

Inhalt

C.X.6.1.	Ziele der Option.....	2
C.X.6.2.	Hintergrund der Option.....	3
C.X.6.3.	Optionenbeschreibung.....	5
C.X.6.3.1.	Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen	5
C.X.6.3.2.	Erwartete Wirkungsweise	11
C.X.6.3.3.	Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen.....	12
C.X.6.3.4.	Zeithorizont der Wirksamkeit.....	12
C.X.6.3.5.	Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann.....	13
C.X.6.3.6.	Interaktionen mit anderen Optionen	13
C.X.6.3.7.	Offene Forschungsfragen	13
C.X.6.3.8.	Übergeordnete Themen	13
Abbildungsverzeichnis.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Literatur		14
Team, das an dieser Option mitgearbeitet hat.		17

1

2 Erhöhung der Energieeffizienz mit dem Fokus auf die Industrie (Target 3 7.3 – Option 7_02)

4

5 **Abbildungsverzeichnis**

6 **Abb. SDG_7_1:** Energieflussdiagramm Österreich 2019 Quelle: modifiziert übernommen von BMK (2020)

7 3. // **Fig. SDG_7_1:** Energy flow diagram Austria 2019 Source: modified, based on BMK (2020).

8 **Abb. SDG_7_2:** Energieeffizienz in Österreich Quelle: BMK (2020) 4. // **Fig. SDG_7_2:** Energy efficiency in
9 Austria Quelle: BMK (2020).

10 **Abb. SDG_7_3:** Gegenüberstellung Abwärmequelle und Abwärmesenken unterschiedlicher
11 Temperaturniveaus Quelle: Schmitz, (2012)..... 7. // **Fig. SDG_7_3:** Comparison of waste heat source and
12 waste heat sinks of different temperature levels Source: Schmitz, (2012).

13

14 **C.X.6.1. Ziele der Option**

15 Ein verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen ist ein Grundsatz, welcher die Wirtschaftsweise von
16 Unternehmen und die Lebensweise von Individuen prägen sollte. Neben diesem Grundsatz ist es von
17 Bedeutung, dass Effizienzsteigerungen und kontinuierliche Optimierung über die gesamte
18 Wertschöpfungskette stattfinden. Nur wenn dies erreicht wird, kann eine nachhaltige Entwicklung
19 sichergestellt werden. Insbesondere Energie und ihr effizienter Einsatz sind in diesem Zusammenhang
20 entscheidend.

21 Die österreichische Bundesregierung hat sich im Rahmen der *#mission 2030* (Bundesministerium für
22 Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), 2018) und des aktuellen Regierungsprogramms (Republik
23 Österreich, n.d.) die Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2040 zum Ziel gesetzt. Die
24 Primärenergieintensität, d. h. der Primärenergieverbrauch unter Berücksichtigung der Wirtschaftsleistung
25 (Bruttoinlandsprodukt (BIP)), soll kontinuierlich gesenkt werden (minus 25-30 % als Ziel im Jahr 2030
26 gegenüber 2015). Eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs ist somit unabdingbar. In Verbindung
27 damit müssen Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz getroffen werden, dies steht auch im
28 Einklang mit Target 7.3.

29 Einen zentralen Beitrag kann hierbei eine energieeffizienzoptimierte Ausstattung von Industrie und
30 produzierendem Gewerbe leisten (BMVIT & Klima- und Energiefonds, 2019). Damit Prozessoptimierungen
31 und damit Steigerung der Endenergieeffizienz vollständig zur Wirkung kommen können, bedarf es
32 allerdings eines Wandels im gesamten Energiesystem: Zur Steigerung der Energieeffizienz des
33 Gesamtsystems – man spricht in diesem Zusammenhang von der sogenannten Primärenergieeffizienz – ist
34 insbesondere auch eine exergieoptimierte, wirtschaftssektorenübergreifende, kaskadische
35 Energienutzung inklusive der Reduktion von Umwandlungsverlusten notwendig (Moser et al., 2018). Ziel
36 dieser Option ist es, im Einklang mit Option 1 und Option 3, in einem gesamtheitlichen Ansatz darzustellen,
37 welche Adaptionen notwendig sind, um die Primärenergieeffizienz in Österreich zu erhöhen.

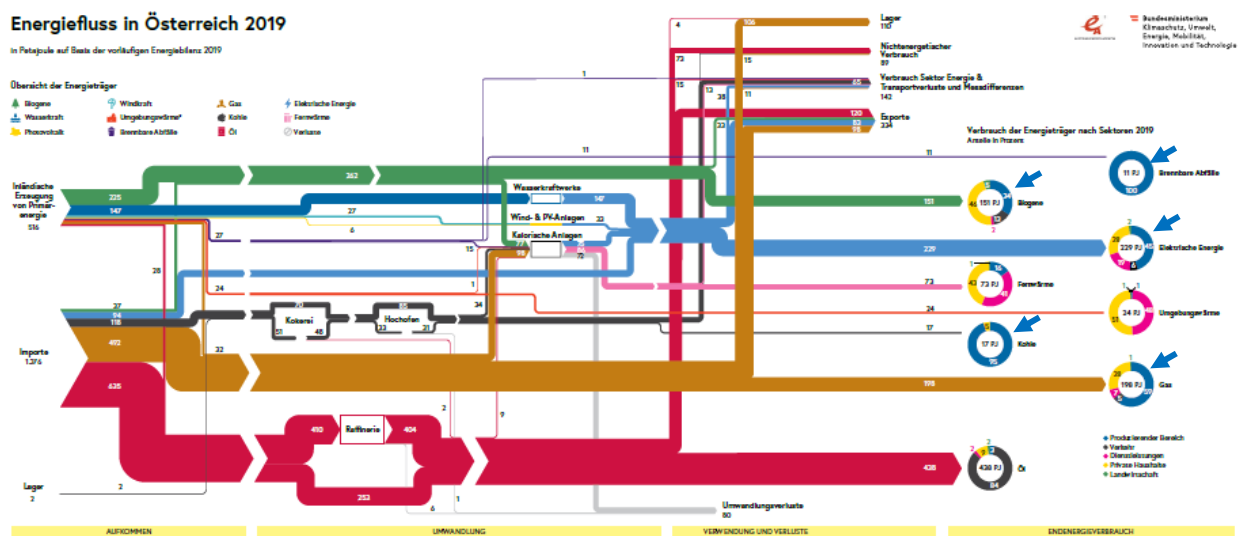
38 C.X.6.2. Hintergrund der Option

39 Der Primärenergieverbrauch in Österreich lag im Jahr 2019 bei rd. 1.362 PJ und war damit in ähnlicher
40 Höhe angesiedelt wie die Jahre davor (2017: 1.386 PJ und 2018: 1.345 PJ). Berechnet wird der
41 Primärenergieverbrauch als Differenz des Bruttoinlandsverbrauchs (2019: 1.451 PJ) abzüglich des
42 nichtenergetischen Verbrauchs (2019: 89 PJ). Der Bruttoinlandsverbrauch ist das Resultat der inländischen
43 Primärenergieerzeugung (2019: 516 PJ) zuzüglich Importe (2019: +1.376 PJ), abzüglich Exporte (-334 PJ)
44 und unter Berücksichtigung der Veränderung der Lagerbestände (2019: -108 PJ) (Bundesministerium
45 Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) 2020).

46 Führt man sich die genannten Zahlen vor Augen, lässt sich eine hohe Abhängigkeit Österreichs von
47 Energieimporten erkennen. Bei über 90 % der Energieimporte handelt es sich um fossile Energieträger
48 (BMK, 2020). Entsprechend ist diese Option nicht als ein alleiniger Lösungsweg für eine nachhaltige
49 Entwicklung anzusehen, sondern stets in Kombination mit den beiden anderen Optionen von SDG 7 –
50 Ausbau von Erneuerbarer Energie (Option 1) und der Energieinfrastruktur (Option 3).

51 In **Abb. SDG_7_1** ist das Energieflussdiagramm von Österreich des Jahres 2019 dargestellt. Bei Betrachtung
52 des Endenergieverbrauchs nach Sektoren zeigt sich, dass insbesondere dem produzierenden Bereich ein
53 erheblicher Anteil zuzuordnen ist (blauer Abschnitt, gekennzeichnet mit Pfeilen).

54
55



56 **Abb. SDG_7_1:** Energieflussdiagramm Österreich 2019 Quelle: modifiziert übernommen von BMK (2020). // **Fig. SDG_7_3:**
57 Energy flow diagram Austria 2019 Source: modified, based on BMK (2020).

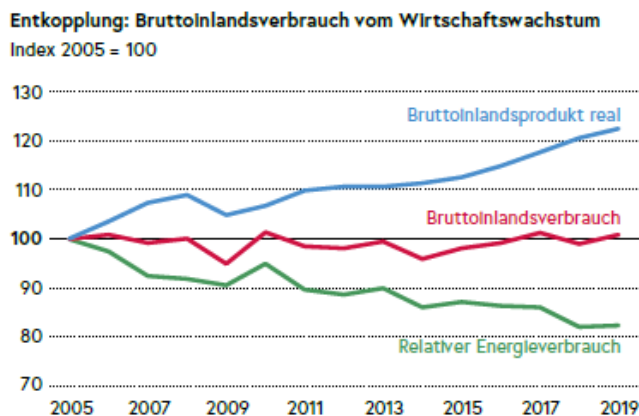
58
59 Die Energieeffizienz in Industrien mit hohem Energieverbrauch spielt eine wichtige Rolle für die
60 nachhaltige Entwicklung eines Landes und dabei insbesondere die Wirtschafts- und Umweltleistung (Li &
61 Tao, 2017). Nach Moser et al. (2018) entfällt ein Anteil von 34 % des gesamten Primärenergieverbrauchs
62 in Österreich auf industrielle Anwendungen. Etwa 70 % davon sind allein der energieintensiven Industrie
63 zuzuordnen und damit den Sektoren Eisen und Stahl, Zement, Papier und Druck, Aluminium sowie

64 chemische und petrochemische Industrie. Es ist somit naheliegend, bezogen auf
65 Energieeffizienzmaßnahmen einen Fokus auf den produzierten Bereich, die Industrie, zu legen.

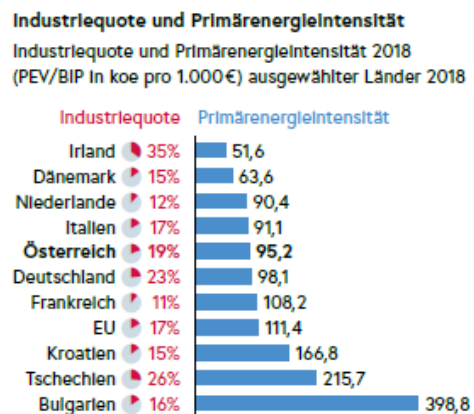
66 Es ist notwendig, den Primärenergieverbrauch zu reduzieren und die Energieeffizienz der produzierenden
67 Industrie zu erhöhen. Dies ist jedoch immer unter der Randbedingung eines gesicherten,
68 wettbewerbsfähigen und damit attraktiven Wirtschaftsstandorts Österreich zu erreichen, weil ansonsten
69 negative Aspekte wie Arbeitsplatzverlust, mangelnde Akzeptanz für klima- und energiepolitische
70 Maßnahmen und *Carbon Leakage* einhergehen.

71 In **Abb. SDG_7_2a** ist die Entwicklung des BIP und des Bruttoinlandsverbrauchs sowie der, bei in
72 Verhältnissetzung dieser beiden Werte, resultierende relative Energieverbrauch dargestellt. Es zeigt sich,
73 dass das BIP seit 2005 nahezu kontinuierlich angestiegen ist, während der Bruttoinlandsverbrauch über
74 selbigen Zeitraum näherungsweise konstant geblieben ist. Entsprechend hat sich der relative
75 Energieverbrauch sukzessive reduziert und die Energieeffizienz erhöht. Die durchschnittliche Veränderung
76 des relativen Energieverbrauchs während des Zeitraums 2005 bis 2019 lag bei -1,4 % jährlich. **Abb.**
77 **SDG_7_2b** zeigt die Primärenergieintensität Österreichs im Vergleich zu anderen Ländern bezogen auf das
78 Jahr 2019. Mit einem Wert von 95,2 (GJ/1000 EUR) ist Österreich besser einzustufen als eine Vielzahl
79 anderer Länder, die durchschnittliche Primärenergieintensität der EU-Mitgliedstaaten liegt bei 111,4
80 (GJ/1000 EUR) (BMNT, 2018). Abgeleitet davon ist anzunehmen, dass eine Entkopplung des
81 Wirtschaftswachstums vom Energieverbrauch möglich ist. Allerdings darf nicht außer Acht gelassen
82 werden, dass ein zunehmender Beitrag von nicht-energieintensiven Sektoren, wie dem tertiären Sektor,
83 an der Wertschöpfung und eine Verlagerung der energieintensiven Produktion ins Ausland, ebenfalls
84 hierfür von Relevanz sein kann. Ziel muss es sein, die oben beschriebene Entkopplung von
85 Wirtschaftswachstum und Energiebedarf so auszugestalten, dass es zu keinem Produktionsabfluss in
86 globale Gegenden mit geringem Energieeffizienzstandards kommt, da dadurch insgesamt keine
87 Verbesserung des Ressourcen- und Energieeinsatzes erreicht werden würde.

a)



b)



88 **Abb. SDG_7_2:** Energieeffizienz in Österreich Quelle: BMK (2020). // **Fig. SDG_7_4:** Energy efficiency in Austria Quelle: BMK
89 (2020).

90 C.X.6.3. Optionenbeschreibung

91

92 C.X.6.3.1. Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. 93 Maßnahmenkombinationen

94

95 Die Erhöhung der Energieeffizienz in allen Umwandlungsschritten/Nutzungsstufen ist notwendig, um den
96 Primärenergieverbrauch zu reduzieren. Eine Steigerung der Energieeffizienz ist verbunden mit der
97 Entwicklung und dem Einsatz neuer Technologien, der Verbesserung und Kopplung bestehender Prozesse
98 sowie Reduktion ungenutzter Energieströme.

99 Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass technologische Innovationen zu *Rebound*-Effekten führen können.
100 Beim direkten *Rebound*-Effekt ist die Verbesserung der Energieeffizienz damit verbunden, dass der
101 implizite Energiepreis (Preis pro Nutzung) sinkt. Dies führt bei normalen Gütern zu einer höheren
102 Nachfrage und kann zu einem höheren Gesamtverbrauch führen. Es gibt allerdings auch sekundäre oder
103 indirekte Auswirkungen, da Verbraucher_innen möglicherweise mehr Produkte kaufen und/oder größere,
104 leistungsstärkere und funktionsreichere Modelle wählen (Herring & Roy 2007). Von zentraler Bedeutung
105 in diesem Zusammenhang ist ein verantwortungsvoller Konsum (SDG 12) und Bewusstseinsbildung
106 (SDG 4).

107 Anzumerken ist, dass die obigen Erläuterungen zum *Rebound*-Effekt im erheblichen Ausmaß für das
108 Verhalten von Endkonsument_innen gelten. Gerstlberger, Knudsen, Dachs und Schröter (2016) kamen in
109 ihrer Studie über europäische Fertigungsunternehmen zum Ergebnis, dass Produkt- und
110 Prozessinnovationen einen positiven Einfluss auf die Einführung von Energieeffizienztechnologien haben
111 und es einen positiven Zusammenhang zwischen tatsächlichen Energieeinsparungen und Übernahme
112 solcher neuen Technologien gibt. Jedoch gilt es zu beachten, dass solche Unternehmen im Vergleich zu
113 anderen Unternehmen eine bestimmte überdurchschnittliche Anzahl von Energieeffizienztechnologien
114 einsetzen, damit dieser Effekt eintritt. In selbiger Weise wie Endkonsument_innen ohne begleitende
115 bewusstseinsbildende Maßnahmen in *Rebound*-Effekte ableiten können, sind auch Unternehmen nicht
116 davor gefeit. Der Einsatz einzelner energieeffizienter Technologien bei Unternehmen bedeutet somit
117 nicht zwangsläufig, dass deren Energieverbrauch nachhaltig reduziert wird.

118 Wie eingangs erwähnt, entfällt ein erheblicher Anteil des Primärenergieverbrauchs in Österreich auf
119 energieintensive Sektoren der Industrie, in welcher sich vielfach Unternehmen mit verhältnismäßig
120 hohen Beschäftigtenzahlen wiederfinden (Wirtschaftskammer Österreich (WKO) 2017). Somit ist es
121 zielführend, dass Großunternehmen entsprechend der technologischen Entwicklung weiterhin und
122 weiterführende maßgeschneiderte Effizienzmaßnahmen erarbeiten und implementieren. Jedoch sollte
123 keineswegs für die Steigerung der Energieeffizienz der Fokus alleinig nur auf große Unternehmen der
124 Industrie gelegt werden. Das verarbeitende Gewerbe kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) ist ein
125 ebenso vielversprechendes Feld, da KMU im Vergleich heute im Schnitt weniger energieeffizient sind als
126 größere Unternehmen (Trianni, Cagno & Worrell, 2013). 99,6 % der österreichischen Unternehmen sind
127 laut dem Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) (2020) ohnehin als
128 KMU einzustufen und für 60 % der Umsätze, Bruttowertschöpfung und Investitionen der Wirtschaft
129 verantwortlich. Für KMU müssen strukturelle Rahmenbedingungen (Gesetze, verbindliche Standards,

130 Förderungen, ...) geschaffen werden, die es erlauben und erleichtern, einen energieeffizienten Betrieb zu
131 führen bzw. auf solche umzustellen.

132 Innovationen sind für Energieeffizienzsteigerungen unabdingbar. Forschung und Entwicklung (F&E) nimmt
133 in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. F&E-Anreizsysteme zu schaffen, welche die
134 Innovationsfähigkeit und Innovationskraft der österreichischen Unternehmen verstärken, stellt somit eine
135 zentrale Maßnahme in dieser Option dar. Insbesondere ist die Übertragung von Forschungsergebnissen in
136 die großtechnische Umsetzung zu forcieren.

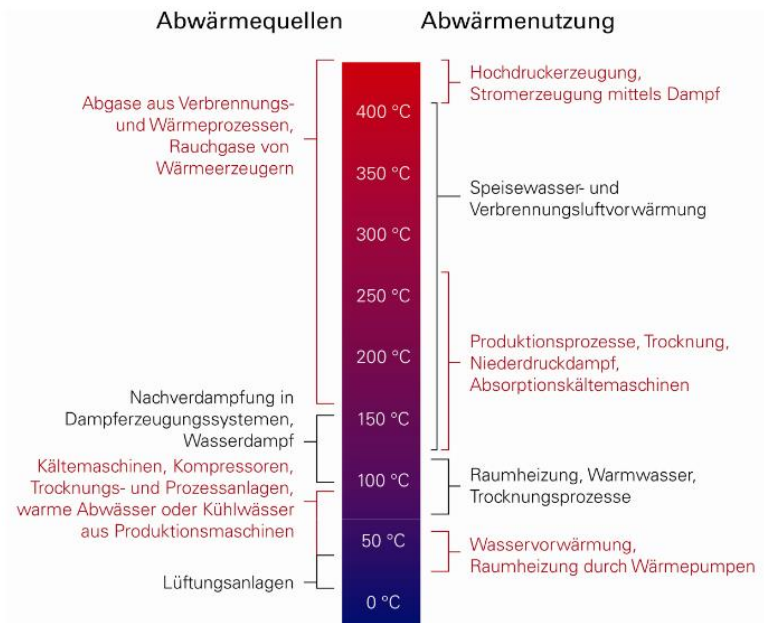
137 In Hinblick auf die Forschung muss ein Fokus auf die Weiterentwicklung, Neuentwicklung und Einführung
138 neuer, primärenergieeffizienter Prozess- und Energiesystemtechnologien gelegt werden. Insbesondere
139 sind letztere wesentlich, um eine Anpassung auf das zukünftig verstärkt fluktuierende Energieangebot zu
140 gewährleisten, welches mit dem Ausbau der erneuerbaren Energie einhergeht (siehe Option 1). Ebenso
141 bedarf es ausreichender Kapazitäten für sektorenübergreifende Energiespeicherung. In Hinblick auf
142 Energieeffizienzmaßnahmen ist es aufgrund obiger Erklärungen somit nicht ausreichend, den spezifischen
143 Verbrauch von einzelnen Prozessen allein zu betrachten. Eine primärenergieeffiziente, sinnvolle
144 kaskadische Nutzung von erneuerbaren Technologien und Sektorkopplung ist unabdingbar (Wietschel et
145 al., 2018; Moser et al., 2017).

146 Im Zuge einer exergiegerechten¹, kaskadischen Energienutzung gilt es, hochexergetische Energieträger für
147 hochexergetische Bedarfe heranzuziehen. In diesem Sinne soll etwa bei der Nutzung von Abwärme
148 Hochtemperaturabwärme für industrielle Prozesse und niederexergetische Abwärme für Nutzungszwecke
149 mit niedrigen Temperaturniveau herangezogen werden (Moser et al., 2017, Schmitz, 2012).

150 **Abb. SDG_7_ 3** illustriert übliche Temperaturniveaus von unterschiedlichen Abwärmequellen und
151 Abwärmesenken (Abwärmennutzung). Das reduzierte technische Abwärmepotential der Industrie in
152 Österreich, welches für eine externe Nutzung eingesetzt werden könnte, liegt im Bereich von etwa
153 6 TWh/a und befindet sich zu rund 85 % auf Niedertemperaturniveau (< 35 °C) (Schmidt et al., 2018).

154

¹ Energie lässt sich in zwei Anteile aufteilen: Exergie und Anergie. Unter Exergie wird jener Energieanteil verstanden, welcher ohne Einschränkungen bei einem bestimmten thermodynamischen Umgebungszustand in jede andere Form von Energie umgewandelt werden kann. Anergie entspricht jenem Energieanteil, der nicht Exergie ist (Herwig & Wenterodt 2012).



155

156 **Abb. SDG_7_3:** Gegenüberstellung Abwärmequellen und Abwärmesenken unterschiedlicher Temperaturniveaus Quelle:
 157 Schmitz, (2012). // **Fig. SDG_7_5:** Comparison of waste heat source and waste heat sinks of different temperature levels Source:
 158 Schmitz, (2012).

159

160 Wie bereits unterschiedlich aufgezeigt (Schmidt et al., 2018), bedarf es insbesondere einer
 161 gesamtheitlichen Wärmeversorgungsstrategie (Konzept für optimale Kombination von Erzeuger_innen in
 162 Wärmenetz), Sektorkopplung, Hybridnetze, neue Geschäftsmodelle, Digitalisierung und neue
 163 Tarifsysteime, um die ungenutzten Abwärmequellen in das Energiesystem zu integrieren und damit einen
 164 wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Primärenergiebedarfs und Steigerung der Energieeffizienz zu
 165 leisten.

166 Allerdings erscheint eine kaskadische Nutzung nicht nur für Energie im engeren Sinne als notwendig,
 167 sondern auch vorgelagert bei der stofflichen Nutzung zweckmäßig. Dies wird nachfolgend am Beispiel von
 168 Bioenergie erläutert.

169 Biogene, nachwachsende Ressourcen sind nicht unbegrenzt verfügbar, daher ist es notwendig, diese
 170 einer ressourceneffizienten Nutzung zu unterziehen (Steffl, Kisser, Reinberg & Sajtos, 2018; Gärtner,
 171 Hienz, Keller & Müller-Lindenlauf, 2013). Für die kaskadische Nutzung sprechen
 172 Nutzungskonkurrenzgründe (Arnold et al., 2009). Auf Grund dessen soll Biomasse so lange, häufig und
 173 effizient als nur möglich genutzt werden, am Anfang stofflich und erst am Ende des Produktlebenszyklus
 174 energetisch (Fehrenbach et al., 2017; Böhmer, Gössl, Krutzler & Pölz, 2014). Relevant für die
 175 Bioenergiebereitstellung ist somit insbesondere der Einsatz von organischen Reststoffen.

176 Bei einer rein energetischen Betrachtung wird der Fokus auf die quantitativen Verluste gelegt. Außer
 177 Acht gelassen wird dabei die optimale Ausnutzung der vorhandenen Energie im Sinne der Qualität –
 178 Exergie. Bei der Verbrennung von Biomasse wird Wärme erzeugt und damit eine Energieform niedriger
 179 Qualität/geringer Exergiegehalt. Wenn auch der energetische Wirkungsgrad bei der thermischen

180 Verwertung von Biomasse hoch ist, ist der Exergiegehalt verhältnismäßig gering (Lindner, Bachhiesl &
181 Stigler, 2014; Costa, Tarelho, Sobrinho, 2019). Grundlegend hierfür ist, dass der Exergie-Anteil bei Wärme
182 begründet durch den thermodynamischen Wirkungsgrad begrenzt ist, wohingegen etwa Strom gänzlich
183 aus Exergie besteht (Prytula, 2011).

184 Der exergetische Wirkungsgrad bei der thermischen Nutzung ist somit im Vergleich zur elektrischen oder
185 mechanischen Nutzung am geringsten (Kranzl, Müller & Kalt, 2010; Lindner et al., 2014). Infolgedessen
186 soll die alleinige thermische Nutzung von Biomasse vermieden werden, da diese für Umwandlung in eine
187 Form höherer Energiequalität, wie etwa Elektrizität oder Methan, genutzt werden soll (Lindner et al.,
188 2014). Im Vergleich zur Verbrennung von Biomasse in einem Heizwerk ist folglich die Verwertung dieser
189 im Rahmen einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) unter dem Gesichtspunkt Exergie deutlich zweckmäßiger
190 (Lindner et al., 2014, Kranzl et al., 2012). Allerdings gilt es zu beachten, dass KWK-Anlagen mit Biomasse
191 befeuert, aber auch mit Biogas oder Gas aus *Power-to-Gas* zwar einen hohen Beitrag zur
192 Versorgungssicherheit leisten können, jedoch oft mit einer zu geringen Anzahl an Volllaststunden für
193 einen wirtschaftlichen Betrieb verbunden sind (Moser et al., 2017). Generell ist anzumerken, dass
194 erneuerbares Gas aus *Power-to-Gas* für die Transformation im Energiesystem und insbesondere auch für
195 die Industrie notwendig und von Bedeutung sein wird, jedoch die damit verbundenen
196 Umwandlungsprozesse eine geringe Effizienz aufweisen. Neben den Einzeltechnologien kann auch die
197 Prozesssteuerung zur Effizienzsteigerung beitragen, z. B. durch Prozessoptimierungen etwa mit Hilfe
198 eines digitalen Zwillings oder eine genaue Abstimmung zwischen verschiedenen Prozessschritten.

199 Der Ausbau von Erneuerbaren geht mit einem fluktuierenden Energieaufkommen (Tag/Nacht und
200 saisonale Schwankungen) einher. Im Zuge dessen ist es notwendig Flexibilisierungsoptionen einzusetzen.
201 Von Bedeutung sind hierbei einerseits die Speicherung von Energie (siehe Option 3) aber auch
202 Prozessumstellungen. Unter Prozessumstellungen wird die Adaption und Optimierung bestehender als
203 auch die Entwicklung neuer, innovativer Industrieprozesse mit dem Ziel der Nutzung erneuerbarer
204 Energien und die Integration in das gesamte Energiesystem verstanden. Von Bedeutung sind im Rahmen
205 der Prozess-Elektrifizierung Flexibilitätsoptionen, wie etwa *Demand Response*. Ebenso soll ein Fokus auf
206 Prozesstechnologien, welche sich zur Versorgung mit Niedertemperaturwärme bzw. fluktuierende
207 niederenergetische Erneuerbare besser eignen, gelegt werden (Moser et al., 2017).

208 Um eine Adaption in der Industrie voranzutreiben, ist es notwendig, dieser eine Investitionssicherheit zu
209 geben. In diesem Sinne ist es für Unternehmen von zentraler Bedeutung, welche Rahmenbedingungen
210 durch den Staat geschaffen werden und dass solche politischen Entscheidungen bzw. Vorgaben klar und
211 langfristig ausgerichtet sind. Die Unternehmen müssen wissen, was sie erwartet und in welche Richtung
212 eine Prozessentwicklung bzw. -adaption notwendig ist, um entsprechend ihre Forschungs- und
213 Entwicklungstätigkeiten anzupassen zu können (Moser et al., 2017).

214 Eine integrierte Energieraumplanung sowie Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) nehmen
215 ebenso eine Schlüsselrolle bei der Erhöhung der Energieeffizienz ein. Von grundlegender Bedeutung ist
216 eine bessere Nutzung von vorhandener (Ab)-Wärme für Wohn- und Nichtwohngebäude. Dies ist mit
217 einer überregionalen, verschränkten Energie- und Raumplanung verbunden. Von Bedeutung ist dabei die
218 Erstellung von Wärmekatastern. Bei Betriebsansiedelungen sollen etwa bereits lokale Energiepotentiale
219 und Potentiale zur Abwärmenutzung Berücksichtigung finden, dies bedarf einer umfangreichen
220 Standortpolitik und -strategie (Schneider, Spitzer, Omann & Stocker, 2012; Moser et al., 2017). Bspw.

221 Abwärme sollte nach wirtschaftlicher Abwägung (unter Beachtung volkswirtschaftlicher, externer
222 Effekte) in das Wärmenetz eingespeist werden.

223 Ebenso ist stets auf eine energieeffiziente Bauweise zu achten, dies gilt für sämtliche
224 Gebäudekategorien. In diesem Zusammenhang sollen hohe Qualitätskriterien im Neubau sowohl für
225 Wohn- als auch Nichtwohngebäuden festgelegt werden. Entsprechend verschärfte Rahmenbedingungen
226 sollen in den Bauordnungen aufgenommen werden (Schneider et al., 2012). Maßnahmen zur Erhöhung
227 der Sanierungsraten bei Bestandsgebäude erscheinen jedenfalls als äußerst bedeutend. Eine Auswertung
228 der Energieausweise von Wohngebäuden im Bundesland Salzburg zeigt, dass sich der Heizwärmebedarf
229 im Zuge der Sanierung im Durchschnitt halbiert hat (Prieler, Leeb & Reiter, 2017). Eine Umschichtung von
230 Wohnbaufördermitteln vom Neubau hin zur Sanierung wäre nach Schneider et al. (2012) eine
231 zweckmäßige Maßnahme, um die Sanierungsaktivitäten zu erhöhen, welche zu hohen
232 Energieeinsparungen mit verhältnismäßig geringen Mehrkosten führen würde. Im Allgemeinen erscheint
233 auch eine Vereinheitlichung der Wohnbauförderung zwischen den Bundesländern als sinnvoll. Ebenso
234 gilt es die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern in effizienter Weise für die Warmwasserbereitung
235 und für Heizzwecke zu forcieren.

236 IKT ist für eine intelligente und vernetzte Integration von *Demand-Response*-fähigen Anlagen und
237 dezentralen, volatilen Erzeugungsanlagen notwendig. Nur mittels IKT kann eine Optimierung und
238 Einbindung in das Gesamtenergiesystem in effizienter Weise erfolgen, z. B. durch Modellierung von
239 Systemen und Einzelkomponenten zum Zweck von Planung, Betrieb, Instandhaltung und
240 Dekarbonisierung. Allerdings bedarf es neben einer IKT-basierenden Vernetzung auch eine entsprechende
241 Regulierung und Standardisierung. Es muss ein Rahmen und Anreize geschaffen werden, dass die Industrie
242 einen Beitrag zum Ausgleich der fluktuierenden erneuerbaren Elektrizitätserzeugung leisten kann und will.
243 Hierzu ist es bspw. notwendig, dass die Leistungsverrechnung angepasst wird und damit für die Industrie
244 ein Anreiz geschaffen wird, auf Marktsignale (Börsenpreise) und Netzbedürfnisse (Engpässe, Frequenz-
245 und Spannungshaltung) zu reagieren. In diesem Sinne ist es holistisch betrachtet notwendig, das
246 Energiemarktdesign zu adaptieren. Alleinig einen Fokus auf elektrische Energie zu legen, ist jedoch zu kurz
247 gegriffen, es geht stets um das effektive Zusammenspiel eines hybriden Strom-, Gas- und Wärmenetzes
248 (Moser et al., 2017).

249 IKT spielen allerdings nicht nur im übergeordneten Kontext, sondern innerhalb der einzelnen
250 Unternehmen eine entscheidende Rolle zur Steigerung der Energieeffizienz. Durch
251 Digitalisierungsmaßnahmen lassen sich sowohl Produktivität und Flexibilität industrieller Prozesse
252 erhöhen und in weiterer Folge neben Kostenreduktionen auch Energieeinsparungen und
253 Energieeffizienzsteigerungen erzielen (Hofmann et al., 2020). Beispiele hierfür sind *predictive*
254 *maintenance*, *demand forecasting* und Betriebsoptimierungen anhand eines digitalen Zwillings.
255 Aus unternehmerischer Perspektive ist das Thema Energieeffizienz ohnehin nicht vernachlässigbar. Durch
256 das Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG) müssen Unternehmen in Österreich in Abhängigkeit ihrer Größe
257 ohnehin Maßnahmen zum Thema Energieeffizienz treffen. Entsprechend EEffG §9 (2) müssen große
258 Unternehmen entweder wiederkehrend externe Energieaudits durchführen oder ein zertifiziertes
259 Energiemanagement- oder Umweltmanagementsystem implementiert haben und aufrechterhalten. Für
260 KMU gibt es deutliche Erleichterungen, diese „können nach Möglichkeit: eine Energieberatung
261 durchführen und die Durchführung einer Energieberatung in regelmäßigen Abständen, zumindest alle vier

262 Jahre, wiederholen; 2. deren Durchführung und Ergebnisse dokumentieren; 3. die Durchführung der
263 Energieberatung, deren Inhalte und gewonnenen Erkenntnisse der nationalen Energieeffizienz-
264 Monitoringstelle melden lassen“ EEEffG §9 (3). Doch auch im Zuge der freiwilligen, jedoch vielfach vom
265 Markt geforderten Übernahme sozialer Verantwortung (*Corporate Social Responsibility* (CSR)) ist
266 Unternehmen geboten, umwelt- und energiebewusster zu agieren und damit verbunden, die
267 Energieeffizienz zu erhöhen (Hellmann, Nehm & Grimm, 2017).

268 Dass diverse innerbetriebliche Energieeffizienzmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt der
269 Wirtschaftlichkeit vielfach sinnvoll sein würden, steht außer Frage. Dennoch werden solche Maßnahmen
270 nicht immer getroffen, da der Entscheidungsprozess durch strukturelle, ökonomische und
271 sozialpsychologisch begründete Hemmnisse blockiert ist. Hauptgründe sind in diesem Zusammenhang
272 meist fehlende Motivation, Akzeptanz und Information. Nicht vergessen werden darf auch, dass
273 Investitionsentscheidungen in der Regel auf Grund von Amortisationsrechnungen getroffen werden und
274 Investitionen für unterschiedliche Bereiche untereinander um begrenzte Mittel konkurrieren (Blesl &
275 Kessler, 2013). Unternehmen sollten entsprechend das Thema Energieeffizienz strategisch mitaufnehmen
276 und die Belegschaft dahingehend sensibilisieren (König, Löbbe, Büttner & Schneider, 2019). Derzeit findet
277 sich vielfach eine große Divergenz zwischen tatsächlichen und optimalen Energiebedarf, ein sogenanntes
278 *Energy-efficiency-Gap* (Jaffe & Stavins, 1994).

279 Entscheidungen werden auch im unternehmerischen Kontext letztlich immer vom Menschen mit seinem
280 individuellen Weltbild und seiner Werthaltung getroffen. Entsprechend spielen Bewusstseinsbildung und
281 Maßnahmen zur Motivation eine entscheidende Rolle. Eine Verschärfung von Vorgaben für Industrie und
282 Gewerbe zur Steigerung der Energieeffizienz stellt eine mögliche Maßnahme dar, um Änderung zu
283 initiieren. Dennoch ist davon auszugehen, dass dies auf Widerstand stoßen wird. In einem globalisierten
284 Markt, welchen wir heute vorfinden, stellt sich generell die Frage, inwieweit weitere künstliche Barrieren
285 an einzelnen Orten erzeugt werden sollen. Effektiv erscheint, ein Anreizsystem zu erschaffen, welches von
286 der Politik langfristig getragen wird. Klare Vorgaben und Informationen bilden für Unternehmen eine
287 Grundlage für ihre strategische Ausrichtung und geben Investitions- und Marktsicherheit. Die
288 Eindämmung rechtlicher Barrieren und Implementierung bzw. Aufrechterhaltung von
289 Förderinstrumenten, insbesondere im Zusammenhang mit Forschung und Entwicklung, können
290 Motivatoren darstellen und eine Veränderung zugunsten Innovationen im Bereich der Energieeffizienz zu
291 schaffen. Welche Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen zum Initiieren des Wandels seitens der
292 Politik auch immer getroffen werden mögen, eine holistische Denkweise ist unabdingbar. Die COVID-19-
293 Pandemie hat den Energiesektor wie natürlich auch viele andere Wirtschaftsbereiche stark betroffen. Jetzt
294 ist es daran, dies als Chance für die Transformation im Energiesystem und für eine nachhaltige Entwicklung
295 zu nutzen. Investitionen in erneuerbare Energie, Energieeffizienz und Infrastruktur sind nicht nur zentrale
296 Schritte in Richtung Dekarbonisierung, sondern auch für die Ökonomie – sie fördern Wirtschaftswachstum
297 und schaffen Arbeitsplätze. Entsprechend ist es nun sinnvoll, dass die öffentliche Hand einerseits direkt in
298 diesem Bereich investiert, aber auch andererseits indirekt unterstützt, bspw. mittels Schaffung von
299 Anreizen durch Förderungen, um privates Kapital zu mobilisieren.

300 Von Bedeutung ist, dass Investitionen im Bereich Energieeffizienz und der Ausbau von erneuerbarer
301 Energie auch in wachstumsschwachen Zeiten ermöglicht wird. Subventionen, die einen fossilen
302 Energieverbrauch begünstigen, sollen gänzlich eingestellt werden (Schneider et al., 2012).

303

304 Zusammenfassend erscheinen folgende Elemente für die Erhöhung der Energieeffizienz von zentraler
305 Bedeutung:

- 306 • Entwicklung und Einsatz neuerer Technologien sowie Verbesserung bestehender Prozesse und
307 energieeffiziente Ausstattung von Industrie und produzierendem Gewerbe;
- 308 • kontinuierliche Optimierung über die gesamte Wertschöpfungskette anstatt Einzelmaßnahmen
309 zur Steigerung der Energieeffizienz und exergieoptimierte, wirtschaftssektorenübergreifende,
310 kaskadische Energienutzung;
- 311 • Reduktion ungenutzter Energieströme;
- 312 • verantwortungsvoller Konsum und Einsatz von Energie;
- 313 • gesetzliche Rahmenbedingungen für Unternehmen schaffen, damit diesen erleichtert wird, einen
314 energieeffizienten Betrieb zu führen bzw. zu implementieren und damit Investitionssicherheit für
315 Unternehmen erhöhen durch klare, langfristig ausgerichtete Vorgaben der Politik;
- 316 • F&E Anreizsystem schaffen, welches die Innovationsfähigkeit und -kraft österreichischer
317 Unternehmen verstärkt, derzeitiges Fördervolumen erhöhen;
- 318 • überregional verschränkte Energie- und Raumplanung;
- 319 • Standortpolitik und -strategie, welche lokale Energiepotentiale und Potentiale zur
320 Abwärmenutzung berücksichtigt;
- 321 • energieeffizientere Bauweise für sämtliche Gebäudekategorien verankert in den Bauordnungen
322 sowie Sanierungsquote erhöhen;
- 323 • Digitalisierung, IKT, neue Geschäftsmodelle und Tarifsysteme forcieren und damit die
324 Produktivität und Flexibilität industrieller Prozesse;
- 325 • Bewusstseinsbildung in Unternehmen forcieren – Energieeffizienz als strategisches Element und
326 Sensibilisierung der Belegschaft;
- 327 • direkte Investitionen im Bereich Energieeffizienz durch die öffentliche Hand und indirekt durch
328 Schaffung von Anreizen zur Mobilisierung des privaten Kapitals.

329

330 **C.X.6.3.2. Erwartete Wirkungsweise**

331

332 Die SDG 7-Gruppe verfolgt das Ziel, einen holistischen Ansatz zur Transformation des Energiesystems
333 einzuschlagen. Die Option „*Erhöhung der Energieeffizienz mit dem Fokus auf die Industrie*“ zielt dabei auf
334 eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz ab. Eine direkte
335 Messung der Wirkung der Option wird dann möglich, wenn Maßnahmen gesetzt werden, die zu
336 Energieverbrauchsreduktionen führen. Je umfangreicher politische Maßnahmen in diesem
337 Zusammenhang gesetzt werden, desto größere Auswirkungen werden festgestellt werden. Denkbar wäre,
338 die Auswirkungen ausschließlich im Bereich Prozessoptimierung und gesetzte
339 Energieeffizienzmaßnahmen zu messen, allerdings wäre dies bei Weitem zu kurz gegriffen. Grund hierfür
340 ist, dass es eben nicht nur um die Bemühungen eines einzelnen Unternehmens oder einer Branche geht,
341 sondern um die Veränderung im gesamten Energiesystem.

342 Mit Blick auf die Industrie steht die Steigerung der Energieeffizienz im Vordergrund. Es kann durchaus
343 erwartet werden, dass eine konkurrenzfähigere Industrie trotz einer ausgeweiteten Produktion mit
344 weniger Primärenergieverbrauch erreicht werden kann. Durch die Einbettung in eine integrierte Strategie
345 für das Energiesystem kann jedoch in Kombination mit Bioökonomie und kaskadischen Nutzungen von
346 Energie eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs erwartet werden. Dazu wird ein gemeinsamer
347 Steuerungs- und Ordnungsrahmen für die Entwicklung einer Standortstrategie mit Blick auf erneuerbaren
348 Energiepotenzialen und Abwärme, Infrastrukturplanung und Raumplanung notwendig sein. Die
349 Verbrauchsreduktion wird somit in anderen Sektoren (Raumwärme) zu erwarten sein. Die
350 Schaffung/Entwicklung von Standorten, die an den Anforderungen von Sektorkopplung, kaskadischer
351 Energienutzung und erneuerbaren Energiepotenzialen ausgerichtet sind, kann enorme Standortvorteile
352 bringen und die Finanzierbarkeit der Energiewende unterstützen. Dazu notwendig ist eine gemeinsame
353 Betrachtung der Energieinfrastruktur (Strom-, Wärme- und Gasnetz) sowie das Wissen und die
354 Technologie zu Quellen und Senken im Energiesystem und deren Zusammenhänge. Für die Zielerreichung
355 von SDG 7 wird es von zentraler Bedeutung sein, wie Energie künftig erzeugt, gespeichert, umgewandelt
356 und genutzt werden wird. Es muss klar hervorgehoben werden, dass die „Erhöhung der Energieeffizienz
357 mit dem Fokus auf die Industrie“ keine Einzeloption per se darstellt, sondern sich nur in Symbiose mit
358 Option 1 (Ausbau Erneuerbarer Energie) und Option 3 (Energieinfrastruktur) entfalten kann.

359

360 C.X.6.3.3. Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen

361

362 Die Themen Reduktion des Primärenergieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz sind nicht
363 neuartig und wurden bereits vielfach in der Forschung beleuchtet. Die Politik hat sich bereits mit diesen
364 Herausforderungen in vielfacher Weise beschäftigt und dazu einen rechtlichen Rahmen und
365 Förderinstrumente geschaffen. Auch auf Unternehmensebene findet man eine Vielzahl an Aktivitäten, die
366 mit dem Ziel der Steigerung der Energieeffizienz verbunden sind. Da bei dieser Option eine
367 gesamtheitliche, bereichsübergreifende Betrachtung in den Fokus gerückt wurde, wäre eine Auflistung
368 einzelner Beispiele zu kurz gegriffen. Die Bedeutung lässt sich allerdings sehr gut bei Betrachtung des
369 Berichts über die Energieforschungsausgaben aus öffentlicher Hand in Österreich erahnen. Laut Indiger
370 und Katzenschlager (2020) waren im Jahr 2019 rund 74,9 Mio. Euro (50,2 %) der
371 Energieforschungsausgaben in Österreich im Themenkomplex ‚Energieeffizienz‘ angesiedelt und davon
372 14,0 Mio. Euro in der Subkategorie ‚Energieeffizienz in der Industrie‘. Das derzeitige Fördervolumen ist
373 allerdings nicht ausreichend und die Mittel für Energieforschung und Innovation müssen dem nationalen
374 Energie- und Klimaplan (BMNT, 2019) entsprechend angehoben werden.

375

376 C.X.6.3.4. Zeithorizont der Wirksamkeit

377

378 Die Veränderung des Systems hin zu einer exergieoptimierten, wirtschaftssektorenübergreifenden und
379 kaskadischen Energienutzung ist keineswegs von heute auf morgen möglich. Dennoch können, sobald die
380 entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen, Barrieren abgebaut und eine Motivation zum Wandel

381 geschaffen wurde, erste Veränderungen wahrgenommen werden. Jedoch ist generell davon auszugehen,
382 dass die Wirksamkeit und Wirkungsweise mit zeitlichem Verzug eintreten und sich über einen langen
383 Zeithorizont erstrecken wird.

384

385 **C.X.6.3.5. Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden** 386 **kann**

387

388 Es ist keine Option im Rahmen des *UniNEtZ*-Projektes bekannt, welche exakt dasselbe Ziel verfolgt.
389 Allerdings finden sich Optionen, welche im engen Zusammenhang hierzu stehen. Setzt man die
390 Eindämmung des Primärenergieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz im Allgemeinen in den
391 Mittelpunkt, finden sich Optionen und Lösungsansätze, welche dies in Bezug auf Verkehr, Gebäude und
392 Produkte thematisieren. Bspw. steht Kreislaufwirtschaft (*Circular Economy*) und Suffizienzstrategien,
393 behandelt im Rahmen von SDG 12, in einem engen Zusammenhang zum Primärenergieverbrauch bzw. zur
394 Gesamtenergieeffizienz. Der zentrale Unterschied zu anderen Optionen ist, dass in dieser Option der
395 Sektor Industrie und das Energiesystem in den Fokus gerückt werden.

396

397 **C.X.6.3.6. Interaktionen mit anderen Optionen**

398

399 Eine Interaktion mit den weiteren Optionen von SDG 7, als auch mit Optionen anderer SDGs, ist jedenfalls
400 gegeben. Ohne auf jede interagierende Option im Detail einzugehen, sollen hier nur exemplarisch einige
401 Aspekte aufgegriffen werden. Beim Einsatz begrenzter Ressourcen (z. B. Finanzmittel in Unternehmen,
402 Investitionen seitens des Staates oder Fördergelder) kommt es stets zu einer Konkurrenzsituation. Ebenso
403 sind unterschiedliche technologische Entwicklungen auf unterschiedliche Ziele ausgerichtet. Technologien
404 und Innovationen, welche zur Verringerung von Luftschadstoffen (SDG 3) und/oder Treibhausmissionen
405 (SDG 13) eingesetzt werden, müssen nicht zwangsläufig energieeffizient sein. Jedoch handelt es sich nicht
406 stets um eine Konkurrenzsituation. Maßnahmen zur Erhöhung der Primärenergieeffizienz in Kombination
407 mit dem Einsatz von erneuerbaren Energieträgern führen etwa dazu, dass sich die Treibhausgasemissionen
408 reduzieren. Folglich muss festgehalten werden, dass diese Option die Wirkungsweise und Umsetzbarkeit
409 von Optionen anderer SDG sowohl mindern als auch verstärken kann.

410

411 **C.X.6.3.7. Offene Forschungsfragen**

412

413 **C.X.6.3.8. Übergeordnete Themen**

414 *[Keine Befüllung/kein Text]*

415 Themenblock noch nicht befüllen. Die Themen müssen noch zuerst durch AG-SDG 18 definiert werden.
416 Sobald die Themen bekannt sind, werden sie schnellstens an das SDG-Gremium zur Abstimmung
417 übermittelt.

418 Bezug u.a. zu The Future is now/UN-Diskussion, LNOB

419 z.B. Abbildung Leverage Points (figure 2-2 Seite 29)

420 Vorschlag: AG SDG 18 soll das diskutieren und Themen für UniNEtZ vorschlagen, dann Beschluss im SDG-
421 Gremium

Thema	Wechselwirkung
Spillover Effekte	
LNOB	
.	
.	
.	
.	

422

423

424 **Literatur**

425 Arnold, K., Bienge, K., von Geibler, J., Ritthoff, M., Targiel, T., Zeiss, C. et al. (2009). *Klimaschutz und*
426 *optimierter Ausbau erneuerbarer Energien durch Kaskadennutzung von Biomasse: Potenziale,*
427 *Entwicklungen und Chancen einer integrierten Strategie zur stofflichen und energetischen Nutzung von*
428 *Biomasse*. Wuppertal Report Nr. 5. ISSN 1862-1953.

429 Blesl, M. & Kessler, A. (2013). *Energieeffizienz in der Industrie*. Springer Vieweg Berlin, Heidelberg. DOI
430 10.1007/978-3-642-36514-0

431 Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort(BMDW). (2020). *KMU im Focus 2019: Bericht*
432 *über die Situation und Entwicklung kleiner und mittlerer Unternehmen der österreichischen Wirtschaft*.
433 Wien

434 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
435 (2020). *Energie in Österreich: Zahlen, Daten, Fakten*.

436 Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMNT). (2019). *Integrierter nationaler*
437 *Energie- und Klimaplan für Österreich: Periode 2021-2030 gemäß Verordnung (EU) 2018/1999 des*
438 *Europäischen Parlaments und des Rates über das Governance-System für die Energieunion und den*
439 *Klimaschutz*.

440 BMNT (2018). *#mission 2030: Die österreichische Klima- und Energiestrategie*.

441 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und Klima- und Energie-Fonds.
442 (2019). *Dekarbonisierung der Industrie*. energy innovation austria, Ausgabe 3/2019

- 443 Böhmer, S., Gössl, M., Krutzler, T. & Pölz, W. (2014). *Effiziente Nutzung von Holz: Kaskade versus*
444 *Verbrennung*. Wien: Umweltbundesamt.
445 <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0493.pdf> [5.7.2022]
- 446 Costa, V., Tarelho, L. & Sobrinho, A. (2019). Mass, energy and exergy analysis of a biomass boiler: A
447 portuguese representative case of the pulp and paper industry. *Applied Thermal Engineering*, 152, 350–
448 361. DOI: [10.1016/j.applthermaleng.2019.01.033](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.01.033)
- 449 Fehrenbach, H., Köppen, S., Kauertz, B., Detzel, A., Wellenreuther, F., Breitmayer et al. (2017). Hrsg:
450 Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. *Biomassekaskaden: mehr Ressourceneffizienz durch*
451 *Kaskadennutzung von Biomasse: von der Theorie zur Praxis*. ISSN 1862-4359.
- 452 Gärtner, S., Hienz, G., Keller, H. & Müller-Lindenlauf, M. (2013). *Gesamtökologische Bewertung der*
453 *Kaskadennutzung von Holz: Umweltauswirkungen stofflicher und energetischer Holznutzungssysteme im*
454 *Vergleich*, Institut für Energie- und Umweltforschung. Heidelberg.
- 455 Gerstlberger, W., Knudsen, M.P., Dachs, B. & Schröter, M. (2016). Closing the energy-efficiency
456 technology gap in European firms? Innovation and adoption of energy efficiency technologies. *Journal of*
457 *Engineering and Technology Management* 40, 87-100. DOI: [10.1016/j.jengtecman.2016.04.004](https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.04.004)
- 458 Hellmann, K.-U., Nehm, F. & Grimm, O., (2017). Digitalisierung, Energieeffizienz und Corporate Social
459 Responsibility, In: Hildebrandt, A., Landhäußer, W. (Hrsg), *CSR Und Digitalisierung.*, 245-256. Berlin,
460 Springer ISBN-10 3662532018.
- 461 Herring, H. & Roy, R. (2007). Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect.
462 *Technovation* 27, 194-203. DOI: [10.1016/j.technovation.2006.11.004](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.11.004)
- 463 Herwig, H. & Wenterodt, T. (2012). *Entropie für Ingenieure*. Springer. DOI:[10.1007/978-3-8348-8628-6](https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8628-6)
- 464 Hofmann, R., Halmschlager, V., Knöttner, S., Pernsteiner, D., Prendl, L., Sejkora, C. et al. (2020).
465 *Digitalization in Industry – an Austrian Perspective*.
- 466 Indiger, A. & Katzenschlager, M. (2020). *Energieforschungserhebung 2019: Ausgaben der öffentlichen*
467 *Hand in Österreich*. Erhebung für die IEA.
- 468 Jaffe, A.B. & Stavins, R.N., 1994. The energy-efficiency gap What does it mean? *Energy policy* 22,
469 804-810. DOI: [10.1016/0301-4215\(94\)90138-4](https://doi.org/10.1016/0301-4215(94)90138-4)
- 470 König, W., Löbbecke, S., Büttner, S. & Schneider, C. (2019). *Entscheidungen für Energieeffizienz in KMU: wie*
471 *schließen wir die "energy efficiency gap"?*
- 472 Kranzl, L., Müller, A. & Kalt, G. (2010). *Der Trade-off von Exergieoutput und Kapital-Kosten am Beispiel*
473 *von Bioenergie-Nutzungspfaden*. 11. Symposium Energieinnovation, Graz.
- 474 Kranzl, L., Müller, A., Matzenberger, J., Bayr, M., (2012). *LowEx–Das Konzept der Exergie in*
475 *energieökonomischen Analysen*. Berichte aus Energie-und Umweltforschung. Wien: Bundesministerium
476 für Verkehr, Innovation und Technologie BMVIT.

- 477 Li, M.-J. & Tao, W.-Q. (2017). Review of methodologies and policies for evaluation of energy efficiency in
478 high energy-consuming industry. *Applied Energy*, 187, 203-215. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.11.039
- 479 Lindner, M., Bachhiesl & U., Stigler, H. (2014). *Das Exergiekonzept als Analysemethode am Beispiel*
480 *Deutschlands*. Presented at the Proceedings of the 13th Symposium Energieinnovation, Graz, Austria,
481 12–14.
- 482 Moser, S., Goers, S., De Bruyn, K., Steinmüller, H., Hofmann, R., Panuschka, S. et al. (2018).
483 *Renewables4Industry: Abstimmung des Energiebedarfs von industriellen Anlagen und der*
484 *Energieversorgung aus fluktuierenden Erneuerbaren*. Endberichtsteil 2 von 3. Diskussionspapier zum
485 Projekt Renewables4Industry.
- 486 Moser, S., Goers, S., De Bruyn, K., Steinmüller, H., Hofmann, R., Panuschka, S. et al. (2017).
487 *Renewables4Industry: Abstimmung des Energiebedarfs von industriellen Anlagen und der*
488 *Energieversorgung aus fluktuierenden Erneuerbaren*. Endberichtsteil 3 von 3. Grundlegende Aussagen
489 und (technologie-)politische Empfehlungen.
- 490 Prieler, M., Leeb, M. & Reiter, T. (2017). Characteristics of a database for energy performance
491 certificates. *Energy Procedia*, 132, 1000-1005. DOI: [10.1016/j.egypro.2017.09.704](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.704)
- 492 Prytula, M. (2011). *Ein integrales Energie- und Stoffstrommodell als Grundlage zur Bewertung einer*
493 *nachhaltigen Entwicklung urbaner Systeme*. Universitätsverlag der TU Berlin.
- 494 Republik Österreich. (n.d.). *Aus Verantwortung für Österreich: Regierungsprogramm 2020-2024*.
- 495 Schmidt, I.R.-R., Basciotti, D., Geyer, R., Leonie, P., Robbi, S., Litzellachner, A. et al. (2018). *Endbericht*
496 *heat_portfolio (FFG-Nr. 848849): Technische Grundlagen zur signifikanten Integration dezentral*
497 *vorliegender alternativer Wärmequellen in Wärmenetze*.
- 498 Schmitz, W. Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.). (2012). *Abwärmennutzung im Betrieb: Klima schützen,*
499 *Kosten senken*.
- 500 Schneider, J., Spitzer, M., Omann, I. & Stocker, A. 2012. *Nachhaltiges Energiesystem: Chance für*
501 *Österreich*.
- 502 Steffl, T., Kisser, J., Reinberg, V. & Sajtos, B. (2018). *Stoffliche Nutzung von fossilen Rohstoffen mit Blick*
503 *auf eine biobasierte Substitution in Österreich*.
- 504 Trianni, A., Cagno, E. & Worrell, E. (2013). Innovation and adoption of energy efficient technologies: An
505 exploratory analysis of Italian primary metal manufacturing SMEs. *Energy Policy* 61, 430-440. DOI:
506 10.1016/j.enpol.2013.06.034
- 507 Wietschel, M., Plötz, P., Pfluger, B., Klobasa, M., Eßer, A., Haendel, M. et al. (2018). *Sektorkopplung:*
508 *Definition, Chancen und Herausforderungen*. Working Paper Sustainability and Innovation.
509 [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf)
510 [2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf) [15.7.2022]
- 511 Wirtschaftskammer Österreich (WKO). (2017). *Österreichs Industrie Kennzahlen 2017*.

512 **Team, das an dieser Option mitgearbeitet hat.**

513 **Patenschaft:**

514 *Energieinstitut an der Johannes-Kepler-Universität: (SDG-Leitung) Steinmüller, Horst; Prieler, Manuela*

515 *Montanuniversität Leoben: (SDG-Leitung) Kienberger, Thomas; Lachner, Elisabeth*

516 **Reviewer_innen:**

517 Moser, Simon (Energieinstitut an der Johannes-Kepler-Universität); Rodin, Valerie (Energieinstitut an der
518 Johannes-Kepler-Universität)

519