

# **Das Pariser Abkommen und die Industrie**

**Wie kann Österreich die Chancen  
der Energiewende nützen?**

Bildnachweise:

S.66-67: REN 21, 2017, Global Status Report  
S.124: IWI, 2017 auf Basis der Statistik Austria  
S.128-131: Technisches Museum Wien  
S.214: US National Archives  
S. 215: George Bentham Baines Collection  
S.219: Fronius International GmbH.  
S.226: Infineon  
S.252-255: „market“ Institut  
S.270: Reinhard Haller

Die verwendeten Bilder sind nach unseren Recherchen zur freien Verwendung zugelassen.

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.de> abrufbar.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages oder der Autoren/Autorinnen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2018 by new academic press, Wien  
[www.newacademicpress.at](http://www.newacademicpress.at)

ISBN: 978-3-7003-2051-7

Umschlaggestaltung: [www.b3k-design.de](http://www.b3k-design.de)  
Satz: Peter Sachartschenko  
Druck: Primerate, Budapest

**Theresia Vogel, Patrick Horvath (Hg.)**

Vorwort von Generaldirektor Li Yong (UNIDO)

# **Das Pariser Abkommen und die Industrie**

**Wie kann Österreich die Chancen  
der Energiewende nützen?**



## Inhalt

### Vorworte

Li Yong

**“LEAVE NO ONE BEHIND”** . . . . . 11

Theresia Vogel, Patrick Horvath

**Das Pariser Abkommen und die Industrie –  
Vorwort der Herausgeber.** . . . . . 14

### I. Das Pariser Abkommen und die österreichische Industrie – die Ausgangssituation

Josef Lettenbichler

**Die Umsetzung der Pariser Klimaziele vor dem Hintergrund der besonderen  
wirtschaftlichen Situation Österreichs.** . . . . . 19

### II. Diskussion: Wie kann die Dekarbonisierung des Wirtschaftssystems zur Chance werden?

Astrid Bonk

**Grenzen überschreiten, um neue Wege zu gehen.** . . . . . 28

Cristiane Brunner

**Das Zeitalter der fossilen Energie ist zu Ende!** . . . . . 34

Claudia Kemfert

**Wie Österreich die Chancen der  
Energiewende nutzen kann.** . . . . . 39

Angela Köppl

**Neue Perspektiven für das Energiesystem** . . . . . 45

Peter Koren

**Leitlinien für eine chancenreiche Transformation  
des Energiesystems** . . . . . 53

Christoph E. Mandl

**Die schöpferische Zerstörung des  
Kohlenstoffverbrennungskomplexes als Chance** . . . . . 61

Stefan Moidl <b>Worauf warten wir noch? Energiewende JETZT!</b> . . . . .	72
Wilhelm Molterer <b>Die Europäische Investitionsbank – ein klarer Verfechter des Pariser Klimaschutzabkommens</b> . . . . .	80
Barbara Schmidt <b>Empowering Austria: Die Stromstrategie von Österreichs E-Wirtschaft Der Umbau des Energiesystems als größtes Infrastrukturprojekt Österreichs</b> . . . . .	87
Sabine Seidler, Günther Brauner <b>Energie – Wirtschaft – Umwelt: Integrierte Systemlösung der Zukunft</b> . . . . .	94
Theresia Vogel, Klima- und Energiefonds <b>Fossilfrei durch Innovation – Energiewende in der österreichischen Industrie</b> . . . . .	99
Wolfgang Eichhammer, Harald Bradke <sup>1</sup> und Marion Weissenberger-Eibl <b>Energiewende: Chancen bei der Transformation der Industrie aus einer deutschen Perspektive</b> . . . . .	110
 <b>III. Industrie im Wandel – die historische Dimension der aktuellen Umbrüche</b>	
Herwig W.Schneider <b>Die Evolution der Österreichischen Industrie</b> . . . . .	120
Gabriele Zuna-Kratky <b>Die historische Dimension der aktuellen Umbrüche Ein musealer Blickwinkel.</b> . . . . .	127
 <b>IV. Welche Energieinfrastruktur für die Industrie von morgen?</b>	
Brigitte Bach, Christoph Mayr, Tanja Tötzer, Ralf-Roman Schmidt, Helfried Brunner, Michael Hartl <b>Energieinfrastruktur für die Industrie von morgen</b> . . . . .	136
Martin Graf, Philipp Irschik <b>Die steirische Energieinfrastruktur im Zeitalter der Energiewende – Ansprüche, Herausforderungen und Chancen aus dem Blickwinkel der steirischen Industrie.</b> . . . . .	147
Gerhard Christiner <b>Energiewende der Industrie – die entscheidende Rolle der Übertragungsnetze</b>	154

---

Markus Mitteregger <b>Die Bedeutung des Energieträgers Gas und der Gasinfrastruktur für die Zukunft</b> . . . . .	161
<b>V. „Green Industry“ – Welche neuen Technologien können wegweisend sein?</b>	
Manfred Klell <b>Energiewende und Wasserstoffwirtschaft</b> . . . . .	166
Simon Moser, Horst Steinmüller <b>Selbstbild der österreichischen Industrie für das Jahr 2050: effizient, sauber und vernetzt</b> 177	
Peter Püspök <b>Elektromobilität als Schlüsselfaktor der Energiewende.</b> . . . . .	188
Rainer Seele <b>Rezept für den Transformationsprozess in Richtung CO<sub>2</sub>-Neutralität</b> . . . . .	198
<b>VI. „Energie- und Klimazukunft Industrie“ – Best Practice-Beispiele</b>	
Franz M. Androsch <b>Schrittweise Decarbonisierung – nicht nur eine technologische Herausforderung</b> . . . . .	206
Elisabeth Engelbrechtsmüller-Strauß: <b>Fronius und die Chancen einer Energierevolution</b> . . . . .	214
Sabine Herlitschka <b>Infineon Technologies Austria AG: Mit Innovationskraft Klima- und Energiewandel mitgestalten</b> . . . . .	225
Wolfgang Hesoun <b>„Energie- und Klimazukunft Industrie“ – Best-Practice-Beispiele</b> . . . . .	232
<b>VII. Die neue Industrie: Neue Arbeitswelten, Soziales sowie die Sicht der Bevölkerung</b>	
Monika Auer <b>Öffentlichkeitsbeteiligung und Energiewende</b> . . . . .	240
Werner Beutelmeyer <b>Industrieperspektiven: Wie Experten die Zukunft der österreichischen Industrie sehen</b> . . . . .	251

Wolfgang Katzian  
**Neue Arbeitswelten durch sozial-ökologische Erneuerungen . . . . .** .256

Sylvia Leodolter  
**Die soziale Dimension der Dekarbonisierung in den Mittelpunkt stellen –  
Beispiel öffentlicher Verkehr . . . . .** .262

**Anhang: sozialwissenschaftliche Daten, Bibliografie**

Bernhard Fürnsinn  
**Auswahlbibliographie zum Thema „Das Pariser  
Klimaabkommen und die Industrie“ . . . . .** .274

Reinhold Gutschik  
**Umweltschutz und Klimawandel aus der Sicht  
der Bevölkerung . . . . .** .277

**Die Autorinnen und Autoren**  
(in alphabetischer Reihenfolge) . . . . . .285



## **Vorworte**



---

Li Yong

## **“LEAVE NO ONE BEHIND”**

I would like to contribute to this publication by putting the Paris Climate Agreement in the broader context of global industrial trends and concepts, as well as the 2030 Agenda for Sustainable Development and its Sustainable Development Goals. I see a need for a global business model that makes it possible to produce more of the goods and services required by a growing world population, while using fewer resources and producing less waste and pollution. We also need to make sure that no one is left behind in this process. To make this model a success and ensure its sustainability, we must make sure that this industrial growth is inclusive and that prosperity is shared. Let me elaborate on the basis of four observations.

First, we see a revival of the industrial agenda in countries of all income levels. History shows that industrialization has an enormous potential to reduce poverty and stimulate social mobility. Millions of people were lifted out of poverty as a result of the industrial revolutions in England and the United States in the 19th and 20th centuries. More recently, industrialization again played the central role for the booming growth enjoyed by South and East Asian economies.

In the wake of the recent recession and sluggish economic growth, policymakers worldwide are increasingly recognizing the merits of industrialization in terms of job and income creation. The European Union, Japan, the United States of America and other countries have given great prominence to reindustrialization in their economic policies in recent years, while both middle-income and developing countries have cited industrialization as vital for their future prosperity.

With the adoption of the 2030 Agenda, industry, innovation and infrastructure have moved to the forefront of the development discourse as Sustainable Development Goal 9. A recent resolution by the United Nations General Assembly declared the period 2016-2025 as the Third Industrial Development Decade for Africa. In addition, in 2016 the G20 adopted an initiative on supporting industrialization in Africa and least developed countries, which has been supported by the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

Second, we observe an increasing trend towards automatization, robotization and digitalization of industrial processes and global value chains. Several advanced economies have already started manufacturing based on the concept of In-

dustry 4.0, also known as the Fourth Industrial Revolution. Increasingly, companies are applying innovative solutions, including through the so-called Internet of Things, cloud computing, miniaturization, and 3D printing, that will enable more interoperability, flexible industrial processes, and autonomous and intelligent manufacturing. The physical components of industrial production are being transformed by smart, digital networking into cyber-physical systems, allowing for the management of manufacturing processes for customized products in real time and across far distances.

Third, we see a trend towards circular economy concepts in industry against the background of the increasing scarcity and price volatility of raw materials, including fossil fuels, as well as the need to internalize the costs of environmental externalities, such as air, soil and water pollution and climate change caused by global greenhouse gas emissions. The climate change mitigation targets of the Paris Agreement and other environmental agreements, such as the Montreal Protocol (on ozone-depleting substances), the Stockholm Convention (on persistent organic pollutants) and the Minamata Convention (on mercury) are examples for international commitments in this context.

In a circular economy the inputs for production, and waste and emissions are minimized. Materials for new products come from old ones and better design enables longer life cycles. As much as possible, everything is reused, remanufactured or, as a last resort, recycled back into a raw material or used as a source of energy. Energy comes from domestic or neighbouring renewable energy sources and is used efficiently in line with the latest standards of energy management and systems optimisation. Taken together, these developments lead to the emergence of more sustainable production and consumption patterns.

The aim to achieve a circular economy has found its way into the international and national policy agendas. For example, in 2015 the G7 Summit Leaders' Declaration underscored the need for "sustainable supply chains" that protect workers and the environment. The European Union also adopted an ambitious circular economy policy, including goals for food, water, plastics reuse and sustainable energy.

Fourth, while the circular economy and Industry 4.0 are closely linked to two pillars of sustainable development, namely environmental and economic performance, we shall not forget the third pillar: inclusiveness. There is a risk that the two concepts could exclude poorer countries from global supply chains. As wealthy countries learn to extend their resource use and automatize processes, they will reduce their dependency on imported raw materials as well as other (labour-intensive) products manufactured abroad.

The consequences of Industry 4.0 on employment, wealth creation and distribution are not fully understood yet. Increasing automation of production proces-

---

ses and the replacement of workers by machines could eliminate routine types of jobs and decrease the demand for labour in low-end manufacturing. A net decrease in jobs could be especially challenging for developing countries where, unlike developed economies, millions of young people are entering the job market every year.

At the same time, the global drive towards low-carbon standards and circular economies could increase the dependence of developing countries on advanced countries in terms of transfer of technologies and knowledge. This offers opportunities, but also bears the risk that the local value and job creation effects of such investments remain low and are not sustained in the long-run. The renewable energy and energy efficiency sector provides a good example. In a number of developing countries the lack of domestic sustainable energy entrepreneurs and of a servicing and manufacturing industry has led to a failure of projects and is hindering the further uptake of the sector.

Therefore, Industry 4.0, circular economy concepts, and international agreements, such as the Paris Agreement, can only be successful if they are integrative, create domestic value and jobs, and share prosperity among all. To take full advantage of the opportunities, advanced economies and industries need to help strengthening the capacities of developing countries, so that they can benefit from global value chains.

In this context, the United Nations Industrial Development Organization has an important role to play. Since its establishment in 1966, UNIDO has paid special attention to the needs and development challenges of the world's poorest regions and most vulnerable countries. In 2013, the 172 Member States of UNIDO renewed the mandate of the Organization to be the central entity in the United Nations system that supports Member States in achieving inclusive and sustainable industrial development.

The achievement of inclusive and sustainable industrial development represents UNIDO's vision for an approach that balances the imperatives of economic growth, social cohesion and environmental sustainability. In our work we support developing countries and economies in transition to build their key industries, participate in global value chains, and adapt to economic changes – for the benefit of all. We also help them ensure that economic growth does not happen at the expense of the environment or climate. On this note, I would like to encourage Austrian industry and institutions to make use of our platforms and networks, and join us in our mission.

Theresia Vogel, Patrick Horvath

## **Das Pariser Abkommen und die Industrie – Vorwort der Herausgeber**

Auf der Pariser Klimaschutzkonferenz (COP21) im Dezember 2015 konnten sich 195 Länder erstmals auf ein allgemeines, rechtsverbindliches weltweites Klimaschutzübereinkommen einigen.

Das Übereinkommen lag vom 22. April 2016 ein Jahr lang zur Unterzeichnung auf. Damit es in Kraft treten konnte, mussten mindestens 55 Länder, die für mindestens 55 % der weltweiten Emissionen verantwortlich sind, ihre Ratifikationsurkunden hinterlegen. Dies ist mittlerweile geschehen. Am 5. Oktober ratifizierte auch die EU formell das Pariser Übereinkommen.<sup>1</sup>

Mittlerweile erkennen – bis auf einzelne Ausnahmen – sämtliche Staaten der Erde das Abkommen an. Der Ausstieg der USA unter Präsident Trump aus dem Abkommen verursachte weltweit Schlagzeilen und kontroverse Diskussionen. Die langfristigen Auswirkungen dieses Schrittes sind noch ungewiss. Einerseits sind die USA einer der größten Emittenten von CO<sub>2</sub> weltweit, eine Mitwirkung für funktionierenden Klimaschutz unverzichtbar.<sup>2</sup> Andererseits hat gerade der jüngste G20-Gipfel in Hamburg das Ausmaß der Isolation der USA in dieser Frage deutlich gezeigt.

Deutschland, Frankreich und Italien lehnen eine Neuverhandlung strikt ab und sogar das vielerorts mit Recht oder Unrecht als „Klimasünder“ geltende China spricht von einem „globalen Rückschlag“.<sup>3</sup> Fakt ist, dass gegenwärtig keine elaborierte Alternative mit einem vergleichbar breiten internationalen Konsens zum Pariser Abkommen vorliegt und zudem auch Österreich das Abkommen ratifiziert hat und somit völkerrechtlich daran gebunden ist.<sup>4</sup>

Wir gehen im vorliegenden Buch davon aus, dass kontroverse Diskussionen legitim sind, aber ein Rechtsstaat seine freiwillig eingegangenen Verpflichtungen erfüllen wird. Der Weg zur Erfüllung der strengen klimapolitischen Vorgaben erfordert allerdings große Anstrengungen.

---

1 [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de)

2 vgl. auch <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/trump-die-folgen-des-ausstiegs-der-usa-aus-dem-klimavertrag-a-1150556.html>

3 <http://derstandard.at/2000058627945/Donald-Trump-kuendigt-Pariser-Klimaschutzabkommen-auf>

4 <https://www.parlament.gv.at/PAKT/AKT/SCHLTHEM/SCHLAG/J2016/166Klimavertrag.shtml>

Das Buch widmet sich der Frage nach diesen zu leistenden Anstrengungen.

Um eine Zielvorgabe der vollständigen Dekarbonisierung der Wirtschaft zu erreichen sind Beiträge aller gesellschaftlichen Teilbereiche notwendig – auch die der österreichischen Industrie. Wie aber kann die Industrie bei strengeren ökologischen Vorgaben weiterhin wettbewerbsfähig bleiben, ausreichend Wertschöpfung generieren und genügend qualitätsvolle Arbeitsplätze bereitstellen? Der einzig gangbare Weg zur Lösung dieser „Quadratur des Kreises“ ist die Innovation.

Das Buch sammelt anlässlich des zehnjährigen Bestehens des Klima- und Energiefonds Visionen prominenter und sachkundiger Autorinnen und Autoren sowie Best-Practice-Beispiele der „green industry“.

Wir sind stolz und dankbar, dass es gelungen ist, zahlreiche prominente Autorinnen und Autoren aus dem In- und Ausland für das Buchprojekt zu gewinnen. Vertreter/-innen aus Politik, Interessensvertretungen, Sozialpartnerschaft, Wissenschaft, aber auch zahlreiche Wirtschaftstreibende aus der Praxis bereichern das Buch mit Ihren Reflexionen. Eine ähnlich umfassende Sammlung der verschiedenen relevanten gesellschaftlichen Standpunkte ist uns nicht bekannt und liefert eine wesentliche Legitimation zur Veröffentlichung dieses Bandes.

Unserer demokratischen Überzeugung folgend ließen wir unterschiedliche Meinungen zu und begnügten uns lediglich mit der Vorgabe einer Grobstruktur in sieben Kapiteln:

- I. Das Pariser Abkommen und die österreichische Industrie – die Ausgangssituation
- II. Diskussion: Wie kann die Dekarbonisierung des Wirtschaftssystems zur Chance werden?
- III. Industrie im Wandel – die historische Dimension der aktuellen Umbrüche
- IV. Welche Energieinfrastruktur für die Industrie von morgen?
- V. „Green Industry“ – Welche neuen Technologien können wegweisend sein?
- VI. „Energie- und Klimazukunft Industrie“ – Best Practice-Beispiele
- VII. Die neue Industrie: Neue Arbeitswelten, Soziales sowie die Sicht der Bevölkerung

Die Brisanz des Themas, an der die wirtschaftliche und ökologische Zukunft unseres Landes hängt, wird in den Beiträgen deutlich ersichtlich. Wir wünschen uns, mit diesem Sammelband eine öffentlichkeitswirksame Plattform zur Verfügung stellen zu können, die sich den wahren Problemen unserer Zeit widmet in deutlichem Kontrast zu manchen innenpolitischen und medial „irrlichternden“ Scheinproblemen.

Wir wünschen den Leserinnen und Lesern wertvolle Einsichten, nicht zuletzt aber auch Vergnügen bei der Lektüre!

*Die Herausgeber  
Wien 2018*

Wolfgang Eichhammer, Harald Bradke und  
Marion Weissenberger-Eibl

## Energiewende: Chancen bei der Transformation der Industrie aus einer deutschen Perspektive

Als Folge des Klimaschutzabkommens von Paris besteht generell für entwickelte Länder wie Österreich oder Deutschland die Herausforderung und Notwendigkeit, Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 beziehungsweise 95% zu reduzieren (gegenüber 1990), Letzteres um eine Begrenzung des Temperaturanstiegs durch den Treibhauseffekt auf 1,5°C zu erreichen. Dieses Reduktionsziel gilt generell für die entwickelten Länder wie Österreich und Deutschland und betrifft alle Energienachfragesektoren einschließlich der Industrie. Österreich und Deutschland haben in Europa mit den höchsten Anteil des Industriesektors an der Wertschöpfung im Land (ca. 30% im Vergleich zu 24% im EU-Mittel). Darüber hinaus haben beide Länder eine relativ energieintensive Industrie insbesondere die Stahlindustrie.

In Deutschland soll die Emissionsminderung bis 2030 bereits ca. 55% betragen (Tabelle 1), im Industriesektor etwa 50% gegenüber 1990. Zwar wurden bereits substantielle Minderungen erzielt, insbesondere im Industriesektor. Daher muss dieser Sektor bis 2030 gegenüber 2014 die Emissionen etwa um ein knappes Viertel senken, während die Energiewirtschaft noch um die Hälfte reduzieren muss gegenüber heute.

Tabelle 1: Erforderliche Treibhausgasminderung in Deutschland bis 2030 nach Sektor

Handlungsfeld	Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.			Minderung in % in 2030	
	1990	2014	2030	ggü. 1990	ggü. 2014
Energiewirtschaft	466	358	175 – 183	62 – 61 %	51 – 49 %
Gebäude	209	119	70 – 72	67 – 66 %	41 – 39 %
Verkehr	163	160	95 – 98	42 – 40 %	41 – 39 %
<b>Industrie</b>	<b>283</b>	<b>181</b>	<b>140 – 143</b>	<b>51 – 49 %</b>	<b>23 – 21 %</b>



Handlungsfeld	Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.			Minderung in % in 2030	
Landwirtschaft	88	72	58 – 61	34 – 31 %	19 – 15 %
Sonstige	39	12	5	87%	58%
<b>Gesamtsumme</b>	<b>1248</b>	<b>902</b>	<b>543 – 562</b>	<b>56 – 55 %</b>	<b>40 – 38 %</b>

Quelle: BMUB (2016)<sup>1</sup>

Aber die Emissionsreduzierung der Vergangenheit war zu einem nicht unerheblichen Teil auch auf Restrukturierung des Verarbeitenden Gewerbes zurückzuführen. Deutschland hat weiterhin, im Unterschied zu Österreich, bereits substantielle Emissionsminderung im Industriesektor durch den Wiedervereinigungsprozess erreichen können. Die Emissionsminderungen der Zukunft können nur dadurch erzielt werden, dass neue Prozesse mit niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Produktion großindustrieller Anlagen Eingang finden. Dies ist mit erheblichen Investitionen verbunden, sowie mit technischen Risiken, weil die nötigen Prozesse teilweise erst als Pilotanlagen oder kleinere Demonstrationsanlagen existieren.

Auf der anderen Seite haben viele Studien gezeigt, dass Klimaschutz, der Ausbau von Erneuerbaren Energien mit erheblichen Vorteilen verbunden sind, sowohl makroökonomischen für die gesamte Volkswirtschaft als auch für einzelne Unternehmen:

- Beispielsweise kommt der berühmte, vor über zehn Jahren veröffentlichte, Stern Review – The Economics of Climate Change<sup>2</sup>, welcher die Kosten/Benefits des Klimawandels und des Klimaschutzes einander gegenüberstellt, zum Schluss: *„...the evidence gathered by the Review leads to a simple conclusion: the benefits of strong, early action considerably outweigh the costs. The evidence shows that ignoring climate change will eventually damage economic growth. Our actions over the coming few decades could create risks of major disruption to economic and social activity, later in this century and in the next, on a scale similar to those associated with the great wars and the economic depression of the first half of the 20th century. And it will be difficult or impossible to reverse these changes“*. Die Kosten der Stabilisierung der GHG Konzentrationen bei 500-550 ppm (also etwa dem Doppelten des vorindustriellen Niveaus) wird mit 1% des globalen Bruttoinlandsprodukts (GDP) eingeschätzt, die Kosten einer Stabilisierung bei 450 ppm, welche benötigt wird, um 2°C Temperaturan-

1 BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und reaktorsicherheit, 11/11/2016. Download 11/6/2017: [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf)

2 Stern Review Report on the Economics of Climate Change, [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100407172811/http://www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_report.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100407172811/http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm)

stieg nicht zu überschreiten, allerdings deutlich höher. Die Kosten des Klimawandels werden, demgegenüber, mit mindestens 5 % des globalen Bruttoinlandsprodukts geschätzt. Wenn ein breiter Bereich von Risiken und Einflüssen berücksichtigt wird, könnten die Schäden auf 20 % oder mehr des erwarteten globalen Bruttoinlandsprodukts ansteigen. Entwicklungs- und Schwellenländer werden die ökonomischen Folgen des Klimawandels überdurchschnittlich stark spüren.

- Die United Nations Industrial Development Organisation UNIDO und das Global Green Growth Institute<sup>3</sup> schlussfolgern in einer Studie unter Beteiligung des Fraunhofer ISI zu Beschäftigungswirkungen bei Erneuerbaren und Energieeffizienz: *„There are clear net-gains in employment generation in shifting from conventional energy sources to renewable energy sources and enhancing energy efficiency. These gains have wider societal implications, as decent job opportunities are likely to open up for people in the informal sector with low educational attainment levels. Targeted industrial policies will need to help these groups realize such opportunities as well as providing the training and skill acquisition needed for other positions created through green investments.“*
- Auf europäischer Ebene stellen Pollitt et al.<sup>4</sup> fest, dass eine 40%-Reduzierung der Treibhausgase in Europa im Vergleich zu 1990 (derzeitiges Ziel der EU bis 2030) zu einem Anstieg der Beschäftigung um 700.000 Beschäftigte führen könnte. Kombiniert mit entsprechenden Zielen für Erneuerbare und Energieeffizienz könnte der Nettozuwachs der Beschäftigung 1,2 Millionen Beschäftigte erreichen. Die Autoren zeigen aber auch, dass die Beschäftigungswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen stark davon beeinflusst werden, wie Einkommen aus erhöhten CO<sub>2</sub>-Preisen zum Klimaschutz rezykliert werden.
- Sektorale Studien, beispielsweise im Bereich der Erneuerbaren Energien, zeigen bedeutende Wirkungen für die Volkswirtschaft und für die Beschäftigung. Breitschopf und Diekmann (2015) stellen fest<sup>5</sup>, *„dass die Anlageninvestitionen für Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2013 16,1 Mrd. EUR betragen.“*

3 UNIDO and GGGI (2015). Global Green Growth: Clean Energy Industry Investments and Expanding Job Opportunities. Volume I: Overall Findings and Volume II: Country Studies (Experiences of Brazil, Germany, Indonesia, the Republic of Korea and South Africa). Vienna and Seoul, April 2015. <http://www.unido.org/news/press/global-green-growth.html>

4 Pollitt, H., Alexandri, E., Chewprecha, U. and Klaassen, G.: Macroeconomic analysis of the employment impacts of future EU climate policies, Climate Policy Vol. 15, Issue 5 (2015), S. 604-625. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2014.953907>

5 Breitschopf, B., Diekmann, J. (2015): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien (economic impact of RE deployment). In: Finanzierung Erneuerbarer Energien (financing renewable energies), 2. Edition; T. Rüschen, M. Gerhard and A. Sandhövel, Eds. Frankfurt am Main: Frankfurt School Verlag GmbH

*Der Umsatz der inländischen Hersteller von Anlagen und Komponenten lag einschließlich der Exporte bei 22,8 Mrd. EUR. Durch die Nutzung Erneuerbarer Energien sind zudem Energieimporte in Höhe von 9,1 Mrd. Euro vermieden worden. Direkt und indirekt waren in Deutschland 2013 rund 371.400 Personen im Bereich Erneuerbare Energien beschäftigt (Bruttobeschäftigungseffekt)*“<sup>6</sup>. Diese Wirkungen wurden zu einer Zeit ermittelt, als die Kosten für Erneuerbare noch deutlich höher lagen als heute.

- Im Bereich der Energieeffizienz kommen IFEU und Fraunhofer ISI für Deutschland zu folgenden Schlüssen, wenn bis 2030 eine weitgehende Ausschöpfung der ökonomischen Potenziale für Energieeffizienz durch Politikmaßnahmen erfolgt: *„Bis 2030 werden ... kumuliert knapp 300 Mrd. € aufgewendet, denen zwischen 2009 und 2030 bereits eine Kosteneinsparung von knapp 270 Mrd. € gegenübersteht. Auch nach 2030 werden durch diese Investitionen weitere Einsparungen induziert. Die jährlich eingesparten Energiekosten steigen von rund 7 Mrd. Euro im Jahr 2015 auf rd. 21 Mrd. Euro im Jahr 2030 an. Damit liegen die eingesparten Energiekosten in einer ähnlichen Größenordnung wie die jährlich investierten Effizienzmaßnahmen. Die Beschäftigung liegt um gut 127.000 höher als in der Referenz (2030); das preisbereinigte BIP fällt um 0,85% oder 22,8 Mrd. € höher aus. Dazu trägt vor allem bei, dass die zusätzlichen, weil einzelwirtschaftlich lohnenden Effizienzinvestitionen vor allem in Bereichen mit hohem inländischem Wertschöpfungsanteil erfolgen und dauerhaft Energieimporte eingespart werden können.“* Das heißt, bei der Energieeffizienz kommt es aufgrund der Tatsache, dass viele Energieeffizienzmaßnahmen wirtschaftlich sind, zu positiven volkswirtschaftlichen Kosten. Zunehmend ist dies auch bei Erneuerbaren der Fall, durch die sinkenden Kosten, insbesondere bei Wind- und Sonnenenergie.
- Auf der Ebene einzelner Unternehmen gibt zahlreiche Beispiele für Kostensenkungen durch Energieeffizienzmaßnahmen und die Nutzung Erneuerbarer Energien und damit der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. Besonders beeindruckende Einsparungen der Energiekosten wurden durch sogenannte Lernende Netzwerke für Energieeffizienz in Deutschland erreicht<sup>6</sup>. Dieser vor 30 Jahren in der Schweiz entwickelte Ansatz wurde vom Fraunhofer ISI in 30 Pilotnetzwerken in Deutschland adaptiert und weiterentwickelt und wird auch bereits in Österreich erfolgreich eingesetzt. Solche Netzwerke, in denen sich 10-15 Unternehmen zusammenschließen und Ziele der Emissionsminderung und der Energieeinsparung setzen, erreichen typischerweise eine doppelt so hohe Energieeffizienz wie vergleichbare Unternehmen. Dieser Erfolg beruht auf der Senkung der Transaktionskosten in den Unterneh-

<sup>6</sup> Energieeffizienznetzwerke, <https://www.energie-effizienz-netzwerke.de/een-de/index.php>

men durch den gegenseitigen Informationsaustausch, die gemeinsame Zielsetzung und dessen Monitoring. Das Instrument erwies sich bei einer durchschnittlichen Rendite für die Energieeffizienzinvestitionen von 30 % auch betriebswirtschaftlich als so erfolgreich, dass 20 Verbände und Organisationen der deutschen Wirtschaft geplant haben, bis Ende 2020 rund 500 Energieeffizienz-Netzwerke von Unternehmen<sup>7</sup> zu initiieren. Die Bundesregierung erwarten durch diese Initiative eine jährliche Energieverbrauchs-minderung von 75 Petajoule ab 2020, was rund 3% des gesamten industriellen Energieverbrauchs entspricht, sowie eine zusätzliche Verminderung der energiebedingten Treibhausgas-Emissionen von fünf Millionen Tonnen.

•

Dieser kurze Abriss zeigt, dass der Übergang zu niedrigem Kohlenstoffausstoß mit erheblichen Vorteilen für die Volkswirtschaften verbunden ist. Nichtsdestotrotz gilt es zu bedenken, dass solche Transformationsprozesse ungleich auf verschiedene Akteure in der Wirtschaft wirken und damit zu Gewinnern und Verlierern führen, wenn letztere nicht neue Chancen ergreifen, um sich unter veränderten Rahmenbedingungen neu zu positionieren. Es ist aber auf keinen Fall eine Alternative für Unternehmen zu warten und zu hoffen, dass sich die Transformationsprozesse von selbst erledigen oder verzögern, weil die Politik häufig zögerlich ist, die nötige Rahmensetzung vorzunehmen. Dies zeigen eine Reihe von Beispielen:

- Die Branche der Stromerzeuger in Europa wurde völlig überrascht vom schnellen Strukturwandel durch die sinkenden Kosten der Erneuerbaren Energien und durch die Politikmaßnahmen, welchen die Stromnachfrage in Deutschland beschränken (insbesondere die Ökodesignrichtlinie auf europäischer Ebene). In Deutschland sind die Aktienkurse großer Stromversorger seit ihrem Maximum vor 10 Jahren um 70-85% gesunken. Teilweise liegen die Aktienkurse auf dem Niveau von vor 30 Jahren. Auch in anderen Ländern haben große Stromversorger, beispielsweise in Frankreich EDF, nahezu 90% des Aktienwertes in diesem Zeitraum verloren. Das Unternehmen musste sogar in 2015 aus dem französischen Aktienindex CAC40 ausscheiden. Neben dem verpassten Einstieg in neue Energien belasten hier auch die teuren Investitionen in die Kernenergie das Unternehmen.
- Der europäische Verband der Stromversorger Eurelectric hat angekündigt, dass in Europa mit Ausnahme von Polen und Griechenland, ab 2020 keine neuen Kohlekraftwerke mehr gebaut werden sollen. Diese Entscheidung wird zu deutlichem Strukturwandel in der Kohleindustrie führen. Dieser Trend ist nicht alleine auf Europa beschränkt. China hat aus dem 13. Fünfjahresplan 100

---

7 Initiative Energieeffizienz-Netzwerke, <http://www.effizienznetzwerke.org/>

Kohlekraftwerke bis 2020 gestrichen, also etwa das Äquivalent der deutschen Stromerzeugungskapazität. Es kann davon ausgegangen werden, dass noch weitere Anpassungen nötig sein werden. Australien ist ein weiteres kohleintensives Land, das vor der Herausforderung steht, die Energieerzeugung (und die Energieexporte), weg von der kohlebasierten Erzeugung, zu saubereren Energieformen zu führen. Südkorea will den Anteil der Kohle von bisher 40 Prozent bis zum Jahr 2030 halbieren.

- Der Anstieg der Ölpreise um 2005 hat den Teil der Autoindustrie in Bedrängnis gebracht, welcher durch Fahrzeugtypen mit hohem Treibstoffverbrauch dominiert war. Durch den folgenden Rückgang der Ölpreise und die Energieeffizienzanstrengungen der Branche hat sich die Situation etwas entspannt. Mit der Elektromobilität steht jedoch ein weit radikalerer Umbruch an, der die Produktionsketten bei Fahrzeugherstellern und Zulieferern deutlich umstrukturieren wird<sup>8</sup>. Ganze Industriezweige können in Ländern wie Deutschland betroffen sein, welche durch eine starke Autoindustrie gekennzeichnet ist.
- Der anstehende Rückgang der Ölnachfrage durch die Wärmewende im Gebäudebereich und durch den erwarteten Übergang zu Elektromobilität und mögliche andere, erneuerbare Energieträger wird zu deutlichen strukturellen Veränderungen bei der ölfördernden und –raffinierenden Industrie führen. Stevens (2016)<sup>9</sup> schlussfolgert lapidar: „The future of the major international oil companies (IOCs) – BP, Chevron, ExxonMobil, Shell and Total – is in doubt. The business model that sustained them during the 20th century is no longer fit for purpose. As a result, they are faced with the choice of managing a gentle decline by downsizing or risking a rapid collapse by trying to carry on business as usual.“

Auch das Verarbeitende Gewerbe, das in Deutschland und Österreich durch kohlenstoffreiche Prozesse wie die Stahlerzeugung gekennzeichnet ist, steht vor der Schwierigkeit, bis Mitte des Jahrhunderts die Emissionen insgesamt auf 20% beziehungsweise 5% im Vergleich zu 1990 zu senken. Die heutigen energieintensiven Prozesse wie die Metallerzeugung, die Zementherstellung, chemische Basisprodukte wie Ethylen oder Ammoniak, Papierherstellung etc. sind, neben der Landwirtschaft, ein besonders schwieriges Feld der Emissionsminderung. Häu-

---

8 W. Schade et al.: Zukunft der Automobilindustrie. Bericht des Fraunhofer ISI für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), September 2012, Arbeitsbericht Nr. 152.

9 Stevens, P. (2016): International Oil Companies – The Death of the Old Business Model. Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, May 2016.  
<https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/publications/research/2016-05-05-international-oil-companies-stevens.pdf>

fig handelt es sich um Prozesse, die bereits seit Jahrhunderten optimiert werden; umso schwieriger erscheinen weitere Verbesserungen bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen, wenn die Prozesse nicht radikal verändert werden.

Dennoch wächst aber auch hier der Druck auf die Unternehmen durch Instrumente wie den Emissionshandel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten, welcher in Europa seit 2005 besteht. Lange Zeit blieben die Zertifikatepreise auf niedrigem Niveau durch deutliche Überschüsse an Zertifikaten, welche durch Überallokation an Unternehmen (teilweise als Folge der Wirtschaftskrise von 2008) und durch das Einbinden von Zertifikaten aus Ländern außerhalb Europas über den Clean-Development Mechanism (CDM) entstanden sind. Viele Unternehmen argumentierten, dass durch hohe CO<sub>2</sub>-Preise die Wettbewerbsfähigkeit durch sogenanntes Carbon Leakage gefährdet sei, d.h. durch die Verlagerung von Produktion in Länder ohne solche Belastungen durch steigende CO<sub>2</sub>-Preise. Diese Situation beginnt sich zu verändern: Südkorea hat als wichtiges Industrieland in 2015 einen Emissionshandel eingeführt. Die CO<sub>2</sub>-Preise in diesem System sind derzeit deutlich höher als in Europa und sind weltweit die höchsten. China führt in diesem Jahr einen nationalen Emissionshandel ein, nachdem ein solcher in Pilotprovinzen getestet wurde. Lediglich die USA haben, als wichtigstes Industrieland nur auf Ebene einzelner Staaten wie Kalifornien ein solches Handelssystem. In Europa sollen die Zertifikatepreise bis 2030 von derzeit 6 auf 30 Euro/t CO<sub>2</sub> steigend. Bis 2050 sollen knapp 90 Euro/t CO<sub>2</sub> erreicht sein<sup>10</sup>. Dies wird zu deutlichen strukturellen Verschiebungen in der europäischen Industrie führen. Produkte, welche mit weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß verbunden sind, werden Marktanteile im Vergleich zu herkömmlichen Prozessen erobern können. Gleichzeitig werden auch Produktsubstitutionen stattfinden, hin zu Produkten mit weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, wo immer dies möglich sein wird. Die Zeit zur Entwicklung solcher Prozesse ist kurz bis 2050: viele großindustrielle Prozesse benötigen mehr als zwei Dekaden, bis sie im Maßstab von Produktionen mit über einer Million Tonnen jährlich einsetzbar sind. Auf der anderen Seite gibt es eine Vielzahl von Optionen, welche für die Reduzierung von Kohlenstoffemissionen zur Verfügung stehen:

- Integrierte Prozessverbesserungen:
  - Energieeffizienz (Modernisierung und Ersatz von Prozessen)
  - Reduktion von prozess-bezogenen Emissionen
- Wechsel der Energieträger

---

10 EU Commission (2016) : EU Reference Scenario 2016 Energy, Transport and GHG Emissions Trends To 2050 [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016\\_report\\_final-web.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016_report_final-web.pdf)

- hin zu erneuerbaren Energiequellen (zum Beispiel auf Basis von Wasserstoff)
- hin zu decarbonisiertem Strom (indirekte Emissionen)
- Carbon Capture and Storage CCS/ Carbon Capture and Use CCU (End-of-pipe Technologien, aber auch integrierte Prozesse)
- Recycling und Wiederverwendung (Innovative Recyclingprozesse)
- Materialeffizienz (in der Produktion and Downstream)
- Materialsubstitution (downstream)

In den Forschungsabteilungen vieler energieintensiver Unternehmen wird bereits intensiv an neuen Prozessen gearbeitet. Beispiele im Zementsektor als einem der großen energieintensiven Prozesse sind:

- CEMCAP Projekt im Horizon 2020 Programm der EU <sup>11</sup>: Dieses Projekt zielt auf die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der Klinkerproduktion ab. Ziel ist es, Technologien wie die Oxyfuel-Abscheidetechnologie, sowie drei verschiedene, dem Prozess nachgeschaltete Abscheidetechnologien, auf den Technology Readiness Level (TRL) 6 zu heben, also an die Schwelle zu großen Demonstrationsanlagen (Abscheidungsrate 90%).
- LEILAC (Low Emissions Intensity Lime And Cement)<sup>12</sup> im Horizon 2020 Programm der EU: Hier wird durch indirektes Erhitzen von Kalkstein reines CO<sub>2</sub> entzogen, bevor sie sich mit Rauchgasen vermischen können. Dadurch werden die zu reinigenden Abgasströme verringert.
- Joule Unlimited: CO<sub>2</sub>-to-fuel production platform<sup>13</sup>: hier wird CO<sub>2</sub> durch produktspezifische Bakterien kontinuierlich in Brennstoffe oder Chemikalien umgewandelt (Ethanol und Kohlenwasserstoffe für Diesel, Benzin und Flugzeugtreibstoffe. Diese modular aufgebauten Systeme können für den jeweiligen Bedarf entsprechend skaliert werden.
- Celitement process<sup>14</sup>: Bei diesem Prozess wird Klinker bei unter 300°C produziert, während der herkömmliche Portlandzementklinker bei 1450°C gebrannt wird. Schlüssel ist hier die Mischung der Rohmaterialien mit niedrigem Calcium- zu Siliziumanteil. Während Portlandzement zur Herstellung 870 kg CO<sub>2</sub>/t emittiert, sind es beim Celitementprozess 50% weniger.
- TernoCem Projekt im Horizon 2020 Programm der EU<sup>15</sup>: ebenfalls neue reaktive Klinkerphase mit veränderter chemischer Zusammensetzung und niedri-

11 <http://www.sintef.no/globalassets/sintef-energi/cemcap/150828-sccs-workshop-cemcap-jordal2.pdf>

12 <http://www.project-leilac.eu/>

13 <http://www.jouleunlimited.com/joule-plants-heading-scale>

14 <http://www.celitement.de/en/celitement.html>

15 <http://www.ecobinder-project.eu/en/>; <http://www.heidelbergcement.com/en/sustainability-report>

geren Verbrennungstemperaturen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden dadurch um 30% gesenkt, der Energieeinsatz um 10%–15%.

Bei einem anderen großen energieintensiven Prozess, der Roheisenerzeugung, muss mittels einer chemischen Reaktion der Sauerstoff aus dem Eisenerz abgetrennt werden. In der konventionellen Hochofen-Route erfolgt dies mit Kohlenstoff, der letztlich als Kohlendioxid in einer nennenswerten Größenordnung an die Atmosphäre abgegeben wird. Durch neue Prozesse wie zum Beispiel die Direktreduktion mit solarerzeugtem Wasserstoff können die CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden, da sich der Sauerstoff des Eisenerzes mit dem Wasserstoff zu Wasser (H<sub>2</sub>O) verbindet. Österreichische wie deutsche Stahlhersteller arbeiten an diesem nachhaltigen Verfahren.

Im Fall der energieintensiven Prozesse bestehen aber erhebliche Risiken für die Unternehmen, dass die neuen Prozesse im großtechnischen Maßstab nicht zufriedenstellend funktionieren, zu Qualitätseinbußen führen oder zu erhöhten Kosten. Aus diesem Grund wird derzeit ein Innovationsfonds auf europäischer Ebene entwickelt, welcher sich über Einkommen aus der Auktionierung von Zertifikaten speisen soll sowie über Finanzierungsinstrumente wie Kreditbürgschaften oder Eigenkapitalfinanzierung. In Deutschland werden die Einkünfte aus der Auktionierung teilweise dazu verwendet um für die Unternehmen die indirekten Kosten der Zertifikate im Strompreis zu kompensieren. Dies kann aber bestenfalls kurzfristig zu einer Erleichterung für Unternehmen führen, langfristig aber die Anstrengungen hin zu Low-Carbon-Prozessen verzögern.

Zusammenfassend sei hier betont, dass die Transformationsprozesse der Energiewende zu erheblichen strukturellen Veränderungen im Industriesektor führen wird. Unternehmen müssen diese Herausforderung zeitig annehmen, wegen der langen Zeitskala von den ersten Demonstrationsanlagen zu großindustriellen Prozessen. Diesen Transformationsprozessen werden Unternehmen nicht ausweichen können. Umso wichtiger ist es, dass sie zeitig und proaktiv agieren, aber auch, dass wirksame Unterstützung auf diesem Weg erfolgt, beispielsweise über den genannten Innovationsfond. Auf diesem Weg liegt aber die Chance, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Unternehmen zu stärken, weil sich der Transformationsprozess nach Paris weltweit für alle Unternehmen intensiviert und First Mover mit geringeren Kosten produzieren können, wenn CO<sub>2</sub>-Preise steigen.