

[KON]KLUSIO #3

# Die nächste Industrielle Revolution

ÖKOLOGISIERUNG ALS CHANCE FÜR EUROPA NUTZEN



# **Executive Summary**

Die globale Wirtschaft erfährt eine neue Welle der Industrialisierung: die Ökologisierung. Sie zeichnet sich durch den massiven Ausbau erneuerbarer Energien und eine breitflächige Elektrifizierung von Prozessen in allen Sektoren aus. Von fossilen Energieträgern abzukommen, steht dabei im Vordergrund. Die Gründe dafür sind vielfältig - Verschmutzung, Kosten, Sicherheitsfragen. Vor allem in den letzten Jahren macht sich der ökologische Wandel auf globalen Märkten stark bemerkbar: Investitionen in erneuerbare Energiequellen nehmen zu, Verkaufs- und Produktionszahlen von Zukunftstechnologien wie Elektroautos, Photovoltaik, Windkraftanlagen und Wärmepumpen steigen. Es zeichnet sich ein globaler Wettlauf zwischen den größten Industrienationen ab, um Wohlstand, Unabhängigkeit und Sicherheit durch die Ökologisierung zu stärken.

Der Europäische Green Deal war ein Schritt der Europäischen Union, um Emissionen zu reduzieren und den Umbau des drittgrößten Wirtschaftsraumes dieses Planeten zu gestalten. Es entstand ein integriertes Paket an Zielen, Umsetzungsmaßnahmen und Gesetzen. Die vorliegende [KON]KLUSIO von KONTEXT zeigt, dass damit der politische Startschuss für das Zeitalter der Okologisierung in Europa gefallen ist, aber essenzielle Entwicklungen noch offen bleiben. Die bevorstehende EU-Wahl von 6. bis 9. Juni 2024 wird entscheidend dafür sein, inwieweit Europa seine Wettbewerbsfähigkeit und die Schaffung nachhaltiger Arbeitsplätze durch Investitionen in und Skalierung von breitflächig einsetzbaren Technologien stärken kann. Die vergangenen Wellen der Industrialisierung basieren zentral auf der Nutzung fossiler Brennstoffe. Im Vergleich dazu bietet eine Energiewende als großer Teil einer Ökologisierung zahlreiche Vorteile:

- Fossile Energien, die in Europa größtenteils importiert werden, führen historisch zu hohen Energiepreisen und Kaufkraftabflüssen im Vergleich zu Ländern wie den USA. Erneuerbare Energien verringern diese Abhängigkeit.
- Fossile Energien machen uns geopolitisch abhängig, sind preisvolatil und hochsensibel gegenüber externen Schocks. Erneuerbare Energien verringern dieses Sicherheitsrisiko.

 Fossile Energien sind ineffizient. Knapp drei Viertel der weltweit eingesetzten Primärenergie geht durch die Umwandlung in nutzbare Energie verloren, vor allem bei der Stromerzeugung durch Öl, Kohle und Gas oder in Verbrennungsmotoren.

Die Dynamiken der letzten Jahre zeigen, dass die Ökologisierung durch stark steigende Investitionen in Zukunftstechnologien und in eine Energiewende viele neue Chancen für wachsenden Wohlstand und eine lebenswerte Zukunft durch mehr Klimaschutz verspricht. Um die Europäische Union und damit Österreich langfristig zu stärken, gilt es, diese Chancen durch proaktive standort- und klimapolitische Maßnahmen und klare Entscheidungen stärker zu nutzen.

#### Das bedeutet:

- Es ist notwendig, Erneuerbare Energieträger und das Stromnetz in der EU und in Österreich breitflächig auszubauen. Gleichzeitig gilt es, Prozesse in allen Sektoren zu elektrifizieren und wirksame Technologien einzusetzen, um den Ausstieg aus fossilen Energieträgern zu ermöglichen.
- Im Industriesektor ist neben technischen Roadmaps eine ganzheitliche Industriestrategie erforderlich, die sich auf jene Branchen und Technologien fokussiert, die großes Zukunftspotenzial haben und anderen einen Übergang ermöglicht. So können die entstehenden Chancen der Innovation und Beschäftigung zeitgerecht genutzt werden.
- Im Transportsektor bedeutet das einen Umstieg auf E-Mobilität und einen massiven Ausbau von öffentlichem Nah- und Fernverkehr, sowie die Förderung aktiver Mobilität durch mehr Rad- und Fußweg-Infrastruktur.
- Zur Gewährleistung der nötigen Investitionsund Planungssicherheit ist ein Fokus auf effiziente und skalierbare Technologien sowohl durch klare Rahmenbedingungen als auch Regulierung und gesetzliche Vorgaben notwendig. Dafür braucht es Technologieklarheit ohne Scheinlösungen in der klimapolitischen Diskussion. So ist es möglich, die Klimakrise zu begrenzen und gleichzeitig die technologischen, wirtschaftlichen und arbeitsmarktpolitischen Chancen der Ökologisierung zu nutzen.



# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung: Europa stent vor einer neuen Welle der Industrialisierung Strukturelle Hürden der Industrie: Ein Blick in die Vergangenheit		4
2.			6
	2.1.	Wettbewerb	7
	2.2.	Sicherheit	8
	2.3.	Effizienz	9
3.	Sink or Swim: Chancen der Ökologisierung nutzen		10
	3.1.	Tempo aufnehmen	11
	3.2.	Investieren & skalieren	12
4.		bhängigkeit und Sicherheit schaffen:	
	Ein E	Blick in die Zukunft	15
5.	Liter	raturverzeichnis	17



# Einleitung: Europa steht vor einer neuen Welle der Industrialisierung

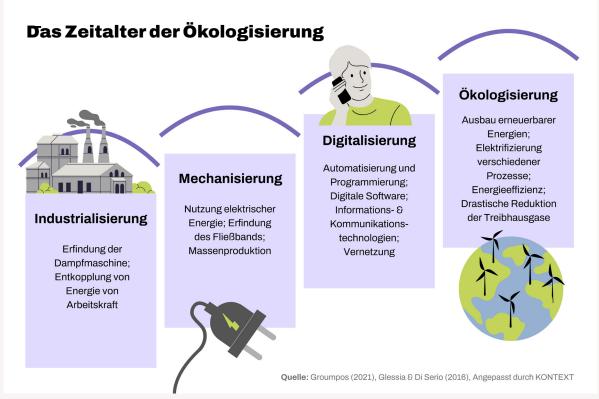
Die Bürger:innen der Europäische Union wählen von 6. bis 9. Juni eine neue Vertretung im Europäischen Parlament. Welche Fraktionen und Politiker:innen an die Macht und in Entscheidungspositionen kommen, wird ausschlaggebend für die Zukunft Europas und Österreichs sein. Denn der Wahlausgang bestimmt nicht nur die politische Ausrichtung des Parlaments, sondern auch der EU-Kommission und damit die wesentliche Weiterentwicklung Europas für seine 450 Millionen Einwohner:innen. Die Kommission und das Parlament arbeiten in enger Abstimmung an Handlungsempfehlungen, Richtlinien und Verordnungen und definieren so den konkreten Handlungsspielraum für die Mitgliedsstaaten und ihre wirtschaftliche, sozial- und klimapolitische Entwicklung in der Zukunft.

Neun von zehn Österreicher:innen sind der Meinung, dass zukunftsfähige Wirtschaftszweige in Europa gestärkt werden müssen, um sich langfristig gegen andere Weltregionen, wie etwa China oder die USA, durchzusetzen (KONTEXT Institut, 2024). Der Fokus der kommenden Legislaturperiode sollte daher darauf liegen, ein sicheres und zukunftsfähiges Europa zu gewährleisten. Dass dafür ebenso wirksame Klimapolitik wesentlich ist, denken drei von vier Österreicher:innen. Das Ziel, eine führende Rolle in nachhaltigen Wirtschaftsbereichen einzunehmen, zukunftsfähige Technologien langfristig zu stärken, das Potenzial erneuerbarer Energieträger auszuschöpfen und gleichzeitig strukturelle Abhängigkeiten und Verwundbarkeiten durch fossile Rohstoffe zu überwinden, ist dabei zentral. Das ist nicht neu - bereits seit einigen Jahren setzen die EU und andere Weltregionen Maßnahmen dafür in unterschiedlichen Größenordnungen. Die damit zusammenhängende technologische Veränderung hat uns in die Frühphase einer neuen industriellen Revolution gebracht: der Ökologisierung.

Die vorliegende Analyse bietet einen Überblick über strukturelle Merkmale vergangener Wellen der Industrialisierung, und was wir aus ihnen lernen können. Gleichzeitig zeigt sie die größten Stellschrauben eines neuen Zeitalters der Industrialisierung und die Chancen eines zukunftsfähigen Europas, in dem gesellschaftlicher Wohlstand nur durch effektiven Klimaschutz und die damit verbundenen wirksamen Lösungen und Technologien gestärkt werden kann. Diese Analyse bildet die Einführung einer mehrteiligen Reihe wissenschaftlicher Beiträge von KON-TEXT zur Relevanz zukünftiger Klimapolitik der EU.







Grafik 1

Die Entwicklung des globalen Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen hängt seit jeher stark mit der Evolution der Industrie und der Wirtschaft zusammen. Dieser Zusammenhang besteht seit der Erfindung der (Dampf-)Maschine und die dadurch ausgelöste industrielle Revolution in Europa vor rund 250 Jahren. Diese erste Welle der Industrialisierung änderte die gesamte globale Lebensrealität. Sie ebnete den Weg für viele weitere technologische Entwicklungen und reformierte die Arbeitsweise der Menschheit, da zum ersten Mal Energie unabhängig von menschlicher Arbeitskraft zur Produktion eingesetzt werden konnte (Groumpos, 2021). Mit wesentlichen Fortschritten im Bereich der Elektrizität legte einige Jahrzehnte später die Mechαnisierung den Grundstein für die weitere Transformation der Industrie und anderer Sektoren. Die darauffolgende Zeit war, vor allem durch die intensive Nutzung von Elektrizität und der Erfindung des Fließbands Ende des 19. Jahrhunderts, geprägt von Mechanisierung und Massenproduktion (BMK, n.d.; Stern, 2015) Die Entwicklung verschiedener Technologien ermöglichte zudem immer mehr automatisierte Prozesse und pro-

grammierbare Steuerungen – eine weitere Welle der Industrialisierung startete. Die vergangenen Jahre der Industrie- und Innovationsgeschichte sind vor allem durch die *Digitalisierung* geprägt. Diese Welle hat längst nicht mehr nur Auswirkungen auf die Industrie. Die starke und vermehrte Nutzung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien beeinflusst alle Sektoren, wie den Dienstleistungsbereich, Unternehmensmodelle und nicht zuletzt das menschliche Zusammenleben. Die Digitalisierung dauert bis heute an und entwickelt sich durch verschiedene Software-, Telekommunikations- und Künstliche-Intelligenz-Technologien immer noch kontinuierlich mit hoher Geschwindigkeit weiter.

So unterschiedlich die vergangenen Phasen der Industrie- und Innovationsentwicklung waren, vereint sie die Tatsache, dass sie die Produktivität und damit den globalen Energieverbrauch massiv in die Höhe stiegen ließen. Denn industrielle Prozesse verzeichnen innerhalb aller Revolutionen, Veränderungen und Weiterentwicklungen eine strukturelle Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.



Mehr als die Hälfte aller industriellen Prozesse in der EU werden direkt durch Öl, Kohle oder Erdgas angetrieben (eurostat, 2023a), betrachtet man alle Sektoren und Wirtschaftsbereiche sind es sogar knapp 70 Prozent (eurostat, 2023b). Gleichzeitig ist der massive Energieverbrauch für rund zwei Drittel aller globalen Treibhausgase verantwortlich (Ritchie, 2020). Der Verbrauch fossiler Energien ist, zusätzlich zu den exorbitanten Emissionen und Schadstoffen, auch mit starker ökonomischer und politischer Abhängigkeit verbunden. Der hohe Importbedarf Europas und Österreichs verursacht finanzielle Nachteile als auch Unsicherheit und erfordert erhebliche politische Ressourcen, um eine langfristige, stabile Versorgung zu gewährleisten. Diese Ausgangsbedingungen sind eine Belastung für Europa, Österreich und viele weitere Wirtschaftszonen. Damit ergeben sich fundamentale Pull-Faktoren, die die Abkehr von fossilen Energieträgern und CO<sub>2</sub>-intensiven Prozessen beschleunigen. Der dadurch ausgelöste Fortschritt klimafreundlicher Technologien führt uns in das Zeitalter der Ökologisierung. (Siehe Grafik 1)

Das Konzept einer neuen ökologischen industriellen Ära ist nicht neu und vereint seit mehreren Jahren eine wachsende Zahl an Wissenschaftler:innen. Glessia & Di Serio (2016) sehen die Ökologisierung bereits jetzt als gestartet, getrieben von spürbaren Änderungen auf (globalen) Märkten, Lücken im derzeitigen wirtschaftlichen System für große Teile der Gesellschaft und dem Überschreiten plantarer Grenzen. Andere Wissenschaftler:innen betonen vor allem die Notwendigkeit nachhaltiger Innovationen und Politikmaßnahmen, um die Ökologisierung zu beschleunigen (vgl. Markard et al., 2012).

Die Relevanz und Realität der Ökologisierung ist aber nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in Gesellschaft und Politik angekommen. Der Europäische Green Deal ist ein wichtiger Startschuss für die Modernisierung und Sicherung des Wohlstands in Europa. Mit ihm wurden erstmals strategische Ziele in Form von Emissionseinsparungen durch umfassende gesetzliche Maßnahmen als integriertes Transformationspaket erarbeitet. Aber auch einige andere große Wirtschaftsnationen der Welt haben erste Maßnahmen in diese Richtung gesetzt. Die USA stellt mit dem Inflation Reduction Act (IRA) die Weichen für neue, strategisch wichtige Industriezweige. China ist schon jetzt marktführend im Bereich vieler nachhaltiger Technologien und entwickelt und transformiert industrielle Prozesse auch innerhalb der eigenen Grenzen. Im Sinne einer tatsächlichen ökologischen Transformation muss der Ausstieg aus fossilen und der Ausbau von erneuerbaren Energieträgern aber noch wesentlich stärker forciert werden. Gleichzeit kann und muss Energie deutlich eingespart, effizienter genützt und produziert werden (Bond et al., 2024; COP28 et al., 2023; Makaroff et al., 2024).

Um hier nicht hinter andere Industrienationen zurückzufallen, die Chancen der neuen industriellen Welle der Ökologisierung zu nutzen, Wohlstand in der Europäischen Union auch langfristig zu garantieren und nicht zuletzt drastische Folgen einer Klimakrise einzudämmen, ist für die EU jetzt der Zeitpunkt gekommen, schnellstmöglich an den größten Stellschrauben für die nachhaltige Weiterentwicklung der europäischen Volkswirtschaft zu drehen.

# Strukturelle Hürden der Industrie: Ein Blick in die Vergangenheit

Die Geschichte der Industrialisierung in Europa ist vor allem geprägt von hoher Abhängigkeit von fossilen Energieträgern. Das bringt bis heute ökonomische Nachteile, sowie Risiken für Sicherheit und Klimaschutz, die jedoch durch transformative Lösungen und Technologien überwunden werden können.

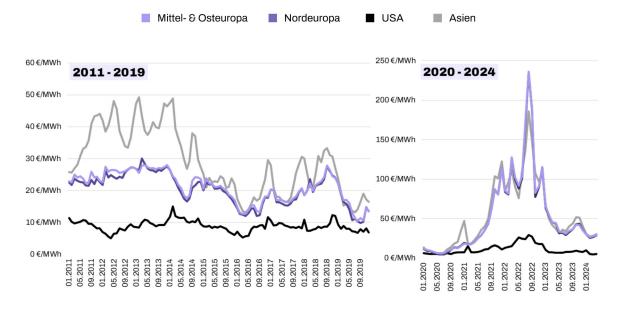


#### 2.1. Wettbewerb

Die Kosten für die Herstellung von Gütern ergeben sich vor allem aus den Rohstoffkosten, den Lohnkosten und den Energiekosten. Gas ist dabei einer der wichtigsten Energieträger für die US-amerikanische und europäische Wirtschaft, sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungssektor (eurostat, 2023a, 2023b; U.S. Energy Information Administration, 2023). Fossile Energien sind also ein wesentlicher Faktor für die Kostenstruktur der heimischen und europäischen Wirtschaft. Sie werden aber fast zur Gänze importiert: Die Importabhängigkeit der Europäischen Union lag im Jahr 2021 bei 83 Prozent (eurostat, 2022). Da die europäische Eigenproduktion von Erdgas seit ihrem Höhepunkt im Jahr 2004 um ein Drittel gesunken ist, die Reichweite der europäischen Gasreserven ohnehin nur bei rund 14,5 Jahren liegt und der technische Aufwand zur Förderung von Schiefergas unverhältnismäßig ist, verursacht der europäische Gasverbrauch eine hohe Importabhängigkeit (Energy Institute, 2023; Erbach, 2014; eurostat, 2023b).

Grafik 2 zeigt die Gaspreise an mehreren Großhandelspunkten, von denen Österreich/Europa, die USA und Asien ihr Gas beziehen. Importe von Erdgas sind in Europa und damit in Österreich etwa über den Trading Hub Europe (THE) bzw. vor allem aus Russland über den Central European Gas Hub (CEGH) möglich. Die Preise beider Handelsplätze korrelieren stark. Ein Kostenvorteil von russischem Gas gegenüber anderen Handelsplätzen ist nicht konstant feststellbar. Gaspreise am US-amerikanischen Markt (Henry Hub) sind im Vergleich zu europäischen Preisen jedoch durch vergleichsweise günstig förderbare eigene Ressourcen deutlich niedriger und stabiler. Im Schnitt der Vorkrisenjahre (2011-2019) war Gas in Europa mehr als doppelt so teuer als in den USA. Nach Beginn des Ukraine-Kriegs stieg der europäische Gaspreis im Schnitt der darauffolgenden Monate sogar auf das fünffache des amerikanischen an. Die USA haben also einen durchgehenden Wettbewerbsvorteil in gasintensiven Industrien und Sektoren durch konstante geringere Gaspreise, sogar, beziehungsweise vor allem, in Krisenzeiten (2021-2023).

# Gaspreise am Großhandelsmarkt im Zeitverlauf



Quelle: NYMEX, Henry Hub (USA); LNG, Refinitiv (Asien); PEGAS, THE (Nordeuropa); CEGH (Mittel- und Osteuropa). Eigene Darstelltung



Das spiegelt sich unter anderem direkt bei den Produktionskosten energieintensiver Güter wider (z.B. Stahl) (Boulamanti & Moya, 2016).

Da die Gaspreise in der europäischen Union darüber hinaus immer noch stark die Höhe der Strompreise bestimmen, führt das neben dem direkten Preiseffekt über den Gasverbrauch zusätzlich zu einem indirekten Preiseffekt auf die Strompreise. Mangels eigener Reserven und hoher Importabhängigkeit ergibt sich dadurch ein deutlicher Nachteil gegenüber den USA im globalen Wettbewerb. Gegenüber dem asiatischen Markt ist ein gewisser Vorteil Europas erkennbar, der in den letzten Jahren jedoch deutlich zurückgegangen ist. Durch den starken Anstieg des Verbrauchs in Asien (allen voran in China) besteht das hohe Risiko eines Preiskampfes zwischen Europa und China. Das verursacht neben einem Wettbewerbsnachteil auch sicherheitspolitische Herausforderungen.

#### 2.2. Sicherheit

Zusätzlich zu ökonomischen Verlusten durch Wettbewerbsnachteile ergeben sich durch die Nutzung fossiler Energieträger große Sicherheitsrisiken.

Zum einen sind Preise für fossile Energieträger volatil und hochsensibel gegenüber externen Schocks. Geopolitische Krisen, Kriege und andere unvorhersehbare Ereignisse können einen starken Einfluss auf ihr Preisniveau haben. Der russische Angriffskrieg in der Ukraine verdeutlichte kürzlich, dass beispielsweise Gaspreise durch geopolitische Machtdemonstrationen oder Angebotsverknappung kurz- und längerfristig regelrecht in die Höhe schießen können (siehe Grafik 2, rechts). Eine Preissteigerung von Gas und anderen fossilen Energieträgern hat gravierende Folgen für Produktions- und Verbraucherpreise und somit auch die gesamtwirtschaftliche Situation. Die direkte Teuerung von Energie für

Endkonsument:innen (also Haushaltsenergie – Gas, Heizöl, Fernwärme, Strom –, sowie Diesel und Benzin) waren im Jahr 2022 für ein Drittel der historisch hohen Gesamtinflation von 8,6 Prozent in Österreich verantwortlich (Statistik Austria, 2024). Indirekt beeinflussen höhere Gas- und Ölpreise gesamte Produktions- und Lieferketten. Ein geringeres Angebot bringt zusätzlich die Versorgungssicherheit ins Wanken. Vergleichbar mit den Ölpreiskrisen der 1970er Jahre zeigen solche Situationen klar, zu welchen gravierenden wirtschaftlichen, sozialen und moralischen Verwerfungen derart starke Abhängigkeiten von fossilen Rohstoffen führen können (Landsberger, 2023).

Zum anderen birgt die Nutzung fossiler Rohstoffe Risiken für die Gesundheit und den Wohlstand der gesamten Weltbevölkerung. Zunehmende Auswirkungen des Klimawandels gefährden einerseits langfristig die menschliche Gesundheit durch erhöhte Wahrscheinlichkeiten von Umweltkatastrophen, Hitzewellen und Wetterextremen, Schädlingsbefällen, Ernteausfällen, sowie einer Vielzahl weiterer Folgen klimatischer Veränderungen. Teile natürlicher Lebensräume können sich für Menschen, Tier- und Pflanzenwelt bis zur Unbewohnbarkeit verändern. All das kann direkt und indirekt neben gesellschaftlichen, sozialen und wirtschaftlichen Folgen auch Fluchtbewegungen in unterschiedlichen Ländern verstärken. Andererseits verringert die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen durch volatile und unvorhersehbare Märkte, fragile Lieferketten und die (indirekte) Eingebundenheit in geopolitische Konflikte ebenso die Sicherheit Europas (Lancet, 2022). Nicht zuletzt zeigt sich im Kontext des russischen Angriffskrieges, dass die Nutzung fossiler Energie als Einnahmenquelle und Druckmittel mächtiger Volkswirtschaften fungiert, und so rasch zum ökonomischen und moralischen Nachteil von hochgradig abhängigen Wirtschaftszonen werden kann (Österreichische Energieagentur, 2023).



### 2.3. Effizienz

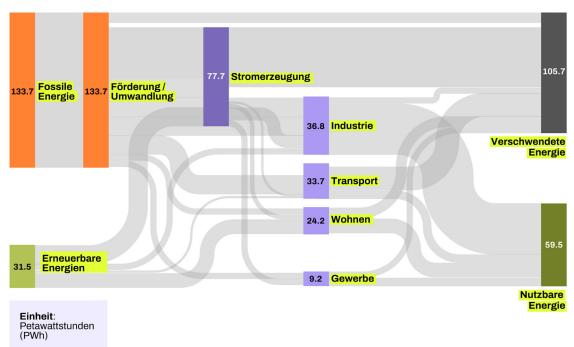
Das Ziel der Ökologisierung ist es primär, gesellschaftlichen Wohlstand zu zu erhalten, eine lebenswerte Zukunft zu sichern und Treibhausgasemissionen zu senken. Dafür müssen die bereits genannten strukturellen Hürden der Vergangenheit überwunden werden. Eine Energiewende, und somit das Abkommen von fossilen Energieträgern, ist dafür einer der größten und mächtigsten Bausteine. Durch eine Transformation des Energiesektors kann nicht nur die ökonomische Abhängigkeit verringert und die Sicherheit in Europa langfristig gestärkt werden. Auch können erneuerbare Energien zu deutlich mehr Effizienz als in der Vergangenheit verhelfen.

Tatsächlich ist die Nutzung fossiler Energien nämlich enorm ineffizient. Das liegt an sehr hohen Verlusten bei der Umwandlung. Denn wie viele andere Energieträger müssen auch Öl, Kohle und Gas in manchen Fällen vor der Nutzung aufbereitet oder umgewandelt werden. Bei der Raffinierung (Öl) oder Reinigung (Gas) aber vor allem im Verbrennungsprozess selbst entstehen dabei massive Verluste.

Der Großteil der für den Endverbrauch eingesetzten rohen fossilen Primärenergie geht bei der Umwandlung, also bei Verbrennungsprozessen um Motoren anzutreiben oder Wärme zu erzeugen, verloren.

Diverse Studien, wie etwa von Forman et al. (2016), haben die globale Energieumwandlung vom Primärenergieträger bis zur Endenergienutzung in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Wohnen und Transport, sowie der Stromerzeugung analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass fast drei Viertel (72 %) der weltweit eingesetzten Primärenergie nach der Umwandlung verloren gehen. Maire et al. (2023) kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Von den rund 165 Petawattstunden (PWh), die global zum Einsatz kommen, können schlussendlich nur rund 60 PWh tatsächlich genutzt werden. Die anderen zwei Drittel verpuffen durch Verbrennungsprozesse vor allem als Wärmeverlust, gehen also in Form von Abwärme beim Endverbrauch verloren. Von den gesamten 165 Petawattstunden Primärenergie kommen 81 Prozent von fossilen Energieträgern. Der Einsatz von Kohle, Öl und Gas ist also höchst ineffizient (siehe Grafik 3).

# Fossile Energieverluste im aktuellen Energiesystem



Quelle: Maire et al. (2023), eigene Darstellung



Der bei weitem größte Teil der verschwendeten Energie entsteht bei der Stromerzeugung durch fossile Energieträger, wie die Grafik zeigt. Rund zwei Drittel der eingesetzten Primärenergie gehen, laut Maire et al. (2023), bis zur Steckdose verloren. Die Verluste entstehen hauptsächlich in thermischen Kraftwerken, also beispielsweise Gaskraftwerken. Dort wird mittels fossiler Energie Wärme erzeugt. Diese wird genutzt, um Wasser zum Kochen zu bringen und Dampf zu erzeugen. Dieser Dampf treibt eine Turbine an, die wiederum elektrischen Strom erzeugt. Dieser Vorgang benötigt sehr viel mehr Energie, als im Endverbrauch genutzt wird. Der Großteil der verlorenen Energie entsteht auch hier in Form von Abwärme, geringe Verluste entstehen durch den Betrieb des Kraftwerks selbst. Wird Kohle für die Stromerzeugung verwendet, gehen rund 68 Prozent der Energie in der Umwandlung verloren, bei Gas sind es 56 Prozent. Auch bei Kernenergie werden 67 Prozent der Primärenergie verschwendet (Kirk, 2022). Erneuerbare Energieträger sind in der Herstellung von Strom hingegen viel effizienter, weil ohne Verbrennungsprozess direkt elektrische Energie erzeugt wird. Die erneuerbare Primärenergie kann direkt genutzt werden. Bei der Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energien ist der Primärenergiebedarf also deutlich geringer (Forman et al. 2016).

Auch in Österreich kann derzeit nur rund ein Drittel des Primärenergieeinsatzes tatsächlich genutzt werden. Im Jahr 2022 lag der Primärenergiebedarf in Österreich bei ca. 370 Terawattstunden (TWh). Für die Nutzung standen jedoch nur ungefähr 133 TWh zur Verfügung. Das bedeutet: Die derzeitige Gesamtenergieeffizienz ist auch hierzulande sehr gering und liegt bei ca. 36 Prozent. Sejkora (2022) hat in einer Studie gezeigt, dass durch einen optimierten Energiemix die Gesamtenergieeffizienz über alle Sektoren hinweg auf 58 Prozent gesteigert werden könnte – und zwar vor allem durch Elektrifizierung und erneuerbares Gas.

Ein ähnliches Bild offenbart der Blick in andere Industrienationen. Laut dem Lawrence Livermore National Laboratory (2022) kommt in den USA ebenfalls nur ein Drittel der Primärenergie bei den Endnutzer:innen an. Der überwiegende Teil der eingesetzten Energie geht bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern verloren. Auch hier ist neben der Stromproduktion durch fossile Energieträger vor allem der Transportsektor auffällig ineffizient: Bei Autos mit Verbrennermotor verpuffen rund 80 Prozent der im Kraftstoff enthaltenen Energie (Forbes, 2023).

Zusätzlich zur Umstellung auf andere Energieträger und effizientere Technologien, sollte auch der Bedarf an Primärenergie insgesamt gesenkt werden. Eine reine Umstellung auf erneuerbare Energien bei gleichbleibendem Primärenergieeinsatz ist nicht zielführend. Um beispielsweise die Effizienzziele Österreichs zu erreichen, ist langfristig eine Halbierung des heimischen Endenergieverbrauchs anzustreben (Erneuerbare Energie Österreich, 2021).

# 3. Sink or Swim: Chancen der Ökologisierung nutzen

Seit der industriellen Revolution verlässt sich die Menschheit mehrheitlich auf fossile Energieträger zur Deckung des Energiebedarfs. Mehr und mehr Schritte in Richtung Ökologisierung ermöglichen es nun, die zahlreichen Nachteile und Risiken dieser Abhängigkeit zu überwinden. Eine Energiewende, also die Transformation hin zu einer nachhaltigeren Energieproduktion und Nutzung, ist einer der größten Aspekte dabei. Damit wird geopolitische und ökonomische Sicherheit geschaffen, während die Folgen der Klimakrise eingedämmt werden.



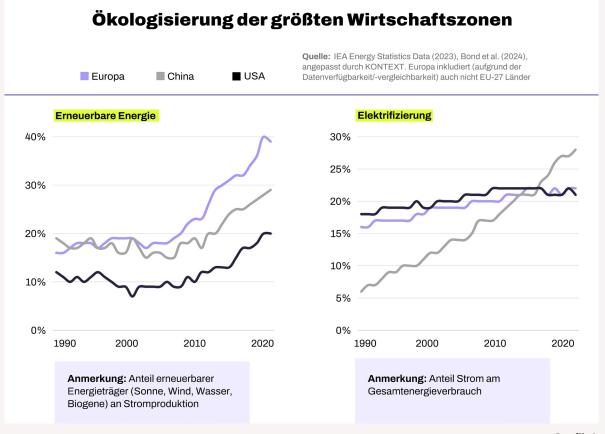
### 3.1. Tempo aufnehmen

Bond et al. (2024) definieren zwei Hauptpfeiler der Energiewende: Die Dekarbonisierung (entspricht der Änderung der Art, wie wir Energie produzieren – also hauptsächlich dem Ausbau erneuerbarer Energieträger) und die Elektrifizierung (entspricht der Änderung der Art, wie wir Energie verwenden – also der Elektrifizierung verschiedenster Prozesse und Technologien). Betrachtet man die letzten Jahre, hat sich hier in den größten globalen Wirtschaftszonen einiges getan.

Grafik 4 zeigt die zwei Pfeiler für Europa, China und die USA. Der Ausbau erneuerbarer Energieträger gemessen an der Stromproduktion schreitet dabei in allen Wirtschaftszonen seit den 1990er Jahren signifikant voran. Europa hat hier einen deutlichen Vorsprung: Im Jahr 2021 wurden laut Internationaler Energieagentur 39 Prozent der Stromproduktion von Windkraft, Wasserkraft, Photovoltaik oder biogenen Kraftstoffen gespeist.

Das entspricht rund 1,6 Millionen Gigawattstunden (GWh). In China waren es im selben Jahr erst 29 Prozent (2,5 Millionen GWh), in den USA 20 Prozent (0,9 Millionen GWh).

Die Daten der Internationalen Energieagentur zeigen eindeutig, dass Europa im relativen Vergleich in der erneuerbaren Stromproduktion führend ist. Hier wird es in den kommenden Jahren vor allem darum gehen, den Ausbau weiter voranzutreiben und diesen Vorteil auszubauen. In absoluten Werten (Gigawattstunden erneuerbarer Strom) überholte China Europa erstmals im Jahr 2014. Ein schneller und großflächiger Ausbau erneuerbarer Energieträger wie in China zeigt also sehr schnell Wirkung: In den letzten zehn Jahren (2021 vs. 2011) hat China seine erneuerbare Stromproduktion mehr als verdreifacht, in Europa ist sie im selben Zeitraum nur halb so stark angestiegen. Einem ebenso starken Ausbau in Europa steht jedoch, technisch betrachtet, nichts entgegen, wie [KON]KLUSIO 2 zeigt (Frühwald et al., 2024).



Ökologisierung als Chance



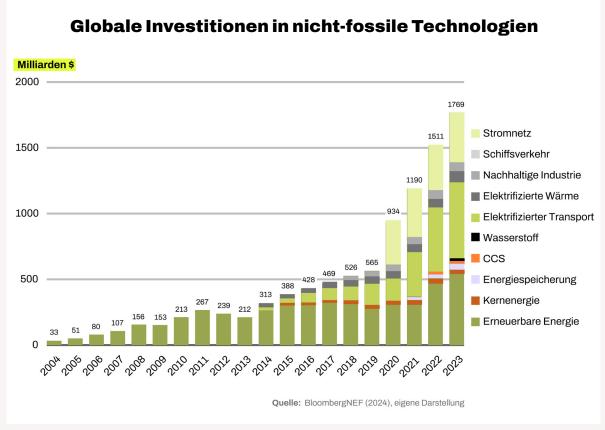
Neben dem weiteren Ausbau von Wind-, Wasserkraft und Photovoltaikanlagen sowie anderen erneuerbaren Quellen, ist die Elektrifizierung verschiedenster Prozesse im Industrie-, Transport-, Gebäude- und Gewerbesektor notwendig.

In anderen Worten ausgedrückt, müssen auch Technologien und Möglichkeiten geschaffen werden, den erneuerbaren Strom in allen Sektoren auch zu verwenden - von Industrie über Dienstleistung bis hin zum Verkehrs- und Gebäudesektor. Hier hat China in den letzten Jahren deutlich angezogen: Fast 30 Prozent des gesamten Energieverbrauchs wird dort von elektrischem Strom gedeckt, während es in Europa und den USA jeweils nur zwischen 21 und 22 Prozent sind (siehe Grafik 4). Auffällig ist vor allem der starke Anstieg der Elektrifizierung (= des Stromverbrauchs gemessen am Gesamtenergieverbrauch) Chinas in den letzten Jahren. Der absolute Stromverbrauch war dort im Jahr 2021 fast 16-mal so hoch wie im Jahr 1990, was den sehr stark gestiegenen Anteil von Strom am Gesamtverbrauch von sechs

auf rund 30 Prozent erklärt. Das sollte auch für Europa richtungsweisend sein: Die Umstellung von fossilen Kraftstoffen auf erneuerbare Energie ist nicht nur in der Stromproduktion möglich, sondern auch im gesamten Energiemix aller Sektoren.

# 3.2. Investieren & skalieren

Die Ökologisierung ist nicht nur in Europa, den USA und China angekommen. Auch global betrachtet wird der Ausbau wirksamer und zukunftsfähiger Technologien vorangetrieben (Bradu et al., 2022; Stern, 2011). Seit Beginn der Jahrtausendwende sind die Investitionen in die Energiewende massiv angestiegen, wie *Grafik 5* verdeutlicht. Im Jahr 2023 wurden demnach global rund 1.780 Milliarden US-Dollar in die Energiewende investiert (BloombergNEF, 2024). Der Anstieg zum Vorjahr betrug 17 Prozent, der Anstieg der letzten zehn Jahre mehr als 700 Prozent.



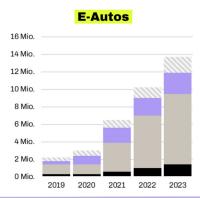


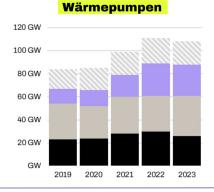
Besonders hoch sind die Investitionen in den Ausbau von E-Mobilität und Erneuerbare Energieträger (634 bzw. 623 Milliarden US-Dollar). Ebenso fließen viele finanzielle Mittel in den Ausbau des Stromnetzes, welches für die Nutzung der Technologien notwendig ist. Von den gesamten globalen Investitionen werden mehr als ein Drittel (38 %) von China getätigt, ein Fünftel (20 %) von den EU-27 Ländern und rund 17 Prozent von den USA. In den USA machen sich die ersten Maßnahmen des Inflation Reduction Acts bemerkbar, der die Investitions-Lücke zu China etwas schrumpfen lässt (BloombergNEF, 2024). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt die Internationale Energieagentur, wonach im Jahr 2023 weltweit ebenfalls rund 1.740 Milliarden US-Dollar in den Ausbau nicht-fossiler Energie gesteckt wurden. Zusätzlich, beziehungsweise komplementär dazu, stagnieren die jährlichen Investitionen in fossile Kraftstoffe im Schnitt der letzten Jahre (IEA, 2023).

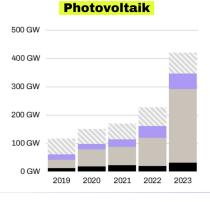
Neben den absoluten Investitionszahlen zeigt auch ein Blick auf die steigenden Verkaufszahlen verschiedener ausgewählter Zukunftstechnologien, dass die Ökologisierung ihren Platz auf den globalen Märkten einnimmt (siehe Grafik 6). Die Produktion verschiedenster Technologien wird hochgradig nach oben skaliert. Der Verkauf von E-Autos hat sich in nur fünf Jahren weltweit mehr als versechsfacht, die jährliche Erweiterung der Photovoltaik-Kapazität ist ebenfalls rasant gestiegen. Auch die Windkraftkapazitäten und der Absatz von Wärmepumpen verzeichnen Zuwächse (IEA, 2024). Zusätzlich sinken die Produktionskosten von Zukunftstechnologien durch den globalen Ausbau immer weiter, was sie nicht nur zu einer klimapolitisch wirksamen, sondern auch immer mehr zu einer ökonomisch zukunftsfähigen Lösung werden lässt (Lazard, 2023). Ähnlich wie die Daten zu den absoluten Investitionen in die Energiewende vermuten lassen, ist China bei vielen Zukunftstechnologien im Vergleich zu Europa, den USA und den restlichen Nationen marktführend. Das gilt beispielsweise für Photovoltaik (62 % Marktanteil) und E-Mobilität (59 % Marktanteil). In anderen Bereichen, wie etwa der Produktion von Wärmepumpen, hat die Europäische Union hingegen einen sehr hohen Marktanteil (25 %). Bei allen genannten Technologien liegt der Anteil der EU auch noch vor jenem der USA. Der starke Anstieg des globalen Marktanteils Chinas hat sich zudem erst in den letzten Jahren entwickelt, wie ebenfalls in Grafik 6 ersichtlich. Das zeigt: Massive Investitionen in erneuerbare Energien und zukunftsfähige Technologien können, egal in welchem Land, schnell Wirkung zeigen sowohl im globalen Wettbewerb als auch bei der Reduktion von Treibhausgasen. Allein die Summe aller globalen zusätzlichen Photovoltaikkapazitäten von 2019 bis 2023 brachten laut Internationaler Energieagentur eine Gesamteinsparung von 1,1 Milliarden CO2-Äquivalenten. Das entspricht 14-mal dem jährlichen Treibhausgasausstoß Österreichs (IEA, 2024; Umweltbundesamt, 2023).

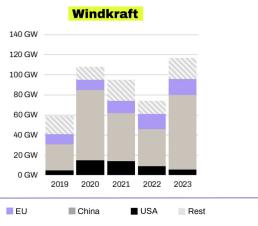


E-Mobilität, Photovoltaik, Windkraft und Wärmepumpen sind dabei als Paradebeispiele vieler Technologien zu sehen, die für eine erfolgreiche Ökologisierung der europäischen (und globalen) Wirtschaft notwendig sein werden. Zusätzlich haben viele wirksame und vielversprechende Zukunftstechnologien lange Produktionsketten, deren Teilprodukte oft in unterschiedlichen Ländern hergestellt werden. Ein Blick auf die fertigen Stückund Verkaufszahlen zeigt lediglich die Richtung, in die sich die globale Produktion und Wirtschaft bewegt. Industriepolitische Maßnahmenpläne, wie etwa der Inflation Reduction Act oder große Investitionsprogramme Chinas, werden weiterhin Einfluss auf globale Märkte/Marktanteile und damit auch die Europäische Union haben. Um den grünen Industrieplan der EU auch zu einer wettbewerbsfähigen kohärenten Strategie zu machen und mit den Dynamiken anderer Wirtschaftszonen der letzten Jahre mitzuhalten, ist ein stärkerer Fokus auf grüne, wirksame Technologien auch in Europa notwendig, selbst wenn die technologische Weiterentwicklung allein nur zu einem Teil der globalen und europäischen Emissionsreduktionsziele beitragen kann (Jansen et al., 2023).









#### Anmerkung

**E-Autos:** Zahlen beziehen sich auf den jährlichen Absatz in Stückzahlen.

**PV, Windkraft und Wärmepumpen:**Zahlen beziehen sich auf den jährlichen Zusatz an Kapazitäten in Gigawatt.



# 4. Unabhängigkeit und Sicherheit schaffen: Ein Blick in die Zukunft

Die strukturell verankerte Abhängigkeit europäischer Volkswirtschaften von fossilen Energieträgen bringt massive Treibhausgasemissionen und ökonomische Nachteile, Sicherheitsrisiken und Effizienzeinbußen mit sich. Die letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass ein neues Zeitalter für Industrie und die gesamte Wirtschaftsweise angebrochen ist. Weltweit investieren verschiedene Industrienationen vermehrt in den Ausbau erneuerbarer Energien und Technologien, die nicht mehr auf fossile Kraftstoffe angewiesen sind, setzen sich auf globalen Märkten durch. In der Transformation von fossiler auf grüne und sichere Energie zeichnet sich ein globaler Wettlauf ab. Allen voran China hat in den letzten Jahren in vielen Bereichen stark an Tempo zugelegt. Doch auch Europa und die USA haben unter den größten Wirtschaftsnationen weiterhin die Möglichkeit, die Chancen der Ökologisierung deutlich stärker für sich zu nutzen und den Wohlstand langfristig zu stärken (Bond et al., 2024).

Der Europäische Green Deal und das Fit-for-55-Programm waren 2019 ein guter Start, um den Emissionstrend zu wenden und neue Weichen für die Zukunft der 450 Millionen EU-Bürger:innen und des drittgrößten Wirtschaftsraumes der Welt zu stellen. Um nicht an Fahrtwind zu verlieren, die Klimakrise einzudämmen und die EU als globale Wirtschaftszone zu stärken, dürfen das kommende EU-Parlament und die nächste EU-Kommission den Fokus auf effektive und wirksame Klimapolitik als Steuerungsinstrument jedoch nicht verlieren. Es gilt nicht nur, den Wohlstand der Mitgliedsstaaten zu stärken, sondern gleichzeitig Treibhausgasemissionen drastisch zu reduzieren, um Europa lebenswert zu halten.

Die vorliegende Analyse zeigt die größten europäischen Stellschrauben für eine wettbewerbsfähige und langfristig wohlstandsstärkende EU-Klimapolitik auf. Für alle Teilbereiche der Ökologisierung ist es vorrangig, erneuerbare Energieträger breitflächig auszubauen. Deren Anteil am gesamten Energiemix zu maximieren, ist der Ausgangspunkt für eine umfassende Energiewende. Zusätzlich ist die Elektrifizierung verschiedener Prozesse notwendig, um den von Wind, Sonne, Wasser, biogenen Energieträgern und andere erneuerbare Energieträger in allen Sektoren nutzen zu können. Hier gilt es, in wirksame Technologien wie Wärmepumpen, Speichertechnologien und E-Mobilität zu investieren. Auch ein langfristig stabiles und gut ausgebautes Stromnetz ist zentral, um die Potentiale der Energiewende zu heben.

Zusätzlich zu Ausbau und Elektrifizierung muss auch die Effizienz der Energienutzung gesteigert werden. Die Abkehr von fossilen Brennstoffen hin zu Strom bringt dabei durch das Wegfallen von Umwandlungs- und Verbrennungsprozesse bereits eine starke Effizienzsteigerung mit sich. Auch gibt es in verschiedenen Sektoren massives Potenzial für eine effizientere Energie- und Ressourcenverwendung. Im Transportbereich ist ein Ausbau von (strombetriebenen) öffentlichem Nah- und Fernverkehr ausschlaggebend. Auch das Potenzial aktiver Mobilität ist bei weitem nicht ausgeschöpft. Mehr Infrastruktur für Rad- und Fußgänger:innen ist hierfür unerlässlich. Sektorübergreifend ergibt sich auch der Bedarf nach einer Steigerung der effizienten Nutzung biogener Energieträger und auch von Geothermie für die Wärmeerzeugung sowohl im Gebäude- als auch im gewerblichen und industriellen Bereich. Im Gebäudesektor müssen einerseits wirksame Technologien verwendet werden (z.B. Wärmepumpen), während andererseits auch durch Sanierungsmaßnahmen bestehender Gebäude, die Nutzung leer stehender Gebäude sowie die Verwendung von Recyclingrohstoffen der Energie- und Ressourcenverbrauch reduziert werden kann. Im Industriesektor ist neben technischen



Roadmaps für einzelne Branchen eine ganzheitliche Industriestrategie notwendig. Ein genauer Fokus auf jene Branchen und Technologien, die großes Zukunftspotential haben, gibt eine Richtung vor, in die sich die Industrie mit ihren gekoppelten Wirtschaftszweigen entwickeln kann und wo sie politische Rahmenbedingungen braucht. Klare industriepolitische Vorgaben können dabei den Weg in ein neues, grünes Zeitalter der Ökologisierung ebnen (Jaakkola et al., 2023). Wirksame umweltpolitische Maßnahmen wie Regulierungen oder Vorgaben können Unternehmen zudem zu Innovationen, Produkt- und Prozessänderungen anregen und ihre Wettbewerbsposition verbessern (Porter & Linde, 1995). Ein Fokus auf die für die Ökologisierung relevanten Sektoren ist darüber hinaus auch notwendig, um das wachsende Beschäftigungspotential zu nutzen. Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten und eine langfristige Perspektive auf den Arbeitsmarkt ermöglichen zeitgerechte Umschulungen aus schrumpfenden Sektoren, sowie eine Reduktion sozialer Verwerfungen und eine erfolgreiche Anpassung an wachsende Wirtschaftsbereiche.

Generell können und sollten neben einer langfristig hohen Beschäftigungsrate auch hohe soziale und Umweltstandards als Indikatoren für einen hohen Lebensstandard und Wohlstand herangezogen werden, sowie eine sozial gerechte Ausgestaltung bei allen Maßnahmen mitgedacht werden (Peneder et al., 2023). Dabei dürfen ineffiziente und verschleppende Scheinlösungen im Diskurs und in der Umsetzung, gerade auf Ebene politischer und institutioneller Akteur:innen keinen Raum mehr finden, um Fehlinvestitionen und deren Folgen zu vermeiden. Hierzu ist auch auf politischer Ebene Technologieklarheit entscheidend (Frühwald et al., 2024).

Insgesamt befindet sich die Europäische Union gemeinsam mit anderen (Industrie-)Nationen der Welt in einem Wandel. Der globale Trend technologischer und wirtschaftlicher Entwicklung geht in Richtung Ökologisierung.

Jetzt in wirksame Lösungen und Technologien zu investieren und sie zu skalieren, ist ausschlaggebend, um die Klimakrise einzudämmen und die Chancen dieser Ökologisierung für Europa gleichzeitig voll auszuschöpfen. Nur so kann ein hoher Lebensstandard, Sicherheit, Unabhängigkeit und langfristiger Wohlstand für die österreichische und europäische Bevölkerung geschaffen und gestärkt werden.



### 5. Literaturverzeichnis

- BloombergNEF. (2024). Energy Transition Investment Trends 2024. https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends-2024.pdf
- Bond, K., Butler-Sloss, S., & Walter, D. (2024). X-Change: Race to the Top. RMI. https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm\_uploads/2024/03/X\_change\_the\_race\_to\_the\_top.pdf
- Boulamanti, A., Moya, J. (2016). Production costs from energy-intensive industries in the EU and third countries. In European Commission, Joint Research Centre, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2790/056120
- Bradu, P., Biswas, A., Nair, C., Sreevalsakumar, S., Patil, M., Kannampuzha, S., Mukherjee, A. G., Wanjari, U. R., Renu, K., Vellingiri, B., & Gopalakrishnan, A. V. (2022). Recent advances in green technology and Industrial Revolution 4.0 for a sustainable future. Environmental Science and Pollution Research, 30(60), 124488–124519. https://doi.org/10.1007/s11356-022-20024-4
- BMK (n.d.). Fabrik der Zukunft. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/FTI-Themen/Kreislauf-wirtschaft-und-Produktionstechnologien/produktion/fabrik\_der\_zukunft.html
- COP28, IRENA, & GRA. (2023). Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030 crucial steps towards 1.5°C. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/Publications/2023/Oct/Tripling-renewable-power-and-doubling-energy-efficiency-by-2030
- Energy Institute. (2023). Statistical Review of World Energy [dataset]. https://www.energyinst.org/statistical-review
- Erbach, G. (2014). Shale gas and EU energy security. European Parliamentary Research Service. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2014/542167/EPRS\_BRI(2014)542167\_REV1\_EN.pdf
- Erneuerbare Energie Österreich. (2021). Die Klima- und Energiestrategien der österreichischen Bundesländer: Status, Bewertung und Ausblick auf Basis einer Studie der österreichischen Energieagentur. https://www.erneuerbare-energie.at/s/Bundeslaenderfolder-210721-Hi-Res-ANSICHTS.pdf
- eurostat. (2022). EU natural gas import dependency down to 83% in 2021. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220419-1
- eurostat. (2023a). Industry relied mostly on natural gas & electricity. https://ec.europa.eu/eurostat/ web/products-eurostat-news/w/ddn-20230512-1



- eurostat. (2023b). Energy statistics—An overview. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\_statistics\_-\_an\_overview
- Forbes. (2023). Why Is Electrify Everything First On The List For Climate Action? https://www.forbes.com/sites/michaelbarnard/2023/08/14/why-is-electrify-everything-first-on-the-list-for-climate-action/?sh=4c11a79a5f55
- Forman, C., Muritala, I. K., Pardemann, R., & Meyer, B. (2016). Estimating the global waste heat potential. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57, 1568–1579. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.192
- Frühwald, J., Maringer, F., Rogenhofer, K., Wendelin, W., & Pixer, A. (2024). Klimadebatte in Österreich: Zwischen Apellen und Verschleppung. Klimadiskurs-Monitoring 2023. KONTEXT Institut für Klimafragen. https://kontext-institut.at/uploads/Dateien/KONTEXTANALYSE\_Klimadebatte-in-Österreich.pdf
- Frühwald, J., Maringer, F., Rogenhofer, K., Wendelin, W., & Pixer, A. (2024). [Kon]klusio: Technologie-klarheit als Schlüssel zu einer wirksamen Klimapolitik. Trugbilder erkennen am Beispiel von Verbrennermotor- und Heizdebatte. KONTEXT Institut für Klimafragen. https://kontext-institut.at/uploads/202403\_KONKLUSIO\_Technologieklarheit-als-Schluessel-zu-einer-wirksamen-Klimapolitik.pdf
- Glessia, S., & Di Serio, L. C. (2016). The sixth wave of innovation: Are we ready? RAI Revista de Administração e Inovação, 13(2), 128–134. https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.03.005
- Groumpos, P. P. (2021). A Critical Historical and Scientific Overview of all Industrial Revolutions. IFAC-PapersOnLine, 54(13), 464–471. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.492
- IEA. (2023). World Energy Investment 2023. International Energy Agency IEA. https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf
- IEA. (2024). Clean Energy Market Monitor. International Energy Agency IEA. https://iea.blob.core. windows.net/assets/d718c314-c916-47c9-a368-9f8bb38fd9d0/CleanEnergyMarketMonitor-March2024.pdf
- Jaakkola, N., Van der Ploeg, F., & Venables, A. (2023). "Big Push" Green Industrial Policy. CESifo. https://www.cesifo.org/DocDL/econpol-forum-2023-6-jaakkola-van-der-ploeg-venables-green-transition.pdf
- Jansen, J., Jäger, P., & Redeker, N. (2023). For climate, profits, or resilience? Why, where and how the EU should respond to the Inflation Reduction Act. Hertie School Jacques Delors Centre. https://www.delorscentre.eu/fileadmin/2\_Research/1\_About\_our\_research/2\_Research\_centres/6\_Jacques\_Delors\_Centre/Publications/20230505\_JDC\_IRA.pdf



- Kirk, K. (2022). Energy loss is single-biggest component of today's electricity system [Yale Climate Connections]. https://yaleclimateconnections.org/2022/10/energy-loss-is-single-biggest-component-of-todays-electricity-system/
- KONTEXT Institut. (2024). Umfrage: Klimaschutz als Schlüssel für Sicherheit und Unabhängigkeit Europas. KONTEXT Institut Für Klimafragen. https://kontext-institut.at/inhalte/umfrage-euwahlen-2024-2/
- Lancet. (2022). The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: Health at the mercy of fossil fuels. https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(22)01540-9/fulltext
- Landsberger, A. (2023). Die aktuelle Energiekrise im Kontext der Ölpreiskrise der 1970er Jahre. ifo Institut für Wirtschaftsforschung. https://www.ifo.de/publikationen/2023/aufsatz-zeitschrift/die-aktuelle-energiekrise-im-kontext-der-oelpreiskrise-der
- Lawrence Livermore National Laboratory. (2022). Estimated U.S. Energy Consumption in 2022: 100.3 Quads. https://www.llnl.gov/article/50451/national-economy-continues-reenergize-post-pandemic-while-pushing-toward-new-decarbonized-normal
- Lazard. (2023). Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis—Version 16.0. Lazard. https://www.lazard.com/media/typdgxmm/lazards-lcoeplus-april-2023.pdf
- Maire, F., Fox, M., Simons, M., Caldwell, T., Yoo, A., Gilfenbaum, E., & Ulvestad, A. (2023). Master Plan Part 3: Sustainable Energy for All of Earth. Tesla & IEA. https://electrek.co/wp-content/uploads/sites/3/2023/04/Tesla-Master-Plan-Part-3.pdf
- Makaroff, N., Kalcher, & Kouam, A. (2024). Forging Economic Security and Cohesion in the EU. Strategic Perspectives. https://strategicperspectives.eu/wp-content/uploads/2024/04/Forging-Economic-Security-and-Cohesion-in-the-EU.pdf
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. Research Policy, 41(6), 955–967. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013
- Österreichische Energieagentur. (2023). Analyse "An der Gasleine": Wie Österreich von russischem Gas abhängig wurde. https://www.energyagency.at/aktuelles/an-der-gasleine
- Peneder, M., Bittschi, B., Köppl, A., Mayerhofer, P., Url, T., Bärenthaler-Sieber, S., & Böheim, M. (2023). Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltige Entwicklung der österreichischen Wirtschaft. https://www.wifo.ac.at/wp-content/uploads/upload-3409/s\_2023\_wettbewerbsfaehigkeit\_69778\_.pdf
- Porter, M. E., & Linde, C. V. D. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. Journal of Economic Perspectives, 9(4), 97–118. https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97



- Ritchie, H. (2020). Sector by sector: Where do global greenhouse gas emissions come from? [Our World in Data]. https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector
- Sejkora. (2022). Decarbonisation of Austria: Exergy Effiency and Sector Coupling. [Doctoral Thesis]. Montanuniversität Leoben. https://pure.unileoben.ac.at/en/publications/decarbonisation-of-austria-exergy-effiency-and-sector-coupling
- Statistik Austria. (2024). Verbraucherpreisindex (VPI/HVPI) [dataset]. https://www.statistik.at/statistiken/volkswirtschaft-und-oeffentliche-finanzen/preise-und-preisindizes/verbraucherpreisindex-vpi/hvpi
- Stern, N. (2015). Why are We Waiting? The Logic, Urgency, and Promise of Tackling Climate Change. https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2015/06/Stern\_Why\_are\_we\_waiting\_Presentation\_FINAL.pdf
- Umweltbundesamt. (2023). Treibhausgas-Bilanz Österreichs 2021. https://www.umweltbundesamt. at/news220123/thg-daten-1
- U.S. Energy Information Administration. (2023). U.S. energy facts explained. https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/

# **Autor:innen**

Anna Pixer Florian Maringer

#### **Zitierhinweis:**

Pixer, A., Maringer, F. (2024).

[KON]KLUSIO #3: Die nächste Industrielle Revolution: Ökologisierung als Chance für Europa nutzen. In: KONTEXT – Institut für Klimafragen.



# **Kontaktinformationen:**

Liechtensteinstraße 55/8 1090 Wien

Homepage: <a href="https://kontext-institut.at">https://kontext-institut.at</a>

Email: info@kontext-institut.at