Dekarbonisierung der Industrie mithilfe elektrischer Energie?

Christoph SEJKORA(*), Thomas KIENBERGER

Montanuniversität Leoben / Lehrstuhl für Energieverbundtechnik, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Tel.: +43 3842 402-5010, christoph.sejkora@unileoben.ac.at, evt.unileoben.ac.at

Kurzfassung: Ein möglicher Weg zur Dekarbonisierung der Industrie ist die Substitution der fossilen Energieträger mit erneuerbarer elektrischer Energie. Voraussetzung dafür ist die ausreichende Verfügbarkeit erneuerbarer Potentiale. Im Zuge des Projektes "Renewables 4 Industry", beauftragt vom Klima- und Energiefonds, wurde eine mögliche Dekarbonisierung der österreichischen Industrie mit ausschließlich erneuerbarem Strom aus Österreich untersucht. So wurden u.a. die ortsaufgelösten erneuerbaren Potentiale dem ortsaufgelösten industriellen Verbrauch gegenübergestellt und Aussagen über die Qualität der oben angeführten Dekarbonisierungsstrategie abgeleitet. Es stellte sich heraus, dass selbst bei einer vollständigen Nutzung des gesamten erneuerbaren Potentiales der österreichische Primärenergiebedarf 2015 nicht gedeckt werden kann. Stattdessen wären für eine energieautonome Versorgung Einsparungen in der Höhe von etwa 35 % (auf Basis des Primärenergiebedarfs 2015) notwendig. Es wäre jedoch theoretisch möglich, den gesamten industriellen Sektor mit ausschließlich erneuerbarem Strom aus Österreich dekarbonisieren. Jedoch bliebe in diesem Fall nahezu keine elektrische Energie zur Versorgung der restlichen Wirtschaftssektoren (Haushalte und Dienstleistungen sowie Mobilität).

Keywords: Erneuerbare Potentiale, Industrie, Dekarbonisierung

1 Einleitung

Der Klimawandel zählt wohl zu einer der größten Herausforderungen unserer Zeit. Aus diesem Grund wurde im Pariser Klimaabkommen eine deutliche Reduktion der Treibhausgase beschlossen. Eine energieautonome Versorgung Österreichs auf Basis erneuerbarer Energien würde einerseits Österreichs Verpflichtungen aufgrund des Klimaabkommens vollumfassend erfüllen und anderseits Österreich energetisch unabhängig vom Ausland machen. Bei der Umstellung unseres Energiesystems von derzeit primär fossiler Energieträger auf erneuerbare Energieträger wird oft das Stichwort "Dekarbonisierung" genannt. Dabei kann die Dekarbonisierung auf verschiedene Arten erfolgen. Im Zuge des Projektes "Renewables 4 Industry", beauftragt vom Klima- und Energiefonds, wurde eine mögliche Dekarbonisierung der österreichischen Industrie durch die vollständige Substitution des fossilen Bedarfs mit erneuerbarem Strom aus Österreich untersucht.

Die Struktur dieser Arbeit gliedert sich in drei Bereiche. So wird zunächst auf die Bestimmung der erneuerbaren Energiepotentiale Österreichs (Kapitel 2) eingegangen und anschließend wird die Ermittlung eines geografisch verorteten, industriellen Energieverbrauchs diskutiert (Kapitel 3). Abschließend wird in Kapitel 4 sowohl für jeden einzelnen Bezirk, als auch für ganz Österreich, ein Vergleich zwischen Potential und Verbrauch durchgeführt.

2 Erneuerbare Potentiale

Zur Modellierung des maximal verfügbaren Potentials an Erneuerbaren in Österreich wurden verschiedene Studien sowie eigene Berechnungen verwendet. Ziel war es, ein sogenanntes "reduziertes, technisches Potential" zu bestimmen. Dieses Potential sieht zwar den maximalen Ausbau von erneuerbaren Energien vor (z.B. die Installation von Solarthermie und Photovoltaik auf jedem geeigneten Hausdach oder jeder brachliegenden Fläche), jedoch werden mögliche Potentiale, welche in Naturschutzgebiete liegen, nicht berücksichtigt und die Ackerflächen nur soweit zum Anbau von Energiepflanzen verwendet, dass keine Verknappung der Nahrungs- und Futtermittel zu erwarten ist. Alle Potentiale wurden, sofern möglich, für jeden politischen Bezirk separat erhoben. Wenn dies nicht möglich war, wurden die bundeslandweiten Potentiale entsprechend der Fläche der verschiedenen Bezirke aufgeteilt.

In dieser Studie wird die Annahme getroffen, dass 2050 keine Biotreibstoffe mehr eingesetzt werden. Die derzeit dafür benötigten Ackerflächen werden dann für die Biogasproduktion eingesetzt. Ansonsten wird die derzeitige Nutzung der erneuerbaren Potentiale nicht verändert oder reduziert. Dies bedeutet, zur Ermittlung der Gesamtpotentiale für 2050 werden die zusätzlichen Potentiale zur aktuellen Nutzung hinzugezählt. Eine Übersicht aller ermittelten Potentiale ist in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt. Zum Vergleich sind neben den Potentialen, auch die Zahlen der aktuellen Nutzung ersichtlich. In Summe wird für 2050 ein gesamtes elektrisches Potential von etwa 113 TWh sowie ein gesamtes thermisches Potential von 106 TWh angenommen.

Eine detaillierte Bestimmung der Potentiale ist im Endberichtsteil 2 von 3 des Projekts "Renewables4Industry" (Moser, Goers, de Bruyn, Steinmüller, Hofmann, Panuschka, Kienberger, Sejkora, Haider, Werner, Brunner, Fluch, Grubbauer 2018) [1] nachzulesen.

Tabelle 1: Übersicht erneuerbaren Strompotentiale 2050

	Aktuelle Nutzung in GWh	Potential 2050 in GWh
Photovoltaik Freiflächen	4 0061 [0]	22.800
Photovoltaik Gebäudehülle	1.096 ¹ [2]	9.900
Windkraft	5.700 [3]	18.000
Wasserkraftwerke	38.100 [4]	50.800
Biomasse (Holz- und Halmgutartig) ²	1.980 [5]	3.900
Biogas inkl. Gärrest	560 ³ [5]	7.800
Summe	47.436	113.200

¹ keine Aufteilung zwischen Freiflächen und Gebäudehüllen angegeben

² Ausschließlich nichtindustrielle KWK Anlagen

³ ohne Kläranlagen und Gärrestverwertung

Tabelle 2: Übersicht erneuerbaren Potentiale für Wärmeanwendungen 2050

	Aktuelle Nutzung in GWh	Potential 2050 in GWh
Thermische Nutzung von Biomasse 4	48.800 [5]	59.900
Biotreibstoffe	6.100 [5]	0
Solarthermie	2.100 [6]	46.000
Umgebungswärme	2.000 [6]	k.A.
Geothermie	80 [6]	k.A.
Summe	59.080	105.900

2.1 Ortsaufgelöste Darstellung der erneuerbaren Elektrizitätspotentiale

Das geografisch aufgelöste elektrische Potential im Jahr 2050 (gemäß Tabelle 1) ist in Abbildung 1 dargestellt. Dabei wurde das elektrische Potential auf die verschiedenen Bezirke (Stand 2011, einige Bezirke wurden zusammengefasst) aufgeteilt.

Da aufgrund der verfügbaren Datenlage kein Vergleich mit anderen ortsaufgelösten Daten durchgeführt werden konnte, kann die Frage nach der Qualität nicht abschließend beurteilt werden. Aus diesem Grund können Abweichungen einzelner Bezirke nicht ausgeschlossen werden. Das größte erneuerbare Strompotential hat der Bezirk Spittal an der Drau mit etwa 4.000 GWh/a. Im Gegensatz dazu weist der Bezirk Fürstenfeld mit nur etwa 300 GWh pro Jahr das geringste Potential auf.

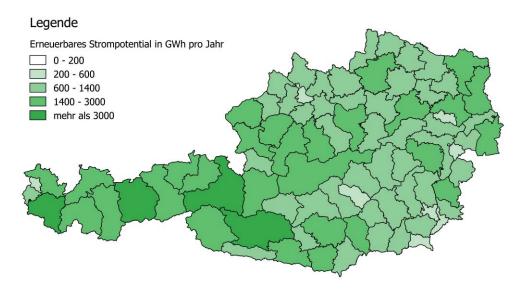


Abbildung 1: Geografische Darstellung des erneuerbaren Strompotentials in Österreich (Hinweis: einige Bezirke wurden zusammengefasst. Datenquelle Bezirksgrenzen: CC-BY-3.0: Statistik Austria - data.statistik.gv.at)

_

⁴ ohne Bio- und Klärgas

3 Industrieller Energieverbrauch

3.1 Definition

Zur vollständigen Beschreibung eines industriellen Energieverbrauchs müssen neben dem Endenergieverbrauch auch noch die Umwandlungsverluste sowie der so genannte Verbrauch des Sektors Energie berücksichtigt werden. Dazu wurde der sogenannte "industrielle Bruttoinlandsverbrauch" eingeführt, welcher den Energieverbrauch der Industrie beschreibt. Konkret wird damit jede Energiemenge beschrieben, welche über die Bilanzgrenze "produzierender Bereich" transportiert und dort verbraucht wird, mit Ausnahme des nichtenergetischen Verbrauchs.

Eine formelmäßige Darstellung sowie die Erklärungen der einzelnen Positionen inkl. der aktuellen Energiemengen für den gesamten produzierenden Bereich in Österreich sind in Gleichung (1) und Tabelle 3 ersichtlich.

$$UWE_{PB} - UWA_{PB} + VSE_{PB} + EEV_{PB} = iBIV$$
 (1)

Tabelle 3: Definition des industriellen Bruttoinlandverbrauchs (iBIV) sowie Berechnung des iBIV für den gesamten produzierenden Bereich in Österreich in TWh im Jahr 2015 (Datenquelle: eigene Berechnung auf Basis der Statistik Austria [6])

+	Umwandlungseinsatz (Kokerei, Hochofen, Raffinerie, Holzkohlenproduktion, Unternehmenseigene Kraftwerke und KWK Anlagen)	UWE_{PB}	157
-	Umwandlungsausstoß (Kokerei, Hochofen, Raffinerie, Holzkohlenproduktion, Unternehmenseigene Kraftwerke und KWK Anlagen)	UWA_{PB}	145
+	Verbrauch Sektor Energie exkl. Transportverluste / Messdifferenzen (Mineralölverarbeitung, Kokerei, Hochofen)	VSE_{PB}	27
+	Energetischer Endenergieverbrauch der Sektoren des produzierenden Bereichs	EEV_{PB}	87
=	Industrieller Bruttoinlandsverbrauch	iBIV	126

3.2 Aufteilung des industriellen Bruttoinlandsverbrauchs nach Bezirken

Zur Beschreibung eines geografisch aufgelösten industriellen Bruttoinlandsverbrauchs wurde ein Modell gewählt, welches auf eine Kombination eines Bottom-Up- sowie eines Top-Down-Ansatzes setzt. So erfolgte zunächst im Rahmen eines Bottom-Up-Verfahrens mithilfe von Nachhaltigkeits- und Umweltberichten, welche von Unternehmen auf freiwilliger Basis veröffentlicht werden können, eine ortsaufgelöste Verbrauchsbestimmung. Durch dieses 40 % österreichischen Vorgehen konnten fast des gesamten Bruttoinlandsverbrauchs auf die Bezirke aufgeteilt werden. Anschließend wurde der restliche industrielle Energieverbrauch mithilfe eines Top-Down-Verfahrens auf Basis von öffentlich verfügbaren Energiestatistiken und Beschäftigtenzahlen auf die einzelnen Bezirke aufgeteilt. Durch die Kombination beider Vorgehensweisen konnte ein Modell geschaffen werden, welches den gesamten industriellen Bruttoinlandsverbrauch den politischen Bezirken in

Österreich (Stand 2011, einige Bezirke wurden zusammengefasst) zuordnet (siehe Abbildung 2). Den größten industriellen Bruttoinlandsverbrauch weisen die Bezirke Linz mit Umgebung (ca. 30 TWh/a) und Leoben (ca. 8 TWh/a) auf.

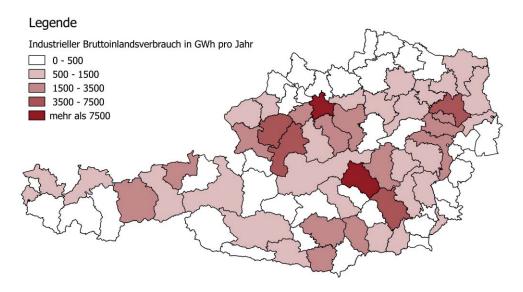


Abbildung 2: Darstellung des industrielen Bruttoinlandverbrauchs in GWh für die politischen Bezirke in Österreich. (Hinweis: einige Bezirke wurden zusammengefasst. Datenquelle Bezirksgrenzen: CC-BY-3.0: Statistik Austria - data.statistik.gv.at)

Die Genauigkeit des Modells wurde qualitativ beurteilt. Unsicherheiten können bei den zugrundeliegenden statistischen Daten und Umweltberichten, bei der Abschätzung unternehmenseigener Energieerzeugungsanlange sowie bei der Methodik des Top-Down-Ansatzes liegen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass durch die Kombination des Bottom-Up- mit dem Top-Down-Ansatzes ein für diese Verwendung ausreichende Genauigkeit erreicht wird.

3.3 Industrieller Energiebedarf 2050

Bei der Erstellung eines Ausblicks auf einen möglichen industriellen Energiebedarf im Jahr 2050 konnten folgende Fragestellungen nicht abschließend beantwortet werden:

- Veränderung des Wirtschaftsstandorts Österreich
- Veränderung durch eine steigende Produktivität
- Einsatz zukünftiger Technologien und neuer industrieller Prozesse
- Integration zusätzlicher Umwandlungsschritte und Speichern (z.B. Power-to-Gas)
- Steigerung der Primärenergieeffizienz

Aus diesem Grund wird in dieser Studie ein Szenario angenommen, welches nicht den Anspruch hat, die Realität im Jahr 2050 widerzuspiegeln. Stattdessen soll ein theoretischer Ausblick auf klar definierte Annahmen ermöglicht werden. Die Ergebnisse sowie die Szenarioannahmen müssen zum Schluss kritisch reflektiert und verallgemeinert werden, um allgemeingültige Aussagen ableiten zu können.

Das Szenario in dieser Studie ist wie folgt definiert. Es wird nur der industrielle Sektor berücksichtigt. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2050 alle derzeit fossil

betriebenen Prozesse durch elektrische Prozesse substituiert werden. Mögliche Effizienzsteigerungen sowie erhöhter Energiebedarf durch z.B. steigende Produktivität gleichen sich aus. Der gesamte Strombedarf der Industrie wird im Jahr 2050 aus erneuerbaren Quellen aus Österreich stammen.

Entsprechend der Szenarioannahmen wird ein "erneuerbarer industrieller Strombedarf 2050" definiert. Dieser entspricht zunächst dem elektrischen industriellen Bruttoinlandsverbrauch 2015 in der Höhe von 22 TWh (etwa 67 % aus erneuerbaren Quellen [6]). So wird sichergestellt, dass der aktuelle elektrische industrielle Bruttoinlandsverbrauch auch im Jahr 2050 gedeckt ist. Da der gesamte industrielle Bruttoinlandsverbrauch entsprechend der Szenarioannahmen im Jahr 2050 durch erneuerbaren Strom substituiert wird, muss der erneuerbare industrielle Strombedarf 2050 um die Menge des fossilen industriellen Bruttoinlandsverbrauchs 2015 (ca. 78 TWh) erhöht werden. Aus diesem Grund wird ein erneuerbare industrielle Strombedarf 2050 in der Höhe von gesamt 100 TWh angenommen.

4 Erneuerbare Versorgung Österreichs

4.1 Österreichweite Gegenüberstellung Verbrauch und Potentiale

In Abbildung 3 ist eine gesamtösterreichische, energetische Gegenüberstellung von Potentialen und Verbrauch dargestellt. Dabei wird der Bruttoinlandsverbrauch 2015 [6] mit dem Bruttoinlandspotential an erneuerbarer Energie 2050 (nach Kapitel 2) verglichen. Zusätzlich ist der Bruttoinlandsverbrauch an Erneuerbaren im Jahr 2013 ersichtlich [5]. Es stellt sich heraus, dass der gesamte österreichische Bruttoinlandsverbrauch von fast 400 TWh im Jahr 2015 nicht mit erneuerbarer Energie aus Österreich gedeckt werden kann. Für eine energieautonome und erneuerbare Versorgung Österreichs müsste der Primärenergiebedarf um ca. 130 TWh (ca. 35 %) gesenkt werden (siehe Abbildung 3). Dabei werden die nichtenergetischen Verbräuche an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt.

Anhand dieses Vergleichs in Abbildung 3 wird deutlich, dass beim Erstreben einer erneuerbaren und energieautonomen Versorgung Österreichs äußerst ambitionierte Primärenergieeffizienzsteigerungen notwendig sind. Dabei muss eine exergiegerechte, wirtschaftssektorübergreifende und kaskadische Energienutzung im Vordergrund stehen. So müssen hochexergetische Potentiale zum Betrieb hochexergetischer Anwendungen eingesetzt werden. Anfallende Hochtemperaturwärme kann zum Antrieb anderer industrieller eingesetzt werden und niederexergetische Warmwasserbereitstellung oder Raumwärmeversorgung nahegelegener Siedlungen eingesetzt werden. Die Versorgung eines niederexergetischen Bedarfs mit einem hochexergetischen Energieträger (z.B. Power-to-Heat) erscheint nur in Ausnahmen sinnvoll.

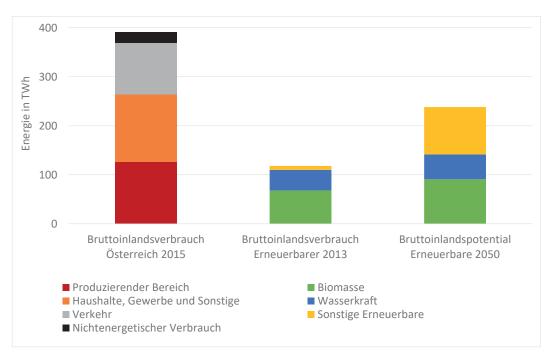


Abbildung 3: Grafische Gegenüberstellung zwischen dem Bruttoinlandsverbrauch 2015, dem Bruttoinlandsverbrauch an Erneuerbaren 2013 sowie dem erneuerbaren Bruttoinlandspotential 2050 (Eigene Berechnung auf Basis [6], [5] sowie Kapitel 2)

4.2 Bezirksaufgelöste Vergleich industrieller Verbrauch und Potentiale

In weiterer Folge wurde für jeden Bezirk in Österreich ein Vergleich zwischen dem elektrischen industriellen Strombedarf 2050 und dem erneuerbaren Strompotential gemacht. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 ersichtlich. Grüne Flächen bzw. positive Zahlen bedeuten, dass die erneuerbaren Strompotentiale größer sind, als der elektrische industrielle Strombedarf 2050. Hingegen sind die Bezirke bei einer energetischen Unterdeckung rot eingefärbt bzw. weisen negativen Zahlen auf. Diese Gegenüberstellung zeigt, dass in vielen österreichischen Bezirken die Dekarbonisierung der Industrie durch lokal produzierte erneuerbare elektrische Energie möglich ist bzw. es nur geringe Abweichungen zwischen Potential und Verbrauch gibt. Jedoch wurden drei konkrete Industrieregionen identifiziert, welche auf deutliche erneuerbare Energieimporte angewiesen sind. Die größte energetische Unterdeckung gibt es in den Bezirken Linz mit Umgebung (ca. -27 TWh/a) sowie Leoben (ca. -7 TWh/a). Demgegenüber haben die Bezirke Spittal an der Drau (ca. +4 TWh/a) und Zell am See (ca. +3 TWh/a) die größte Überdeckung.

Konkret wurden folgende drei industrielle Regionen mit einer deutlichen Unterversorgung identifiziert:

• Region Linz-Gmunden-Amstetten Bezirke: Linz mit Linz-Land, Gmunden, Wels

mit Wels-Land und Amstetten mit

Waidhofen/Ybbs

Region Leoben-Graz
 Bezirke: Leoben, Bruck/Mur und Graz mit

Umgebung

Region Wien Bezirke: Wien mit Umgebung und Mödling

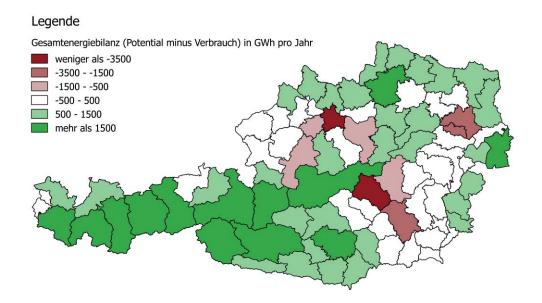


Abbildung 4: Geografischer Vergleich zwischen dem erneuerbaren Strompotential und dem erneuerbaren industriellen Strombedarf 2050. (Hinweis: einige Bezirke wurden zusammengefasst. Datenquelle Bezirksgrenzen: CC-BY-3.0: Statistik Austria - data.statistik.gv.at)

Es muss berücksichtigt werden, dass in Abbildung 4 ein erneuerbares Strompotential einem angenommen erneuerbaren industriellen Strombedarf 2050 gegenübergestellt wird. Andere erneuerbare Technologien wie z.B. Solarthermie oder thermische Biomassenutzung werden nicht berücksichtigt. Zudem wurde eine rein energetische Gegenüberstellung durchgeführt. Diese Darstellung lässt in diesem Szenario Energieflüsse aus ganz Österreich hin zu diesen drei industriellen Regionen vermuten. Allerdings muss für eine konkrete Aussage eine leistungsmäßige Betrachtung jedes einzelnen Bezirks durchgeführt und die Standorte von heutigen und zukünftigen Speicher bzw. Power-to-X Anlagen berücksichtigt werden.

Werden alle Bezirke zusammengefasst, sodass ein österreichweiter Vergleich des gesamten erneuerbaren elektrischen Potentials mit dem erneuerbaren industriellen Strombedarf 2050 durchgeführt wird, stellt sich heraus, dass die gesamte Industrie energetisch mit erneuerbarem Strom aus Österreich versorgt werden könnte. Jedoch blieben in diesem Szenario lediglich 13 TWh zur Versorgung sämtlicher anderer Wirtschaftssektoren (Haushalte und Dienstleistungen sowie Mobilität). Unter Anbetracht der Tatsache, dass die restlichen Wirtschaftssektoren 2015 in Summe einen fossilen Bruttoinlandsverbrauch von etwa 160 TWh [6] aufgewiesen haben, scheint eine Versorgung mit 13 TWh nicht möglich. Aus diesem Grund erscheint eine vollständige Substitution aller fossilen industriellen Energieverbräuche mit elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen aus Österreich nicht sinnvoll.

5 Zusammenfassung

Bei der gesamtösterreichischen energetischen Gegenüberstellung von Potentialen und Gesamtverbrauch stellte sich heraus, dass der gesamte österreichische Primärenergiebedarf von fast 400 TWh im Jahr 2015 nicht mit erneuerbarer Energie aus Österreich gedeckt werden kann. So muss für eine autonome und erneuerbare Energieversorgung in Österreich der Gesamtprimärenergiebedarf um etwa 130 TWh (ca. 35 %) reduziert werden.

Eine bezirksweise Gegenüberstellung zwischen industriellem Verbrauch und erneuerbarem Strompotential zeigt, dass in vielen österreichischen Bezirken die Dekarbonisierung der Industrie durch lokal produzierte, erneuerbare, elektrische Energie möglich ist bzw. es nur geringe Abweichungen zwischen Potential und Verbrauch gibt. Jedoch sind die drei industriellen Regionen Linz-Gmunden-Amstetten, Leoben-Graz und Wien auf deutliche erneuerbare Energieimporte angewiesen sind.

Im Zuge einer Dekarbonisierung der österreichischen Industrie wäre es theoretisch möglich, sämtliche derzeit fossil betriebenen Prozesse durch Prozesse zu ersetzen, die mit österreichischem, erneuerbarem Strom versorgt werden. Jedoch bleibt in diesem Fall nicht genügend erneuerbare elektrische Energie um eine Versorgung der restlichen Sektoren (Haushalte und Dienstleistungen sowie Mobilität) im Sinne eines energieautonomen Österreichs zu gewährleisten. Die einzige Möglichkeit für eine erneuerbare und energieautonome Versorgung Österreichs besteht in einer wirtschaftssektorübergreifenden, exergiegerechten und kaskadierten Nutzung der Potentiale. Dies bedeutet, dass hochexergetische Potentiale nur für hochexergetische Anwendungen oder in Speichern mit hohem Exergieniveau eingesetzt werden und nur im Ausnahmefall zur Deckung niederexergetischen Verbräuche eingesetzt wird. Zusätzlich muss anfallende Abwärme stets zur Deckung eines Bedarfs auf ähnlichem Exergieniveau eingesetzt werden.

6 Literaturverzeichnis

- [1] MOSER, Simon; GOERS, Sebastian; DE BRUYN, Kathrin; STEINMÜLLER, Horst; HOFMANN, Rene; PANUSCHKA, Sophie; KIENBERGER, Thomas; SEJKORA, Christoph; HAIDER, Markus; WERNER, Andres; BRUNNER, Christoph; FLUCH, Jürgen; GRUBBAUER, Anna: Renewables4Industry: Abstimmung des Energiebedarfs von industriellen Anlagen und der Energieversorgung aus fluktuierenden Erneuerbaren.

 Diskussionspapier (Endberichtsteil 2 von 3). 2018 (Hinweis: noch nicht veröffentlicht)
- [2] BIERMAYR, Peter; DIßAUER, Christa; EBERL, Manuela; ENIGL, Monika; FECHNER, Hubert; LEONHARTSBERGER, Kurt; MARINGER, Florian; MOIDL, Stefan; SCHMIDL, Christoph; STRASSER, Christoph; WEISS, Werner; WONISCH, Patrik; WOPIENKA, Elisabeth: Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2016: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 13/2017. Wien, 2017
- [3] IG WINDKRAFT: Windkraft in Österreich: Jahresanfangspressekonferenz. St. Pölten, 11. Jänner 2017
- [4] PÖYRY ENERGIE GMBH: Wasserkraftpotentialstudie Österreich: Kurzfassung. im Auftrag von VEÖ, BMWA, E-Control, Kleinwasserkraft Österreich und VÖEW. 05.05.2008
- [5] ÖSTERREICHISCHER BIOMASSEVERBAND (Hrsg.): *Basisdaten Bioenergie 2015.* 6. Aufl. Wien, 2015
- [6] STATISTIK AUSTRIA: Energiebilanzen. URL http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie und umwelt/energie/energiebilanzen/index.html Überprüfungsdatum 2017-12-05