

Heat water storage pooling for RES-integration

M. Puchegger, L. Gnam, P. Jasek
Forschung Burgenland, Eisenstadt, Österreich

ABSTRACT: A high penetration of renewable energy sources (RESs) in today's energy supply calls for a high demand in flexibilities. Due to their capacity, heat storages can provide such flexibility. Sensitive heat storages have already been used as flexibility for some time, using ripple control units to allow remote switching of customer-side heating devices and storage units at favourable times. Areal and larger storage units are mostly coupled with thermal (and electric) on-site production and thus operated and optimized separately driven only by the needs of the heating grid. The goal of the project, through which the high degree of innovation is defined, is to develop and test an integrated approach to optimize the interaction between existing heating devices/storages of all size and wind production within the wind region considering technical, economic and social aspects of the relevant stakeholders and to upgrade the central energy control unit at Energie Burgenland AG by the function of heat storage management.

Therefore, a concept for the optimized pooling of heat water storages will be developed. Furthermore, as a test operation, thermal storage units of at least 30 individual customers as well as the thermal storage units of one district heating and five residential compounds within a wind region will be connected to the control room of the wind farm operator to demonstrate and optimize the operation of pooled heat water storages. During the demonstration phase, the following aspects will be analysed for preparation of broad roll out of heat water storage pooling: minimizing costs for customers/suppliers due to optimized storage operation; grid operation optimization by vertical pooling of thermal storages; higher integration potential for RESs by shifting power-to-heat operation in times with high production; avoidance of curtailment of RES production; avoiding balancing/control energy. After finalization of this subproject, a proven concept for the broad roll out of heat water storage pooling will be available including technical, economic and social aspects for all involved stakeholders. Overall, there is a tremendous potential for heat water storage pooling, which can be estimated at approximately 10,000 electrically powered residential thermal storage units, several hundred units in residential compounds and 170 GWh (Statistik Austria 2018) annually in district heating just within the wind region of Nordburgenland. The project will yield a readily scalable approach for broad roll out of the integration of heat water storages in all areas and all sizes for the continuous optimization of the energy system toward a CO₂-neutral operation. By the broad implementation of this approach the demand for network extensions will shrink due to local optimization of energy flows. A contribution to the economic operation of wind farms even without, or at least with less state subsidies will be made.

1. EINLEITUNG

Eine hohe Durchdringung der heutigen Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern erfordert eine hohe Nachfrage nach flexiblen Einsatzmöglichkeiten. Wärmespeicher können aufgrund ihrer Kapazität eine solche Flexibilität bieten. Sensible Wärmespeicher werden bereits seit einiger Zeit als Flexibilitäten eingesetzt, die mit Hilfe von Rundsteuergeräten die Fernschaltung von kundenseitigen Heizgeräten und Speichern zu günstigen Zeiten ermöglichen. Flächen- und größere Speicher sind meist an die thermische (und elektrische) Vor-Ort-Erzeugung gekoppelt und werden daher separat nur nach dem Bedarf des Wärmenetzes betrieben und optimiert.

Im Projekt „Heat water storage pooling“ soll daher ein integrierter und ganzheitlicher Pooling-Ansatz für Wärmespeicher in verschiedenen Größen- und Anwendungsbereichen entwickelt und dessen Einsatz als

Flexibilität für die lokale Nutzung von Windenergie demonstriert bzw. in ein virtuelles Kraftwerk (VPP) integriert werden.

2. MARKTINTEGRATION ERNEUERBARE ENERGIEN

Bis vor etwa 30 Jahren waren österreichische Meteorologen der Meinung, dass es in unserem Land nicht genug Wind gäbe, um damit nennenswert Strom zu erzeugen. Einige private Pioniere errichteten jedoch eigenhändig die ersten Windkraftanlagen und führten in Eigenregie Windmessungen durch, die zeigten, dass sich sowohl die Hügel des Alpenvorlandes als auch die Ebenen Ostösterreichs perfekt für die Nutzung der Windenergie eignen. 1994 ging die erste Windkraftanlage in Österreich ans Netz. Doch erst 2002 regelte ein eigenes Ökostromgesetz die Stromerzeugung durch Windkraftanlagen und damit begann verstärkt der Ausbau der Windkraft. Mit diesem Ökostromgesetz wurde zum ersten Mal ein einheitliches Fördersystem für Strom aus erneuerbaren Energiequellen eingeführt. Das Ökostromgesetz sah eine unbefristete Abnahmeverpflichtung für Strom aus erneuerbaren Energiequellen für einen Zeitraum von 13 Jahren vor.

Die 1. Ausbaustufe mit einem durchschnittlichen Windenergieausbau in der Höhe von 200 MW pro Jahr dauerte bis 2006. Danach kam es aufgrund niedrigerer Einspeisetarife zwischenzeitlich zu einem Erliegen des Windkraftausbaus.

Erst mit der 2012 in Kraft getretenen Novellierung des Ökostromgesetzes, das auch heute noch in Österreich gültig ist, wurden wieder Rahmenbedingungen geschaffen, den weiteren Ausbau der Windenergie voranzutreiben. Dieses Bundesgesetz hat das Ziel, die Aufbringung von Ökostrom durch Anlagen in Österreich zu fördern und damit den Anteil der erneuerbaren Energien an der Gesamtenergiebilanz zu erhöhen. Das Fördervolumen wurde von 21 Mio. auf 50 Mio. Euro angehoben, wovon allein 11,5 Mio. auf die Windkraft entfallen. Das Ökostromgesetz 2012 sieht nach wie vor die Verpflichtung vor, Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu festen Einspeisetarifen abzunehmen. (Ökostromgesetz 2012)

In nur vier Jahren wurde, ob der nunmehr wieder höheren Förderungen, die Windkraftkapazität verdoppelt. Ende 2013 gab es in Österreich 872 Anlagen mit einer Leistung von über 1.684 Megawatt. Im Dezember 2014 wurde im Windpark Rohrau die 1.000ste Windkraftanlage Österreichs errichtet. Laut IG Windkraft sorgten zum Jahreswechsel 2016/2017 1.191 Windräder mit einer installierten Leistung 2.632 MW für ca. 8 % des heimischen Strombedarfs.

Am 29. Juni 2017 wurde die „kleine Ökostrom-Novelle“ verabschiedet, durch die mittels zusätzlicher Förderungen von 45 Millionen der Ausbau österreichischer Windkraftanlagen vorangetrieben werden konnte. Es wurden ca. 120 Anlagen mit einer Leistung von ca. 350 MW unter Vertrag genommen.

Aktuell befindet sich das „Erneuerbaren Ausbau Gesetz“ in der parlamentarischen Begutachtung (EAG 2020). Noch mehr als bisher sollen damit die Erneuerbaren Energien marktfähig und der Markt für erneuerbare Energien optimiert werden. Marktpremien und Investitionszuschüsse sowie Ausschreibungsmodelle – wo sinnvoll – spielen dabei eine Schlüsselrolle. Die Neugestaltung des Fördersystems soll die Marktintegration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erleichtern. Gleichzeitig sollen ein rechtssicheres und planbares Investitionsklima gewährleistet und administrative Hemmnisse abgebaut werden. Der Übergang vom alten zum neuen Fördersystem soll von Transformationsprozessen mit praktischen Lösungen begleitet werden. Gegenüber dem Status quo wird die zukünftige Version der Wirtschaftsförderung, die als Marktpremien umgesetzt wird, in der Regel eine Laufzeit von 20 Jahren haben. (BMLRT 2018)

3. VORGEHENSWEISE

In diesem Projekt, welches mit der Forschungsinitiative „Green Energy Lab“ der „Vorzeigeregion Energie“ assoziiert ist, werden bestehende thermische Speicher mit vorhandenen elektrischen Wärmeerzeugern (Wärmepumpen oder Elektrodirektheizungen) durch eine Informations- und Kommunikationstechnische Anbindung (IKT-Anbindung) ausgerüstet, um die Optimierung des Energiesystems durch Kombination

zu einer großen virtuellen Speichereinheit zu unterstützen. Eine Nachrüstung mit Wärmerzeugern erfolgt innerhalb des Projekts nicht.

Nach Abschluss des Projekts wird ein reproduzierbares, skalierbares und validiertes System für die sektorübergreifende Speicherung von Strom in Wärmeanwendungen zur Verfügung stehen, einschließlich praktikabler Geschäftsmodelle, um Systemflexibilität bereitzustellen und den Anteil erneuerbarer Energie innerhalb des Energieversorgungssystems zu erhöhen. Dazu wird ein Konzept zur optimierten Zusammenführung von Warmwasserspeichern entwickelt.

Weiters werden im Rahmen eines Testbetriebes thermische Speicher von mindestens 30 Einzelkunden sowie die thermischen Speicher einer Fernwärmanlage und von fünf Wohnanlagen innerhalb einer Windregion an die Leitwarte des Windparkbetreibers angeschlossen, um den Betrieb von gepoolten (zusammengefassten) Warmwasserspeichern zu demonstrieren und zu optimieren (vgl. Abb. 1).

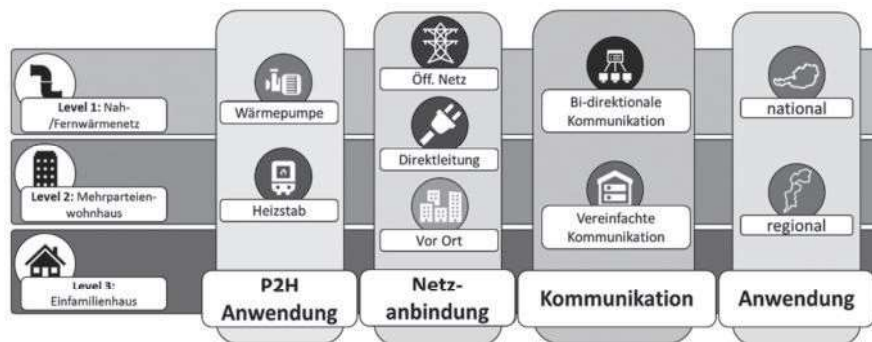


Abb. 1: Adressierte Speichersituationen innerhalb des Projekts, um nationale und regionale Vorteile für das Energiesystem zu erzielen

Während der Demonstrationsphase werden folgende Aspekte für die Vorbereitung einer breiten Einführung von Warmwasserspeicher-Pooling-Methoden analysiert:

- Minimierung der Kosten für KundInnen / LieferantInnen aufgrund des optimierten Speicherbetriebs,
- Netzbetriebsoptimierung durch vertikales Pooling von Wärmespeichern,
- höheres Integrationspotenzial für RESs durch Verlagerung des Power-to-Heat-Betriebs in Zeiten hoher Produktion,
- Vermeidung der Abschaltung von Windanlagen und
- Vermeidung von Regel- und Ausgleichsenergie.

Nach Abschluss des Projekts steht ein erprobtes Konzept für die breite Einführung eines vertikal integrierten Warmwasserspeicher-Poolings mit technischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten für mehrere AkteurInnen zur Verfügung.

4. ABSCHÄTZUNG THEORETISCHES POTENTIAL

In diesem Kapitel soll das theoretische Potential eines Warmwasserspeicherpools für die Aufnahme von Windenergie abgeschätzt werden. Zudem soll auch das energiewirtschaftliche Potential in vereinfachter Form abgeschätzt werden, wobei diese Abschätzung ohne Berücksichtigung der Restriktionen erfolgt, die sich aus den Kosten für die IKT-Anbindung der Speichereinheiten ergeben. Für das Projekt „Heat water storage pooling“ besteht die Mindestanforderung, folgende Speicher in den Warmwasserspeicherpool zu integrieren:

- 1 Wärmespeicher eines Nahwärmenetzes,
- 5 thermische Speicher in Heizzentralen des mehrgeschossigen Wohnbaus,
- 30 Kleinspeicher in Haushalten.

Die Potentialbetrachtung geht daher von dieser Anzahl an Speichern im Pool aus. Darüber hinaus soll eine Abschätzung für das Potential der Windregion im Burgenland durchgeführt werden. Der Warmwasserspeicherpool wird in dieser Betrachtung vom Windanlagenportfolio des Windkraftbetreibers gespeist, das sich 2019 in der Direktvermarktung befunden hatte und durch die OeMAG nicht mehr gefördert werden konnte. Die Darstellung der Potentialschätzung erfolgt analog zu den im Projekt adressierten Speicherebenen. Es wird bei allen Speichertypen angenommen, dass zu Beginn einer möglichen Beladung durch erneuerbare Energie die Speicher bis zur Entladegrenze entleert sind und maximal bis an die obere Temperaturgrenze beladen werden können, um die maximal mögliche Energie aufnehmen zu können. Beim Speicher im Wärmenetz erscheint dies durch eine entsprechende prognosegestützte Speicherbewirtschaftung als realistisch, bei den kleineren Speichern in Heizzentralen und Haushalten werden die Speicher hinsichtlich des Volumens für die Abschätzung an der unteren Dimensionierungsgrenze angenommen. Ziel des Projekts ist es im weiteren Verlauf, statistische Methoden zur Bewertung der Verfügbarkeit dieser kleinen Speicher zu entwickeln. Die Differenz zwischen Entladegrenze und der oberen Temperaturgrenze der Speicher wird über die Grädigkeit der Speicher (in allen Fällen 30 K) beschrieben. Insgesamt wurden für die Potentialabschätzung die folgenden Vereinfachungen getroffen:

- Die Speicher können ideal nach dem Anfall von Windenergie geregelt werden. Das bedeutet, dass eine Nachladung mittels konventionellem Strom nur dann erfolgt, wenn der Speicher sonst seine Minimaltemperatur unterschreiten würde.
- Es wird ideale Prognose (Wind, Strompreise) sowie ideales Monitoring (Kenntnis über die mittlere Speichertemperatur, Leistung) sowie Regelung (stufenlose Leistungsregelung in allen Speicherebenen) angenommen.
- Für die Speicher wird ein einfaches Einzonnenmodell herangezogen, das über den Energieinhalt in Abhängigkeit von Minimal- und Maximaltemperatur beschrieben wird. Die Differenz zwischen minimaler und maximaler Temperatur in allen Speichern beträgt 30 K.
- Die Speicher im mehrgeschossigen Wohnbau sowie in den Einzelhaushalten werden als ein großer Gesamtspeicher betrachtet.
- Für den Speicher im Wärmenetz wird eine Wärmepumpe mit einem konstanten COP von 4 angenommen, für die Speicher in mehrgeschossigen Wohngebäuden wird von Wärmepumpen mit einem COP von 3 ausgegangen. Für die Einzelhaushalte werden direkt elektrisch beladene Speicher vorausgesetzt (COP = 1).
- Die Speicher wurden verlustfrei berechnet.

Weiters wird angenommen, dass die Speicher bei gleichzeitigem Wärmebedarf nach folgender Reihenfolge, priorisiert mittels Windstrom aus der Leistungsregelung, beladen werden: (1) Wärmespeicher Nahwärmenetz, (2) thermische Speicher im mehrgeschossigen Wohnbau, (3) Kleinspeicher.

4.1 LEVEL 1: SPEICHER IN NAHWÄRMENETZEN

Für die Betrachtung der Speicher in Nahwärmenetzen wurde das Nahwärmenetz von Neusiedl am See herangezogen. Das Volumen des Pufferspeichers beträgt dort nach der derzeit laufenden Erweiterung 300 m³. Es wird von einer Grädigkeit im Speicher von 30 K ausgegangen. Die Beladung des Speichers erfolgt über eine Großwärmepumpenkaskade mit einer thermischen Leistung von 2 MW, die ausschließlich mit Windstrom betrieben wird. Es wird ein durchschnittlicher COP von 4 angenommen, als Wärmequelle dient Außenluft im Sommer bzw. Rauchgas aus dem Biomassekessel im Winter. Als Wärmeabnahme wird der thermische Lastgang des Wärmenetzes im Betrachtungszeitraum herangezogen. In besagtem Zeitraum (01.04.2018 - 31.03.2019) wurden 12.401 MWh an thermischer Energie ins Wärmenetz eingespeist.

4.2 LEVEL 2: WÄRMESPEICHER IM MEHRGESCHOSSIGEN WOHNBAU

Für die Speicher im mehrgeschossigen Wohnbau wurden fünf analog aufgebaute Wohnhausanlagen mit Eckdaten nach Tab. 1 betrachtet:

Tab. 1: Daten mehrgeschossiger Wohnbau

Wohn-einheiten je Gebäude	Heizwärmebedarf	Warmwasserbedarf	Speichervolumen je Gebäude in l	Typ Wärmeerzeuger	Leistung Wärmeerzeuger
10	42 kW/(m ² a)	50 l/P 2 Personen	1.200 l	Luftwärmepumpe COP3	24 kW _{th} 8 kW _{el}

Der gesamte Wärmebedarf beträgt somit 229 MWh/a für die fünf im Projekt betrachteten Gebäude. Der Lastgang für Raumwärme wurde dabei anhand eines realen Wetterdatensatzes für 2018 zwischen der Heizgrenztemperatur und der minimalen Normaußentemperatur linearisiert. Für das Warmwasserzaprofil wurde das Profil ASHRAE 90.2 für Zweipersonenhaushalte herangezogen (ASHRAE 2004).

4.3 LEVEL 3: KLEINSPEICHER IN HAUSHALTEN

Für Kleinspeicher in Haushalten wurden 30 analog aufgebaute Kundenanlagen herangezogen, deren Daten Tab. 2 entnommen werden können. Vereinfachend wird angenommen, dass es sich hierbei ausschließlich um elektrische Warmwasserboiler handelt, die mittels Widerstandsprinzip beladen werden und die nicht für Raumwärmeanwendungen genutzt werden. Der gesamte Warmwasserwärmebedarf für diese Haushalte beträgt 43,2 MWh, wobei dieser analog zu Kapitel 4.2 anhand des standardisierten Zapfprofils nach ASHRAE 90.2 festgelegt wurde.

Tab. 2: Daten Einfamilienhäuser

Anzahl Gebäude	Warmwasserbedarf	Speichervolumen je HH	Typ Wärmeerzeuger	Leistung Wärmeerzeuger
30	50 l/P 2 Personen	200 l	Elektrodirekt	3 kW

4.4 HOCHRECHNUNG DER PROJEKTERGEBNISSE AUF DIE WINDREGION IM BURGENLAND

Zur Abschätzung des Potentials für die burgenländische Windregion, wurden die Speicherkapazitäten aus den Kapiteln 4.1 bis 4.4 mittels Umrechnungsfaktoren hochgerechnet und nochmals mit der verfügbaren Erzeugungsleistung verglichen. Die Faktoren ergeben sich aus der Anzahl vorhandener Anlagen (Gebäude bzw. Wohneinheiten) bzw. aus dem Fernwärmepotential nach Tab. 3.

Tab. 3: Hochrechnungsfaktoren

Anlagenart	Im Projekt vorhanden	In der Windregion Bgld	Faktor
Kleinspeicher in Haushalten	30	10.000 ¹	333
Wärmespeicher im mehrgeschossigen Wohnbau	5	700 ²	140
Nah- und Fernwärmepotential in GWh	12,4	170 ³	14

¹ Abgeleitet aus den Kundendaten der Energie Burgenland

² Abgeleitet aus Wohnungs- und Gebäudebestand, Statistik Austria

³ Statistik Austria, 2018

4.5 THEORETISCHES VS. ENERGIEWIRTSCHAFTLICHES POTENTIAL

Das theoretische Potential unterscheidet sich vom energiewirtschaftlichen Potential dahingehend, dass beim theoretischen Potential sämtlich anfallende Windenergie unabhängig von der aktuellen Strommarktsituation prioritär im Warmwasserspeicherpool verwertet wird. Die Elektrizitätswirtschaft ist jedoch von tages-, wochen- und jahreszeitlichen Strompreisschwankungen geprägt. Für die Abschätzung des energiewirtschaftlichen Potentials wird daher je Speicherlevel ein Preiscap für den Strompreis eingeführt, ab dem eine Verwertung in der jeweiligen Power-to-Heat Anlage nicht mehr wirtschaftlich ist. Für die Wärmenetze dient hier der Biomassepreis als Referenzpreis, für die Anlagen in Haushalten und im mehrgeschossigen Wohnbau wurde angenommen, dass ausgehend von einem mittleren Strompreis im Betrachtungszeitraum von 49,15 €/MWh (EXAA 2020) dieser nicht um mehr als das 1,3-fache überschritten werden darf. Aufgrund unterschiedlicher Effizienzen und alternativen Wärmegestehungskosten ist dieser Preiscap für jedes Speicherlevel unterschiedlich (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Preiscap je Speicherlevel

Speicherlevel	Preiscap in €/MWh	Begründung
Kleinspeicher in Haushalten	63,89	1,3-facher Wert des mittleren Strompreises im Betrachtungszeitraum
Wärmespeicher im mehrgeschossigen Wohnbau	63,89	1,3-facher Wert des mittleren Strompreises im Betrachtungszeitraum
Nah- und Fernwärmenetz	96,00	Biomassepreis 24 €/MWh (klimaaktiv 2017) COP der Wärmepumpe von 4

4.6 RESULTATE

Die Ergebnisse der Betrachtungen zeigen, dass bereits mit den derzeit in Vermarktung befindlichen Windenergieanlagen ein großer Teil der betrachteten Anlagen in den drei Speicherleveln versorgt werden können. Konkrete Ergebnisse können Tab. 5 entnommen werden, wobei jeweils die thermischen Energiemengen angeführt sind.

Tab. 5: Ergebnisse der Potentialerhebung

Speicherlevel		Potential Projekt MWh	Potential Windregion MWh
Kleinspeicher in Haushalten	Wärmebedarf	43	14.390
	Theoretisches Potential	43	14.270
	Energiewirt. Potential	43	14.110
Wärmespeicher im mehrgeschossigen Wohnbau	Wärmebedarf	229	32.130
	Theoretisches Potential	225	28.170
	Energiewirt. Potential	213	26.660
Nah- und Fernwärmenetz	Wärmebedarf	12.400	170.000
	Theoretisches Potential	11.300	147.820
	Energiewirt. Potential	11.230	146.870

Ermittelt man den möglichen Deckungsgrad an Wärmeenergie in der Windregion, so ergibt sich unter den getroffenen Vereinfachungen ein Wert von rund 87 % des Wärmebedarfs, der mit den untersuchten Anlagen aus der zu vermarktenden Windleistung abgedeckt werden könnte. Dabei könnten rund 17 % des Windstroms, der derzeit über die Eigenvermarktung in den Markt integriert wird, in den Warmwasserspeicherpool integriert werden.

5. SCHLUSSFOLGERUNG, ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Projekts „Heat water storage pooling“ konnte eine Potentialabschätzung für die Aufnahme von Windenergie durch einen Pool von Warmwasserspeichern unterschiedlicher Größe und Anwendung für die Windregion im Burgenland durchgeführt werden. Der betrachtete Warmwasserspeicherpool im Projekt besteht aus

- 1 Wärmespeicher eines Nahwärmenetzes,
- 5 thermische Speicher in Heizzentralen des mehrgeschossigen Wohnbaus und
- 30 Kleinspeicher in Haushalten.

Um das Potential für die Region abschätzen zu können, wurden die genannten Speicherkapazitäten hochgerechnet. Unter Annahme gewisser Vereinfachungen ergibt sich das theoretische energiewirtschaftliche Potenzial, etwa 87 % des Wärmebedarfs der untersuchten Anlagen durch die zu vermarktende Windenergie mittels Power-to-heat Anlagen abdecken zu können. Rund 17 % des Windstroms, der derzeit über Selbstvermarktung in den Markt integriert ist, könnten dabei in den Warmwasserspeicherpool integrieren werden. Dieses Verhältnis zeigt, dass bei zunehmender Marktintegration von erneuerbaren Energien – gemeint sind sowohl Anlagen, die aufgrund der Betriebsdauer aus dem Förderregime gefallen sind, als auch von Anlagen in künftigen, marktorientierten Fördersystemen – andere Energiesektoren theoretisch in hohem Ausmaß mit diesen Energiemengen verknüpft werden können. Dies würde eine Fortsetzung des existierenden Megatrends der Elektrifizierung anderer Energiesektoren bedeuten. Andererseits sind auf dem Weg dorthin noch wesentliche Herausforderungen zu lösen, um das theoretisch vorhandene Potential auch in der Praxis umsetzen zu können. Allem voran sei hier eine standardisierte und kostengünstige Lösung zur Vernetzung dezentraler Flexibilitäten genannt. Ebenso sind Marktregeln bzw. regulatorische Rahmenbedingungen künftig so zu gestalten, dass diese Entwicklung unterstützt wird bzw. Fehlentwicklungen wie die Nutzung technisch ineffizienter Lösungen zu verhindern.

Zusammenfassend konnte in der vorliegenden Potentialbetrachtung gezeigt werden, dass der Pooling-Ansatz – wie im Vorfeld angenommen – ein zielführendes Konzept für den Einsatz als Flexibilität für die lokale Nutzung der Windenergie darstellt.

6. DANKSAGUNG

Das Projekt „Heat water storage pooling“ wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2018 durchgeführt.

REFERENCE

- ANSI/ASHRAE (2004): Standard 90.2-2004 Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329, 2004.
- BMLRT (2018) Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus [Online] Available at: https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/energiewende/erneuerbare_energie/Erarbeitung-des-Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz-beschlossen.html
- EAG (2020): Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (ErneuerbarenAusbau-Gesetz – EAG), Entwurf vom 16.09.2020
- EXAA (2020) Historische Daten. Wien [Online] Available at: <https://www.exaa.at/de/marktdaten/historische-daten>
- Klimaaktiv (2017) Investition in Biomassewärme für Dritte - mit Waldhackgut einkommen sichern, BM-LFUW, Wien, 2017

Ökostromgesetz (2012) Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern (Ökostromgesetz 2012 - ÖSG 2012). s.l.:BGBl I Nr. 75/2011 idF BGBl I Nr 97/2019.
Statistik Austria (2018) Energiebilanz Burgenland 1988 bis 2018 – Detailinformationen – Fernwärme, Statistik Austria, Österreich, Available at: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html

Kontakt Daten:

DI Markus Puchegger

Campus 1

7000 Eisenstadt

Email: markus.puchegger@Forschung-Burgenland.at