestmöglich genützt. Eine Win-Win-Situation für Netze, Erzeuger und Verbraucher und schließlich für die Energiewende.

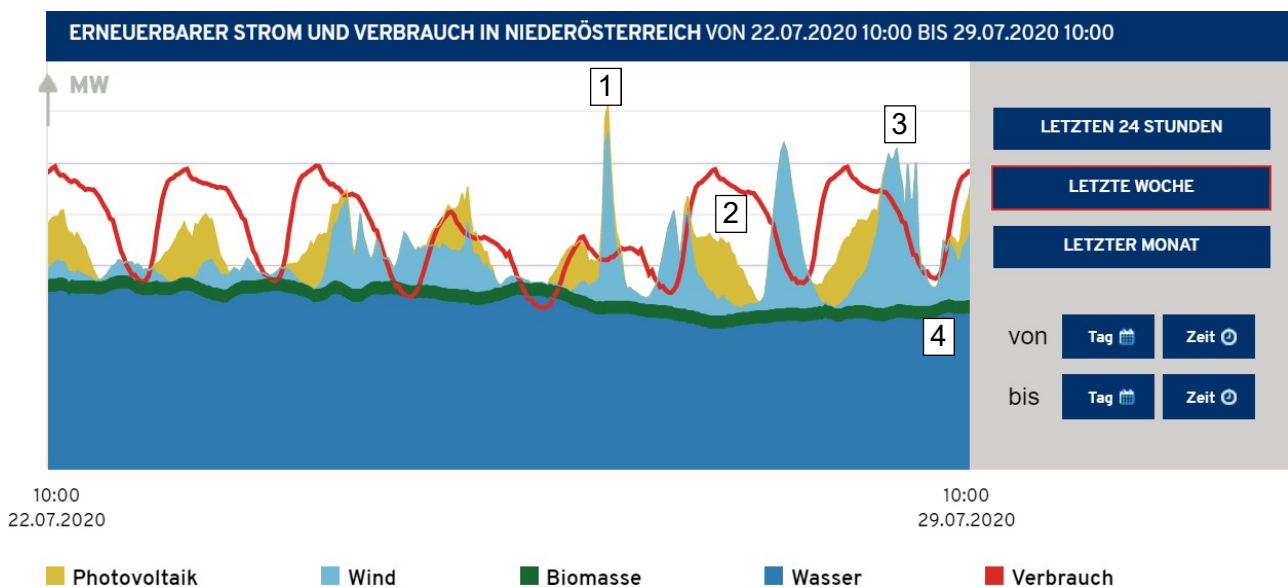


Abbildung 1: Der aktuelle Verlauf von Verbrauch und Produktion zeigt: Zum Zeitpunkt 1 (So nachmittag) wäre ist das Zuschalten von Verbrauchern sogar mit hoher Leistung (E-Auto laden) netzdienlich. Zum Zeitpunkt 3 tritt selbiges sogar ab dem Höhepunkt der Abendverbrauchsspitze ein, was ohne Windenergie nie der Fall wäre. Tagsüber am Montag (2) ist es wenig überraschend, dass der Verbrauch überwiegt und daher weitere Stromverbraucher nicht willkommen sind. Überraschend jedoch am 29.7. ca. 2 bis 4 Uhr früh (4) fallen Verbrauchsminimum und Erzeugungsminimum zusammen; auch da wäre es nicht energiewendedenlich ein E-Auto zu laden.

Die jüngste reale Strombilanz von Niederösterreich in Abbildung 1 zeigt, wie ein flexibles Tarifsysteem die Energiewende unterstützen könnte. Zusammen mit einer schon recht guten Wetter- bzw. Ertragsprognose ergibt dieses ein mächtiges Lenkungsinstrument. Der Bedarf für einen zeitlichen und räumlichen Ausgleich wird zukünftig noch und einiges größer werden.

0.2 Probleme im derzeitigen Tarifsysteem

Die derzeitigen Tarifstrukturen sind für die Umsetzung der obigen Optimierung aus folgenden Gründen ungeeignet:

1. Verbrauchsunabhängige Kostenanteile in der Stromrechnung
Diese haben bei gemessener Leistung ein Ausmaß von ca. 40% bis 60%, bei nicht gemessener Leistung oft unter 20%.
Bestehender Nachteil: verbrauchsunabhängige Kosten reduzieren das Potenzial für Verbrauchseinsparungen.
2. Tag/Nacht-Tarif

Dieses Tarifmodell ist in einer Zeit der zentralen Energieproduktion entstanden. Hier bestand die Absicht den nächtlichen Stromüberschuss von Wärmekraftwerken abzubauen. Man hat hier bewusst einen höheren Leistungsbezug in den Nachtstunden des Stromkunden tariflich begünstigt, weil es für das gesamte System dienlich war. Mit der Energiewende gibt es diese Regelmäßigkeit nicht mehr. Die Residuallast kann zu allen Zeiten negative oder positive Werte annehmen. Daher ist dieses Model überholt.

3. Leistungsmessung mittels Stromzähler beim Kunden
Die Leistungsmessung zur Tarifiermittlung bewertet nur das Verhalten eines einzelnen Stromkunden. Mit der Energiewende kann netzdienliches Verhalten nur im Zusammenhang mit der Umgebung (regionales und überregionales Netz) beurteilt werden (siehe oben). Somit ist die Ausdehnung der Leistungsmessung mit Smart Meter beim Kunden und deren Niederschlag in der Tarifiermittlung für die Energiewende unverträglich.
4. Private Stromabnehmer sind derzeit von der Netzregelung de facto ausgeschlossen.
Die Zahl der Elektroautos, Wärmepumpen steigt stark an. Somit entsteht ein sehr großes Potenzial an nutzbaren Flexibilitäten bei privaten Stromabnehmern. Für die Erleichterung des Weges zur Energiewende ist die Einbeziehung aller Stromkunden in die Netzregelung unumgänglich.
5. Tarife 2.1 - Einführung von zusätzlichen unterbrechbaren preisgünstigeren Tarifen
Diese haben den Nachteil, dass der Stromkunde vorab eine Tarifwahl vornehmen muss, die er dann nicht mehr leicht (von einen Tag auf den anderen) ändern kann. Das Laden eines E-Autos könnte meist über einen unterbrechbaren Tarif laufen. Weil damit aber eine sichere spontane Ladung nicht gewährleistet wird, würde es abschrecken diesen Tarif zu wählen. Mit einem einzigen Tarif, dessen Preis sich an Netzbelastung und Energieangebot anpasst, können alle Verbraucher jederzeit flexibel angeschlossen werden. Für die Energiewende ist es wesentlich, Tarifspekulationen zu beseitigen.

0.3 **Folgerungen für die Tarifgestaltung**

Das zukünftige Netztarifmodell wird nicht alle Weichen für die Energiewende bereitstellen können, aber es sollte die Stützen der Energiewende stärken, d.h. Motivation zur Verbrauchsreduktion und Motivation zu einem energiewendedienlichen Verbraucherverhalten. Der vorliegende Entwurf Tarife_2.1 wird diesen Anforderungen schon in den Grundzügen nicht gerecht bzw. motiviert sogar zu einem Fehlverhalten – also ein Erziehungsmittel teilweise in die verkehrte Richtung.

Nachfolgend wird ein für die Energiewende dienliches Tarifsystem skizziert:

1. Tarif ist (fast) nur verbrauchsabhängig:
Auch wenn Netzinvestitionen und Erhaltungskosten real in erster Linie verbrauchsunabhängig sind, werden diese Kosten auf den Verbrauch umgerechnet - auch für Kunden mit derzeit gemessener Leistung. Sämtliche Steuern in der Stromrechnung werden somit ebenfalls verbrauchsabhängig und verstärken den Effekt.
Vorteil: Motivation zur Verbrauchsreduktion.
2. Volatile Energien wie Wind, Photovoltaik, Wasserkraft speisen zu konstanten Bedingungen ein. Es wäre müßig, eine nicht steuerbare Energie mit Auflagen zu erschweren.
Bemerkung: Bei Netzengpässen sollte gleichzeitig eine Netzverstärkung durch Speicherstützung oder Leitungsverstärkung durchgeführt werden [4]. Angestrebt werden sollte, dass Abschaltung von Produktionsanlagen eine ganz seltene Ausnahme sind.
3. Variabler Netztarif:
Im zeitlichen Mittel über den Verrechnungszeitraum sei die Netzgebühr 100%.
Abhängig von der regionalen und überregionalen Residuallast und dem aktuellem Angebot an erneuerbarer Energie wird der Tarif stetig angepasst. Modelle für die Berechnung des Tarifs aus der Residuallast existieren bereits - zumindest in den wesentlichen Grundzügen, sodass eine Basis für die Detailbearbeitung vorliegt [6].
4. Variabler Netztarif – Transparenz, Motivationspotenzial:
Stromkunden sollen den aktuellen Tarif und dessen Verlauf mittels Anzeigegeräte sehen können: z.B. Aktueller Wert: 90% Prognose: 80%, 100%, 105%, 123%, ... für die nächsten 24 Stunden. (Anregung wird auf <https://www.e-control.at/erklarfilme> Nr. 5 und 6 via Smart Meter geliefert– sollte auch für flexible Netztarife angewandt werden).

- Durch die angezeigten Werte werden Stromkunden angehalten sich netzdienlich zu verhalten. Manuelles Schalten von Verbrauchern wird dennoch die Ausnahme bleiben. Die Tarifwerte sollen auch automatisiert mittels Lastmanager ausgewertet werden können, um flexible Verbraucher zu schalten.
5. Variabler Netztarif – technische Umsetzung:
Regionale Residuallast:
Messung von Leistung/Spannung an Trafostationen. Diese berücksichtigt in erster Linie die Netzleistungsfähigkeit der letzten Netzebenen.
Überregionale Residuallast:
Focus ist die Verfügbarkeit und räumliche Verteilung von Energie. Umsetzbar z.B. mit Frequenzregelung –diese wird im Verbund schon praktiziert.
Tarifsignal:
Das Tarifsignal zur Übermittlung der Tarifhöhe kann z.B. analog zum Rundsteuersignal für derzeitige unterbrechbare Tarife erfolgen.
 6. Stetige Tarifänderungen:
Diese führen zu einem stabileren Regelverhalten als „Tarifstufen“, welche zu einer sprunghaften Verhaltensänderung der Prosumer führen. Tarifstufen führen meist zu einer Maßnahmentrickserei, die nicht der Natur der Energiewende entspricht und somit nur zu einer unnötigen Komplexität und schlechterer nachvollziehbarkeit der Rechnungen führt.
 7. Steuerbare Energieerzeuger (Biomasse), Akkus werden durch den variablen Tarif zu steuerbaren Flexibilitäten.
Erstrebenswert wäre auch die Berücksichtigung saisonaler Aspekte zur Stabilisierung der Energieversorgung: z.B. Biomasseverstromung im Winterbetrieb begünstigen, damit die Winterschwäche ohne verlustreicher Power To Gas-Speicherung ressourcenschonender ausgeglichen werden kann.
 8. Soziale Ausgewogenheit – schutzbedürftige Strombezieher
Durch den Wegfall von verbrauchsunabhängigen Netzgebühren werden Geringverbraucher eher bevorzugt. Nur die verbleibenden schutzbedürftigen Strombezieher mit hohem Verbrauch (weil sie ineffiziente Geräte verwenden) könnten mit höheren Kosten konfrontiert werden. Wie viele das sind, ist dem Autor der Stellungnahme nicht bekannt bzw. müsste erhoben werden. Allenfalls muss diesen Strombeziehern eine Unterstützung zur Steigerung der Effizienz gewährt werden. Wegen des Wegfalls der verbrauchsunabhängigen Komponente werden sich diese Effizienzmaßnahmen schneller rentieren.
 9. Anschlusskosten und minimale verbrauchsunabhängige Kosten:
Zur Vorbeugung, dass Stromkunden ihren Verbrauch mit mehreren Smart Metern detailliert vermessen lassen, sollte eine einmalige Anschlussgebühr wie bisher bleiben und eventuell ein verbrauchsunabhängiger Teil (maximal 10% der Rechnungshöhe) als Mess-und Verrechnungsgebühr dienen.
 10. Übergangslösungen für Großverbraucher:
Großverbraucher sind durch die Umstellung auf eine verbrauchsabhängige Netzgebühr am stärksten betroffen. Sie werden zwar zur Motivation von Effizienzmaßnahmen motiviert, aber diese können nicht sofort umgesetzt werden. Hier sollte befristet auf den Übergang ein finanzieller Ausgleich – in erster Linie zur Umsetzung der Reduktionsmaßnahmen - gewährt werden.

Der Netztarif wird als Erziehungsmittel für Verbraucher und Technikentwicklung dienen. Tarife, die eine Abweichung von naturgegebenen Gesetzmäßigkeiten abbilden, erziehen in die verkehrte Richtung und erschweren unnötiger Weise die Energiewende. Später müssten nicht nur diese Hemmnisse beseitigt werden, sondern gegen die daraus entstandenen wirtschaftlichen Tätigkeiten mit ihren Fehlentwicklungen angekämpft werden. Vermutlich können Fehler später auch mit erhöhtem Aufwand nicht mehr vollständig umgelenkt werden. D.h. wir müssen dann mit einem empfindlichen Mehraufwand an Flexibilitäten, Energieverbrauch, Naturverbrauch, Flächenverbrauch und Speicherbedarf rechnen. Insbesondere sei auch darauf hingewiesen, dass ein erhöhter Speicherbedarf Druck auf neue (Pump-)Speicherwasserkraft („Zubetonieren“ von Tälern) ausübt.

Österreich hat bei richtiger Energiewendeplanung das Potenzial nicht nur mit den Wasserkraftspeichern auszukommen, sondern Speicherkapazität für andere Staaten zur Verfügung zu stellen und zu vermarkten [3].

0.4 Gliederung der Stellungnahme

Die folgende Kapitelnummerierung geht konform mit der Gliederung von Tarife_2.1. Es werden einige Aspekte aufgegriffen. Es wird weniger auf Vollständigkeit geachtet.

1 Generelle Tarifierungsgrundsätze und –ziele

Zustimmung zur E-Control: Die Neugestaltung der Tarife bietet eine Chance, Anreize für die Bereitstellung von Flexibilisierung und Verbrauchsreduktionsmaßnahmen. Weil diese in einem volatilen Energiesystem von zentraler Bedeutung sind, muss diesen Aspekten höchste Priorität eingeräumt werden.

2 Anschlussentgelte

Es sei angemerkt, dass für Photovoltaik auf versiegelten Flächen ein eventuell anfallendes Anschlussentgelt vom Staat gefördert werden sollte.

Rechtfertigung: Die Regierung hat die Reduktion des täglichen Flächenverbrauchs von 13ha (2019) auf 2,4ha als Regierungsziel festgesetzt. Durch Nutzung von Dächern, Fassaden, Parkplätzen werden Freiflächen-PV-Anlagen vermieden bzw. reduziert.

3 Netznutzung

3.1 Ausgestaltung des Verhältnisses zwischen Leistungs- und Arbeitsanteilen

S10, 11: Bei der Entgeltsystematik leistungsgemessener Kunden der Netzebenen 3 bis 6 sieht die E-Control derzeit keinen wesentlichen Anpassungsbedarf. Abbildung 4 zeigt jedoch exemplarisch für die Netzebene 7, dass die Leistungsanteile zwischen den einzelnen Netzbereichen variieren. Hier ist eine Harmonisierung der Prozentanteile pro Netzbetreiber anzustreben. Analog zu den Netzebenen 3 bis 6 soll der österreichweit einheitliche Leistungsanteil in einer Bandbreite von 40% bis 60% liegen, um den vollen Umfang von Flexibilitäten nutzbar zu machen.

Jede Vergrößerung der kWh-unabhängigen Leistungspreise vermindert das wirtschaftliche Interesse am Energiesparen! Das erschwert die Energiewende.

S11: Daraus folgt, dass die einheitliche Pauschale Kleinkunden relativ stark belastet.

Ursache hierfür ist gerade der starre und für alle gleiche verbrauchsunabhängige Leistungsanteil. Mit einem rein verbrauchsabhängigen Netznutzungsentgelt wäre das nicht so!

Bei leistungsgemessenen Kunden schaffen Leistungspreise in adäquaten Bandbreiten bereits jetzt einen Anreiz zur Bereitstellung von Flexibilitäten und für netzdienliches Verhalten.

Der Anreiz gilt nur für die Systemgrenze des einzelnen Stromkunden. Der so gesetzte Anreiz kann zum falschen Zeitpunkt und am falschen Ort kommen. In einem volatilen Energiesystem ist die Systemgrenze des Smart Meters nicht zielführend. Entscheidend für den Abruf von Flexibilitäten ist der augenblickliche Belastungszustand des regionalen als auch des überregionalen Netzes.

während Anreize zum Energiesparen bei der vorgeschlagenen Bandbreite des Leistungspreisanzeils ausreichend erhalten bleiben.

Ist nicht mehr aktuell und wird in Zukunft immer weniger aktuell, weil die Netzbelastung von der Residuallast abhängt! Weiters gilt, dass jede Verringerung des kWh-abhängigen Preisanteils das Potenzial für das Energiesparen verringert.

Es gilt, die Kunden mit hohen Spitzen und Gleichzeitigkeiten stärker kostenverursachungsgerecht an der Netzkostentragung teilhaben zu lassen. Um das bestehende Netz möglichst effizient zu nutzen und kostenintensive Netzausbauten zu vermeiden, sind die netzbelastenden Spitzen zu glätten. Dies betrifft in erster Linie das schnelle Laden von Elektrofahrzeugen oder durch zu kleine Speicher und Wärmepumpen verursachte Spitzen. Darüber hinaus

sollen Kunden auch im Haushalt bezüglich der eignen Inanspruchnahme des Netzes sensibilisiert werden. Für die angestrebte Glättung der Lastspitzen sind jedoch entsprechende Preissignale und damit eine Leistungsverrechnung erforderlich

Es ist nicht die Leistungsspitze des Einzelverbrauchers, sondern das Zusammentreffen vieler Leistungsspitzen in die gleicher Richtung (es gibt auch Einspeisung!), welche eine hohe Netzbelastung verursacht. Eine Leistungsmessung beim Kunden ohne auf die Netzumgebung zu achten ist ein völlig unbrauchbarer Weg zur Kostenverursachergerechtigkeit.

Ob eine PV-Anlage netzbelastend oder entlastend wirkt hängt vom Ausbaugrad der PV-Anlagen ab. Bis zu einem Ausbaugrad von knapp über 60% (Jahresproduktion = $0,6 \cdot \text{Jahresverbrauch}$) verringern PV-Anlagen die Netzverluste, darüber werden sie höher. Mit entsprechendem Speicher kann ohne Netzverstärkung sogar wesentlich mehr eingespeist als verbraucht werden [4].

Zusammenfassung:

1. Die hier dargestellten Kurven werden nicht die Realität nach Tarifumstellung sein, weil jene Kunden mit hoher Spitzenleistung Maßnahmen zur Kostenverringerung umsetzen. Die Gesamteinnahmen müssen aber gleich bleiben, um die Netzaufwände decken zu können, Folglich muss eine Erhöhung des Leistungspreises stattfinden, die dann die Kleinverbraucher ohne große Leistungsspitzen trifft.
2. Elektromobilität: eine hohe Ladeleistung bei negativer (regionaler) Residuallast wird zu Unrecht bestraft, obwohl dies netzdienlich ist und umgekehrt. Bei hoher Residuallast sollte das Laden überhaupt vermieden werden und sogar zur Einspeisung aus einem geladenen aber gerade nicht benötigten Akku motiviert werden (bidirektionales Laden). Der E-Control-Vorschlag kommt diesem Aspekt überhaupt nicht nach und würde die Energiewende sogar erschweren.

Grundlagen zur Umsetzung eines energiewende-tauglichen Modells siehe Kapitel 0.3

3.2 Bestimmung der zu verrechnenden Leistung

Um die Energiewende nicht künstlich zu erschweren, muss einmal ein zukunftsorientierter Abrechnungsmodus erstellt werden, der sich an einem Mix aus regionaler und überregionaler Residuallast und am Angebot von Strom aus erneuerbarer Energie orientiert - siehe Kapitel 0.3.

3.3 Auswirkungen von energieintensiven Anwendungen am Beispiel Elektromobilität, Vor-Ort-Speicher, Wärmepumpen, Saunen etc.

Die hier beschriebene Abhandlung ignoriert das Verhalten eines Systems, in dem volatile Energiequellen einspeisen. Je höher diese Anteile werden umso evidenter werden die Nachteile und umso ungerechter wird die Kostenaufteilung nach Tarife 2.1 auf die Stromkunden.

Wenn z.B. Kunde 3 eine Schnellladung durchführt an einem sonnigen, windigen Sonntagnachmittag (niedriger Bedarf) ist es netzstabilisierend und speichersparend, aber er wird gemäß E-Control-Entwurf mit einem hohen Leistungstarif bestraft.

Das E-Control-Abrechnungssystem würde zukünftig eine Erhöhung des Speicherbedarfs provozieren.

Die Neugestaltung der Netztarife sollte die regionale und überregionale Flexibilitätsanforderungen berücksichtigen.

Warum überregional? Dann können auch Wasserkraftspeicher und Pumpspeicher im Alpenraum und Wind- + PV-Produktion besser zusammenspielen und unter Umständen Ladevorgänge mit Kostenanreizen bis an die Netzbelastungsgrenze provoziert werden oder umgekehrt, selbst wenn man nach der regionalen Situation anders handeln würde. Weiters ist es sehr vorteilhaft die räumlich ausgleichende Wirkung unterschiedlicher Witterungen zu nützen. Letztere erfordert die Zusammenarbeit von APG und regionalen Netzbetreibern.

S19: Position E-Control Das neue Entgeltsystem stellt eine verursachungsgerechte Verrechnung sicher, lässt bei netzdienlicher Nutzung jedoch keine überschießenden Kosten für Elektromobilität oder andere Anwendungen erwarten. Bei flexiblem Einsatz und langsamem Laden können Kunden von der neuen Tarifstruktur profitieren, während die starke Belastung der Netzinfrastruktur bei der Schnellladung verursachungsgerecht bepreist wird.

Nach Tarife 2.1. wird langsames Laden belohnt, in Realität ist dies nicht nimmer netzdienlich und hohe Ladeleistung kann in bestimmten Situationen netzdienlich sein - siehe auch voriger Kommentar.

Deshalb ist die E-Control-Position NICHT verursachergerecht.

3.4 Flexibilitätsanforderungen in der Entgeltstruktur

S19: Bei den Netztarifen sieht die E-Control dynamische Tarife aufgrund der damit verbundenen geringeren Vorhersehbarkeit und somit der fehlenden Transparenz kritisch,..

Die Transparenz kann mit heutigen Mitteln leicht verbessert werden (Anzeigegeräte inkl. Prognose und Speicherung der Tarifsinalwerte); ein standardisiertes Signal liefert die die Basis für eine Automatisierung.

Teilnahme beim Verteilernetzbetreiber über unterbrechbaren Tarif

Aus Kundensicht gibt es folgende Nachteile:

1. Es muss langfristig vorab festgelegt werden, welche Geräte einem unterbrechbaren Tarif zugeordnet werden. Steckdose waren bisher nicht zulässig und werden/können es auch in Zukunft nicht sein, sonst würden Kunden alles auf unterbrechbar melden und bei Unterbrechung umstecken... Aus Sicht des Verbrauchers eine oft schwierige Entscheidung, weil man nicht weiß, wann genau die Unterbrechung sein wird.
2. Es ist nicht nachvollziehbar, warum Geräte am nicht unterbrechbaren Stromzähler in den Sperrzeiten nicht zur Netzstabilisierung beitragen sollen und dies keine honorierbare Leistung sein soll.

Hier ist eindeutig "zu wenig Flexibilität im Tarifsysteem zur Motivierung von FLEXIBLEN Verbrauchern".

Z.B. Ein E-Autobesitzer möchte grundsätzlich sein E-Auto netzdienlich laden und sogar entladen lassen. Aber wenn er sich vorab generell entscheiden muss - unterbrechbar "JA" oder "NEIN" - wird er vorsichtig, weil er vielleicht doch 5x im Jahr notgedrungen das Auto laden muss. Somit geht wertvolle Akkukapazität als Flexibilisierungsoption auf Lebensdauer verloren.

Bemerkung: Wenn es gelingt die Akkus der E-Autos zu flexibilisieren, hat man im Netz eine zusätzliche Speicherkapazität von ungefähr eines Tagesbedarfs. Mehr als ausreichend, um den Tagesgang einer komplett volatilen Energieproduktion sogar im Extremfall auszugleichen. Im Mittel besteht ein Ausgleichspotenzial von mehreren Tagen!

Teilnahme beim Verteilernetzbetreiber über einen Tarif mit regelbarer Leistung:

Warum sollen nicht grundsätzlich alle Verbraucher generell in das regelbare Leistungssystem eingebunden werden. Der Kunde sieht z.B. am Infodisplay 150% und Richtwerte für die nächsten 24 Stunden. Somit entscheidet der Kunde selbst oder ein automatisierter Stromanschluss z.B. über die Verwendung eines Stromverbrauchers/Speichers
Die Netzbetreiber kann die Netzteilnehmer mit der Größe der Abweichung vom Normaltarif maßgeblich beeinflussen.

Teilnahme am Regelreservemarkt des Regelzonenführers (Übertragungsnetzbetreiber):

Ein stetig veränderbarer Tarif kann die Netzstabilität bestmöglich sicherstellen. Flexible Tarife können auch verwendet werden, um den Regelenergiebedarf gering zu halten und teure Prognosefehler auszugleichen.

Teilnahme am Energiemarkt und andere Vermarktung der Flexibilität:

Der typische Netzkunde ist wohl auf absehbare Zeit „regulär“. Hier kann, wie bisher, je nach Bedarf bezogen werden. Es sind die Netzentgelte gemäß der neuen Struktur fällig, welche für den Kunden einen Anreiz zur Reduktion von Lastspitzen schaffen. Akut netztechnisch schwierige Situationen haben jedoch keinen unmittelbaren Effekt auf den Bezug. Auf Preiseffekte am Strommarkt kann hingegen flexibel reagiert werden

Mit Zunahme der Zahl von E-Autos und Wärmepumpen haben Kunden immer mehr wichtige Flexibilitäten. Diese sollten unbedingt in ein entsprechendes für alle einheitliches Tarifsysteem eingebunden werden. Für den Kunden ist dies rasch erlernbar und bringt für die Energiewende sehr wichtige Beiträge zur Flexibilisierung.

Flexibilitätsmöglichkeiten in Bezug auf Netzentgelte aus Sicht des Netzbewers

Das Tarifsysteem sollte so gestaltet werden, dass jeder Kunde diese 3 Aufgabenbereiche erfüllen kann. Mit einem stetig flexiblen Tarif sollte dies möglich sein.

Position E-Control: Aus Sicht der Netzentgelte kann Flexibilität mittels unterschiedlicher Optionen für den Netzbewers abgebildet werden. Ein wesentliches Element der netzdienlichen Bereitstellung von Flexibilität kann der unterbrechbare und der Tarif für regelbare Leistung sein. Diese sind in der SNE-V neu zu definieren. Die Umsetzung ist noch weiter zu detaillieren, z.B. ist bei Bedarfe eine transparente Datenweitergabe an alle Akteure im Modell erforderlich.

Unterschiedliche Optionen für verschiedene Arten von Netzeilnehmer bedeuten nur eine vermeidbare Komplexifizierung und schöpfen kaum das Flexibilisierungspotenzial für die Energiewende aus.

Es sollte nur EIN Tarifsysteem geben, das eine stetige Unterstützung von Flexibilisierung gewährleistet. Das kann jeder Stromkunde rasch verstehen und selbst entscheiden in welcher Weise darauf reagiert wird. Wärmepumpen, E-Autos, Spülmaschinen, Trockner, Gefriertruhen, Klimaanlage können innerhalb zeitlicher Grenzen verschoben werden.

Aus Sicht der Netzbetreiber kann durch Evaluierungen die Tarifhöhe mit der Verbraucherbeeinflussung in prognostizierbare Zusammenhänge bringen und damit trotz volatiler Energieproduktion eine gute Netzstabilität gewährleisten.

Auch die Erzeugerseite kann zur Netzstabilisierung beigetragen: z.B. Biogas in Kombination mit Gasspeicher kurzfristig, BHKW saisonal. Es sollte geprüft werden, wie weit die saisonale Einspeisung von Strom aus Biomasse (Winterbetrieb, Sommer aus) zumindest attraktiviert werden kann.

4 Netzverluste

5 Systemdienstleistungsentgelt

6 Messleistungen

Position E-Control Die Integration des Messentgelts in die gemessene Leistungskomponente des Netznutzungsentgelts ist vorgesehen. Das bedeutet eine Vereinfachung der Netzrechnung und Rechnungslegung. Die Integration könnte allerdings erst nach dem Abschluss der Ausrollung von Smart Metern erfolgen.

ok

7 Sonstiges Entgelte

Position E-Control Sonderentgelte setzen einen entsprechenden Gesetzesauftrag voraus. Nicht regulierte Tätigkeiten können vom Netzbetreiber jetzt schon Netzkosten- und -erlösneutral durchgeführt werden. Der Preis für Blindleistungsbereitstellung sollte einheitlich sein, Steuerungseffekte von weiteren sonstigen Entgelten sollen weiterhin genutzt werden, um das Gesamtsystem für sämtliche Netzkunden nicht unnötig zu verteuern.

ok

8 Weitere entgeltrelevante Themen

8.1 Erneuerbare Energiegemeinschaften - Erhöhung des Eigenverbrauchs

Position E-Control Die Umsetzung der Erneuerbaren-Richtlinie-Neufassung in nationales Recht soll dafür sorgen, entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die Erneuerbaren Energiegemeinschaften zu einem

„Massenphänomen“ werden können. Dabei müssen die Netzentgelte dem Grundsatz der fairen Kostenbeteiligung folgen. Dieses Prinzip wird durch ein lokales Netzentgelt umgesetzt.

Zustimmung, dass EEG die Kosten für die verwendeten Netzbereiche (Netzebene) nach fairen Anteilen bestimmt werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass - wie im Kapitel 3 angemerkt - die Netznutzung sich an der regionalen und überregionalen Residuallast orientieren soll.

8.2 Soziale Aspekte der Tarifierung

Position E-Control Jede Entgeltfestsetzung ist danach zu überprüfen, wie sie sich insbesondere auf schutzbedürftigen Kunden auswirkt. Die Netzentgelte sind jedenfalls so auszugestalten, dass sie sozial Schwache nicht benachteiligen. Die Einführung einer verursachungsgerechten Leistungsverrechnung für alle Kunden würde insbesondere Kunden mit geringen Leistungsspitzen zugutekommen. Gesonderte Netzentgelte für schutzbedürftigen Kunden werden nicht vorgeschlagen.

Ok

8.3 Weiterentwicklung von Stromrechnungen

Position E-Control Die E-Control schlägt eine Vereinfachung der Rechnungslegung vor, um ein besseres Verständnis der wesentlichsten Rechnungsinhalte zu erlangen und durch weiterführende Informationen, um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit auf Kundenseite zu erhöhen. Informationen zu Einsparungsmöglichkeiten sollen die Sensibilität der Kunden erhöhen.

Eine Vereinfachung der Rechnungslegung ist wünschenswert. Einsparungsmöglichkeiten beim Kunden nur aufgrund der Rechnung werden in der Praxis kaum genutzt. Wichtiger wäre, dass Stromverbrauch und aktueller Strompreis dem Verbraucher jederzeit einfach mitgeteilt wird (Anzeige) und dass diese Information inkl. Prognose von Optimierern einfach gelesen und automatisierbar verarbeitet werden können.

9 Weiterentwickelte Netzentgeltstruktur

Durch diese Änderungen wird die Grundlage für eine zukunftsweisende Tarifstruktur geschaffen

Wenn diese in Tarife 2.1. beschriebenen Tarifumstrukturierungen geschaffen werden, wird die Umsetzung der Energiewende maßgeblich erschwert. Die Anreize, welche mit Tarife 2.1. gesetzt werden, werden in erster Linie für die Systemgrenze "einzelner Kunde" wirken. Für die Zukunft wäre wesentlich erleichternd, wenn die tariflichen Anreize zur Stabilisierung des gesamten Netzverbundes beitragen. Tarife 2.1. nützt nicht den Vorteil des gesamten Verbundes. Tarife 2.1 nimmt wenig Rücksicht darauf, dass möglichst alle einbezogen werden. Dies würde viel Speicherbedarf ([1], [2], [3]) einsparen. Die in Tarife 2.1. enthaltenen starren tariflichen Anreize werden den Anforderungen eines Energiesystems mit volatilen Energieerzeugern nicht gerecht. Es gibt kaum zuverlässige Anreize die Residuallast auszugleichen. Weiter erschwerend für die Energiewende ist die angestrebte Verringerung der verbrauchsabhängigen Netzpreiskomponente, sodass Energiesparen noch uninteressanter wird.

Bemerkung betreffend privater Photovoltaikbetreiber:

Ein geringerer verbrauchsabhängiger Tarifanteil verringert den Erlös (durch Bezugseinsparung) für viele PV-Anlagenbetreiber, welche die Wirtschaftlichkeit durch Eigenbedarfsdeckung als Entscheidungskriterium zugrunde legten; Tarife 2.1 gräbt diesen das wirtschaftliche Fundament nachträglich ab. Dies betrifft jedoch kaum schutzbedürftige Kunden.

10 Schlussfolgerung:

Der vorliegende Entwurf sollte grundsätzlich zu einem Dokument Tarif 3.0 überarbeitet werden, damit dieser Energiewende-dienlich wird.

Eckpunkte des neuen Entwurfs: **siehe Kapitel 0.3**

1. Netzkosten sollten (fast) nur verbrauchsabhängig
2. Netzkosten müssen sich stetig an der Residuallast im regionalen und überregionalen Netz orientieren und die naturgegebenen Einflussgrößen der volatilen Energieproduktion abbilden.
3. Eine einheitliche Tarifstruktur für alle Stromkunden
4. Aktueller Tarif, Tarifprognose, sowie Verbrauch beim Kunden transparent machen

5. Jeder Kunde=Netzteilnehmer kann selber entscheiden, wie der variable Netztarifes flexibel optimiert wird.
6. Soziale Absicherung von schutzbedürftigen Kunden
7. Übergangslösungen

Unterlagen, Literatur:

- [1] Roadmap Speicher, Fraunhofer IWES, IAEW (RWTH Aachen), Stiftung Umweltrecht „Ausgleichseffekte mit Europa bis Nordafrika“
- [2] Stromspeicher in der Energiewende“ Agora, FENES OTH Regensburg, IAEW und ISEA RWTH Aachen
- [3] Mustafa Cemalovic, 100% Erneuerbare Energiebereitstellung in Österreich 2050: Auswirkungen von Power-to-X Anwendungen auf Energiebereitstellung und Speicherkapazitäten, Masterarbeit, 2019
- [4] Günter Wind, Josef Bärnthaler , Petra Bußwald , Horst Lunzer , Franz Niederl , Anja Stenglein, Einfluss von Photovoltaikanlagen mit und ohne Speicher auf die Verteilnetze, EnInnov2018 Graz, Feb. 2018
- [5] Günter Wind, Horst Lunzer, Petra Bußwald, Energiewendeszenario für Österreich, Wie schaffen wir die Energiewende? Wieviel erneuerbare Energie und wieviel Speicher brauchen wir? www.ibwind.at/download, 7.1.2020
- [6] Günter Wind, „Digitalisierung von Energiesystemen (4)“, Skriptum zur Lehrveranstaltung an der FH Burgenland, 11.11.2019
- [7] Veigl, A., Energie- und Klimazukunft Österreich: Szenario für 2030 und 2050, WWF, Wien, 2017
- [8] Streicher, W.; Schnitzer, H.; Titz, M.; Tatzber, F.; Heimrath, R.; Wetz, I.; Hausberger, S.; Haas, R.; Kalt, G.; Damm, A.; Steininger, K. W. & Oblasser, S.: Energieautarkie für Österreich 2050. Endbericht, Österreichischer Klima- und Energiefonds, Wien, 2010
- [9] Stanzer, G.; Novak, S.; Dumke, H.; Plha, S.; Schaffer, H.; Breinesberger, J.; Kirtz, M.; Biermayr, P. & Spanring, C. (2010): REGIO ENERGY - Regionale Energieszenarien erneuerbare Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020
- [10] Christian, Re.; Feichtinger, R.; Christian, Ru.; Bolz, R.; Windsperger, A.; Hummel, M.; Weish, P. & Pfnier, E., Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2011
- [11] Sterner, M. & Stadler, I., Energiespeicher-Bedarf, Technologien, Integration, Springer Berlin-Heidelberg, Berlin-Heidelberg, 2017

Ich hoffe mit der Stellungnahme einen Impuls zu einer entsprechenden Überarbeitung zu liefern, um die Umsetzung und Akzeptanz der Energiewende zu erleichtern.

Mit sonnigem Gruß

Günter Wind

Dr. Günter Wind, Ingenieurbüro für Physik
Lektor FH-Burgenland

A-7000 Eisenstadt, Mühlangergasse 10

T: +43 680 2326415

E: g.wind@ibwind.at