

100 % ERNEUERBARE ENERGIE FÜR ÖSTERREICHS INDUSTRIE

TEIL 1 – ALTERNATIVE ENERGIETRÄGER UND PROZESSE

Sophie KNÖTTNER* , Roman GEYER, Christian DIENDORFER
Gerwin DREXLER-SCHMID

AIT – Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 4 1210 Wien,
Tel.: +43 664 6207866, Fax.: +43 50550-6679, gerwin.drexler-schmid@ait.ac.at,
www.ait.ac.at

Kurzfassung:

Die Bereitstellung einer leistungsfähigen, österreichischen Energieinfrastruktur ist eine unabdingbare Voraussetzung zur Erreichung der Klima- und Energieziele, aber auch entscheidend zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit. In Hinblick auf das Ziel von einem gesteigerten Anteil erneuerbarer Energieträger liegt der Erneuerbaren-Anteil in der gesamten Industrie aktuell bei 45 % bezogen auf den Endenergieverbrauch [1]. Umfassende Dekarbonisierung und der damit verbundene Energieträgerwechsel in der Industrie gehen mit starkem Fokus auf elektrische Energie einher und stellen Anforderungen an die existierende Energieinfrastruktur, sowie den Ausbau von Erzeugung, Netz und Speichersystemen.

Eine dekarbonisierte Energieversorgung der Prozesse wurde anhand der ermittelten Datengrundlage für drei Szenarien *Basis*, *Effizienz* und *Umbruch* berechnet. In diesen Szenarien werden Perspektiven beschrieben, wie die Energieversorgung der österreichischen Industrie vollständig durch erneuerbare Energien, allerdings nicht ausschließlich durch Elektrifizierung, bereitgestellt werden kann. Bei der Szenarienentwicklung wurden insbesondere die jeweiligen Prozessanforderungen, Nutzkategorien sowie mögliche Technologieoptionen berücksichtigt. Ebenso wurde auf die Potenziale der erneuerbaren Energien und mögliche Einsatzgebiete eingegangen. Die drei Szenarien stellen unterschiedlich ambitionierte Zielerreichungen dar, wobei das Umbruch-Szenario auch die Umstellung des Sektors Eisen- und Stahlerzeugung auf Direktreduktion mit Wasserstoff beinhaltet. Die Szenarien weisen eine Bandbreite des industriellen Endenergieverbrauchs von 82 (Effizienz) bis 108 TWh (Umbruch) auf (vgl. 94 TWh im Jahr 2017). Dabei zeigt sich eine Verschiebung hin zu elektrischer Energie. Mit zunehmendem Einsatz von Wärmepumpen gewinnt auch der Energieträger Umgebungswärme, beispielsweise aus industrieller (Hochtemperatur-)Abwärme, Solarthermie, Geothermie, etc., an Stellenwert.

Die hier präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen der Studie **IndustRiES** [2] erarbeitet, welche vom Klima- und Energiefonds beauftragt war.

Keywords: Industrie, Endenergieverbrauch, Dekarbonisierung, Erneuerbare Energien, Energieverbrauchsszenarien, Österreich

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert.

Der Endbericht der *IndustRiES* Studie ist abrufbar unter:

https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/Studie_IndustRiES-2019_neu.pdf



* Nachwuchsautorin

1 Ausgangslage

Der Ausbau bzw. die Optimierung der Energieinfrastruktur in Österreich ist eine unabdingbare Voraussetzung zur Erreichung der Klima- und Energieziele, aber auch zur Erhaltung der Versorgungssicherheit. Die Energiewende wirft Fragen auf, wie vor allem die Industrie durch erneuerbare Energien versorgt werden kann. Der produzierende Sektor war 2017 in Österreich für 30 % des Endenergieverbrauchs (EEV) verantwortlich, siehe Abbildung 1, [3]. Gemeinsam mit dem Sektor Energie, wobei die Sektoreinteilung hier gemäß des Klimaschutzgesetzes vorgenommen wird, verursachte der Sektor Industrie 2017 außerdem 45% der klimaschädlichen Treibhausgas-Emissionen [4].

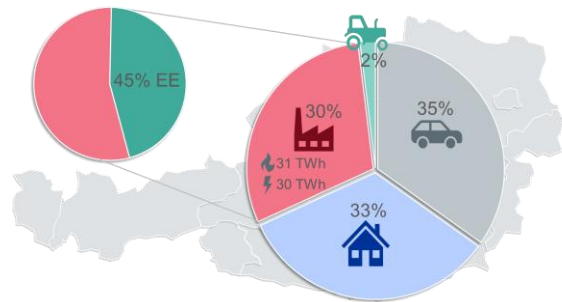


Abbildung 1 - Sektoraler Anteil am energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 [9]

2017 lag der Erneuerbaren-Anteil für die gesamte Industrie bei 45 % bezogen auf den EEV [1]. Ein Energieträgerwechsel mit starkem Fokus auf elektrische Energie in der Industrie stellt auch andere Anforderungen an die existierende Energieinfrastruktur, wie Erzeugungs- und Netzausbau sowie Speichersysteme für entsprechende Flexibilität. Die #mission2030, die österreichische Klima- und Energiestrategie [5], adressiert u.a. folgende industrie-relevante, teils untereinander wechselwirkende Aspekte und Themenfelder:

- Versorgung mit Strom und Wärme basierend auf erneuerbaren Energieträgern
- Verbesserte Energieeffizienz und forcierte Reduktion des Treibhausgasausstoßes
- Sichern der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, wobei Sektorkopplung sowie der Erhalt effizienter Bestandsanlagen entscheidende Teilaspekte darstellen
- Stärken der Industrie in der Rolle als Verbraucher und Ermöglicher, z.B. durch verstärkte Abwärmenutzung. Die Dekarbonisierung der Energieversorgung wird durch Energieträgerwechsel, technologische Transformation aber auch (neue) Breakthrough-Technologien realisiert.
- Schaffen und Bereitstellen einer Infrastruktur für ein nachhaltiges Österreich

Die hier präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen der Studie *IndustRiES* [2] erarbeitet, welche vom Klima- und Energiefonds beauftragt war. Die Studie beschreibt eine Perspektive, wie die österreichische Industrie vollständig durch erneuerbare Energien versorgt werden kann ohne den produzierenden Sektor flächendeckend zu elektrifizieren. Vor allem wird der Bedarf im Hinblick auf benötigte Energieträger und Infrastrukturvoraussetzungen aufgezeigt. Folgende Fragestellungen sind dabei von zentraler Bedeutung, wobei in diesem Beitrag vor allem die ersten drei der folgenden Fragen behandelt werden:

- Welche Anforderungen ergeben sich für die einzelnen industriellen Sektoren?
- Welche Energieträger werden aktuell eingesetzt und wie können sie substituiert werden?
- Welche Energieträger braucht es und in welcher Menge?
- Wie können die Energiebedarfe gedeckt werden und welche Potenziale gibt es?
- Welche Anforderungen ergeben sich durch räumliche und zeitliche Betrachtungen?

2 Methode

Im Rahmen des Projekts *IndustRiES* wurde in einem kombinierten Top-Down und Bottom-Up Ansatz, schematisch dargestellt in Abbildung 2, eine Datenbasis erstellt, auf der aufbauend zwei Tools entwickelt und Analysen durchgeführt. Zur Erstellung der Datenbasis wurden u.a. persönliche Besuche bei produzierenden Unternehmen, Daten aus Unternehmensberichten, Produktionsprozessbeschreibungen und -parameter aus Übersichtswerken, alternative Produktionsrouten aus Forschungsberichten sowie statistische Daten von 1993 bis 2017 zu den Energiebilanzen und zum Endenergieeinsatz gemäß Nutzenergiekategorie in Österreich herangezogen. Diese Nutzenergiekategorien, *Raumheizung und Klimaanlage, Dampferzeugung, Industrieöfen, Standmotoren, Beleuchtung und EDV* sowie *Elektrochemische Zwecke*, wurden auch für die weitere Datenaufbereitung und -analyse sowie den Überblick über die produzierenden Sektoren in Österreich (siehe Kapitel 3) herangezogen. Informationen aus persönlichen Gesprächen, Publikationen, Forschungsberichten oder Unternehmensberichten wurden vor allem in der Szenarienentwicklung und Parameterwahl (siehe Kapitel 4) verwendet.

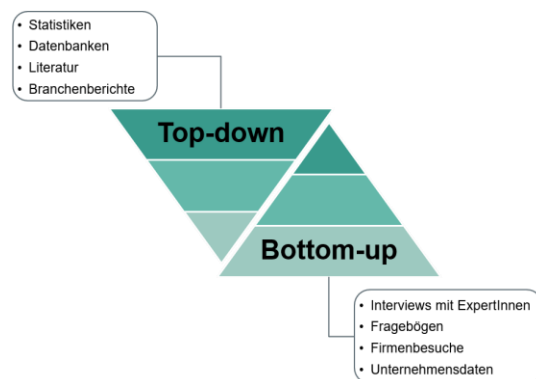


Abbildung 2 - Ansatz IndustRiES Studie [9]

Im Rahmen des Projektes wurde das *NEAT*-Tool entwickelt, um mehrere tausend Datensätze der STATISTIK AUSTRIA analysieren zu können. Mit *NEAT* können Auswertungen nach verschiedenen Sektoren, auf Bundeslandebene, nach Nutzkategorien, für verschiedene Energieträger im Zeitraum von 1993 bis 2017 durchgeführt werden, wobei die Energieträger im Vergleich zu den Originaldaten in Kategorien zusammengefasst wurden. Durch den zeitlichen Verlauf ist es möglich, Verschiebungen und historische Entwicklungen im EEV zu erkennen. Die Erkenntnisse aus der statistischen Datengrundlage fließen ebenfalls in die Entwicklung der einzelnen Szenarien ein.

Im Rahmen des Projektes wurde das *NEAT*-Tool entwickelt, um mehrere tausend Datensätze der STATISTIK AUSTRIA analysieren zu können. Mit *NEAT* können Auswertungen nach verschiedenen Sektoren, auf Bundeslandebene, nach Nutzkategorien, für verschiedene Energieträger im Zeitraum von 1993 bis 2017 durchgeführt werden, wobei die Energieträger im Vergleich zu den Originaldaten in Kategorien zusammengefasst wurden. Durch den zeitlichen Verlauf ist es möglich, Verschiebungen und historische Entwicklungen im EEV zu erkennen. Die Erkenntnisse aus der statistischen Datengrundlage fließen ebenfalls in die Entwicklung der einzelnen Szenarien ein.

Für das *IndustRiES*-Tool wurden zeitliche Verläufe der unterschiedlichen Energieträger ergänzt und stündliche, regionale Darstellungen (Bundeslandebene) zu Energiebedarf und Energieerzeugung ermöglicht. Mit diesem Tool sollen die Anforderungen an die Energieinfrastruktur, bedingt durch die Umstellung der österreichischen Industrie auf eine erneuerbare Energieversorgung, untersucht werden können. Durch die interaktive Darstellungsmöglichkeit der Ergebnisse können Abschätzungen getätigt werden, welche Infrastruktur (Erzeugung, Netz, Speicher) für eine erneuerbare Energieversorgung notwendig wäre. Daraus können Handlungsempfehlungen (was wird wo und wann benötigt) abgeleitet und Stellschrauben identifiziert werden. Das *IndustRiES*-Tool soll vor allem Infrastrukturbetreibern, aber auch Planern und Entwicklern von Infrastrukturausbauplänen mögliche Korridore, Schwerpunkte und Verschiebungen aufzeigen, die sich durch die drei Zielszenarien ergeben. Die zahlreichen Funktionalitäten im Tool, wie zum Beispiel eine Steigerungsrate des EEV und den Anteil am gesamten Strompotenzial, das für die Industrie zur Verfügung steht, erlauben es, weitere individuelle und tieferegehende Analysen durchzuführen.

3 Industrieller Endenergieeinsatz und Charakteristiken

Für die 13 statistisch erfassten industriellen Sektoren wurden in der Studie die jeweils eingesetzten Energieträger, Technologien und soweit möglich bzw. relevant deren Prozesscharakteristika beschrieben, was in Abschnitt 3.1 und 3.2 beispielhaft erläutert wird. Abbildung 3 veranschaulicht die aktuell eingesetzten Energieträger in den einzelnen Sektoren. Soweit möglich wurden in der *IndustRIES* Studie alternative bzw. mögliche neue Technologien dargestellt und denkbare Einsatzgebiete für eine erneuerbare Energieversorgung abgeleitet. Insbesondere wurde auf die Eignung möglicher alternativer Energieträger für industrielle Anwendungen eingegangen. Es wurden sowohl technisch ausgereifte und vorhandene als auch in Entwicklung befindliche Technologieoptionen in Betracht gezogen. Zusätzlich wurden ausgewählte Best-Practice-Anwendungen skizziert.

3.1 Primär- vs. Endenergie am Beispiel der industriellen Eigenstromerzeugung

2017 wurden in Österreich 4.572 GWh elektrische Energie in industriellen KWK-Anlagen und 3.642 GWh in industriellen Kraftwerken bereitgestellt [1], [6]. 2.705 GWh davon wurden in KWK-Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie erzeugt [6], [7]. In industriellen KWK-Anlagen waren 2017 knapp 50 % der eingesetzten Energieträger biogenen Ursprungs. Im Gegensatz dazu wurden in industriellen Kraftwerken nur ca. 10 % biogene Energieträger eingesetzt. Unter der Annahme, dass der in industriellen Anlagen erzeugte Strom im Sinne einer Dekarbonisierung basierend auf biogenen Brennstoffen bereitgestellt werden soll, wären ca. 27 TWh biogene Brennstoffe² nötig bei einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 30 %. Wird die bisher fossil eingesetzte Energie für Eigenstromerzeugung nicht durch Biogene vor Ort substituiert, müssten die Unternehmen mehr Leistung über das elektrische Netz beziehen.

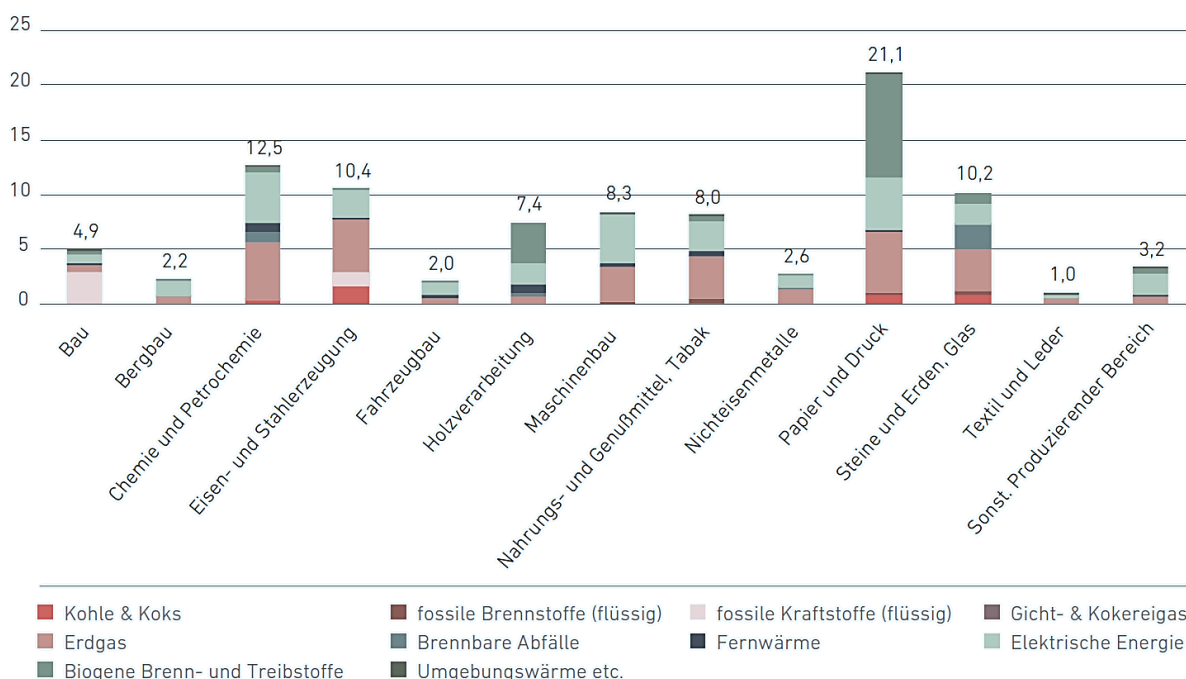


Abbildung 3 – Endenergieeinsatz 2017 in den industriellen Sektoren nach Energieträger [2]

² In Relation dazu: 2017 wurden ca. 16 TWh Endenergie zur Bereitstellung von Wärme bzw. Umwandlung in mechanische Energie in der Industrie und ca. 18 GWh Wärme in privaten Haushalten bereitgestellt

3.2 Branchenspezifische Charakteristika

Im Sektor Papier und Zellstoff werden biogene Ressourcen zur Dampferzeugung energetisch verwertet, wodurch ein stofflicher und ein energetischer Recyclingkreislauf geschlossen werden (Stichwort: Schwarzlaugeverbrennung). Während ein großer Teil von Prozesswärme durch Hochtemperatur-Wärmepumpen zur Verfügung gestellt werden kann, so wurde dieser charakteristische Einsatz von biogenen Energieträgern bzw. Produktionsablauf in den Szenarien nicht mit Hochtemperatur-Wärmepumpen substituiert (siehe Abschnitt 4.3 und 4.4). Die Sektoren Bergbau und Bau sind durch dezentrale Tätigkeiten gekennzeichnet. Daher wurden Treibstoffe für Standmotoren nicht ausschließlich mit elektrischem Strom substituiert, was mit einer deutlichen Energieeffizienzverbesserung einhergehen würde, sondern auch mit biogenen Treibstoffen. Im Sektor Eisen- und Stahlerzeugung lassen sich dekarbonisierte Energiebereitstellung und dekarbonisierte Produktionsprozesse nicht entkoppelt betrachten, da stoffliche Nebenprodukte (z.B. Kokereigas) energetisch zur effizienten Eigenstromproduktion in industriellen Kraftwerken eingesetzt werden. Insbesondere bei der Zementproduktion (Sektor Steine, Erden und Glas) werden Abfallströme energetisch verwertet. Für letzteren Prozess wurde angenommen, dass die Abfallströme aus dekarbonisierten Prozessen stammen und somit erneuerbare, CO₂-neutrale Energieträger darstellen.

4 Szenarien

In der *IndustRIES* Studie wurden drei Szenarien *Basis*, *Effizienz* und *Umbruch* definiert, in denen die österreichische Industrie zu 100 % durch erneuerbare Energie versorgt wird. Nicht berücksichtigt wird eine vollständige Dekarbonisierung der Produktion bzw. einzelner Prozesse, die (vor allem) den elektrischen Energieeinsatz weiter erhöhen würde. In Abbildung 4 werden die wesentlichen Aspekte der entwickelten Szenarien zusammengefasst.

4.1 Parameter

Die Umsetzung der Szenarien basiert auf von Parametern, z.B.: Effizienzsteigerung, Energieträgerverteilungsschlüssel, etc., die im Folgenden beschrieben werden. Die Parameteranzahl beträgt im *Basis*-Szenario (8) und wächst auf (53) im *Effizienz*- bzw. *Umbruch*-Szenario. Die Parameter werden individuell nach Sektor, Nutzkategorie und teilweise Bundesland gewählt.

Effizienzsteigerung: Die Effizienzsteigerung wird in Prozent angegeben. Je nach Sektor und Nutzkategorie sind individuelle Werte anhand von Literaturangaben hinterlegt. Die Eingabe 10 % bedeutet, dass der Energiebedarf im Szenario um 10 % gegenüber dem Status quo sinkt.

Verteilungsschlüssel zwischen Biogenen und elektrischer Energie: Die Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger erfolgt durch einen Verteilungsschlüssel. Hier kann in Prozent angegeben werden, welcher Anteil auf Biogene bzw. auf elektrische Energie umgestellt wird. Für elektrische (End)-Energie wurde für alle Szenarien angenommen, dass sie durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt wird.

COP-Wärmepumpe: Soweit möglich, werden vor allem Niedertemperaturanwendungen auf Wärmepumpen umgestellt. Für alle Sektoren und die jeweilige Nutzkategorie werden die spezifischen Temperaturanforderungen berücksichtigt. Daraus resultieren individuelle

Leistungszahlen oder COPs („Coefficient of Performance“), die von 1,9 bis hin zu 3,8 reichen. Wird ein COP von 1 eingegeben, so kommt dies einer reinen Elektrifizierung (100% elektrische Energie und keine Umgebungswärme) gleich. Über die COPs wird der jeweilige Anteil an Umgebungswärme berechnet, die die Wärmepumpe als Wärmequelle benötigt. Der erreichbare COP_{Real} ermittelt sich aus dem Carnotwirkungsgrad (η_{Carnot} bzw. COP_{max}) und dem Gütegrad der Wärmepumpe (ε_{WP}). Der Gütegrad wurde zu 0,5 bestimmt. Dieser Wert beruht auf Untersuchungen von verschiedenen Wärmepumpen – siehe u.a. [8].

$$COP_{Carnot} = \frac{1}{\eta_{Carnot}} = \frac{T_{heiß}}{T_{heiß} - T_{kalt}} \rightarrow COP_{real} = COP_{Carnot} * \varepsilon_{WP} \quad (1)$$

4.2 Basis-Szenario

Fossile Brenn- und Treibstoffe werden durch erneuerbare Energieträger (biogen oder elektrisch) ersetzt, wenn der Produktionsprozess nicht beeinflusst wird (Gegenbeispiel: Eisen- und Stahlerzeugung im Hochofen). Industriesektorübergreifend werden ausgereifte (Stand 2019), effiziente und energiesparende Technologien wie Wärmepumpen zur Raumheizung und -kühlung und elektrisch betriebene Standmotoren (unter Berücksichtigung von Branchenspezifika, wie z.B. dezentrale Arbeitsstätten im Sektor Bau) implementiert. Es werden keine Prozesseffizienzverbesserungen angenommen.

4.3 Effizienz-Szenario

Das Szenario basiert auf dem *Basis-Szenario*. Als Weiterentwicklung wurden biogene Ressourcen teilweise für Niedertemperaturanwendungen (< 200 °C) limitiert und der Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen angenommen. Je nach branchenspezifischen Charakteristika – z.B. Biomasse für die Trocknung im Sektor Holz – wurde nur eine partielle Substitution der Verbrennung von Biomasse durch Wärmepumpen angenommen. Die Dampferzeugung erfolgt mit Biogenen (u.a. in KWK-Anlagen) bzw. innovativen Wärmepumpen (Stand 2019: F&E-Bedarf). Durch Maßnahmen zur Effizienzsteigerung wird der Endenergieeinsatz reduziert.

4.4 Umbruch-Szenario

Basierend auf dem *Effizienz-Szenario* wurde im *Umbruch-Szenario* auf den stark gestiegenen Einsatz von biogenen Ressourcen reagiert. Daher wurde der Ersatz von fossilen durch biogene Ressourcen auf Hochtemperaturanwendungen begrenzt. Für branchenspezifische Charakteristika – z. B. Biomasse-Einsatz für die Trocknung im Sektor Holz – wurde eine fast vollständige Substitution der Verbrennung von Biomasse durch Wärmepumpen im Niedertemperaturprozess angenommen. Auch die Energieversorgung der Eisen- und Stahlindustrie wird durch Prozessumstellung – die Hochofenroute wird durch Direktreduktion mit Wasserstoff³ ersetzt – dekarbonisiert. Damit geht allerdings ein Anstieg auf den dreifachen Endenergiebedarf für diesen Sektor einher.

³ Stand 2019: Breakthrough-Technologie, die aktuell im H2Future Projekt erforscht und demonstriert wird (<https://h2future-project.eu/>)

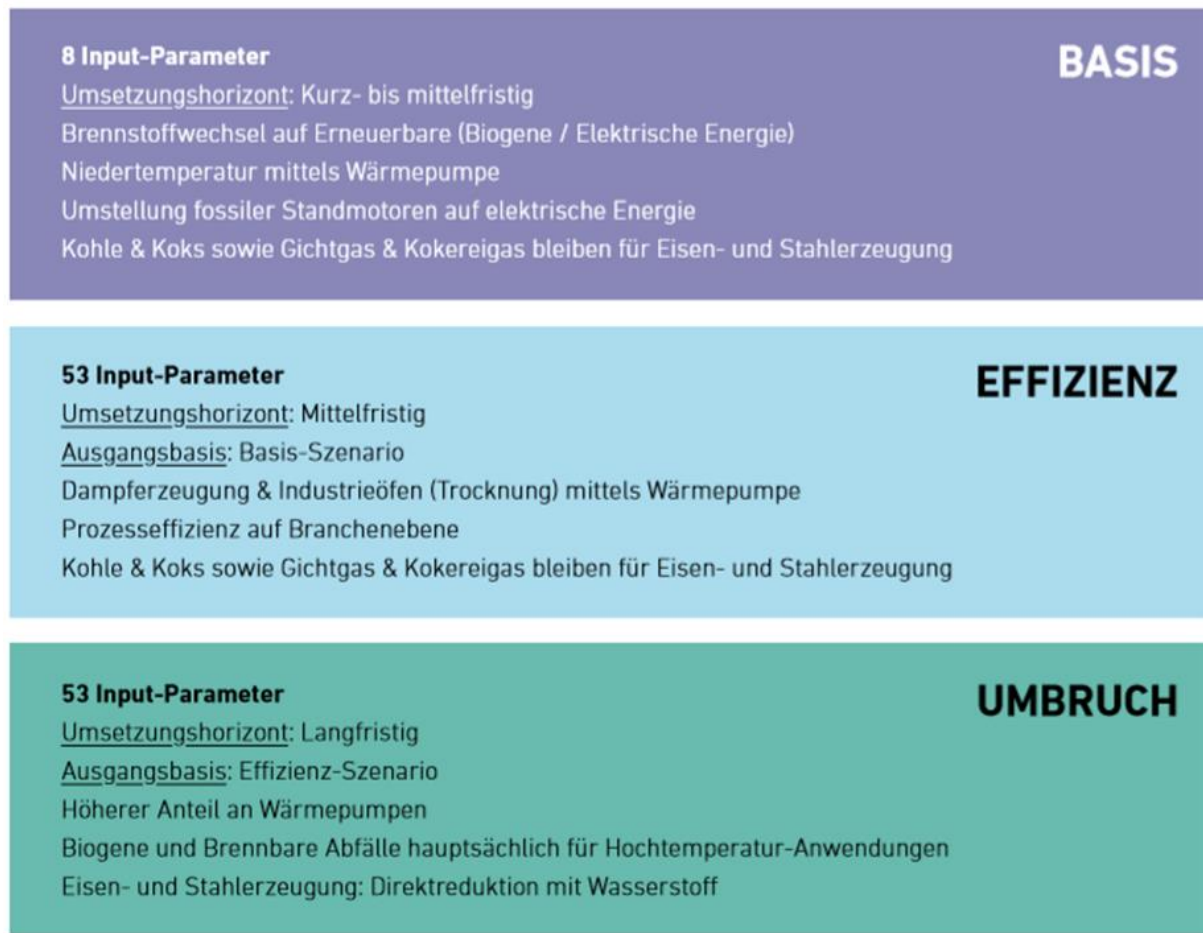


Abbildung 4 – Kernaspekte der drei Szenarien für eine dekarbonisierte industrielle Energieversorgung [2]

5 Ergebnisse

Im Folgenden werden Status quo und die drei Szenarien verglichen und analysiert. In Abbildung 5 werden die Gesamtmenge und Aufteilung auf die einzelnen Energieträger sowie die Potenziale für Erneuerbare dargestellt. Abbildung 6 veranschaulicht die Substitution der eingesetzten Energieträger (Status quo vs. *Umbruch*-Szenario). Im **Status quo** beträgt der EEV 94 TWh. Den größten Anteil haben Erdgas und elektrische Energie mit je ca. 30 TWh. Der Erneuerbaren-Anteil beträgt 45 %. Anzumerken ist, dass der Einsatz von Koks (Eisen- und Stahl) nicht in die Endenergiestatistik eingeht und hier nicht mitberücksichtigt wird.

Im **Basis-Szenario** werden alle Energieträger auf Erneuerbare umgestellt mit der Ausnahme der Eisen- und Stahlerzeugung in Oberösterreich und der Steiermark. Im Hochofenprozess wird nach wie vor Kohle & Koks sowie Gicht- und Kokereigas eingesetzt. Der Anteil Erneuerbarer beträgt daher nur 96,8 %. Effizienzverbesserungen, bedingt durch den Einsatz von Wärmepumpen, verringern den EEV um 2 TWh (vgl. Status quo). Den stärksten Zuwachs verzeichnen die Biogenen, da sie vor allem als Ersatz für flüssige und gasförmige fossile Brenn- und Kraftstoffe dienen. Durch die partielle Elektrifizierung und die Umstellung fossiler Standmotoren auf elektrische Energie sowie durch den Einsatz von Wärmepumpen für Niedertemperaturanwendungen, steigt auch der Strombedarf. Noch deutlicher ist der Anstieg in der Kategorie Umgebungs(ab)wärme etc. mit 6 TWh durch Wärmepumpen-Anwendungen.

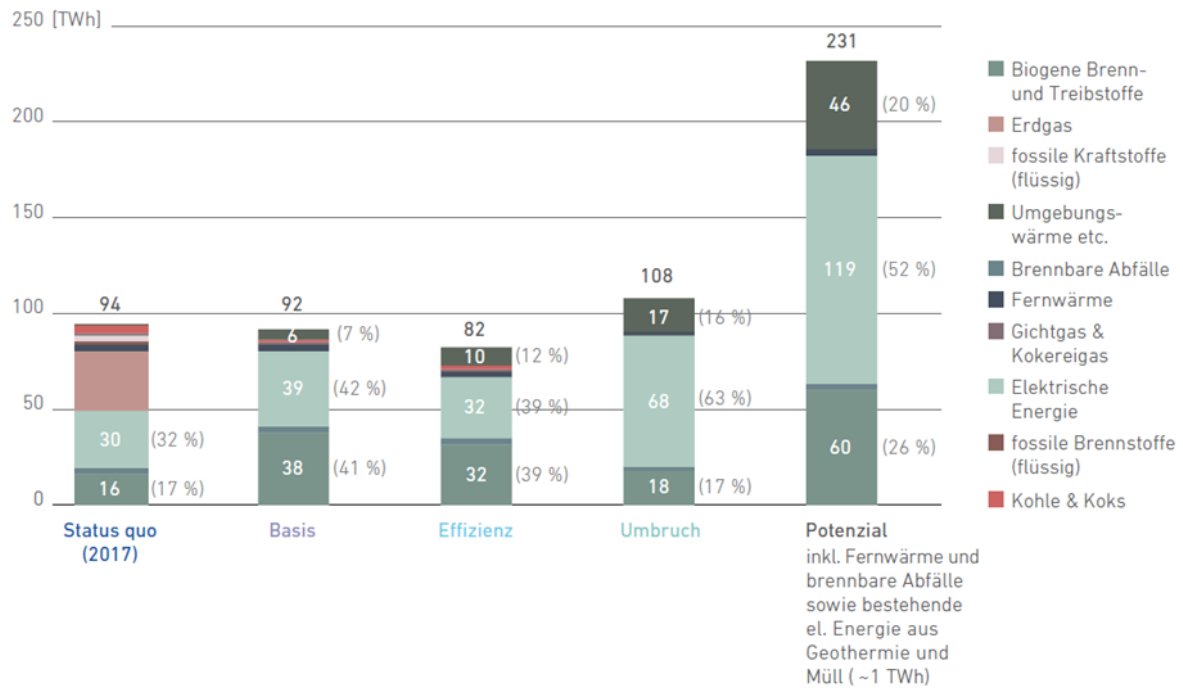


Abbildung 5 – Vergleich: Status Quo - Ergebnisse für die Szenarien - erneuerbare Potenziale in Österreich [2]

Das **Effizienz-Szenario** weist mit 82 TWh den geringsten EEV auf. Dies ist vor allem auf Sverstärkte Effizienzmaßnahmen in den einzelnen Prozessen als auch thermische Sanierungen (Wärmedämmungen etc.) und Wärmerückgewinnungsmaßnahmen zu begründen. Dadurch nimmt die Energienachfrage bei allen Energieträgern, ausgenommen Umgebungswärme (Abwärme), ab im Vergleich zum *Basis*-Szenario. Durch den Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen in den Nutzkategorien *Dampferzeugung* und *Industrieöfen*, insbesondere für Trocknungsanwendungen mit einem Einsatzbereich von bis zu 160 °C, steigt die Nachfrage nach Wärmequellen, was den Anstieg bei Umgebungswärme (Abwärme) auf 10 TWh verursacht. Biogene Brenn- und Treibstoffe sowie elektrische Energie haben einen Anteil von jeweils 32 TWh und decken knapp 80 % des EEV. Nach wie vor benötigt der Sektor Eisen- und Stahlerzeugung fossile Energieträger, die durch leicht verbesserte Prozesseffizienz etwas geringer ausfallen. Da dieser Sektor schon sehr energieeffizient ist, wirken sich die Maßnahmen geringer aus als Verbesserungsmaßnahmen in anderen Sektoren und Nutzkategorien. Daher ergibt sich die Verringerung des Anteils Erneuerbarer auf 96,5 % (Kohle & Koks für Eisen- und Stahlerzeugung sind nach wie vor unberücksichtigt).

Unter dem Aspekt der exergetischen Effizienz erfolgt im **Umbruch-Szenario** ein forcierter Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen, womit auch die Nutzung von Umgebungswärme (Abwärme) auf 17 TWh ansteigt. Dadurch werden vermehrt biogene Brennstoffe für Prozesswärmeanforderungen unter 200 °C substituiert, womit diese exergetisch hochwertige Ressource für Verbrennungsprozesse (Temperaturen von mehreren 100 °C) zur Verfügung steht. Der Bedarf an Biogenen sinkt auf 18 TWh. Prozessanwendungen, die nicht auf diese Weise bedient werden können, werden zunehmend elektrifiziert, sofern sie keine biogenen Brennstoffe erfordern. Im *Umbruch*-Szenario wird von einer vollständigen Versorgung durch erneuerbare Energien ausgegangen und der Hochofenprozess durch einen Technologiewechsel auf Direktreduktion mit Wasserstoff umgestellt. Bedingt durch diese Verfahrensumstellung steigt der Strombedarf auf insgesamt 68 TWh an, was in etwa dem

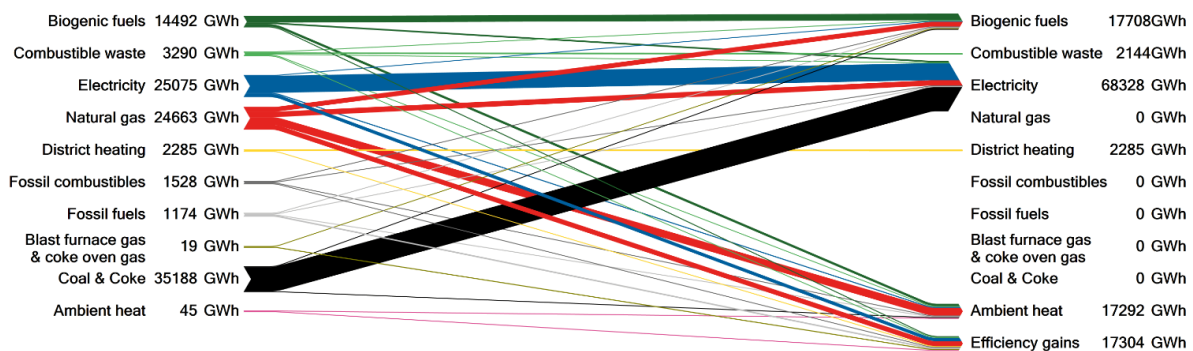


Abbildung 6 - Wechsel von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger der österreichischen Industrie vom Status quo zum Umbruch-Szenario (eigene Darstellung)

gesamtösterreichischen Strombedarf 2017 entspricht. Davon sind alleine 33 TWh der Eisen- und Stahlproduktion (Linz und Donawitz) zuzuordnen. Der EEV ist in diesem Szenario mit 108 TWh am höchsten, da der Energiegehalt des Koks-Einsatzes, der nicht in der Endenergiestatistik aufscheint, nun mitberücksichtigt werden muss. Für diesen Sektor bedeutet das einen radikalen Umbruch, da auch der hohe Eigenversorgungsgrad aufgegeben wird und größere Mengen an Energie fremdbezogen werden müssen.

6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Die Elektrifizierung des Energiesystems auf Basis erneuerbaren Stroms durch Substitution fossiler Energieträger in den Bereichen Industrie, Wärme/Kälte, Verkehr wird bei der Dekarbonisierung eine Schlüsselrolle spielen. Die *IndustRIES* Studie zeigt, dass elektrische Energie der bedeutendste Energieträger ist, insbesondere wenn auch der Eisen- und Stahlsektor umfassend dekarbonisiert wird, um die österreichische Industrie mit erneuerbarer Energie zu versorgen. Die Szenarienergebnisse weisen eine Bandbreite zwischen 32 TWh_{el} (Effizienz) und 68 TWh_{el} (Umbruch) auf. Damit steigt im Umbruch-Szenario die Stromnachfrage der Industrie um mehr als das Doppelte gegenüber dem Status quo (30 TWh).

FTI-politische Handlungsempfehlungen

Technologieentwicklung: Erhöhung der Energieeffizienz in der Industrie

Neben einem massiven Ausbau an erneuerbaren Energien bedarf es auch Anstrengungen im Bereich der Energieeffizienz, um eine Versorgung aller Bereiche mit Erneuerbaren gewährleisten zu können. Die Analysen der Sektoren haben gezeigt, dass Potenzial für Optimierung in Industrieprozessen vorhanden und sektorspezifisch unterschiedlich hoch ist. Beispiele sind Abwärmenutzung in anderen Prozessen oder das Auskoppeln in Wärmenetze. Basistechnologien zur Erhöhung der Effizienz sind u.a. Hochtemperatur-Wärmepumpen und thermische Speicher. Wasserstoff und Biomethan können im zukünftigen industriellen Energiesystem als Energieträger für hochexergetische Prozesse eingesetzt, wobei Wasserstoff auch Basis der stofflichen Dekarbonisierung von Produktionsprozessen darstellt. Österreich ist bei der Entwicklung und Systemintegration derartiger Systeme gut positioniert. Es ist daher anzustreben, Österreich als Frontrunner in diesen Technologien am Weltmarkt zu positionieren und entsprechende Forschungs- und Innovationsvorhaben zu fördern⁴.

⁴ Siehe auch „Leuchtturm 9, Energieforschungsinitiative 1 – Bausteine für die Energiesysteme der Zukunft“ der #mission2030

Großflächige Demonstratoren: Validierung von Technologien und Systemlösungen

Die Transformation des industriellen Energiesystems erfordert die Entwicklung von neuen Basistechnologien (Leistungselektronik, Wärmepumpen, Speicher, Automatisierungstechnik etc.) sowie die Umsetzung neuer Systemlösungen (Planungs- und Betriebsoptimierung von Prozessen, Beteiligung an Energiemärkten, lokale Energiegemeinschaften etc.). Um die Komplexität dieses Transformationsprozesses beherrschen zu können und die Barriere zwischen Lab-scale und Rollout überbrücken zu können, werden großflächige Demonstratoren (z. B. Vorzeigeregionen Energie) benötigt, die sowohl technologischen als auch systemischen Erfahrungs- und Wissensgewinn ermöglichen, wodurch sich das Umsetzungsrisiko für die Industrie wesentlich verringert. Darüber hinaus wird internationale Sichtbarkeit für österreichische Technologien und Produkte geschafft⁵.

7 Referenzen

- [1] STATISTIK AUSTRIA, „Energiebilanzen,“ STATISTIK AUSTRIA – Bundesanstalt Statistik Österreich, 2019. [Online]. Available: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html. [Zugriff am 15 01 2020].
- [2] R. Geyer, S. Knöttner, C. Diendorfer und G. Drexler-Schmid, „IndustRIES - Energieinfrastruktur für 100% Erneuerbare Energie in der Industrie,“ Klima- und Energiefonds (Hrsg.), Wien, 2019.
- [3] STATISTIK AUSTRIA, „Nutzenergieanalyse 2017,“ STATISTIK AUSTRIA – Bundesanstalt Statistik Österreich, 2018. [Online]. Available: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/. [Zugriff am 2020 01 15].
- [4] Umweltbundesamt GmbH, „Treibhausgase,“ [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/>. [Zugriff am 15 01 2020].
- [5] bmnt & bmvit, „#mission2030,“ Wien, 2018.
- [6] Prognos, „Perspektiven der öffentlichen Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung (KWKK) in Österreich,“ Berlin, 2014.
- [7] Austropapier, „Branchenbericht 2016/2017: Papier aus Österreich,“ Wien, 2018.
- [8] R. Grosse, C. Binder, S. Wöll, R. Geyer und S. Robbi, „Long term (2050) projections of techno-economic performance of,“ Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017.
- [9] R. Geyer, *IndustRIES - Energieinfrastruktur für 100 % Erneuerbare Energie in der Industrie*, Wien: Vortrag: Studienpräsentation "Energieinfrastruktur für 100% erneuerbare Energie in der Industrie", 12.09.2019.

⁵ Siehe auch „Leuchtturm 10, Energieforschungsinitiative 2 – Programm Mission Innovation Austria“ der #mission2030