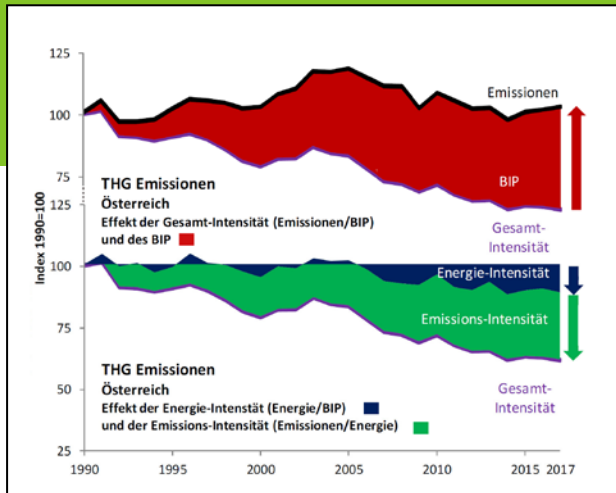




# Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich

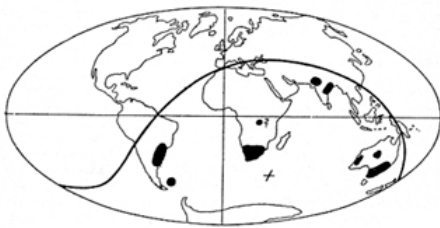
## Diskussionsbeiträge für Strategien

Stefan Schleicher, Karl Steininger

November 2018

Das **Wegener Center für Klima und Globalen Wandel** vereint als interdisziplinäres und international orientiertes Forschungsinstitut die Kompetenzen der Karl-Franzens-Universität Graz im Forschungsbereich "Klimawandel, Umweltwandel und Globaler Wandel". Forschungsgruppen und ForscherInnen aus Bereichen wie Geo- und Klimaphysik, Meteorologie, Volkswirtschaftslehre, Geographie und Regionalforschung arbeiten in unmittelbarer Campus-Nähe unter einem Dach zusammen. Gleichzeitig werden mit vielen KooperationspartnerInnen am Standort, in Österreich und international enge Verbindungen gepflegt. Das Forschungsinteresse erstreckt sich dabei von der Beobachtung, Analyse, Modellierung und Vorhersage des Klima- und Umweltwandels über die Klimafolgenforschung bis hin zur Analyse der Rolle des Menschen als Mitverursacher, Mitbetroffener und Mitgestalter dieses Wandels. (mehr Informationen unter [www.wegcenter.at](http://www.wegcenter.at))

Der Bericht wurde auf Basis eines Wegener Center Forschungsprojekts im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Infrastruktur und Technologie (BMVIT) erstellt.



**Alfred Wegener** (1880-1930), Namensgeber des Wegener Center und Gründungsinhaber des Geophysik-Lehrstuhls der Universität Graz (1924-1930), war bei seinen Arbeiten zur Geophysik, Meteorologie und Klimatologie ein brillanter, interdisziplinär denkender und arbeitender Wissenschaftler, seiner Zeit weit voraus. Die Art seiner bahnbrechenden Forschungen zur Kontinentaldrift ist großes Vorbild—seine Skizze zu Zusammenhängen der Kontinente aus Spuren einer Eiszeit vor etwa 300 Millionen Jahren als Logo-Vorbild ist daher steter Ansporn für ebenso mutige wissenschaftliche Wege:  
Wege entstehen, indem wir sie gehen (Leitwort des Wegener Center).

## Wegener Center Verlag • Graz, Austria

© 2018 Alle Rechte vorbehalten.

Auszugsweise Verwendung einzelner Bilder, Tabellen oder Textteile bei klarer und korrekter Zitierung dieses Berichts als Quelle für nicht-kommerzielle Zwecke gestattet. Verlagskontakt bei allen weitergehenden Interessen: [wegcenter@uni-graz.at](mailto:wegcenter@uni-graz.at).

ISBN 978-3-9504501-8-7

November 2018

### Kontakt:

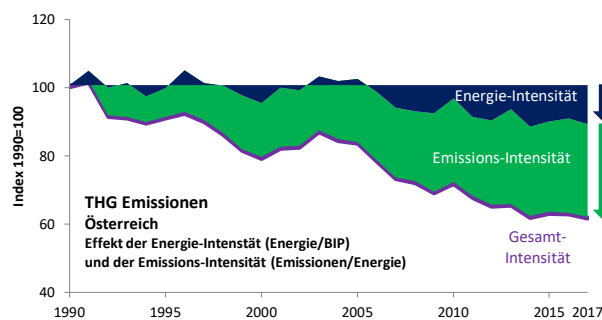
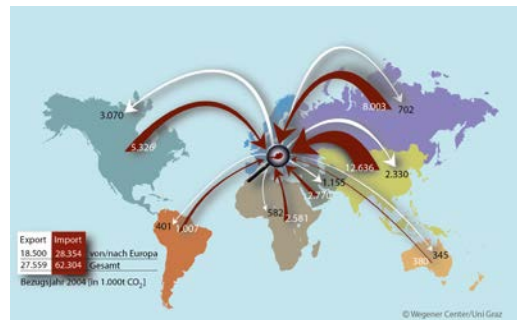
*Stefan Schleicher, [stefan.schleicher@uni-graz.at](mailto:stefan.schleicher@uni-graz.at)  
Karl Steininger, [karl.steininger@uni-graz.at](mailto:karl.steininger@uni-graz.at)*

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Brandhofgasse 5  
8010 Graz, Austria  
[www.wegcenter.at](http://www.wegcenter.at)

# Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich

## Diskussionsbeiträge für Strategien

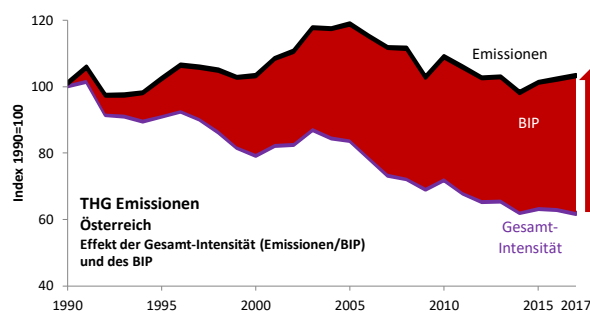
November 2018



Effekt auf die THG-Emissionen:

Energie-Intensität

Emissions-Intensität



Brutto-Inlandsprodukt (BIP)

**Die Autoren**

- Stefan P. Schleicher**     **Karl-Franzens-Universität Graz**  
**Wegener Center für Klima und Globalen Wandel**  
[Stefan.Schleicher@uni-graz.at](mailto:Stefan.Schleicher@uni-graz.at)  
(316) 380-7512
- Karl W. Steininger**     **Karl-Franzens-Universität Graz**  
**Wegener Center für Klima und Globalen Wandel**  
[Karl.Steininger@uni-graz.at](mailto:Karl.Steininger@uni-graz.at)  
(316) 380-8441

**Die PartnerInnen für die Interviews**

- Hemma Bieser**     **avantsmart**  
<https://www.avantsmart.at/>
- Roland Kuras**     **PowerSolution Energieberatung GmbH**  
<http://www.power-solution.eu/>
- Reinhold Lang**     **Johannes-Kepler-Universität Linz**  
<http://www.jku.at/ipmt/>
- Manfred Mühlberger**     **ETA Umweltmanagement**  
[http://www.eta.at/etainfo/eta\\_frame.htm](http://www.eta.at/etainfo/eta_frame.htm)

Vorgeschlagene Zitierung:

Schleicher, Stefan P. und Karl W. Steininger (2018). Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich – Diskussionsbeiträge für Strategien. Scientific Report No.79-2018, Wegener Center Verlag, Graz, ISBN 978-3-9504501-8-7

# **Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich**

## **Teil 1: Die Basis für operationale Strategien**

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Die Intention                                            | 1         |
| Drei Schritte zu Dekarbonisierung und Carbon Management  | 1         |
| <b>1 Von Dekarbonisierung zum Carbon Management</b>      | <b>2</b>  |
| Dekarbonisierung besser verstehen                        | 3         |
| Carbon Management ist mehr als Dekarbonisierung          | 4         |
| Ein effektives Carbon Management braucht neue Leitlinien | 5         |
| <b>2 Operationale Strategien umsetzen</b>                | <b>6</b>  |
| Die Neuvermessung für Erfolg und Risiken unterstützen    | 7         |
| Das Energiesystem zielorientiert transformieren          | 9         |
| Die Produkte in Kreisläufe einbinden                     | 12        |
| <b>3 Die Enabler der Transformation suchen</b>           | <b>13</b> |
| Die Ungewissheit der etablierten Energieunternehmungen   | 14        |
| Den öffentlichen Sektor als Enabler beauftragen          | 15        |
| Dem privaten Sektor die Innovation erleichtern           | 16        |

## **Teil 2: Erfahrungen und Beispiele**

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Warum Interviews zum Carbon Management?                      | 17        |
| Die durchgeführten Interviews                                | 17        |
| Bleibt Österreich ein „Klimafossil“?                         | 17        |
| Die Herausforderungen des Klimawandels sind bewältigbar      | 17        |
| Die unterschätzte Rolle von Werkstoffen im Carbon Management | 17        |
| Mobilität braucht eine viel weitere Perspektive              | 17        |
| <b>4 Hemma Bieser: Bleibt Österreich ein „Klimafossil“?</b>  | <b>18</b> |
| Fünf Thesen, warum Österreich ein Klimafossil ist            | 18        |
| These 1: Es fehlt der Mut zu wirklich großen Veränderungen   | 18        |

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| These 2: Die Entscheidungsträger reagieren viel zu langsam und zu spät auf globale Trends                        | 18        |
| These 3: Die Metriken, nach denen Entscheidungen getroffen werden, sind zu hinterfragen                          | 19        |
| These 4: Forschung und Entwicklung maximiert wohl Output, ist aber viel zu wenig ausgerichtet auf die Verwertung | 19        |
| These 5: Die Chancen der Digitalisierung werden in Österreich noch nicht erkannt                                 | 20        |
| <b>Mut zu einem neuen Mindset: Energie umfassend verstehen</b>                                                   | <b>20</b> |
| Inversion: Das Energiesystem gleichsam auf den Kopf stellen                                                      | 20        |
| Innovation: Die derzeitigen F & E Strategien hinterfragen                                                        | 21        |
| Integration: Das Potenzial der digitalen Technologien nutzen                                                     | 23        |
| <b>Mutige Ziele propagieren</b>                                                                                  | <b>23</b> |
| Das Energiesystem zielorientiert transformieren                                                                  | 23        |
| Erfolgsmetriken neu überlegen                                                                                    | 24        |
| Produkte bewusst in Kreisläufe einbinden                                                                         | 24        |
| <b>Wer sind die Enabler und die Akteure?</b>                                                                     | <b>24</b> |
| <b>5 Roland Kuras: Die Herausforderungen des Klimawandels sind bewältigbar</b>                                   | <b>25</b> |
| <b>Welche Fakten den Umgang mit Energie bestimmen</b>                                                            | <b>25</b> |
| Energie selbst ist für die Menschen nicht greifbar                                                               | 25        |
| Energiekosten sind derzeit nicht mehr ein treibender Faktor                                                      | 25        |
| Die energieintensive Großindustrie                                                                               | 25        |
| Kleinverbraucher sind eigentlich die wichtigsten Akteure                                                         | 26        |
| <b>Welche Chancen sofort zu nutzen sind</b>                                                                      | <b>26</b> |
| Energieeffizienz ist eine Wertigkeit zu geben                                                                    | 26        |
| Den Energieverbrauch plakativ machen                                                                             | 27        |
| Enorme Potenziale sind zu entdecken                                                                              | 27        |
| Barrieren identifizieren und beseitigen                                                                          | 28        |
| Kein Abschieben von Verantwortung                                                                                | 28        |
| <b>Welche Rahmenbedingungen zu verändern wären</b>                                                               | <b>28</b> |
| Reform des Energieeffizienzgesetzes                                                                              | 29        |
| Reform des EU-Emissionshandelssystems                                                                            | 29        |
| Neue Bauten                                                                                                      | 29        |
| Energieausweis und Bauordnung                                                                                    | 29        |
| PV-Anlagen als Standard                                                                                          | 29        |
| Energiemanagement in Unternehmen                                                                                 | 30        |
| Smart Meter in Haushalten                                                                                        | 30        |

|          |                                                                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>Reinhold W. Lang: Die unterschätzte Rolle von Werkstoffen im Carbon Management</b>         | <b>31</b> |
|          | <b>Werkstoffe im Stoff- und im Energiesystem</b>                                              | <b>31</b> |
|          | Polymere werden in ein Carbon Management eingebunden bleiben                                  | 31        |
|          | Wie die Stoff- und die Energie-Intensitäten reduzieren?                                       | 32        |
|          | Die Orientierung an Funktionalitäten und an Kreisläufen                                       | 32        |
|          | <b>Von "Trial &amp; Error" zu "Needs"</b>                                                     | <b>32</b> |
|          | Der Fokus auf die Needs                                                                       | 32        |
|          | Die Systemgrenzen immer weiter öffnen                                                         | 32        |
|          | Die stoffliche Nutzung von Fossilien ist mit der energetischen Nutzung verbunden              | 33        |
|          | <b>Welche Entwicklungspfade machen wirklich Sinn?</b>                                         | <b>33</b> |
|          | Der derzeit sichtbare Korridor an Möglichkeiten                                               | 34        |
|          | Die Vorlaufzeit für ein stoffliches Carbon Management                                         | 34        |
|          | Die Herausforderung für die Optimierung der Stoffkreisläufe                                   | 35        |
|          | Die Vision einer Vielfalt von Werkstoffen                                                     | 36        |
|          | Die besondere Rolle von Kunststoffen                                                          | 36        |
|          | Kunststoffe für die Solarenergie                                                              | 36        |
| <b>7</b> | <b>Manfred Mühlberger: Mobilität braucht eine viel weitere Perspektive</b>                    | <b>38</b> |
|          | <b>Ein neues Verständnis von Mobilität</b>                                                    | <b>38</b> |
|          | Mobilität bedeutet, den Zugang zu Personen, Gütern, Dienstleistungen und Orten zu ermöglichen | 38        |
|          | Weiterhin werden jedoch Transportaufgaben zu lösen sein                                       | 38        |
|          | <b>Die neuen Themen der Mobilität</b>                                                         | <b>39</b> |
|          | Elektro-Mobilität zu verstehen versuchen                                                      | 39        |
|          | Die Vielfalt des öffentlichen Verkehrs nimmt zu                                               | 40        |
|          | Konfliktpotential Bewegungsdaten der Fahrzeuge                                                | 41        |
|          | <b>Elektro-Mobilität umfassend entwickeln</b>                                                 | <b>41</b> |
|          | Neue Qualität für den öffentlichen Raum                                                       | 41        |
|          | Wohnung und Fahrzeuge im Kombiangebot                                                         | 41        |
|          | Das Speicherpotential der Elektro-Mobilität nutzen                                            | 42        |
|          | <b>Die nächsten Fragen zu innovativer Mobilität</b>                                           | <b>42</b> |
|          | Kommt das Remote Office?                                                                      | 42        |
|          | Wie sind Zustelldienste einzuschätzen?                                                        | 43        |
|          | Was bringen neue Produktionstechnologien und die Circular Economy für Mobilität?              | 43        |
|          | Wie disruptiv werden selbststeuernde Fahrzeuge?                                               | 44        |
|          | Wie wird die etablierte Automobilindustrie reagieren?                                         | 44        |

### Teil 3

#### Factsheets

|          |                                                                                             |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>8</b> | <b>Einige Fakten zu Emissionen und Energie</b>                                              | <b>45</b> |
|          | <b>Factsheet 1: Ursachen und Trends der österreichischen Treibhausgasemissionen</b>         | <b>46</b> |
|          | Energieintensität und Emissionsintensität bestimmen die Emissionen                          | 46        |
|          | Grenzüberschreitende Emissionen durch den internationalen Handel                            | 49        |
|          | <b>Factsheet 2: Österreichs Treibhausgasemissionen im internationalen Umfeld</b>            | <b>50</b> |
|          | Der Einfluss von wirtschaftlicher Aktivität und Energie auf die Treibhausgasemissionen      | 50        |
|          | Die Komponenten für die Veränderung der Treibhausgasemissionen im internationalen Vergleich | 51        |
|          | Die global drei größten Emittenten                                                          | 53        |
|          | Österreich und die Schweiz                                                                  | 54        |
|          | Die größten Emittenten in der EU28                                                          | 55        |
|          | <b>Factsheet 3: Die für Österreich relevanten Ziele für die Energie- und Klimapolitik</b>   | <b>57</b> |
|          | EU Klima- und Energiepaket 2020                                                             | 57        |
|          | Treibhausgase                                                                               | 57        |
|          | Erneuerbare                                                                                 | 57        |
|          | Energie-Effizienz                                                                           | 57        |
|          | EU Klima- und Energiepaket 2030                                                             | 58        |
|          | Treibhausgase                                                                               | 58        |
|          | Erneuerbare                                                                                 | 58        |
|          | Energie-Effizienz                                                                           | 58        |
| <b>9</b> | <b>Literatur</b>                                                                            | <b>59</b> |



## Teil 1: Die Basis für operationale Strategien

### Die Intention

#### Dekarbonisierung und Carbon Management

Dekarbonisierung und das damit verbundene Carbon Management sind nicht zuletzt durch die politischen Entscheidungen bei der Klimakonferenz 2015 in Paris zu einer neuen Orientierung für alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft geworden. Forschung und Innovation sind dabei besonders gefordert.

#### Entwicklung von Strategien

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) hat deshalb dieses Ad Hoc Expertenpapier zu „Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich – Diskussionsbeiträge für Strategien“ in Auftrag gegeben.

### Drei Schritte zu Dekarbonisierung und Carbon Management

#### Drei strategische Schritte

Für diese Aufgabenstellung werden – wie in *Abbildung 1* dargestellt – drei strategische Schritte vorgeschlagen:

- Die Herausforderung **verstehen**,
- diese mit Aufgaben **verbinden** und
- an die relevanten Akteure **vermitteln**.



Abbildung 1: Drei strategische Schritte zum Carbon Management und deren Inhalte

#### Erfahrungen von Experten und Fakten zu Emissionen und Energie

Diese strategischen Schritte werden erläutert und zusätzlich durch Interviews über die Erfahrungen von Experten und Fakten für ein besseres Verständnis der Position Österreichs bei Treibhausgasen und Energie verständlich gemacht.

## 1 Von Dekarbonisierung zum Carbon Management

Verstehen  
der Herausforderung

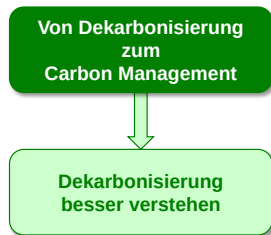
Von Dekarbonisierung  
zum  
Carbon Management

Dekarbonisierung kann – wenn darunter nur die Reduktion von Treibhausgasen verstanden wird – zu simplistischen und damit wenig operationalen Empfehlungen führen.

Die Transformation zu einer emissionsarmen Wirtschaft wird besser verstanden, wenn darunter ein umfassendes Carbon Management verstanden wird. Carbon Management bezeichnet dabei zunächst die Analyse und dann die zielgerichtete Implementierung von Optionen (und von deren Nutzung sichernden Maßnahmen) die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels zu mindern, und zwar eingebettet in die gesamtheitlichen Zielsetzungen unserer Gesellschaft und ihrer sozio-ökonomischen und technischen Möglichkeiten. Insbesondere ist damit auch verbunden, Kohlenstoffverbindungen nicht notwendigerweise aus jedem Einsatz zu verdrängen, sehr wohl aber auf deren Führung in Kreisläufen zu achten, somit also etwa Polymere nicht zu verbieten, sondern deren Charakteristiken nützen und sie in Kreisläufen einzubetten. Auch der Kreislaufführung von Biomasse wird das Konzept "Carbon Management" besser gerecht als (streng genommene) "Dekarbonisierung".

Damit ist die Aufgabe verbunden, eine zukunftsorientierte Infrastruktur für Gebäude, Mobilität, Produkte und Energie verfügbar zu machen mit der die wohlstandsrelevanten Funktionalitäten mit immer weniger Treibhausgasemissionen verbunden sind.

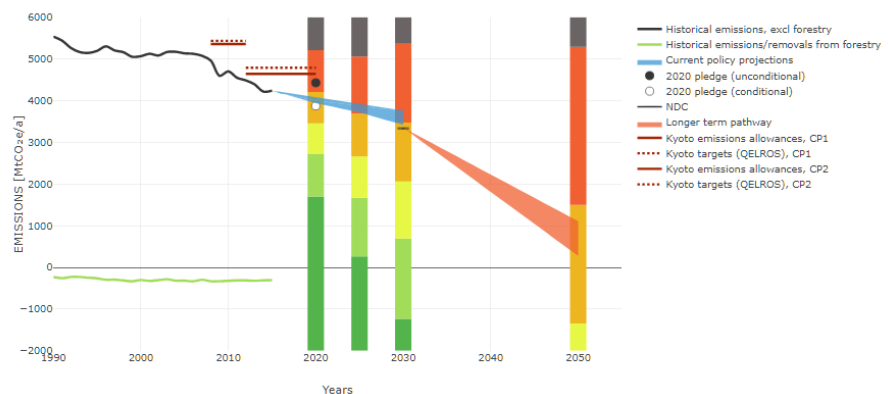
## Dekarbonisierung besser verstehen



Mit der Pariser Klimakonferenz im Dezember 2015 ist unter dem Stichwort Dekarbonisierung eine neue Herausforderung für die globale Gemeinschaft der Staaten auf die politische Agenda getreten. Dahinter steckt die durch einen breiten wissenschaftlichen Konsens begründete Zielsetzung, die Emission von Treibhausgasen in die Atmosphäre radikal abzusenken:

Die *Abbildung 2* visualisiert die von der EU dazu gemachte Zusage, nämlich bis 2030 diese Emissionen um mindestens 40 % gegenüber 1990 abzusenken, unter der Perspektive einer Beschränkung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur um weniger als 2°C. Dabei wird für letzteres die Notwendigkeit eines deutlich ambitionierteren Emissionsziels sichtbar.

**Evaluierung der von der EU geplanten Treibhausgasreduktionen (Nationally Determined Contribution – NDC)**



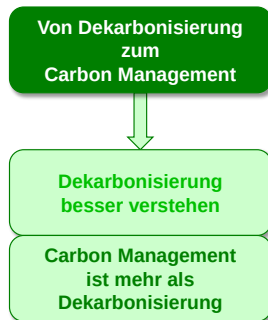
*Abbildung 2: Die geplanten THG-Reduktionen der EU.*

*Quelle: Climate Action Tracker (2018)*

Eine solche, nur auf eine Carbon-Metrik fokussierte Zielsetzung macht noch nicht sichtbar, welche komplexen Zusammenhänge – von der räumlichen Struktur des Wohnens bis zur Zusammensetzung der Industrieproduktion – schließlich die tatsächlichen klimarelevanten Emissionen bestimmen.

Dekarbonisierung soll deshalb nicht zu rasch verstanden und überhasstet implementiert werden. Fossile Energie in Gebäuden einfach durch erneuerbare Energie zu ersetzen, ohne die thermische Gebäudequalität oder die Siedlungsstrukturen zu ändern, kann sich genauso kontraproduktiv erweisen wie eine ähnliche Empfehlung im Bereich der Güterproduktion.

## Carbon Management ist mehr als Dekarbonisierung



Für die nächsten Jahrzehnte zeichnen sich eine Fülle von disruptiven Vorgängen ab, die nicht nur mit radikalen Emissionsreduktionen, sondern auch mit deutlichen Wohlstandserhöhungen verbunden sein könnten. Einige Indikatoren dafür sind

- **Gebäude,** die nicht nur energieautonom, sondern zur neuen Infrastruktur für Energiesysteme werden.
- **Mobilität,** die sich als Zugang zu Personen und Produkten versteht und den Bedarf für Transport verändert und reduziert,
- **Produktion,** die Sachgüter und Dienstleistungen mit ganz anderen Technologien, Werkstoffen und Wertschöpfungsketten erstellt, sowie
- **Infrastruktur,** die unsere gegenwärtigen Systeme für Energie und Transport sowohl in den Strukturen als auch in den Aufgaben radikal verwandeln.

### Disruptive Vorgänge mit nicht nur klimarelevanten Wirkungen

Gemeinsam ist diesen disruptiven Vorgängen, dass sie sowohl eine hohe Relevanz für die klimarelevanten Emissionen haben, jedoch auch mit vielen anderen Wirkungen verbunden sind und deshalb noch nach anderen Maßstäben zu beurteilen wären.

### Das Beispiel Mobilität

Ein Beispiel dafür liefert ein neues Verständnis von Mobilität, mit dem Strategien verbunden sind, die von einer viel überlegteren Organisation von Siedlungsstrukturen über den Ausbau der Internet-Kommunikation bis zur besseren Verschränkung aller Transportvorgänge und den voll-elektrisch betriebenen und automatisiert steuernden Fahrzeugen reichen.

### Das Beispiel Werkstoffe

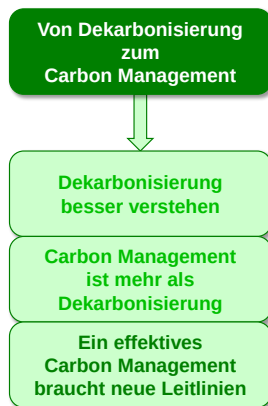
Ein weniger geläufiges Beispiel betrifft den Umgang mit jenen Werkstoffen, deren Bereitstellung besonders emissionsintensiv ist, wie bei Stahl, Zement und Aluminium. Deren Potentiale für reduzierte klimawirksame Emissionen reichen von neuen Designs, wie extremen Leichtbau bei Fahrzeugen, bis zu emissionsärmerer Produktion und Substitution durch völlig andere Werkstoffe, wie Polymere.

### Statt simplistischer Dekarbonisierung ein umfassendes Carbon Management

Diese einerseits absehbaren und andererseits gestaltbaren disruptiven Vorgänge sind ein Grund, vor einer vorschnellen und deshalb simplistischen Verwendung des Begriffes Dekarbonisierung zu warnen, wenn darunter nur innerhalb der bestehenden Strukturen der Ausstieg aus fossilen Rohstoffen gemeint ist.

Besser trifft die extrem herausfordernde Transformation unseres Wirtschafts- und Lebensstils deshalb die Bezeichnung Carbon Management, wofür aber erst ein vertieftes Verständnis zu entwickeln ist.

## Ein effektives Carbon Management braucht neue Leitlinien



Mehr als

- Erneuerbare und
- Effizienz

Operationaler und konsensfähiger sind

- Innovation,
- Inversion und
- Integration

Ein Beispiel:  
Carbon Management für Mobilität

Mit Dekarbonisierung werden meist zwei Empfehlungen verbunden:

- **Erneuerbare** Energien sollen fossile ersetzen.
- **Effizienz** soll den Energieverbrauch vermindern.

Solche Empfehlungen erscheinen verständlich und können fallweise durchaus vertretbar sein. Meist sind sie jedoch nicht ausreichend für ein effektives Carbon Management.

Eine umfassendere Analyse der nicht nur klimarelevanten Optionen und Potentiale für eine zukunftsfähigere Transformation der aktuellen Strukturen des Wirtschafts- und Lebensstils identifiziert drei Leitlinien, die sich als operationaler in der Umsetzung und konsensfähiger in der Motivation erweisen.

Das wären Leitlinien für eine solche Transformation:

- **Innovation** macht sich auf die bewusste Suche nach Erneuerung und Veränderung in allen Bereichen, die Wirtschafts- und Lebensstil betreffen.
- **Inversion** fokussiert auf die wohlstandsrelevanten Funktionalitäten, verfolgt dann die dafür notwendigen Wertschöpfungsketten bis zu deren Anfang und dreht somit die damit verbundenen Entscheidungen und Bewertungen in der Reihenfolge der Analysen gegenüber dem konventionellen Verständnis um.
- **Integration** entdeckt Synergien durch Designs in Systemen statt in deren Einzelkomponenten.

Die Rolle dieser Leitlinien von Innovation, Inversion und Integration wird beispielhaft für Mobilität sichtbar.

- Die wohlstandsrelevante Funktionalität dafür ist letztlich der Zugang zu Personen und Gütern.
- Innovationen, die sich abzeichnen, reichen von Kommunikationsmöglichkeiten (wie holographische Video-Kommunikation) bis zu Fahrzeugtechnologien (aufgrund der Fortschritte bei elektrischen Speichern) aber auch Siedlungsstrukturen (mit geringerem Transportbedarf).
- Inversion bedeutet zuerst die Abschätzung des Bedarfs an Kommunikation mit Personen und Zugang zu Produkten und Diensten und danach die Wahl der dafür verfügbaren unterschiedlichen Wertschöpfungsketten, die von internetbasierter Kommunikation bis zum eigenen Fahrzeug reichen.
- Integration versucht Synergien durch erweiterte Systemgrenzen zu finden, beispielsweise durch auf Sharing statt auf Besitz basierenden Fahrzeugnutzungen, durch Zustelldienste für Produkte statt individuellen Einkaufsfahrten oder durch die Einbindung der Batterien von Elektro-Fahrzeugen in das Management von elektrischen Netzen.

Solche Leitlinien sind offensichtlich weiterführender als Empfehlungen, beispielsweise beim Transport, die Dekarbonisierung vor allem durch biogene Treibstoffe und elektrische Antriebe zur forcieren.

## 2 Operationale Strategien umsetzen

Verbinden  
mit Aufgaben

Operationale Strategien  
umsetzen

Für ein effektives Carbon Management sind die nächsten Schritte zu operationalen Strategien naheliegend, nämlich

- ein besseres Verstehen der Fakten,
- eine zielorientierte Transformation der Energiesysteme, sowie
- die bewusstere Einbindung der Produktion in Kreisläufe.

## Die Neuvermessung für Erfolg und Risiken unterstützen



Die konventionellen Maße für die Bewertung von wirtschaftlichem Erfolg – wie Gewinne auf einzelwirtschaftlicher oder Brutto-Inlandsprodukt auf gesamtwirtschaftlicher Ebene – brauchen nicht nur für die Bewertung von Carbon Management eine Ergänzung.

Etliche solche ergänzende Maße sind sichtbar geworden und sollten zur Unterstützung vieler Politikentscheidungen möglichst bald implementiert werden, beispielsweise in den Energiebilanzen.

### Funktionalitäten sichtbar machen

Wohlstandsrelevant sind jene Zustände einer Wirtschaft, die von der Gesellschaft als Ziel von wirtschaftlichen Aktivitäten eingeschätzt werden und unter der Bezeichnung Funktionalitäten zusammengefasst werden können, wie Wohnen, Ernährung, Gesundheit, Bildung, Kommunikation und Kultur.

Naheliegend ist die Verwendung von energetischen Funktionalitäten, die in thermische (wie Temperaturen für Räume und Produktionsprozesse), mechanische (wie feste und mobile Antriebe) und elektrisch-spezifische (wie Beleuchtung und Elektronik) Kategorien aufgeteilt werden können.

### Mit Wertschöpfungsketten die Funktionalitäten darstellen

Ausgehend von diesen Funktionalitäten kann die Wertschöpfungskette einerseits bis zu den Rohstoffen (wie fossilen und erneuerbaren) und andererseits bis zu den Abfallstoffen (wie Emissionen in die Atmosphäre) zurückverfolgt werden.

### Die Wertschöpfungsketten bewerten

Sowohl die Funktionalitäten als auch die mit ihnen verbundenen Wertschöpfungsketten sind vielfältigen Bewertungen auszusetzen.

Beispielsweise könnten dies für die Funktionalität von einem Quadratmeter Wohnraum folgende Maße sein:

- Die jährlichen Nutzungskosten, die sich aus Betriebs- und Kapitalkosten zusammensetzen.
- Die damit verbundenen Mengen an Treibhausgasemissionen sowohl beim Betrieb als auch bei der Erstellung dieses Wohnraums.

Analoge Bewertungen sind für andere Funktionalitäten empfehlenswert, beispielsweise für den Zugang zu Personen, Gütern und Orten die unterschiedlichen Formen von Mobilität, die vom Individualverkehr bis zur Internet-Konferenz reichen.

**Risiken erkennen**

Diese umfassenderen Maße für die Beschreibung und Bewertung von wirtschaftlichen Aktivitäten ermöglichen auch eine differenziertere Evaluierung der damit verbundenen Risiken.

Solche Risiken betreffen die gesamte Wertschöpfungskette und machen beispielsweise auf die Abhängigkeit von Rohstoffen (wie Erdöl, Erdgas oder seltenen Erden) aus politischen Konfliktregionen aufmerksam. Besondere Risiken entstehen durch den Klimawandel und aus den damit verbundenen Folgen und Notwendigkeiten einer Anpassung.

**Risiken für reale Vermögenswerte**

Praktisch alle Vermögenswerte einer Wirtschaft sind den Risiken des Klimawandels ausgesetzt und wären diesbezüglich zu evaluieren.

Letztlich ist jede wirtschaftliche Aktivität vom Einfluss des Klimawandels betroffen. Die naheliegenden Bereiche sind Landwirtschaft, Tourismus und extremen Wetterereignissen ausgesetzte Infrastruktur. Die Folgeeffekte und Schadenspotentiale erreichen schließlich jede Unternehmung und jeden Haushalt.

Beschränkt auf Wirkungsketten, die heute schon modellmäßig quantifizierbar sind, werden wetter- und klimabedingte wirtschaftliche Nutzen (wie geringerer Heizbedarf) und Schäden (wie Hochwasserschäden an Gebäuden) bis zur Jahrhundertmitte in Österreich Netto-Schäden von im Schnitt per anno 4 bis 8 Mrd. € erreichen (zu heutigen Preisen; Steininger et al., 2016). Betroffen sind davon alle Wirtschaftssektoren.

**Risiken für finanzielle Vermögenswerte**

Ausgehend von den internationalen Investmentbanken und Ratingagenturen beginnen Unternehmungen und ganze Wirtschaftssektoren den finanziellen Wert von Vermögenswerten im Hinblick auf die Folgen von Klimawandel und Klimapolitik zu bewerten.

Besonders sensibel sind dabei Vermögenswerte, die an einer langfristigen Werthaltigkeit interessiert sind, wie Pensionsfonds aber auch Institutionen, die auf Erträge aus ihrem Finanzvermögen angewiesen sind, wie viele prominente Universitäten. Grundsätzlich ist deshalb eine Restrukturierung der Portefeuilles von Finanzvermögen mit einer kontrollierten Reduktion von Anteilen mit Carbon Risiken anzustreben.

**Risiken für Unternehmungen in der Carbon Industrie**

Schließlich stellt sich für alle Unternehmungen, die selbst in der Wertschöpfungskette eine starke Emissionsintensität aufweisen, die Frage nach dem Umgang mit den damit verbundenen Risiken. Von den Ölproduzenten, wie Saudi-Arabien, bis zu einzelnen Industrien, wie Zement, werden aber dazu Strategien für eine Diversifikation und Umstrukturierung sichtbar.



## Das Energiesystem zielorientiert transformieren



Von alten Fragestellungen Abschied nehmen

Mit Dekarbonisierung wird hauptsächlich das Energiesystem angesprochen samt den Empfehlungen für einen raschen Umstieg auf erneuerbare Energien und einer Unterstützung durch Energieeffizienz. Ein effektives Carbon Management braucht aber gerade in diesem Bereich ein umfassenderes Verständnis der Zielsetzungen und eine vertiefte Argumentation bezüglich der anzustrebenden Transformationen.

In Österreich dominieren bei Diskussionen um eine Energiestrategie Zielsetzungen wie Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit, Leistung und Nachhaltigkeit, wobei damit meist gesicherte Verfügbarkeit, niedrige Energiepreise und eine Reduktion der klimawirksamen Emissionen gemeint sind. Solche Ziele machen jedoch nicht ausreichend die Strukturen eines Energiesystems sichtbar, das langfristig Energie mit hoher Effizienz und geringsten THG-Emissionen verwendet.

Energiedienstleistungen als zu erfüllende Funktionalitäten wahrnehmen

Die großen Fortschritte, die sich im Verständnis von Energiesystemen abzeichnen, betreffen radikal andere Fragestellungen, nämlich:

- **Energiedienstleistungen**  
Welche Energiedienstleistungen und damit verbundene Funktionalitäten von thermischer, mechanischer und elektrizitäts-spezifischer Art werden zu erfüllen sein?
- **Anwendungstechnologien**  
Mit welcher Qualität von Gebäuden und Maschinen soll die verwendete Energie höchste Produktivität bekommen?
- **Transformationstechnologien**  
Wie kann bei allen Umwandlungen von Energie sowohl deren quantitative als auch qualitative Effizienz im Sinne von Arbeitsfähigkeit gesichert werden?
- **Energiemix**  
Wie können die treibhauswirksamen Emissionen der Energieträger radikal reduziert werden?

Neu an diesen Fragestellungen ist der Fokus auf die Funktionalität des Energiesystems, nämlich die Bereitstellung von Energiedienstleistungen, und darauf aufbauend die Verfolgung der Wertschöpfungskette bis zur Primärenergie.

Inversion, Innovation und Integration als bestimmende Strategien für das Energiesystem wählen

Im Gegensatz zu den alten Fragestellungen wird hier eine bewusste Umkehrung, eben eine **Inversion**, der Wertschöpfungskette samt dem neuen aber zentralen Begriff der Energiedienstleistung vorgenommen. Die weiteren Elemente betreffen die bewusste Suche nach Potentialen für **Innovation** und **Integration** in Systemen.

Dieses Mindset ist essentiell für einen konstruktiven Zugang zur Transformation unserer Energiesysteme und deckt neben den Intentionen von Carbon Management auch andere Interessen ab, wie Wettbewerbsfähigkeit und Leistung – hier aber gemessen an der Energiedienstleistung und nicht der Energieträger. Weiterführende Informationen dazu finden sich in Schleicher et al. (2018).

**Hocheffiziente thermische Transformationen forcieren**

Wo immer eine thermische Transformation von Energie erforderlich ist, vor allem für Niedertemperatur in Gebäuden, ist die Nutzung der Arbeitsfähigkeit (Exergie) des eingesetzten Energieträgers (fossil oder erneuerbar) anzustreben.

Daraus resultiert die Empfehlung für kombinierte Wärme-Kraft-Technologien, die auf immer kleineren Skalen verfügbar werden. Mit der gewonnenen Elektrizität kann dann noch über Wärmepumpen Umgebungswärme in das System eingebracht werden, wodurch sich der Gesamtwirkungsgrad des Primärenergieträgers weiter erhöht.

**Gebäude als Infrastruktur für das Energiesystem nutzen**

Gebäuden kommt bei der Transformation der Energiesysteme in mehrfacher Hinsicht eine herausragende Rolle zu. Einerseits wird in Gebäuden mehr als ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs beansprucht, der durch verfügbare Technologien für Neubauten und den Altbestand radikal reduziert werden kann. Andererseits werden Gebäude als Infrastruktur für innovative Energiesysteme erkannt, wo durch die Integration von Photovoltaik, Solarthermie, aber auch Wind in Verbindung mit Geothermie und der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen sehr innovative Systeme für die Energiebereitstellung entstehen.

Österreich hat auf dem Gebiet des innovativen Bauens bereits eine international herausragende Kompetenz und könnte diesen Innovationsvorsprung weiter ausbauen und als Exportprodukt nutzen.

**Mikronetze als hoch-integrierte Energiesysteme entwickeln**

Für Gebäudestrukturen, wie Krankenanstalten, dem Campus einer Universität oder neue Siedlungsgebiete, werden – wie bei Projekt NEST (2018) sichtbar - überzeugende Beispiele von Mikronetzen für Elektrizität und Wärme sichtbar, die als Leuchttürme für die künftigen Energiesysteme gelten könnten. Die konstituierenden Merkmale sind eine völlige Integration von Energiedienstleistungen und den dafür vorhandenen Technologien der Energiebereitstellung samt einem aktiven Management aller Komponenten über entsprechende Informationstechnologien.

Mikronetze sind somit ein Musterbeispiel für die Implementierung innovativer Energiestrategien: Im Sinne von Inversion steht die Funktionalität von Energiedienstleistungen im Mittelpunkt; Innovation wird sowohl bei den Anwendungs- als auch bei den Transformationstechnologien sichtbar; Integration beschreibt schließlich das Management des gesamten Systems.

Hindernisse für die Entwicklung von Mikronetzen sind abgesehen von mangelnden Geschäftsmodellen vor allem restriktive Regulierungen bei elektrischen Netzen.

**Mobilität vom Verkehr emanzipieren**

Ein Verständnis von Mobilität im Sinne der Kommunikation mit Personen und des Zugangs zu Gütern und Dienstleistungen öffnet weite Transformationsmöglichkeiten für das konventionelle Verkehrssystem. Auch in diesem Bereich wird dann deutlich, dass es nicht ausreicht, die bestehenden Verkehrsträger auf weniger emissionsintensive Technologien umzurüsten.

Andererseits bekommen aber beispielsweise gerade die Optionen für Elektromobilität in Verbindung mit einer deutlichen Substitution von Verkehrsbewegungen durch neue Informationstechnologien, wie Videokonferenzen und Telecommuting einen hohen Stellenwert.

**Städte als Vorreiter für die Transformation positionieren**

Als Vorreiter und Experimentierfeld für eine zukunftsfähige Transformation der Energiesysteme bieten sich Städte an. Nicht nur, weil tendenziell die Agglomeration der Bevölkerung in Städten weiter zunimmt sondern weil Städte grundsätzlich mit dem Problem konfrontiert sind, die wohlstandsrelevanten Funktionalitäten – vom Wohnen bis zur Kultur und den dafür notwendigen wirtschaftlichen Aktivitäten – wesentlich effektiver und mit weniger negativen Erfahrungen verfügbar zu machen.

Von einem besseren Design dieser wohlstandsrelevanten Funktionalitäten profitiert gleichsam im Windschatten auch die Transformation des Energiesystems. Orientierung dazu geben Siedlungsstrukturen mit reduziertem Transportbedarf aber ausreichendem bzw. erweitertem Zugang zu Personen, Gütern und Dienstleistungen. Die Gebäude in diesen Siedlungen werden zum Kern von integrierten Energiesystemen, die sich als Mikronetze strukturieren. Insgesamt wird damit voll den Intentionen eines effektiven Carbon Management entsprochen.

**Konkrete Aufgabenstellungen**

Aus diesen schon jetzt erkennbaren Potentialen für Innovation und Transformation folgen sehr konkrete Aufgabenstellungen, die intensiv einer vertieften Analyse und Bewertung auszusetzen wären: Dazu einige Beispiele:

- Welche Infrastruktur ist mit welcher Priorität zukunftsfähig zu machen?
- Wie können vor allem Investitionen mit einem langen Bestand gegen unerwünschte Locked-in Effekte abgesichert werden?
- Was bedeutet das für die Wahl des Ortes und für das Design von neuen Gebäuden?
- Was bedeutet das für die Erneuerung des bestehenden Gebäudebestandes?
- Was bedeutet das für die mit Verkehrsflächen verbundene Infrastruktur?
- Welche Infrastruktur ist für auf Sharing basierten Geschäftsmodellen erforderlich?
- Was bedeutet die Digitalisierung der Produktion samt der nächsten Generation von intelligenten Maschinen und den neuen Werkstoffen?
- Welche Möglichkeiten der Kommunikation von bereits vorhandenen Kompetenzen sind bei Forschung, Entwicklung und Ausbildung zu forcieren?
- Welche neuen Optionen für die Finanzierung, dieser neuen Infrastrukturaufgaben, von Crowd Funding bis zu projektspezifischen Finanzierungsinstrumenten, wären bewusster einzusetzen?

## Die Produkte in Kreisläufe einbinden



**Funktionalitäten mit immer geringeren Mengen an Produkten erfüllen**

Eher unterschätzt wird bisher bei Strategien für ein Carbon Management die Bedeutung der Sachgüterproduktion, die aus mindestens zwei Gründen von hoher Relevanz ist:

- Für alle Sachgüter wäre der Effekt auf Treibhausgase über den gesamten Nutzungszeitraum von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Entsorgung zu beachten.
- Für emissionsintensive Sachgüter wären die Möglichkeiten für emissionschonendere Produktionstechniken oder sogar die Substitution durch andere Sachgüter zu prüfen.

Daraus folgen einige naheliegende Strategien.

Erstens soll die Produkt-Produktivität erhöht werden.

Funktionalitäten, wie jene von thermischer Art in Gebäuden, werden durch eine Stock-Komponente (thermische Qualität des Gebäudes) und eine Flow-Komponente (Menge an Energie) bestimmt.

Typischerweise kann fast bei allen Funktionalitäten durch eine Verbesserung der Stocks der Bedarf an Flows reduziert werden. Das wäre für ein breites Spektrum an Funktionalitäten im Detail darzustellen.

**Produkte immer mehr in Stoffkreisläufe einbinden**

Zweitens sollen Produkte weitgehend wiederverwertbar sein.

Grundsätzlich sind Produktionsvorgänge anzustreben, die (fast) keine Abfälle generieren und eine möglichst vollständige Wiederverwertung ermöglichen.

Diese Grundidee einer Circular Economy wurde von der Europäischen Kommission für den Umgang mit Abfall entworfen, kann aber im Bereich Energie noch weitreichender verstanden werden.

So sollte es immer attraktiver werden beispielsweise die Wärme im Abwasser über Wärmepumpen wieder einer Nutzung zuzuführen. Es zeichnet sich auch ab, bestehende Deponien wieder als Rohstofflager aufzuschließen.

**Produkte mit immer geringerem Carbon Content**

Drittens soll der Carbon Footprint von Produkten reduziert werden.

Dafür ist auch nach Werkstoffen zu suchen, die weniger energie- und emissionsintensiv sind als beispielsweise Stahl, Aluminium und Zement. Besondere Aufmerksamkeit verdienen dabei Polymere, die in absehbarer Zeit durchaus auch aus nachwachsenden Rohstoffen stammen können. Damit würde die Biomasse neben einer möglichen strukturellen und energetischen Nutzung eine weitere Verwendungsoption erhalten.

Weiterhin einen hohen Carbon Footprint hat vor allem die tierische Nahrungsmittelproduktion, für die analoge Überlegungen gelten.

Für diese Entwicklungen besteht ein hoher Forschungsbedarf mit einem hohen Erfolgspotential.

### 3 Die Enabler der Transformation suchen

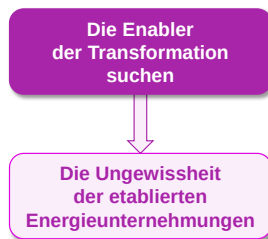
Vermitteln  
an die Akteure

Die Enabler  
der Transformation  
suchen

Gibt es einen Konsens, wohin jene Transformationsvorgänge führen sollen, die mit den Intentionen eines effektiven Carbon Managements kompatibel sind, dann stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten, diese Vorgänge proaktiv zu beeinflussen.

Darauf gibt es jedoch keine fertigen Antworten und somit einen hohen Bedarf an Analyse, Forschung und politischen Entscheidungen.

## Die Ungewissheit der etablierten Energieunternehmen



**Die auf fossile Energie spezialisierten Unternehmen**

Bei den etablierten Energieunternehmen beginnen sich zwei Entwicklungen zu entfalten.

Im Bereich der auf die Bereitstellung von fossiler Energie, wie Erdöl, Erdgas und Kohle spezialisierten Unternehmen zeichnen sich massive wirtschaftliche Probleme ab, verursacht nicht zuletzt durch den Preisverfall bei diesen Energieträgern. Nicht einmal Aramco in Saudi-Arabien, die größte in diesem Bereich tätige Unternehmung, kann diesen Schwierigkeiten ausweichen (TheOxford Institute of Energy Studies, 2018). Tendenziell werden Merger von kleineren Unternehmen mit den Giganten in diesen Branchen erwartet.

Aramco ist aber auch ein Beispiel für intensive Anstrengungen, schon in wenigen Jahren eine massive Diversifizierung der Geschäftstätigkeit zu erreichen, nicht zuletzt durch aggressive Investitionen in erneuerbare Energien.

**Die auf die Bereitstellung von Elektrizität und Wärme spezialisierten Unternehmen**

Im Bereich der auf die Transformation zu Elektrizität und Wärme spezialisierten Unternehmen gibt es ähnliche wirtschaftliche Probleme, die vielfältige Ursachen haben, hauptsächlich aber mit dem Eintritt von erneuerbaren Energien und den darauf nicht ausreichend vorbereiteten Marktmechanismen zusammenhängen.

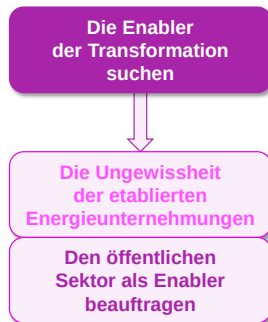
**Hindernisse für neue Geschäftsmodelle**

Naheliegender wäre die Vermutung, dass die etablierten Energieunternehmen für Öl, Gas, Wärme und Elektrizität sich aus eigenem Interesse in diese Transformation einklinken. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass dies eher die Ausnahme ist.

Hindernisse für ein neues Geschäftsmodell sind der Abschied von der nach Energieträgern orientierten Spartenstruktur und von einem Unternehmensziel, das auf den Verkauf von Energiemengen fixiert ist. Es gibt deshalb deutlich sichtbare Signale, dass mit den neuen Strukturen der Energiesysteme konforme neue Geschäftsmodelle von ganz anderen Unternehmen aufgegriffen werden.

Wo immer sich jetzt etablierte Energieunternehmen noch Unternehmensziele setzen, die weiter auf den Verkauf von singulären Energieträgern setzen, egal ob fossil oder erneuerbar, wurde die notwendige Neuorientierung der Geschäftsmodelle noch nicht wahrgenommen.

## Den öffentlichen Sektor als Enabler beauftragen



### Die Grenzen von Steuern und Transfers

Nicht zuletzt wegen der eingeschränkten Innovationskraft der etablierten Energieunternehmen kommt dem öffentlichen Sektor eine Rolle zu, die am besten als Unterstützung bei der Suche nach Enablern beschrieben werden kann, worunter ein breites Spektrum von bisher nicht wahrgenommenen Aufgaben verstanden werden soll.

Traditionelle Instrumente der Wirtschaftspolitik, wie Steuern und Transfers, werden anzusprechen sein, dürften aber nicht ausreichen, um die langfristigen und weitreichenden Transformationen einzuleiten.

Etliche der konventionellen Instrumente der Wirtschaftspolitik weisen weiterhin kontraproduktive Wirkungen bezüglich eines effektiven Carbon Management auf, wie die derzeitige Form der Pendlerpauschale. Trotzdem wird es sinnvoll sein, in einigen Bereichen die Intentionen eines effektiven Carbon Management durch gezielte Preissignale zu unterstützen. Naheliegend ist ein schrittweiser und angekündigter Abtausch in der Bemessungsgrundlage des Steuersystems von Arbeit auf Ressourcen, vor allem bei Energie. Überlegenswert sind auch fahrleistungswirksame Anreize bei der Nutzung des Straßennetzes.

### Die Funktionsfähigkeit von Märkten sichern

Zentraler könnte die Verbreitung von relevanter Information sein, beispielsweise über innovatives Bauen oder die offensichtlichen Mängel auf Märkten für Immobilien, wenn Investoren und Nutzer nicht identisch sind.

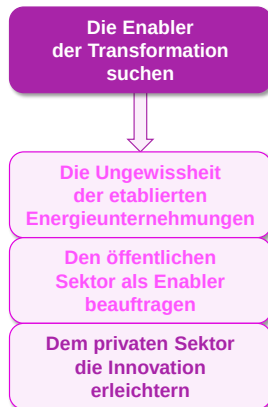
Die Rolle des Staates als Enabler würde deshalb die Verbesserung von Marktmechanismen dort erfordern, wo diese derzeit nicht ausreichend funktionsfähig sind. Die offensichtlichen Aufgaben betreffen fast alle Investitionen, bei denen die Konformität mit langfristigen Zielen, die auch ein Carbon Management einschließen, abzusichern ist. Völlig ungelöst ist noch eine marktbasierte Integration der gewünschten Expansion von erneuerbaren Energien in die bestehenden Energiemärkte. Möglicherweise wird hier ein völliges Umdenken von Märkten für Energieträger zu Märkten für Energiedienstleistungen notwendig sein.

### Orientierungen für eine neue Infrastruktur setzen

Essentiell für die gewünschten langfristigen Transformationen ist in weiten Bereichen der Wirtschaft eine neue Infrastruktur, die von einer radikalen Verbesserung des gesamten Gebäudebestandes bis zu völlig neuen Anlagen bei der Nutzung und Bereitstellung von Energie reichen. Beispiele dafür sind in der Schweiz das Projekt NEST (2018) und in den Niederlanden der SIDE Systems Report (2018). Spezielle Infrastrukturanforderungen ergeben sich aus dem neuen Verständnis von Mobilität, die Komponenten von gegen Störungen resistenten Kommunikationssystemen bis zu einem neuen europäischen Bahnnetz umfassen.

Auch für diese neuen Infrastrukturen soll sich der öffentliche Sektor als Enabler sehen, allerdings in neuen Rollen. Einmal durch politisch konsensfähig gemachte Orientierungen, dann als Vermittler von innovativen Finanzierungsmechanismen für diese besonders langfristigen Investitionen.

## Dem privaten Sektor die Innovation erleichtern



### Bildung als Infrastrukturaufgabe

Unter dem privaten Sektor sollen Unternehmungen und Haushalte verstanden werden, die letztlich jene Transformationen zu realisieren haben, die nicht nur mit dem intendierten Carbon Management verbunden sind, sondern auch insgesamt den an Funktionalitäten gemessenen Wohlstand der Gesellschaft verbessern.

Auch hier kann der öffentliche Sektor als Enabler unterstützend wirken. Auch hier ist ein Schlüssel in einem neuen Verständnis die Rolle von Infrastruktur.

Eine innovationsfördernde Infrastruktur betrifft alle Stufen des Bildungssystems, wo nicht nur die Bereitschaft zur Innovation zu wecken, sondern auch die dafür notwendigen Ausbildungsmöglichkeiten einzurichten wären.

### Beseitigung von Innovationshemmnissen

Als Infrastrukturaufgabe kann auch die Beseitigung vieler Innovationshemmnisse verstanden werden, die derzeit etwa für den Aufbau von Mikronetzen bestehen.

### Innovation durch Wettbewerb

Der öffentliche Sektor kann den Wettbewerb um Innovation an Universitäten und Forschungseinrichtungen zielorientiert beeinflussen und damit ein Umfeld für die Entfaltung von Startup-Unternehmen schaffen.

### Infrastruktur für die Sharing Economy

Eine essentielle Infrastrukturaufgabe betrifft den flächendeckenden Ausbau von Breitband-Internet, um neue Arbeitsformen möglich zu machen und Unternehmungen aufzubauen, die etwa in der Sharing Economy Elektrizität ähnlich leicht tauschbar machen wie die Nutzung von Wohnungen oder Autos.



## Teil 2: Erfahrungen und Beispiele

### Warum Interviews zum Carbon Management?

#### Erfahrungen und Beispiele für ein konstruktives Car- bon Management

Ausgehend von den diskutierten drei strategischen Schritten – nämlich die Herausforderung verstehen, diese mit Aufgaben verbinden und an die relevanten Akteure vermitteln – werden nun Erfahrungen und Beispiele für die Implementierung von vielleicht noch zu wenig bekannten aber bereits sehr umsetzungsfähigen Aktivitäten für ein konstruktives Carbon Management vorgelegt.

Dazu wurden die nachfolgend präsentierten Interviews mit vier Personen geführt, die in unterschiedlichen Kapazitäten und Tätigkeiten besondere Kompetenz für die Restrukturierung unseres Energiesystems vorweisen können.

Die nachfolgend dokumentierten Interviews basieren auf ausführlichen Gesprächen und einer im Konsens mit diesen Personen durchgeführten Editierung. Die Verantwortung für den Inhalt liegt dabei allein bei den jeweiligen Partnerinnen dieser Interviews.

### Die durchgeführten Interviews

#### ***Bleibt Österreich ein „Klimafossil“?***

##### Hemma Bieser

Bei der Klimakonferenz in Marrakesch erhielt Österreich die von einer NGO vergebene „Auszeichnung“ eines „Klimafossils“. Fünf Thesen untermauern, warum diese „Auszeichnung“ verdient war.

#### ***Die Herausforderungen des Klimawandels sind bewältigbar***

##### Roland Kuras

Technisch gesehen sind alle Herausforderungen des Klimawandels bewältigbar. Vielleicht brauchen wir erst die Erfahrung, an eine Wand zu fahren, einen Crash. Schöner wäre aber eine Lösung ohne Crash.

#### ***Die unterschätzte Rolle von Werkstoffen im Carbon Management***

##### Reinhold W. Lang

Werkstoffe wurden bisher in der Diskussion um eine Low Carbon Economy eher unterschätzt. Fast alle für unseren Wohlstand relevanten Produkte sind bei der Erzeugung und Nutzung materialabhängig.

#### ***Mobilität braucht eine viel weitere Perspektive***

##### Manfred Mühlberger

Mobilität bedeutet, den Zugang zu Personen, Gütern, Dienstleistungen und Orten zu ermöglichen. Der Fokus liegt auf den mit Mobilität verbundenen Dienstleistungen und nicht auf dem Verkehrssystem.

## 4 Hemma Bieser: Bleibt Österreich ein „Klimafossil“?

Bei der Klimakonferenz in Marrakesch erhielt Österreich die von einer NGO vergebene „Auszeichnung“ eines „Klimafossils“. Der für Klima zuständige österreichische Minister meinte zwar, dass dies zu Unrecht geschah. Ich möchte aber durch fünf Thesen untermauern, warum diese „Auszeichnung“ doch verdient war.

### Fünf Thesen, warum Österreich ein Klimafossil ist

Beim Klimaschutz geht es um viele weitere Inhalte als nur um Technologien und wirtschaftliche Aspekte.

#### These 1:

#### Es fehlt der Mut zu wirklich großen Veränderungen

Statt inkrementellen Verbesserungen ...

Die aktuellen Diskussionen – auch um die Energie- und Klimastrategie – drehen sich nur um inkrementelle Verbesserungen: Wie können wir etwas ein wenig besser machen, beispielsweise den Anteil der erneuerbaren Energien erhöhen.

... große und mutige Fragen

Aber wir wagen nicht wirklich große und mutige Fragen, wie:

- Stellen wir uns vor, dass es ab 2025 keine Benzin- und Dieselfahrzeuge mehr gibt. Wie würde die Welt dann ausschauen? Solche Ansagen wurden schon von etlichen europäischen Staaten gemacht.
- Stellen wir uns vor, dass Österreich ganz unabhängig ist von fossilen Energieimporten. Diese Importe bei Öl und Gas sind Lasten. Trotzdem kann Österreich in den europäischen Energieverbund über Elektrizität eingebunden bleiben, aber unabhängig von fossilen Importen.

Mutige Visionen bestimmen die nächsten Schritte

Solche mutigen Fragen werden derzeit nicht gestellt. Am Ende des Tages bleibt übrig, die Effizienz der PV noch etwas verbessern, statt zu fragen:

- Was bedeutet es, wenn wir das flächendeckende Gasnetz rückbauen müssen und stattdessen auf immer kleineren Skalen hocheffiziente Cogeneration-Anlagen verwenden?

Wenn man sich traut mutig zu denken, dann findet man auch ganz andere Lösungen. Deshalb sollten wir mit mutigen Visionen arbeiten und dann überlegen, was würde das alles für die nächsten zu setzenden Schritte bedeuten.

#### These 2:

#### Die Entscheidungsträger reagieren viel zu langsam und zu spät auf globale Trends

Warum tun wir so über- rascht?

Wir erinnern uns noch an den Herbst 2015. Tausende von Flüchtlingen haben sich von Budapest über die Autobahn nach Österreich aufgemacht.

Wen hat das überrascht? Es gibt genug Stellen in den Ministerien, für die dieses Ereignis keine Überraschung gewesen sein sollte. Wir wissen auch, dass wir es bald mit immer mehr Klimaflüchtigen zu tun haben werden.

Aber warum tun wir so überrascht und warum reagiert die Politik nicht viel früher? Egal ob politische oder wirtschaftliche Entscheidungsträger: Die denken nicht in Horizonten wie 2030 oder 2050. Die denken, für ihre Karriere sind nur drei bis vier Jahre wichtig.

### **These 3:**

#### **Die Metriken, nach denen Entscheidungen getroffen werden, sind zu hinterfragen**

**Kritisches Denken ist nicht unbedingt gefragt**

Es ist provokant, aber das Bildungssystem baut wirklich auf den Prinzipien von Maria Theresia auf. Es sind die starken Interessensvertreter, die verhindern, dass wirklich Neuerungen im Schulsystem passieren. Es gibt viele innovationsfreudige Lehrer aber diese scheitern an den Prinzipien dieses alten Schulsystems.

Schon die Kinder werden zu einer gewissen Beamtenmentalität erzogen: Kritisches Denken ist nicht unbedingt gefragt; sie dürfen keine Fehler machen; sie dürfen kein Risiko eingehen; sie sollen gute Ausführer sein aber wenig kreativ sein und wenig gestalten.

**Unternehmerisches Denken ist nicht fixer Bestandteil unserer Lehrpläne**

Das war in der Zeit der Industrialisierung gut oder in der Zeit, wo man gute Soldaten gebraucht hat. Aber in der heutigen Zeit braucht es ganz andere Kompetenzen. Diese fehlen, weil sie nicht unterrichtet werden. Unternehmerisches Handeln und unternehmerisches Denken ist nicht fixer Bestandteil unserer Lehrpläne.

### **These 4:**

#### **Forschung und Entwicklung maximiert wohl Output, ist aber viel zu wenig ausgerichtet auf die Verwertung**

**Forschung allein ist nicht ausreichend**

F & E wird in Österreich dominiert von großen Forschungseinrichtungen und den großen Unternehmen, mit denen sie zusammenarbeiten. Diese Forschungs-Community, inklusive der involvierten Ministerien, ist aber wenig durchlässig für neue Player.

Mit sehr viel nationalen Mitteln und solchen von der EU wird der Output maximiert, weil diese Einrichtungen den Auftrag haben zu forschen, zu forschen und wieder zu forschen. Zu fragen wäre aber, wieviel Value im Sinne von Innovation kommt dabei heraus?

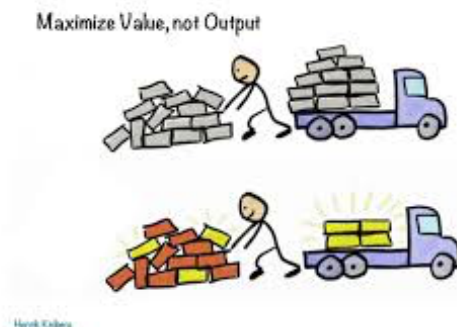


Abbildung 3: Maximize value, not output.

Quelle: Kniberg (2013)

**Es fehlen die Einrichtungen für die Verwertung der Forschungsergebnisse**

Wir haben in Österreich nicht jene Verwertungsstrukturen, die wir in den USA sehen, wie in Stanford, am MIT und anderen Universitäten, wo es eine starke Forschung gibt aber damit verbunden auch eine Überführung in Startups. Diese Kultur haben wir noch immer nicht.

Die Forscher brauchen auch die Kooperation mit Entrepreneuren, die aus den Forschungsergebnissen ein Produkt machen und damit in den Markt gehen wollen. Aber gerade die Entrepreneure haben es schwer, in dieses System hineinzukommen.

#### **These 5:**

#### **Die Chancen der Digitalisierung werden in Österreich noch nicht erkannt**

**Diskussionen zu Digitalisierung ist stark negativ geprägt**

Wir kennen seit langem die Diskussion um die Smart Meter, die vor allem Angst macht. Industrie 4.0 wird geführt unter dem Aspekt wieviel Jobs dabei verloren gehen. Die öffentliche Diskussion im Kontext Digitalisierung ist sehr stark negativ geprägt.

Die Diskussion um die Smart Meter enthüllt noch ein anderes Defizit: Es werden noch immer zu wenig Gedanken über neue Services und Geschäftsmodelle gemacht, es wird nur auf die Technologie konzentriert.

Erfahrung mit Personen aus dem Vertrieb von Elektrizität provozieren die Frage: Was werden diese Personen in Zukunft verkaufen? Noch dominieren die Bewahrer, die mit Digitalisierung nichts zu tun haben wollen.

**Eine Disruption wie die Einführung von PCs um 1990**

Die aktuelle Diskussion zu Digitalisierung ist vergleichbar mit der Zeit um 1990 wo die ersten PCs auf den Schreibtischen zu sehen waren. Innerhalb von wenigen Jahren waren PCs dann fast auf jedem Schreibtisch selbstverständlich.

Die Energieunternehmen in AT beginnen sich erst langsam mit Digitalisierung und den damit verbundenen Services und Geschäftsmodellen auseinanderzusetzen und wenn, dann nicht mit den modernsten Technologien.

#### **Mut zu einem neuen Mindset: Energie umfassend verstehen**

Die geläufigen Vokabeln Erneuerbare, Effizienz und Energiewende sind nicht mehr ausreichend, um auf ein Energiesystem vorzubereiten, das disruptiven Veränderungen ausgesetzt ist.

#### **Inversion:**

#### **Das Energiesystem gleichsam auf den Kopf stellen**

**Ein Kontrast zum üblichen Denken**

Besonders wichtig ist der Ansatz der Inversion, nämlich das Energiesystem völlig anders zu denken und die energetische Wertschöpfungskette gleichsam auf den Kopf stellen. Dann muss man sich wirklich zu allererst mit den Nutzern, den Anwendern beschäftigen.

Das ist ein Kontrast zum derzeit noch immer üblichen Denken: Produzieren wir so viel wie möglich Energie und versuchen wir so viel wie möglich zu verkaufen, vor allem viel Erneuerbare.

### Was brauchen die Nutzerinnen wirklich?

Viele Vorgänge in Österreich werden nur technologiebezogen diskutiert, aber ohne ausreichenden Bezug zu Nutzerinnen und Nutzern herzustellen. Bisher hat man sich in der Energiebranche über die Nutzerinnen nicht viel Gedanken machen müssen. Das trifft auch auf große Technologieunternehmen zu, weil sie beispielsweise ihr Geschäft nur auf Kraftwerkskomponenten ausgerichtet haben. Aber wie interagiere ich mit dem Nutzer, was braucht der Nutzer wirklich?

### Beleuchtung und Elektronik

Sehr aufschlussreich ist deshalb auch eine Aufschlüsselung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach den Kategorien der Nutzung.

Auf Beleuchtung und Elektronik entfallen nur rund 1 Prozent dieser Emissionen, aber dort liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten der EVUs im Zusammenhang mit dem Energieeffizienzgesetz: Verschenkt werden LED-Leuchtmittel und gefördert werden hocheffiziente Kühlschränke. Die Hebel für wirksame Reduktionen bei CO<sub>2</sub> liegen aber woanders.

### Mobilität

Beispielsweise bei Mobilität. Noch immer werden allerdings Forschungsgelder für die Effizienzsteigerung von Dieselmotoren ausgegeben. Das ist eigentlich unglaublich. Wenn wir Klimaschutz ernst nehmen, dann sollte sofort kein neuer Dieselmotor mehr gebaut werden. Warum dafür noch Forschungsgelder hineinstecken?

### Niedertemperatur

Beispielsweise bei Niedertemperatur für Gebäude. Dort entstehen ähnlich kontraproduktive Anreize, wenn Ölheizungen weiter gefördert werden. Der neue Ölkessel mag gegenüber dem alten wohl effizienter sein, damit ist aber ein Lock-in Effekt über 20 Jahre verbunden.

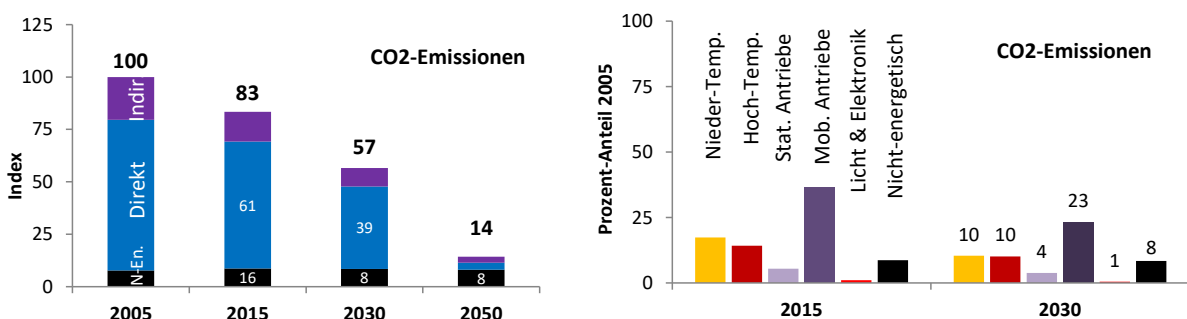


Abbildung 4: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der Ursache (direkte und indirekte Emissionen sowie nicht-energetische Verwendung) und nach den Funktionalitäten.  
Quelle: EnergyFutures (2018).

## Innovation: Die derzeitigen F & E Strategien hinterfragen

### Innovation betrifft die gesamte energetische Wertschöpfungskette

Innovation betrifft alle Komponenten der energetischen Wertschöpfungskette, von der Vermeidung von redundanten Funktionalitäten über alle Stufen der Anwendung und Bereitstellung von Energie bis zur Primär-Energie. Damit müssen die gegenwärtigen Strategien für Forschung und Entwicklung besser umgehen lernen und realisieren, dass nicht nur neue Technologien, sondern auch neue Geschäftsmodelle zu beachten sind.

**Die Strategien für F & E  
wären entsprechend an-  
zupassen**

Grundsätzlich geht es immer darum, auf der ganzen energetischen Wertschöpfungskette durch höhere Produktivitäten den Energieverbrauch drastisch zu reduzieren, die Arbeitsfähigkeit der eingesetzten Energie voll zu nutzen und den Umstieg auf erneuerbare Energien dort propagieren, wo das bezüglich der Menge und der Wertigkeit dieser Energieträger möglich ist. Dementsprechend wären auch die derzeit unter den Ministerien aufgesplitterten Aktivitäten bei F & E auszugestalten.

**Gebäude, Mobilität und  
Bereitstellung von Energie**

Eine Fülle von gelungenen Beispielen bei Innovation dient für weitere Orientierungen bezüglich der Stimulierung von Innovation.

- Neue Gebäudestrukturen erfordern mehr als hochgedämmte Gebäude. Von der nächsten Generation der Bauten wird erwartet, dass sie eine aktive Rolle im Energiesystem sowohl bei der Bereitstellung als auch bei der Steuerung der Netze übernehmen.
- Bei Mobilität ist die Politik noch immer viel zu mutlos und erweckt oft den Eindruck, dass die nur zögerlich propagierte Elektromobilität weitgehend die Emissionsprobleme lösen wird.
- Bei allen thermischen Prozessen bei der Transformation von Energie sind simple Wärmekessel durch Cogeneration von Elektrizität und Wärme und Wärmepumpen zu ersetzen, um damit auch das Potenzial der Arbeitsfähigkeit der eingesetzten Energien zu nutzen.

**Die nächsten disruptiven  
Innovationen**

Dann sollten nicht die international intensiv diskutierten Themen übersehen werden, die nicht unmittelbar Energie, mittelbar aber deren Verwendung betreffen, wie unter der Chiffre Industrie 4.0 die nächste Generation von Robotics und das auch als 3D-Printing bezeichnete Additive Manufacturing.

**Nutzerinnen wollen eine  
aktive Rolle übernehmen**

Wie gelingt es Unternehmungen, ihre Geschäftsmodelle voll auf die Nutzer auszurichten?

Viele Unternehmungen, wie Bosch, bilden deshalb eigene Organisationseinheiten, um diesen Mangel aufzuholen und sich nur mit Nutzer, Nutzerverhalten und Usability auseinanderzusetzen.

Das unterstreicht auch den Trend, dass die bisherigen Endkunden eine aktive Rolle übernehmen wollen. Die PV-Anlagen am Dach und die Bürgerbeteiligungsmodelle bestätigen das. Viele beginnen sich zu überlegen, wie kann ich meinen Eigenverbrauch optimieren? In Deutschland sind das die Mieterstrommodelle, wo auch im Großwohnbau PV-Strom für die Mieter angeboten wird. Bei uns gibt es auch nach der kleinen Ökostromnovelle dazu viele Hürden.

**Regulatorische Hemm-  
nisse behindern neue Ge-  
schäftsmodelle**

Ein Gewerbebetrieb, der sich unter der Woche mit Eigenstrom aus der PV-Anlage versorgt, darf beispielsweise am Samstag und Sonntag nicht die Nachbarn über Stickleitungen versorgen, sondern nur über den ineffizienten Umweg des öffentlichen Netzes.

Neue technische Lösungen sind verfügbar, die oft durch den bestehenden regulatorischen Rahmen behindert werden. Dafür brauchen wir Brücken, um diese regulatorischen Hemmnisse überwinden zu können.

## Integration:

### Das Potenzial der digitalen Technologien nutzen

#### Synergien durch Integration aller Komponenten

Auf der Basis der digitalen Technologien eröffnen sich Möglichkeiten, durch immer intensivere Integration aller Komponenten des Energiesystems Synergien zu wecken, die schließlich Kosten und Emissionen für die zu erbringenden Funktionalitäten reduzieren.

#### Cluster als neue Strukturen

Dabei entstehen neue Strukturen, die im Kontrast zu den traditionellen sternförmigen Strukturen sich als Cluster entwickeln, nicht unähnlich den Strukturen des Internets. Verbrauch und Bereitstellung von Energie sind verbunden, verschmelzen und können gesteuert werden.

Es besteht noch viel zu wenig Wissen, welche Möglichkeiten durch diese digitalen Technologien geöffnet werden. Das betrifft sowohl die Energieunternehmen als auch die Forschungs-Community.

#### Die Erfahrungen mit Smart Grids

Einiges zu lernen gibt es aus den bisherigen Erfahrungen unter dem Thema Smart Grids. Ursprünglich war damit nur Elektrizität gemeint, jetzt wird entdeckt, dass auch Wärme zu integrieren ist. Dann öffnen sich Perspektiven für die weitere Integration von ganz neuen Konzepten für Wärmenetze, die vor allem Abfallwärme rezyklieren. Der Betrieb dieser drei Netze wird dann mit den Anwendungen abgestimmt. Im Kontrast dazu stehen die bisher dominierenden singulären Strategien, beispielsweise eine Stromstrategie, wo nichts über Wärme steht. Dann meldet sich eine Lobby für Biomasse mit Wärme, aber ohne eine Integration von Elektrizität.

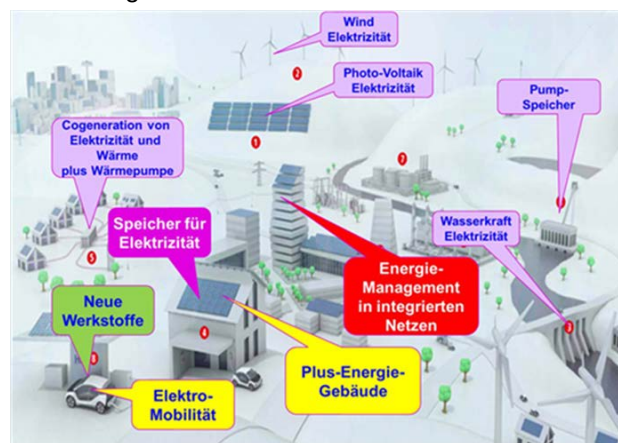


Abbildung 5: Die neuen Energiesysteme – innovativ und integriert.

Quelle: Adaptierte Darstellung von Fronius (2018)

## Mutige Ziele propagieren

Besser ist ein mutiges Ziel, das ich zu 90 Prozent erreiche, als ein kleines Ziel, das scheitert.

## Das Energiesystem zielorientiert transformieren

#### Singuläre Ziele können kontraproduktiv sein

Es reicht nicht aus – und es könnte sogar kontraproduktiv sein – singuläre Ziele, wie den Anteil von Erneuerbaren im gesamten Energiesystem oder nur bei Elektrizität zu propagieren. Konstruktiver wäre der Ausstieg von fossiler Energie in Gebäuden oder in der Mobilität. Ein besonderes Carbon Management brauchen beispielsweise die Stahl-

und Zementindustrie, die wertvolle Produkte für eine Low Carbon Economy produzieren.

### Erfolgsmetriken neu überlegen

**Welche Erfolgsmaße stimulieren zielkompatible Anreize?**

Was macht gerade in der Phase der Transformation ein erfolgreiches Unternehmen und erfolgreiche Manager aus? Sollen deren Boni weiter nur am Wachstum der Umsätze und Renditen gemessen werden oder haben nicht gerade Stakeholder ein Interesse an längerfristigen Perspektiven, die etwa mit den Zielsetzungen des Pariser Klimavertrags verträglich sein sollen?

Wie könnte es gelingen das Beispiel der Unternehmung Kreisel Electric in Freistadt, die sich zu einem Technologieführer bei Elektromobilität entwickelt hat, in anderen Regionen zu vervielfachen und damit die lokale Wertschöpfung zu stimulieren?

### Produkte bewusst in Kreisläufe einbinden

**Schweden setzt Anreize für die Reparatur von Gütern**

Nicht nur das um 4,90 € gekaufte, nur einmal getragene und dann weggeworfene T-Shirt ist ein Problem für eine auf Ressourcenschonung orientierte Wirtschaft. Schweden belohnt die Reparatur von Gütern, wenn dadurch die Nutzung verlängert werden kann. In gleicher Weise wird es selbstverständlich werden, dass die Batterien von Elektrofahrzeugen später eine stationäre Verwendung in Gebäuden finden werden.

### Wer sind die Enabler und die Akteure?

**Die etablierten Energie-Unternehmungen**

Es ist offen, wie die derzeitigen etablierten Unternehmungen im Energiesektor mit den disruptiven Transformationen umgehen werden. Die Spekulationen reichen von völlig neuen Geschäftsmodellen bis zur Liquidation.

**Der öffentliche Sektor**

Der öffentliche Sektor kann ein Enabler sein indem Trends aufgezeigt und aufgegriffen werden. Prädestiniert dafür sind alle Bauaktivitäten im öffentlichen Bereich.

**Der private Sektor**

Dem privaten Sektor ist die Innovation zu erleichtern. Die Startups brauchen einen leichteren Zugang zum Finanzkapital. Die mittelständischen Unternehmungen sind die Hidden Champions. Wenn sie eigentümergeführt sind, haben sie meist bereits eine Geschichte der Veränderung, die sie weiter pflegen.



## 5 Roland Kuras: Die Herausforderungen des Klimawandels sind bewältigbar

Technisch gesehen sind alle Herausforderungen des Klimawandels bewältigbar. Wir müssen das aber noch greifbar machen.

Vielleicht sind wir aber doch nicht in der Lage, die mit Klimawandel verbundenen Probleme linear zu lösen. Vielleicht brauchen wir erst die Erfahrung, an eine Wand zu fahren, einen Crash. Schöner wäre aber wohl eine Lösung ohne Crash. Dazu einige Erfahrungen aus der Sicht eines Technikers.

### Welche Fakten den Umgang mit Energie bestimmen

Aus der Perspektive eines Technikers sind vielleicht einige Erfahrungen hilfreich, was derzeit für den Umgang mit Energie bestimmend ist.



Abbildung 6: Den Umgang mit Energie gestalten.

Quelle: power-solution.at

### Energie selbst ist für die Menschen nicht greifbar

**Der Energieverbrauch ist unverständlich**

Der Energieverbrauch ist am ehesten vielleicht noch verständlich bei Mobilität (Liter Treibstoff / 100 km). Nicht greifbar sind aber meist die dahinterstehenden Energieeinheiten und die Emissionen.

### Energiekosten sind derzeit nicht mehr ein treibender Faktor

**Ein hohes Potenzial für lohnende Investitionen in eine verbesserte energetische Produktivität**

Trotzdem sind kurzfristig aber hohe Potenziale für eine Erhöhung der mit Energie verbundenen Produktivität möglich, wofür nur relativ geringen Investitionskosten erforderlich sind.

### Die energieintensive Großindustrie

Der erste Blick richtet sich meist auf die Emittenten der energieintensiven Großindustrie, Diese hat aber schon viel getan. Aber auch dort sind – wie die Energieaudits zeigen - die Potenziale viel größer als ich sie erwartet habe.

Auch kurzfristig sind unter den gegebenen wirtschaftlichen Randbedingungen sehr große nicht genutzte Potenziale zu entdecken, weil das nicht so stark im Fokus der Betriebsführung ist. Dazu tragen auch die niedrigen Energiepreise der letzten Jahre – bei Öl und Gas, aber

auch bei Elektrizität - bei. Rückblickend müssten wir der OPEC dankbar für den ersten und zweiten Ölpreisschock in den siebziger Jahren sein, da diese zu einem ersten Umdenken in unserer Gesellschaft beigetragen haben – z.B.: bessere Wärmedämmung, Steigerung der Effizienz bei Motoren und besonders Abhängigkeit von Energieimporten.

### **Kleinverbraucher sind eigentlich die wichtigsten Akteure**

#### **Der Energie fehlt im Kleinverbrauch die Wertigkeit**

Ein naheliegendes Beispiel liefert die Stadt Wien, die keine Großindustrie hat. Ganz vorne beim Energieverbrauch ist die Mobilität (35 bis 40%). Dann Haushalte und Gewerbe und nur ein kleiner Teil Industrie. Im Kleinverbraucherbereich gibt es aber noch kein Gefühl, dass Energie eine Wertigkeit hat.

#### **Smart Meter für die Haushalte**

Die Haushalte werden immer kleinstrukturierter (Single-Haushalte). Dort machen die Energiekosten nur einen kleinen Anteil ihrer Konsumausgaben aus (vergleichsweise jeden zweiten Tag eine Zigarettenpackung).

Deshalb bin ich ein Anhänger von Smart Meter, um den Energieverbrauch greifbar zu machen. Der Energieverbrauch muss plakativ werden und aufzeigen, wo auf einfache Weise Energieverbrauch vermieden werden kann, ohne Lebensqualität zu verlieren.

#### **Der unentdeckte Verbrauch von Energie in Unternehmen**

Unternehmen sind oft überrascht zu erkennen, wieviel Energie verbraucht wird zu Zeiten, zu denen nichts produziert wird wegen des schleichenden Energieverbrauchs, der unentdeckt bleibt. Das beginnt bei Druckluftanlagen mit Leckagen und endet bei Schaltzeiten, die irgendwann eingestellt wurden aber danach nicht mehr überprüft wurden.

### **Welche Chancen sofort zu nutzen sind**

#### **Die für 2030 gesetzten Ziele für Energieeffizienz und Erneuerbare könnten schon vorzeitig erreicht werden**

Die bis jetzt beschlossenen Ziele für 2020 bei Energieeffizienz und Erneuerbaren und die absehbaren Ziele für 2030 sind erreichbar. Sogar schon vor 2030 könnten wir bei diesen Zielen ankommen. Dafür müssten aber sofort Initiativen gesetzt werden.

Beim Neubau, beispielsweise, wären die Anforderungen für 2050 schon jetzt umzusetzen. Die Potenziale für Innovation im Umgang mit Energie wären sowohl in großen als auch kleinen Industrieunternehmen aufzugreifen.

### **Energieeffizienz ist eine Wertigkeit zu geben**

#### **Was das Energieeffizienzgesetz nicht geschafft hat**

Der Grundgedanke des Energieeffizienzgesetzes ist in Ordnung, nämlich die eingesparte Energieeinheit als Ware zu sehen. Diese Ware hat derzeit allerdings keinen Wert. Man müsste schauen, dass sie einen Wert bekommt.

#### **Wie durch den Niedergang des EU Emissionshandelssystems Awareness verloren ging**

Bei den energieverbrauchenden Unternehmungen und bei den Energieanbietern ist Awareness bezüglich Energieeffizienz vorhanden. Mit dem Verfall der Zertifikatspreise im EU Emissionshandelssystem ist diese Awareness aber wieder zurückgegangen.

#### **Nicht nur Energie hat im Kleinverbrauch an Wertigkeit verloren**

Im Bereich Kleinverbrauch gibt es noch kein Gefühl, dass Energie eine Wertigkeit hat.

Aber auch andere Haushaltsgüter sind überraschend billig, wie Bekleidung und Lebensmittel. Viele Artikel werden als Wegwerfgut gesehen, wie ein T-Shirt um 5 bis 7 €, wo dann der Wasserverbrauch bei der Baumwolle nicht mehr ins Bewusstsein dringt.

Lebens-Mittel werden nicht mehr als Mittel zum Leben empfunden und dass oft anderes Leben dafür hergegeben wurde. Derzeit haben wir erstmals die Chance darüber nachzudenken, was wir essen wollen, was für zwei Generationen vor uns nicht der Fall war. Ein ökologischer erzeugtes Lebensmittel könnte mehr kosten, wenn weniger davon gegessen und möglichst nichts mehr weggeworfen wird.

In gleicher Weise könnte ein achtsamer Umgang mit Energie zu einer sorgfältigeren Auswahl der Energieträger führen und durch Steigerung der energetischen Produktivitäten höhere Preise bei den Energiekosten kompensieren.

### **Den Energieverbrauch plakativ machen**

Allein durch eine plakative Darstellung des Energieverbrauchs würden wir viel Energie einsparen.

Anlässlich eines Vortrags habe ich meinen Heimtrainer mitgenommen und dort mit den Pedalen die Leistung von 40 Watt dargestellt. Es ist meist nicht bewusst, wie wenig Energie das ist und wieviel Körperkraft dafür erforderlich ist.

#### **Visualisierung des eigenen Energieverbrauchs**

Wenn ich nach Hause komme, sollte sichtbar sein, wie derzeit mein Verbrauch aller Energieträger in Relation zum österreichischen Durchschnitt, zum globalen Verbrauch oder zum Verbrauch in armen Ländern ist.

Vielleicht sollte auf dem Kassabon die in den Waren enthaltene Energie ausgewiesen sein.

#### **Monetäre Bewertungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieeffizienz**

Relevante Aussagen zu Energie sollen in verständlichen Einheiten dargestellt werden: Energieverbrauch eines durchschnittlichen Haushaltes, CO<sub>2</sub>-Aufnahme eines Baums, usw.

Eine monetäre Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat hier sicherlich einen lenkenden Effekt. Dabei sind Modelle zu berücksichtigen, welche auf die energieintensive Industrie Rücksicht nehmen.

### **Enorme Potenziale sind zu entdecken**

#### **Die ersten 5 bis 15 Prozent Reduktion bei Energie sind fast kostenlos**

5 bis 15 Prozent des Energieverbrauchs in Gewerbe und Handel sind fast mit Null-Investitionen zu bewegen. Besonders ergiebig sind die ganz neuen Anlagen, weil der Anwender meist mit der Technik überfordert ist.

#### **Regelungstechnik**

In einem Handelsbetrieb lief die Lüftungsanlage statt 6 Tage über 10 Stunden aus Versehen bei einer Umstellung der Regelungstechnik 7 Tage über 24 Stunden. Mit einer Kontrolleinrichtung können aber solche Potenziale entdeckt werden.

#### **Fahrverhalten**

Es macht Spaß zu sehen, wie weniger Treibstoff verbraucht werden kann, denn 10 bis 20 Prozent hängen von der Fahrweise ab. Wir müssen nur einfach darauf achten.

**Neubau und Stadtplanung schon jetzt auf 2050 ausrichten**

Wir haben beispielsweise in Wien ungeheure Abwärmepotenziale. Wir müssten wirklich versuchen umfassend uns dieser Sache zu nähern. Nur Effizienz allein kann es nicht sein. Wir brauchen einen ganzheitlichen Zugang. Wir müssen auch Speicher beachten.

Wir müssen wir nicht unseren Komfort reduzieren. Wir können in wunderbaren grünen Städten leben. Wenn ich heute ein Objekt baue, muss ich schauen, was kann ich lokal nutzen, wo gibt es Abwärme in meiner Umgebung, welche lokale Speichermöglichkeiten bieten sich an?

Deshalb müssen wir heute Gebäude schon so bauen, dass sie die Ziele für 2050 erfüllen. Die noch verbleibenden 33 Jahre verlaufen schnell. 2025 ist morgen, 2050 ist ein paar Jahre später. Es ist entscheidend, dass wir jetzt beginnen Neubauten und Städteplanung auf 2050 auszurichten.

### Barrieren identifizieren und beseitigen

**Barrieren innerhalb der Unternehmen beseitigen**

In der Organisation der Unternehmen haben wir meist eine sehr scharf trennende Welt. Eine Einheit kümmert sich um Beschaffung von Energie und Kosten. Eine andere um die Technik. Energiebeschaffung und Kosten kümmert sich nur um ein kurzfristiges Optimum. Hier werden oft nicht die langfristigen Kosteneffekte bei der Nutzung eines Objektes betrachtet. Das fließt in den Kalkül nicht ein.

**Investoren haben die Interessen der Nutzer zu beachten**

Das Dilemma zwischen Investor und Nutzer ist deshalb zu zerschlagen. Der Investor minimiert seinen Aufwand. Der Nutzer hat die daraus resultierenden Kosten zu tragen. Das geht nicht nur in den Bereich Energie hinein, es ist ähnlich bei Wasser und Reinigung. Die laufenden Nutzungs- und Erhaltungskosten gehen viel zu wenig in die Entscheidungen über die Investition hinein.

Würde man in einem Paket die langfristig anfallenden Kosten mitverpacken, dann würden ganz andere Entscheidungen fallen.

### Kein Abschieben von Verantwortung

**Jeder von uns hat eine Verantwortlichkeit für Energie**

Es ist nicht die böse Regierung, die böse EU oder die großen Industrien, die allein für den Umgang mit Energie verantwortlich ist.

Jeder von uns ist Teil der Verursacher der mit dem Umgang mit Energie verbundenen Probleme. Wir müssen den Menschen in die Verantwortung hineinnehmen.

Es wird vielleicht zu überlegen sein, die Inhaber von fossilen Lagerstätten dafür zu entschädigen, dass sie diese nicht nutzen, wenn wir die CO<sub>2</sub>-Problematik ernst nehmen.

### Welche Rahmenbedingungen zu verändern wären

Die entscheidungsrelevanten Rahmenbedingungen müssen – wie bei einer Differentialgleichung – immer wieder angepasst werden. Ein Beispiel dafür wäre das Energieeffizienzgesetz, denn da ist die Gesetzgebung offensichtlich zu langsam gegenüber dem schnelleren Markt.

Ich bin auch kein Anhänger, zu viel über Förderungen zu regeln. Wir müssen Marktbedingungen schaffen, die eben bei Energieeffizienz oder auch bei Neubauten ganzheitliche Strukturen schaffen.

Die Ziele 2020 und 2030 sind aus der Sicht der produzierenden Industrie erreichbar. Zusätzlich sind aber Rahmenbedingungen zu schaffen, die

Europa weiterhin als Industriestandort offenhalten. Nur vom Brainpool allein werden wir nicht überleben.

### **Reform des Energieeffizienzgesetzes**

**Laufende Überprüfung des Maßnahmenkatalogs des Energieeffizienzgesetzes**

Im Energieeffizienzgesetz müssen beispielsweise jene Elemente aus dem Maßnahmenkatalog herausgenommen werden, die sowieso auch ohne Anreiz umgesetzt werden wegen der kurzen Amortisationszeit. Dann würden sich am Markt auch jene Preisstrukturen bilden, die sinnvoll und wirksam sind, weil dadurch ein Wert entsteht. Dann würde auch wirklich zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt werden.

### **Reform des EU-Emissionshandelssystems**

**Überflüssige Emissionsrechte eliminieren**

Es gibt eine starke Analogie zum EU Emissionshandelssystem. Auch dort müssten jene Mengen an Zertifikaten für Emissionsrechte herausgenommen werden, die sowieso durch den ablaufenden technischen Fortschritt überflüssig werden.

### **Neue Bauten**

**Bauprojekte aus der Sicht der Nutzer darstellen**

Besonders wichtig ist der Neubau. Hier müssten Rahmenbedingungen geschaffen werden, die auch die Folgekosten dem Bauträger bewusst machen. Natürlich ist es schwer, solche Kosten bis 2030 oder 2050 abzuschätzen. Aber trotz der offensichtlichen Unsicherheiten ist jeder Ansatz ein konstruktiver Schritt.

Bei der Kalkulation eines Bauobjektes müssten somit die Betriebskosten offengelegt werden, im Ist-Zustand und auch in abgeschätzten Veränderungen. Das sollte neben Energie aber auch für Wasser und andere Ressourcen gelten. Wasser ist möglicherweise ein noch viel kritischeres Gut für einen großen Teil der Weltbevölkerung und könnte es für den Rest noch werden.

Es müsste also Rahmenbedingungen geben, dass der Investor sein Objekt so darstellen muss, dass auch der Nutzer es besser beurteilen kann.

### **Energieausweis und Bauordnung**

**Einheitliche Bauordnung für alle Bundesländer und verbesserter Energieausweis**

Würde ein inhaltlich opulenterer Energieausweis helfen? Von der Grundstruktur ist es ein guter Ansatz. Beim Energieausweis sollten die Energie-Indikatoren auch mit Kosten verbunden sein: einerseits mit Ist-Preisen und andererseits mit Abschätzungen für die Zukunft.

Sehr hilfreich wäre eine über alle Bundesländer einheitliche Bauordnung, weil das viele Mühen der Planung und Ausführung beachtlich reduzieren würde.

### **PV-Anlagen als Standard**

**Gebäudeintegrierte PV-Anlagen sollen eine Selbstverständlichkeit sein**

PV-Anlagen rechnen sich heute im Industrie- und Gewerbebereich besonders mit Förderung. Bei einem neuen Gebäude ist es völlig gleichwertig, ob die Elektrizität zugekauft oder selbst durch PV erzeugt wird, wenn die Dimensionierung der Anlage korrekt erfolgt.

Bei der Dimensionierung einer PV-Anlage ist ein Minimum von 80 Prozent Eigenverbrauch anzustreben. Eine Einspeisung in das öffentliche Netz ist eher zu vermeiden.

Im Neubau sollte eine gebäudeintegrierte PV-Anlage deshalb selbstverständlich oder leicht nachrüstbar sein. Teurer ist eine Nachrüstung aufgrund der fehlenden Durchlässe.

### Energiemanagement in Unternehmen

**Energiemanagement ist eine Aufgabe der Geschäftsführung**

Es fehlt sehr oft in Unternehmungen jemanden, der wirklich den Überblick über die Verwendung von Energie im Detail hat. Im Management gibt es üblicherweise wohl einen Vorstand für Finanzen, nicht aber für nicht-humane Ressourcen.

So ist es möglich, dass die Abwärmenutzung von Anlagen nicht angeschlossen ist und große Kälteanlagen große Undichtigkeiten haben, weil die Anlagen nicht ausreichend gewartet werden.

Energiemanagement ist nur dann erfolgreich, wenn es mehr als eine Etikette ist, wenn die Geschäftsführung aktiv dahintersteht.

### Smart Meter in Haushalten

**Eine neue Generation von Smart Metern für die Haushalte**

Vor allem für die Haushalte muss der Energieverbrauch viel mehr transparent werden. Smart Meter sind ein guter Start nicht nur für Elektrizität, sondern für alle Energieträger. Solche Smart Meter sind gleichsam ein Cockpit, das über den aktuellen Zustand informiert: Bin ich im grünen, orangen oder roten Bereich? Für diese neue Generation von Smart Meter ist noch einiges an Entwicklungsarbeit zu leisten. Es ist eine freundliche Verpackung notwendig, nicht der erhobene Zeigefinger.

## 6 Reinhold W. Lang: Die unterschätzte Rolle von Werkstoffen im Carbon Management

Die Rolle der Werkstoffe wurde in der Diskussion um Klima und eine Low Carbon Economy bisher eher unterschätzt.

Fast alle in unserer Gesellschaft geforderten Dienstleistungen und die Generierung der dafür notwendigen Produkte sind materialabhängig. Dabei ist nicht nur die Wahl der Materialklassen relevant, sondern auch die Art und Weise, wie diese verwendet werden. Zudem liegt immer eine Verknüpfung der verwendeten Materialien mit Energie vor.

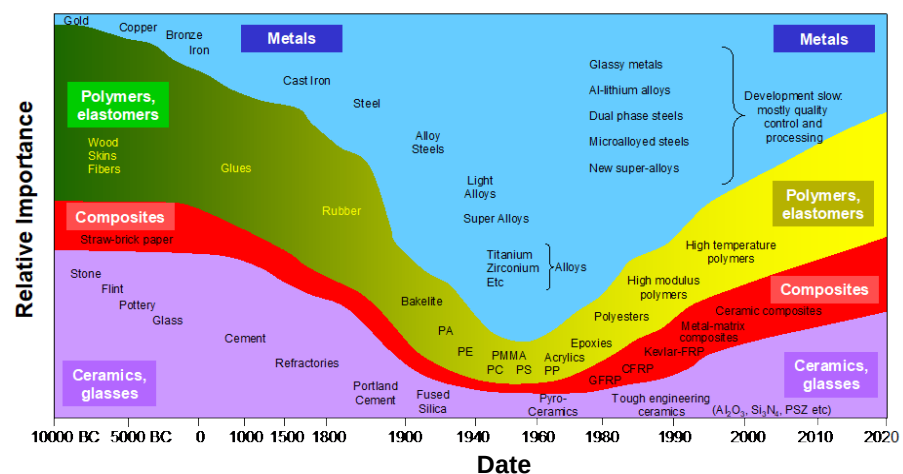


Abbildung 7: Die Geschichte der Wahl von Werkstoffen  
Quelle: Ashby (2016).

### Werkstoffe im Stoff- und im Energiesystem

Bei den Polymerwerkstoffen ist die Einbettung in ein überlegtes Carbon Management besonders offensichtlich. Das schon deshalb, weil auch die erste Wachstumsphase bei den Polymeren eng mit den fossilen Energieträgern zusammenhängt. Die Entwicklung bei den Kunststoffen begann vor rund 100 Jahren und erlebte einen ersten Höhepunkt in der industriellen Aufschwungphase nach dem Zweiten Weltkrieg.

### Polymere werden in ein Carbon Management eingebunden bleiben

Die Verknüpfung des Stoffsystems Kunststoffe mit dem Energiesystem fossile Rohstoffe

Eine erste These sagt, so wie das *Stoffsystem Kunststoffe* in der Vergangenheit engstens verknüpft war mit dem *Energiesystem fossile Rohstoffe* wird das Stoffsystem Kunststoffe in der Zukunft engstens verbunden bleiben mit dem Carbon Management des Energiesystems, dies als Teil einer Entwicklung in Richtung einer "All-Circular Economy".

Beide Bereiche werden deshalb in ein auf das Gesamtsystem abgestelltes Carbon Management in eine „Circular Economy“ zu integrieren sein.



### Wie die Stoff- und die Energie-Intensitäten reduzieren?

Constraints werden spürbar

Aus dieser These folgt die Frage, wie wir die hohen Stoff-Intensitäten und die hohen Energieumsatz-Intensitäten reduzieren können, und zwar sowohl im Stoff- als auch im Energiebereich.

Wir haben in manchen Bereichen Beschränkungen in der Verfügbarkeit. Bei der Biomasse ist es beispielsweise die Flächennutzung. Bei metallischen Rohstoffen könnten es Restriktionen im Bereich Rohstoff Erz sein. Bei Zement könnten es Grenzen bei der Verfügbarkeit von spezifischen Sandarten sein, wie erste Erfahrungen etwa in Dubai zeigen. Dort verschwinden Ufer- und Landbereiche – mit massiven Folgewirkungen.

### Die Orientierung an Funktionalitäten und an Kreisläufen

Fokus auf die Funktionalitäten des Stoffsystems

Für das Stoffsystem wird ein ähnlicher Zugang relevant, wie wir ihn beim Energiesystem erkannt haben: Wir beginnen mit den mit Energie verbundenen Funktionalitäten und überlegen dann weiter die Gestaltung der energetischen Wertschöpfungskette über die adäquaten Technologien und bis zu den Primärenergieträgern. Das Gleiche kann man für die Funktionen von Werkstoffen machen.

Dann hilft die Orientierung an Kreisläufen, denn evolutionär einer der besten Kreisläufe ist der Kohlenstoffzyklus. Wenn man sich den Kohlenstoffkreislauf näher ansieht, erkennt man viele weiterführende Facetten der stofflichen und der energetischen Nutzung.

### Von “Trial & Error“ zu “Needs“

Ein an Funktionalitäten und Kreisläufen orientierter Zugang zu Werkstoffen öffnet neue Strategien im Umgang mit ihnen.

Bisher hat man jedenfalls historisch gesehen neue Materialien synthetisiert und dann die Anwendungen dafür gesucht. Damit war viel “Trial & Error“ und “Innovation by Accident“ verbunden. Jetzt geht es darum zunächst Bedürfnisse (“Needs“) zu identifizieren und dann die damit verbundenen Werkstoffe zu finden bzw. maßgeschneidert zu entwickeln. Künftig geht es vor allem auch um die Frage, orientieren wir uns an den richtigen Needs (tatsächlich wohlstands- und lebensqualitätsrelevante Bedürfnisse für eine wachsende globale Weltbevölkerung)?

### Der Fokus auf die Needs

Für welche Needs werden welche Werkstoffe gebraucht

Es geht daher darum, den Fokus für Forschung und Entwicklung auf die Needs zu richten:

- **Needs identifizieren**  
Ziel ist die Needs zu identifizieren und dann die damit verbundenen Werkstoffe bei gleichzeitig hoher Stoff- und Energieeffizienz maßgeschneidert und eigenschaftsoptimiert zu entwickeln.
- **Welche Needs**  
Orientieren wir uns an den richtigen Needs?

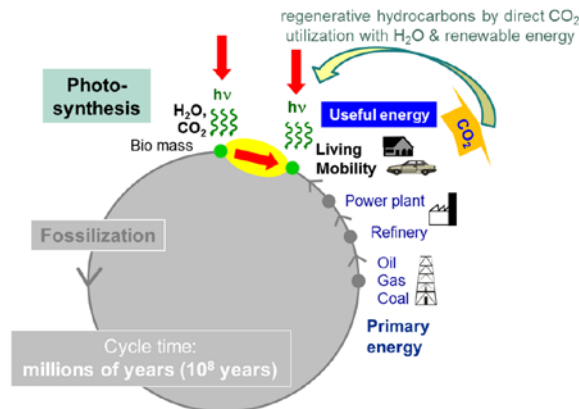
### Die Systemgrenzen immer weiter öffnen

Das Stoff- und das Energiesystem verknüpfen

Offensichtlich wird relevanter, die Systemgrenzen immer weiter zu öffnen und dann um die für den Wohlstand relevanten “Needs“ zu fragen.



Das bedeutet aber wieder, das Stoff- und das Energiesystem ebenso systemisch und gleichzeitig synergetisch zu verknüpfen. Dabei hat der Kohlenstoffkreislauf besondere Voraussetzungen, einerseits aus der Evolution in der Natur und andererseits in den neuen technologischen Optionen.



The fossil energy/feedstock cycle

Abbildung 8: Der fossile Energie/Werkstoff-Zyklus  
Quelle: Lang (2018)

### Die stoffliche Nutzung von Fossilien ist mit der energetischen Nutzung verbunden

**Die energetische Nutzung von Fossilien begünstigt deren stoffliche Nutzung**

Derzeit gehen rund 5 Prozent der Kohlenstoff-Umsätze im Energiesystem in die Kunststoffe und rund 2 Prozent in sonstige Chemie/Pharma-Produkte. Die stoffliche Verwendung von fossilen Rohstoffen ist somit vergleichsweise klein, es dominiert die energetische Verwendung.

Wenn man das Energiesystem effizienter macht und dekarbonisiert, dann wären auf den ersten Blick mehr fossile Rohstoffe für die chemischen stofflichen Notwendigkeiten verfügbar.

Zu vermuten ist jedoch, dass sich diese stoffliche Nutzung von Rohölprodukten für die Kunststoffherstellung derzeit vor allem über die Hebelwirkung der energetischen Nutzung fossiler Rohstoffe rechnet, beispielsweise durch die Verbindung zu Raffinerien. Würde der Bedarf an Energieträgern aus Fossilien stark reduziert werden oder sogar wegfallen, so ist ein starker Preisanstieg bei der stofflichen Nutzung jedenfalls nicht auszuschließen.

Eine Überlegung hier ist, dass längerfristig sämtliche Kosten der Aufrechterhaltung der Rohölproduktion von der Exploration über die Erschließung der Lagerstätten und nachgeschalteten Transport-, Aufbereitungs- und Raffinerieprozesse inkl. der gesamten erforderlichen Infrastruktur auf eine wesentlich geringere Produktmenge von vielleicht 10 bis 20 % der derzeitigen Menge an Ölbedarf übertragen werden müssten. Interimistisch bzw. kurz- und mittelfristig könnte ein Überangebot in der Rohölverfügbarkeit möglicherweise aber auch zu Preissenkungen führen. Sehr wahrscheinlich ist jedenfalls eine hoch-volatile Preisentwicklung, was wirtschaftlich problematisch für die Kunststoffindustrie wäre.

### Welche Entwicklungspfade machen wirklich Sinn?

Ich vermute, dass neue Technologieschienen wesentlich interessanter werden und dies zudem bei der Lösung anderer Probleme unterstützend wirkt. Ich vermute, dass neue Technologieschienen wesentlich

interessanter werden und dies zudem bei der Lösung anderer Probleme unterstützend wirkt.

Zur Erinnerung, auch ein völliger Ausstieg aus den Fossilen und die Nutzung von atmosphärischem CO<sub>2</sub> als Chemierohstoff würde die Treibhausproblematik wegen der inzwischen freigesetzten Mengen an Treibhausgasen und der damit verbundenen hohen Konzentration in der Atmosphäre eher nur geringfügig entschärfen bzw. abschwächen. Dies gilt deshalb, weil für Kunststoffe jährlich nur etwa 5% der Rohölproduktion genutzt werden, während über 90% allein der Rohölproduktion in Form von CO<sub>2</sub> jährlich in die Atmosphäre emittiert werden. Dazu kommt noch die energetische Nutzung von Öl und Gas. Mit anderen Worten, um allein den derzeit jährlich Ausstoß von Kohlenstoff über Kunststoffe wieder zu binden bräuchte es beim jetzigen Kunststoffproduktionsvolumen 20+ Jahre an Kunststoffproduktion. Gleichzeitig ist der Großteil der Kunststoffprodukte eher kurzlebig (unter 10 Jahre, große Anteile sogar deutlich darunter). Hinzu kommen künftige Kreislaufwirtschaftsstrategien für Kunststoffe.

Also über Kunststoffe und Chemieprodukte kann es selbst bei Nutzung von CO<sub>2</sub> aus Verbrennungsprozessen oder aus der Atmosphäre nur geringe Beiträge zur Reduzierung der Treibhausproblematik geben.

### Der derzeit sichtbare Korridor an Möglichkeiten

**Es gibt genug Kohlenstoff für Werkstoffe**

Selbst wenn wir CO<sub>2</sub> an der Stelle, wo es durch Verbrennungsprozesse generiert wird, vermeiden, oder bei Anlagen für Stahl, Zement, Elektrizität und Wärme direkt mit Wasserstoff in andere stofflich oder energetisch nutzbare Stoffe umwandeln, so bleiben die über Kunststoffe oder sonstige C-haltige Chemikalien gebundenen Kohlenstoffmengen in der Größenordnung des jetzigen Status, wo Kunststoffe 5 Prozent vom Rohölanteil (d.h. sogar noch exklusive der energetischen Nutzung von Kohle) ausmachen und bis 2050 vielleicht etwa das 5- bis 10-fache erreichen könnten. Das ist der Korridor an Möglichkeiten, Kohlenstoff in Werkstoffen und Chemieprodukten zu binden. Diese Mengen liegen damit deutlich unter den in Form von CO<sub>2</sub> emittierten kumulierten Kohlenstoffmengen der letzten Jahrzehnte.

### Die Vorlaufzeit für ein stoffliches Carbon Management

**Chemische Energiespeicherung sowohl für energetische als auch für stoffliche Nutzung**

Ein großer Vorteil für stoffliches Carbon Management - d.h. für eine "all-circular carbon economy" - ist, dass wir 20 bis 30 Jahre Vorlaufzeit im erneuerbaren Energiesystem haben, die wir auch brauchen. Das Energiesystem muss bereits in einer Phase sein, wo wir das Stoffsysteem über chemische Energiespeicherung (Wasserstoff, Methan, Methanol u. dgl.) zu einem Teil des Speichersystems machen können. Der chemische Speicher kann dann über existierende Infrastruktur wahlweise entweder energetisch oder stofflich für Chemieprodukte inkl. der Erzeugung von Kunststoffen genutzt werden.

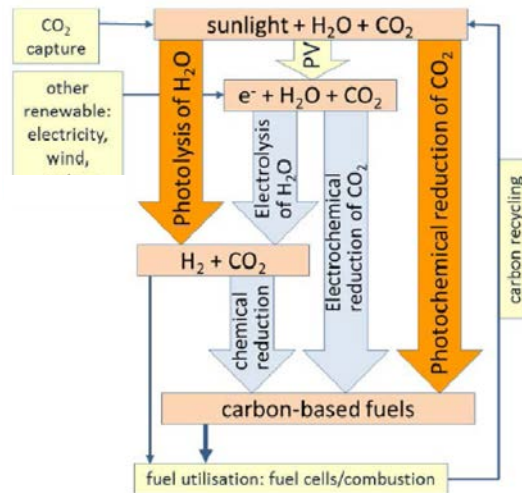


Abbildung 9: Vision einer solaren Chemie.  
Quelle: European Chemical Society (2016)

### Die Herausforderung für die Optimierung der Stoffkreisläufe

#### Sorgfältiges Design von Recycling

Wenn wir so versuchen zu optimieren, dann muss uns auch klar sein, wir schwierig eine angedachte Verhundertfachung der Produktivität der Werkstoffe sein wird. Das betrifft sowohl die Probleme am Anfang der Erzeugung als auch am Ende der Nutzung.

Nicht nur die Erstproduktion von Kunststoffen ist sorgfältig zu überlegen, das Gleiche gilt auch für das Wiederverwerten (Recycling) am Ende der Nutzungsphase von Kunststoffprodukten. Natürlich kann man Kunststoffe aufschmelzen und einmischen, aber es gibt einerseits thermodynamische und ökologische Grenzen für sinnvolles mechanisch-werkstoffliches Recycling, andererseits nimmt die Leistungsfähigkeit ("performance") von Kunststoffen mit jedem Nutzungs-Rezyklierungszyklus kaskadisch ab. Dies schränkt die Nutzung von Rezyklat-kunststoffen ein bzw. wirkt sich gegebenenfalls wiederum negativ auf ökologische Lebenszykluswerte aus.

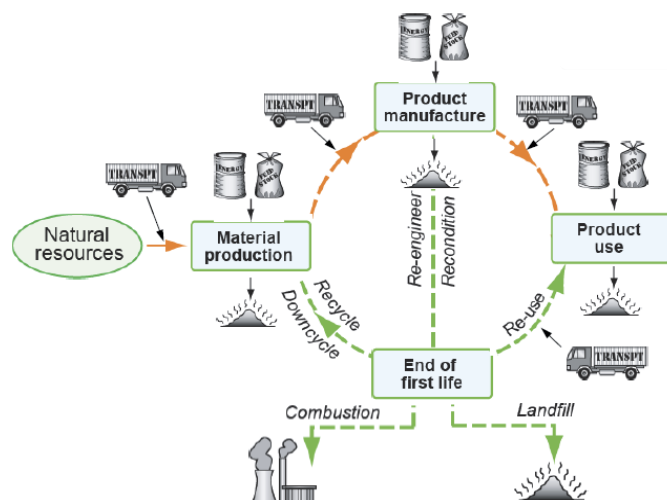


Abbildung 10: Werkstoffe in einer Kreislaufwirtschaft.  
Quelle: Ashby (2015)

### Die Vision einer Vielfalt von Werkstoffen

**Werkstoffe entsprechend den Funktionalitäten maßschneidern**

Meine These ist, nicht alles mit *einem* oder *nur wenigen* Kunststoffen. Die Stärke der Kunststoffe liegt nicht zuletzt in deren Vielfalt mit auf spezifische Anwendungen maßgeschneiderten Eigenschaftsprofilen. Die polymere Struktur der Werkstoffe, die strukturellen Merkmale von aus Carbonketten aufgebauten Molekülen, die in unterschiedlichster Form modifiziert sind – das ist das Rückgrat der Biosphäre bis hin zur DNA. Die Vielfalt dieser Strukturen begründet die Biodiversität und macht biologische Systeme und Kreisläufe so stark. Analoges - wenn auch in ggf. abgeschwächter Form - gilt für die Vielfalt an Kunststoffen.

Mit anderen Worten, Werkstoffe so zu konzipieren und maßzuschneidern, dass sie die Vielfalt der gewünschten Anforderungen und Funktionen bestens erfüllen, erfordert zwangsläufig auch werkstoffliche Vielfalt. Zu beachten ist dabei allerdings, dass trotz dieser Vielfalt die Möglichkeit des Recyclings weiter bestehen bleibt. Dies sei deshalb erwähnt, weil qualitativ hochwertige mechanisch-werkstoffliche Recyclingstrategien eine hohe Sortenreinheit der Rezyklate voraussetzt, was durch Erhöhung der Sortenvielfalt erschwert wird. Andererseits, für einen Kreislaufwirtschaftsansatz, der mechanisches Recycling, chemisches Recycling und thermisch-energetische Nutzung von Altkunststoffen gekoppelt mit CO<sub>2</sub>-Nutzung sinnvoll integriert, ist auch eine deutliche Erhöhung der Sortenvielfalt weniger problematisch.

### Die besondere Rolle von Kunststoffen

**Kunststoffe in einem umfassenden Carbon Management**

Kunststoffe haben als kohlenstoffbasierende, makromolekulare Werkstoffe eine Eigenschafts- und Performance-Multifunktionalität (Kombination von mechanischen, thermischen, elektrischen, optischen usw. Eigenschaften), die für eine Vielzahl von Anwendungen erforderlich und gewünscht ist und mit konventionellen Werkstoffen nicht erreicht werden kann.

Trotzdem wird nicht alles mit Kunststoffen zu erledigen sein. Ich vertere daher auch stark Hybrid-Strategien (Metall/Kunststoff, Keramik/Kunststoff, Holz/Kunststoff usw). Dennoch, betrachtet man die letzten 50 Jahre, so weisen Kunststoffe als die jüngste der großen Werkstoffklassen auch die größte Innovationsdynamik auf. Dies wird auf absehbare Zeit auch weiter so bleiben bzw. sich allenfalls sogar noch verstärken.

Dennoch, welche Rolle Kunststoffen letztlich in einem umfassenden Carbon Management in einer Circular Economy dann tatsächlich zukommt, ist noch nicht vollständig absehbar.

### Kunststoffe für die Solarenergie

**Der Eine-Welt-Solar-Kollektor**

Für Kunststoffe gibt es ausgezeichnete Marktpotentiale in allen drei wichtigen Technologien für erneuerbare Energiebereitstellung – Photovoltaik, Windkraft und Solarthermie. Seit Jahren betreiben wir dazu große nationale Forschungsprogramme und sind auch international in der Forschung bestens vernetzt. Generell geht es dabei immer gleichzeitig um Verbesserungen in der Gesamt-Performance (Installation und Betrieb) sowie um weitere Kostenreduktionen. Dazu ein illustrierendes Beispiel.

Die Solarthermie kam in den letzten Jahren durch den unerwartet starken Kostenverfall bei der teilweise konkurrierenden Technologie der Photovoltaik in Schwierigkeiten. Das motivierte die Entwicklung des

auf Kunststoffen basierenden Eine-Welt-Solarkollektors der Firma SUNLUMO (<http://www.sunlumo.at/de/>). Dieser Kollektor hat eine Reihe von herausragenden Merkmalen und Eigenschaften, die gleichzeitig Zielsetzungen der F&E-Tätigkeit von SUNLUMO waren:

- Alle Komponenten des Kollektors sind aus Kunststoffen
- Die Herstellung ist kostengünstig
- Der Kollektor ist eine ressourcenschonende Alternative zu herkömmlichen Kollektoren

Diese Qualitäten ermöglichen nicht nur die künftige Anwendung des Kollektors in Schwellen- und Entwicklungsländern, sondern gibt der Solarthermie auch in den Industriestaaten eine neue Chance. Gerne merke ich an dieser Stelle noch an, dass für diese F&E-Zusammenarbeit kürzlich der VERENA Staatspreis 2017 für kooperative Energieforschung an SUNLUMO und unser Institut (JKU-IPMT) verliehen wurde.



*Abbildung 11: Der SUNLUMO One World Collector  
Quelle: SUNLUMO Technology GmbH*

## 7 Manfred Mühlberger: Mobilität braucht eine viel weitere Perspektive

Bei allen Überlegungen, welche Rolle der Mobilität in einer proaktiven Energie- und Klimapolitik zukommen könnte, zeichnen sich für diesen Bereich vielversprechende Optionen dann ab, wenn die enge Fokussierung auf den Verkehr zugunsten eines breiten Verständnisses von Mobilität verlassen wird.

### Ein neues Verständnis von Mobilität

Mobilität ist viel weiter zu sehen als nur in der Erledigung von Transportaufgaben durch verschiedene Verkehrsmittel. Ein solches Verständnis ist die Basis für die Entwicklung von zukunftsfähigen Mobilitätskonzepten.

### Mobilität bedeutet, den Zugang zu Personen, Gütern, Dienstleistungen und Orten zu ermöglichen

**Der Zugang zu Personen, Gütern, Dienstleistungen und Orten**

Nicht immer muss dieser Zugang mit einer Verkehrsbewegung verbunden sein. Durch die erwartete starke Expansion der Kommunikationstechnologien kann „virtuelle Mobilität“ physische Transportbewegungen ersetzen, etwa durch e-Learning, Online-Shops, Video-Konferenzen oder Tele-Working.

Bei diesem Verständnis stehen die mit Mobilität verbundenen Dienstleistungen an erster Stelle und nicht das Verkehrssystem.



Abbildung 12: Ein vertieftes Verständnis von Mobilität

### Weiterhin werden jedoch Transportaufgaben zu lösen sein

**Wie die verbleibenden Transportaufgaben lösen?**

Ein beträchtlicher Teil dieser Mobilitätsdienstleistungen wird auch künftig physische Transporte erfordern, die im Verkehrssystem abgewickelt werden. Dabei ist aber nach der zu erledigenden Dienstleistung und nach dem dafür verfügbaren Modal-Mix, den Optionen an Verkehrsträgern, zu fragen.

Der Personenverkehr hat viele Motive und Möglichkeiten zu seiner Erledigung. Vom Berufsverkehr bis zum Freizeitverkehr sind Motive, Notwendigkeit und Wahl des Verkehrsträgers zu hinterfragen.

Über den Güterverkehr wird viel weniger nachgedacht. Auf neue Möglichkeiten der Lokalisierung der Produktion, der Bündelung der



Verteilung und der Wahl des Verkehrsmittels ist jedoch aufmerksam zu machen.

## Die neuen Themen der Mobilität

Derzeit sind die Diskussionen um die Zukunft von Mobilität oft auf den Übergang zu elektrischen Antrieben fokussiert. Es wird aber sichtbar, welche weiteren Themen sich in diesem Zusammenhang zu entfalten beginnen.

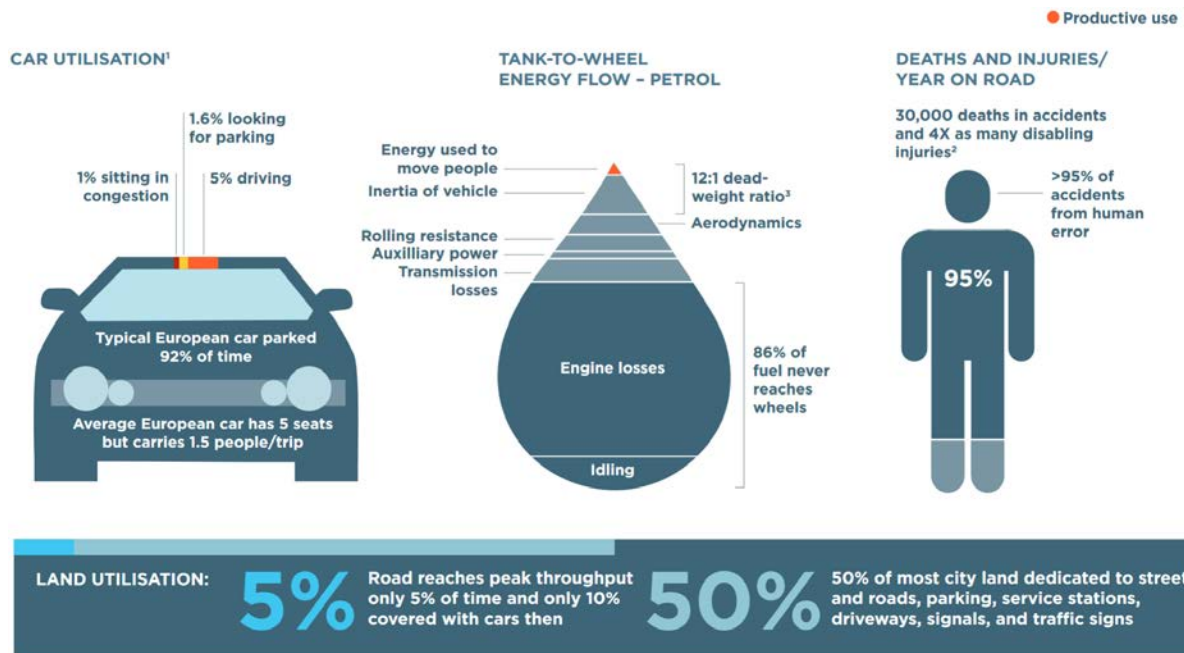


Abbildung 13: Die strukturellen Verluste im Autoverkehr  
Quelle: Ellen McArthur (2015)

## Elektro-Mobilität zu verstehen versuchen

### Mehr als Substitution von Verbrennungsmotoren

Elektro-Mobilität nur als Substitution von Verbrennungsmotoren durch Elektromotoren zu sehen, greift zu kurz, denn recht bald entwickeln sich dann Kontroversen um das Reichweitenproblem. Zusammen mit den sich entwickelnden Netzen für Schnell-Ladestationen und verbesserten Batterien werden diese Diskussionen eher nachrangig.

Aufschlussreicher sind die Diskussion nach Motiven und Möglichkeiten für Mobilität und den denkbaren Rollen der Elektromobilität. Dazu gibt es einige Entwicklungen, die die Verbreitung von Elektrofahrzeugen stark begünstigen könnten.

### Teil der Sharing Economy

Die erste ist Sharing, der Trend vor allem in den urbanen Räumen weg vom Besitzen von Fahrzeugen zum Nutzen nach Bedarf überzugehen. Damit rückt „Mobilität als Dienstleistung“ ins Bewusstsein und neue Geschäftsmodelle in den Vordergrund.

### Umfassende Digitalisierung

Die zweite dieser Entwicklungen ist die Digitalisierung, die ganz neue Möglichkeiten eröffnen in der Verknüpfung von verschiedenen Mobilitätsangeboten. Man sieht in Echtzeit, welche Angebote gerade an einem konkreten Ort verfügbar sind, und kann die verschiedenen Ver-

kehrsmittel auch gleich buchen und bezahlen. Durch die Digitalisierung ist das Angebot deutlich mehr personalisiert, je nach persönlichen Vorlieben oder den aktuellen Transportbedürfnissen.

Durch die digitalen Mobilitätsplattformen mit App als User Interface am Smartphone wird die Schnittstelle zwischen den einzelnen Angeboten (Intermodalität) deutlich verbessert. Beahlt wird, was tatsächlich genutzt wird.

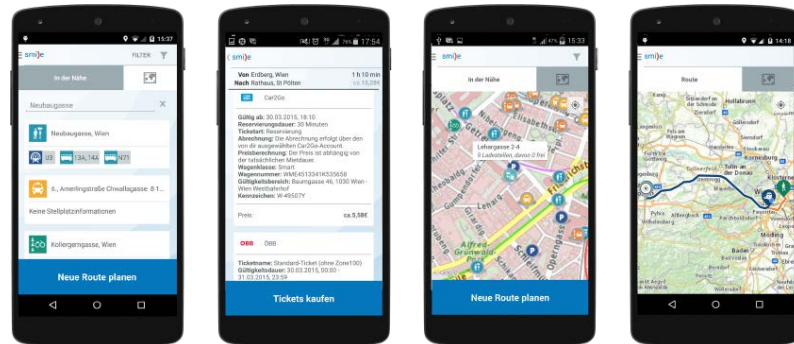


Abbildung 14: Digitale Mobilitätsplattformen  
Quelle: Projekt SMILE (2018)

#### Trend zur Selbststeuerung

Die dritte Entwicklung ist die Automatisierung. Dabei geht es schon lange nicht mehr nur um Assistenzsysteme, die LenkerInnen immer mehr unterstützen, sondern um die Entwicklung vollautomatischer, fahrerloser Fahrzeuge. Und diese werden mit hoher Wahrscheinlichkeit elektrisch betrieben.

#### Die Vielfalt des öffentlichen Verkehrs nimmt zu

##### Neue öffentlich verfügbare Verkehrsangebote

Zusätzlich zu den klassischen öffentlichen Verkehrsmitteln Bahn, Bus und Straßenbahn entwickeln sich neue „öffentlich verfügbare“ Verkehrsangebote. Diese werden in der Regel individuell genutzt. City Bikes gehören ebenso dazu wie Autos oder Mopeds im Sharing. Die Bandbreite der Sharing-Betreiber ist potenziell groß, neben kommerziellen Anbietern entwickelt sich auch privates Peer-to-Peer Car Sharing, beispielsweise betrieben durch die Bewohner einer Wohnhausanlage.

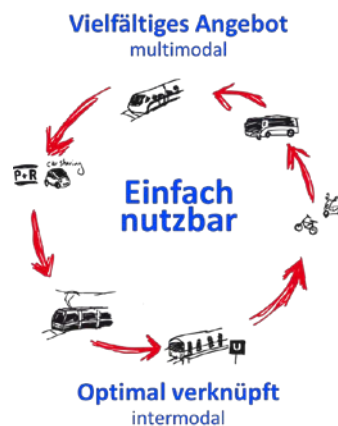


Abbildung 15: Verschränkte Mobilität.  
Quelle: Projekt SMILE (2018)



## Konfliktpotential Bewegungsdaten der Fahrzeuge

### Wer hat die Rechte an den Bewegungsdaten

Eine Hürde ist die proprietäre Datenwelt, d.h. die Bewegungsdaten der Fahrzeuge müssten ähnlich in Echtzeit verfügbar sein wie jene der Wiener Linien. Die Rechte an diesen Fahrzeugdaten würden somit von den Herstellern der Fahrzeuge zu den Eigentümern wechseln.

### Datenschutz

Damit verbunden sind allerdings Konflikte um den Datenschutz, denn wer darf zu diesen Bewegungsdaten mit welchem Grad an Anonymität Zugang haben?

### Anreize

Andererseits öffnen diese Bewegungsdaten ganz neue Möglichkeiten für individualisierte Verkehrssteuerungen bis zu Anreizen für Verhaltensänderungen über von der Auslastung der Verkehrsträger abhängige Tarifierungen.

## Elektro-Mobilität umfassend entwickeln

Mit dem sich entwickelnden Angebot an Elektro-Fahrzeugen werden auch andere mit Mobilität verbundene Aufgaben leichter lösbar.

## Neue Qualität für den öffentlichen Raum

### Öffentlichen urbanen Raum als Begegnungszone wiederentdecken

Ein gesellschaftlicher Treiber ist, dass der Wert des öffentlichen urbanen Raumes als Begegnungszone und als Lebensraum mehr und mehr wiederentdeckt wird. Das bedeutet konkret, dass der öffentliche Raum einer Stadt nicht mehr vorwiegend als öffentlicher Parkplatz genutzt wird, sondern für andere Zwecke, wie vom Schani-Garten bis zum Urban Gardening.

### Warum Elektro-Mobilität neue Nutzungskonzepte attraktiv macht

Bei einer durchschnittlichen Verwendung eines privaten PKWs über 12.000 Jahreskilometer mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 60 km/h, bewegt sich dieses Fahrzeug nicht mehr als 200 von 8760 Stunden im Jahr.

Würden Elektro-Fahrzeuge in Sharing-Geschäftsmodellen genutzt werden, könnte die individuelle Nutzung mit einem Bruchteil der derzeitigen Fahrzeugflotte bewältigt werden, was sowohl Flächenbedarf für Standplätze und weitere Investitionskosten senken könnte.

## Wohnung und Fahrzeuge im Kombiangebot

### Mobilität und Wohnen verschränken

Die Integration von Mobilität und Wohnen wird zunehmend von den Wohnbauträgern entdeckt, indem diese auch Mobilitätslösungen anbieten. Beispielsweise kommt zu den Wohnungen einer Anlage auch ein Angebot von drei Elektroautos, fünf (Elektro-)Lasten-Fahrrädern und zehn City-Bikes. Hier öffnet sich ein Potential für neue Geschäftsmodelle. Bisher war die Frage immer, wer soll der Betreiber solcher Mobilitätsangebote sein. Hier bieten sich Kooperationen von Mobilitätsanbietern und den Bauträgern an.

### Mobility Points steigern den Wohnungswert

Solche Mobility Points in Siedlungen könnten zu einem Qualitätskriterium für Wohnungen werden. Das ist ganz auf der Linie von integrierten Lösungen und integrierten Systemen von verschränkter Mobilität.

### Das Speicherpotential der Elektro-Mobilität nutzen

#### Nutzung der Elektrofahrzeuge als elektrische Speicher

Ein weiterer Entwicklungsschritt wäre die Nutzung der Speicher der Elektrofahrzeuge für das Lastmanagement der elektrischen Netze. Erforderlich dafür sind jedenfalls steuerbare, bidirektionale Ladestationen, die sowohl Strom vom Netz ins Fahrzeug als auch in die umgekehrte Richtung liefern.

Dafür bietet sich ein Geschäftsmodell an, bei dem der elektrische Speicher im Eigentum einer Energieunternehmung ist, die dann die Nutzung des Speichers dem Inhaber des Elektrofahrzeugs anbietet. Verkauft wird somit das Fahrzeug ohne Speicher, dessen Funktion dann als Dienstleistung von einem entsprechenden Anbieter in Anspruch genommen wird.

Das Projekt SEAMLESS (2018) des Klimafonds beschäftigt sich mit der Optimierung der Ladecharakteristik einer Elektro-Flotte, die im Sharing genutzt wird, wobei die Fahrzeuge eine ausreichende Ladung für die gebuchten Wege verfügbar haben. Umgekehrt nimmt aber der Ladevorgang auch auf die aktuelle Netzauslastung Rücksicht und verlagert, wenn immer möglich die Ladung in lastschwache Zeiten.

#### Einbindung der Elektrofahrzeuge in dezentrale integrierte Netze

Diese Konzepte sind noch ausbaubar im Hinblick auf dezentrale Netze, die alle Komponenten der Verwendung, Bereitstellung und Speicherung über die Energieträger Elektrizität, Wärme und Gas integrieren.

### Die nächsten Fragen zu innovativer Mobilität

Die zukünftige Mobilität wird wahrscheinlich durch disruptive Veränderungen bei Wirtschafts- und Lebensstilen und durch radikale Brüche in den Verkehrstechnologien geprägt sein. Das wären einige damit verbundene Fragestellungen.

### Kommt das Remote Office?

#### Verkehrsbewegungen durch Informationstechnologien reduzieren

Der Arbeitsplatz eines Universitätsprofessors unterscheidet sich nicht wesentlich von dem eines Facharbeiters für eine spanabhebende Maschine: beide verbringen die meiste Zeit vor einem Bildschirm.

Dieser muss nicht unbedingt in der Betriebsstätte stehen. Auch vom Heimarbeitsplatz kann die Arbeit erledigt werden. Auch in österreichischen Unternehmen wird der Trend zum Home Office deshalb bewusst unterstützt.

Dieser Trend zeigt die Möglichkeit, Verkehrsbewegungen durch Informationstechnologien zu reduzieren. Wir nennen das virtuelle Mobilität. Darum herum sind jedoch noch viele Fragen zu klären bezüglich der notwendigen Infrastruktur beim Internet und Datensicherheit aber auch der Verfügbarkeit eines Home-Office und der Kommunikationsabläufe in der Unternehmung. Auch die Kultur spielt eine Rolle. In den USA gibt es eine höhere Bereitschaft zum Übersiedeln, bei uns eher die Bereitschaft zum Pendeln.

#### Arbeiten und Wohnen besser zugänglich verschränken

All das sollte jedoch kein Grund sein, die Motivation für ein besseres räumliches Zusammenführen von Arbeiten und Wohnen aufzugeben. Eine neue Möglichkeit wären viel dezentralere Produktionsstrukturen, wie Satelliten-Büros.

Für die nächste Zeit bleibt jedoch die Aufgabe, die Möglichkeiten des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem Individualverkehr ausreichend attraktiv zu machen.

### Wie sind Zustelldienste einzuschätzen?

**Der Online-Einkauf ist nur eine von vielen Optionen**

Sollen die inzwischen etablierten Zustelldienste auch auf Alltagsgüter ausgeweitet werden, wie Lebensmittel?

Wenn dieser Alltagsbedarf nur noch mit dem privaten PKW besorgt werden kann, dann ist diese Last-Mile von Brot und Milch der größte Emittent auf dem bisherigen Transportweg dieser Güter. Der Online-Einkauf und die Zustellung sind jedoch nur eine von vielen Optionen.

**Städte beginnen CO<sub>2</sub>-freie Transportsysteme zu verlangen**

Viele Städte verlangen, möglichst rasch auf CO<sub>2</sub>-freie Transportsysteme umzustellen. Amsterdam hat beispielsweise einen Logistikverbund aufgebaut, der das Ziel hat, diese Last-Mile Zustellungen mit neuen Dienstleistungen zu optimieren, beispielsweise kommt der Shop im Elektrotransporter zum Kunden. Wie früher, als die Kaufleute in die Häuser gegangen sind, was für einige Alltagsgüter durchaus überlegenswert wäre.

**Das verbreitete Fehlen einer Nahversorgungs-Infrastruktur**

Ein Grund für diese Last-Mile Probleme ist das verbreitete Fehlen einer Nahversorgungs-Infrastruktur. Die großen Einzelhandelsketten haben teilweise diese Nahversorgung übernommen, sichtbar in der extrem hohen Filialdichte in Österreich. Trotzdem ist der individuelle Einkauf immer noch stark PKW-basiert.

**Last-Mile Infrastruktur, bei der sich die Pakete selbst den Zustellmodus suchen**

Überlegenswert sind auch neue Strukturen für die Güterverteilung. Diese muss nicht notwendigerweise über zentrale große Verteilzentren für Deutschland und Österreich erfolgen, von denen jedes Paket auf die Reise geht. Denkbar wären Alternativen, wo sich ein „intelligentes“ Paket selbst den Zustellmodus und den damit verbundenen Weg aussucht – nicht unähnlich der Struktur des Internets.

### Was bringen neue Produktionstechnologien und die Circular Economy für Mobilität?

**„Making instead of buying“**

Neue Produktionstechnologien, allen voran der 3D-Druck, auch Additiv Manufacturing genannt, ermöglichen die Herstellung von Produkten in immer kleineren Losgrößen. Popularisiert unter dem Einfluss der vor allem in den USA starken Maker Society (Do-it-Yourself reloaded) hat sich der 3D-Druck längst zu einer professionellen Technologie entwickelt, dessen Verwendung von Implantaten in der Medizin bis zu Häusern und Brücken reicht.

Die individuell zugeschnittene Herstellung von Gütern vor Ort lässt eine deutliche Reduktion der Transportwege erwartet. Weltweit tätige Logistik-Firmen überlegen bereits, die globalen Transportwege aufzugeben und durch Making etwa von Ersatzteilen in den lokalen Logistik-Zentren zu ersetzen.

**Produktion und Konsum möglichst abfallfrei**

Unter der Circular Economy, die von der Europäischen Kommission verstärkt propagiert wird, verbirgt sich mehr als ein Abfallmanagement. Die Grundidee ist, alle Produktions- und Konsumvorgänge so zu verschränken, dass kaum mehr Abfälle entstehen.

Die Umsetzung dieses Konzepts erfordert sowohl neue Produkt-Designs als auch neue Produktions-Technologien. Beide Effekte unterstützen die Lokalisierung von Produktion und Konsum und sollten somit entlastend für den Mobilitätsbedarf sein.

**Selbststeuernde Fahrzeuge als Wendepunkt im Umgang mit Mobilität**

**Wie disruptiv werden selbststeuernde Fahrzeuge?**

Selbststeuernde Fahrzeuge könnten einen Wendepunkt im Verständnis von Mobilität markieren. Das wären einige damit verbundene Perspektiven:

Eine neue effiziente Nutzung der Straßeninfrastruktur wird ebenso ermöglicht wie der effizientere Betrieb der Fahrzeuge.

Mehr öffentliche aber auch private Flächen werden frei, da diese Fahrzeuge intensiver genutzt werden und deshalb weniger Stehzeiten haben.

Sowohl im urbanen als auch im ländlichen Raum entsteht eine neue Infrastruktur für Mobilität, die auf dem Geschäftsmodell der Nutzung basiert und insgesamt problemloser und kostengünstiger den Mobilitätsbedarf abdeckt.

**Europas Automobilindustrie in der Herausforderung durch die USA und China bei Elektro-Mobilität**

**Wie wird die etablierte Automobilindustrie reagieren?**

Dazu wurden und werden laufend Weichen gestellt.

Absehbar ist, dass China hohe Ambitionen hat, bei Elektrofahrzeugen und den damit verbundenen elektrischen Speichern eine ähnliche Dominanz zu erreichen, die dieses Land inzwischen bei den Technologien für Photovoltaik und Windkraft erreicht hat. Die durch Tesla in den USA ausgelöste Pionierrolle könnte also global auf China übergehen, das viele bereits als Leitmarkt für Elektrofahrzeuge sehen.

Die europäische Automobilindustrie wurde durch die Absicht Chinas in Schwierigkeiten gebracht, in der angebotenen Fahrzeugflotte einen relativ hohen Pflicht-Anteil von emissionsfreien Fahrzeugen zu haben.

Derzeit sind mit unterschiedlicher Intensität alle europäischen Fahrzeughersteller dabei, die Lücke bei der Entwicklung der Elektro-Mobilität zu verkleinern. Es wird aufschlussreich sein zu beobachten, welchem Hersteller dies in welcher Qualität gelingt.

Noch spannender wird aber eine andere Herausforderung für die Automobilindustrie: Gelingt ihr der Abschied von der Rolle eines Verkäufers von Fahrzeugen zum Anbieter von umfassenden Mobilitäts-Dienstleistungen?

## **Teil 3**

### **Factsheets**

## **8 Einige Fakten zu Emissionen und Energie**

Für ein besseres Verständnis der mit Dekarbonisierung und Carbon Management verbundenen Aufgaben werden nachfolgend einige Factsheets angefügt:

- Ursachen und Trends bei den österreichischen Treibhausgasemissionen
- Die Position der österreichischen Treibhausgasemissionen im internationalen Umfeld
- Die für Österreich relevanten Ziele für die Energie- und Klimapolitik

## Factsheet 1: Ursachen und Trends der österreichischen Treibhausgasemissionen

### Energieintensität und Emissionsintensität bestimmen die Emissionen

Österreichs Treibhausgasemissionen sind nach einem Höchstwert in 2005 derzeit über dem Niveau von 1990 mit einer seit 2015 steigender Tendenz

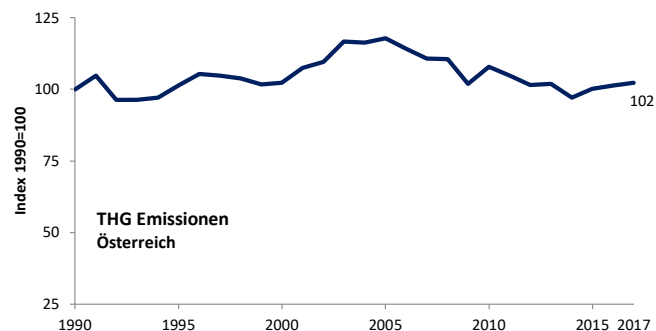


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen Österreichs 1990-2017 (indexiert, 1990=100)

### Komponentenzerlegung der Emissionen

Hinweise über die Ursachen für den Verlauf der in Abbildung 16 dargestellten österreichischen THG-Emissionen erhält man durch eine Zerlegung derselben in drei Komponenten:

$$\begin{aligned} \text{Emissionen} &= \text{Energie-Intensität} \times \text{Emissions-Intensität} \times \text{BIP} \\ &= \text{Gesamt-Intensität} \times \text{BIP} \end{aligned}$$

Energie-Intensität

$$\text{Energie} / \text{BIP}$$

Emissions-Intensität

$$\text{Emissionen} / \text{Energie}$$

BIP

$$\text{Brutto-Inlandsprodukt}$$

Gesamt-Intensität

$$\text{Energie-Intensität} \times \text{Emissions-Intensität}$$

$$\text{Emissionen} / \text{BIP}$$

In Abbildung 17 bis Abbildung 19 werden die Veränderungen in diesen Komponenten zwischen 1990 und 2017 für Österreich dargestellt und mit den Werten für die EU28 verglichen.

Die Energie-Intensität ist in Österreich um 11 Prozent gefallen (in der EU28 um 34 Prozent).

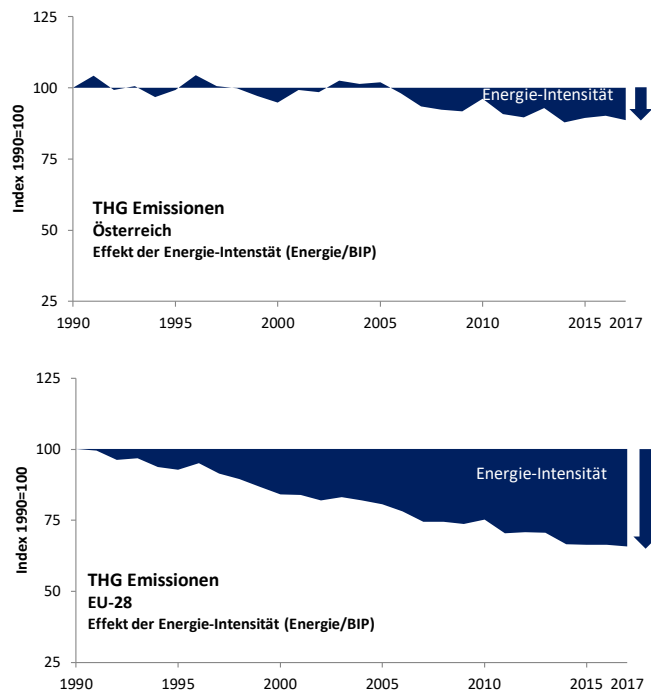


Abbildung 17: Energie-Intensität (Energie/BIP) in Österreich und in der EU28 (1990\_100)

Die Emissions-Intensität ist in Österreich um 27 Prozent zurückgegangen (in der EU28 um 17 Prozent).

Damit fiel die Gesamt-Intensität der Treibhausgase in Österreich um 39 Prozent (in der EU28 um 51 Prozent).

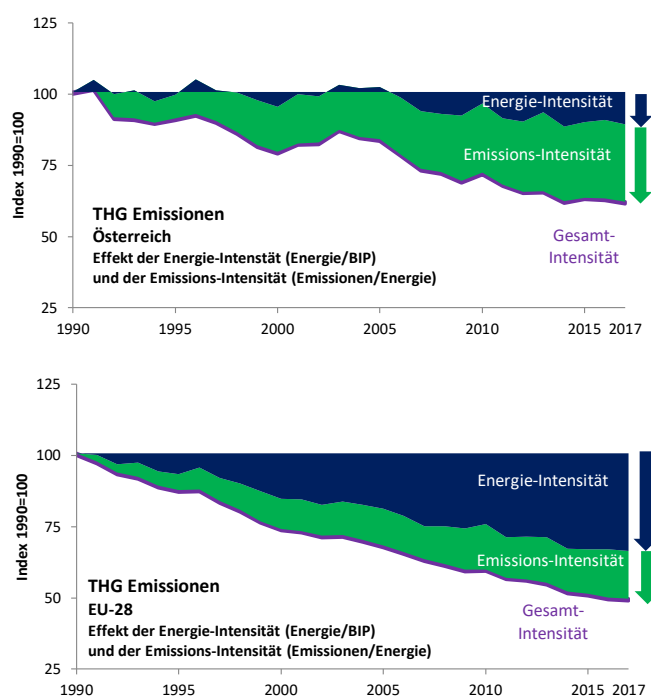


Abbildung 18: Gesamt-Intensität (Emissionen/BIP) in Österreich und in der EU28 (1990=100) aufgeteilt auf Energie- und Emissions-Intensität

Durch das BIP erhöhten sich in Österreich die Emissionen um 41 Prozent, die somit um 2 Prozent über dem Niveau von 1990 liegen.

In der EU28 erhöhten sich durch das BIP die Emissionen um 28 Prozent und blieben somit um 23 Prozent unter dem Wert von 1990.

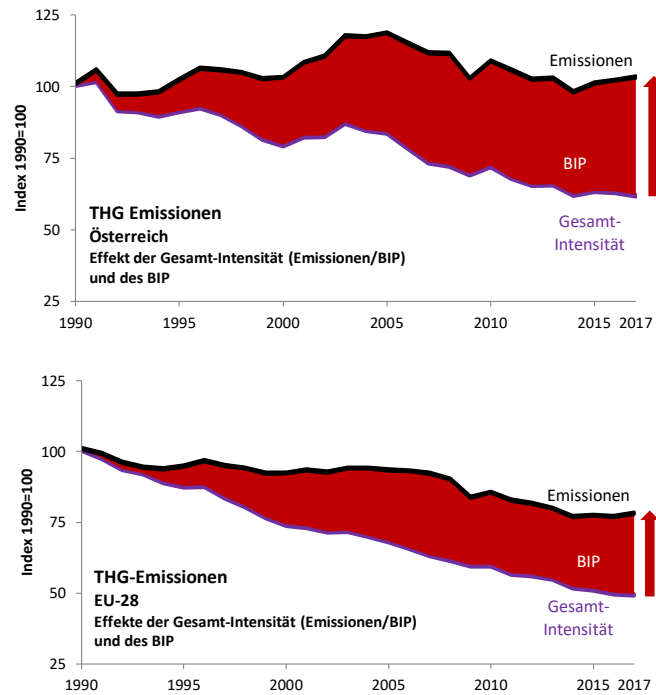


Abbildung 19: BIP-Effekt auf die Emissionen in Österreich und in der EU28



## Grenzüberschreitende Emissionen durch den internationalen Handel

Die konventionelle Bilanzierung von Treibhausgasemissionen umfasst die geografischen Grenzen eines Staates und ist damit eine produktionsbasierte Bilanzierung (Production-Based Accounting).

Damit wird aber wegen der Export- und Importbeziehungen eines Landes nicht ausreichend sichtbar, welche Emissionsmengen den BewohnerInnen eines Staates aufgrund der Verwendung von Produkten für Konsum und Investitionen zurechenbar sind.

Diesen Mangel beseitigt ein konsumbasierter Bilanzierungsansatz (Consumption-Based Accounting), das auch als Carbon Footprinting bekannt ist.

Mit einem solchen Consumption-Based Accounting erhöht sich für Österreich, wie in *Abbildung 20* ersichtlich, das Volumen der zurechenbaren Treibhausgase um rund die Hälfte.

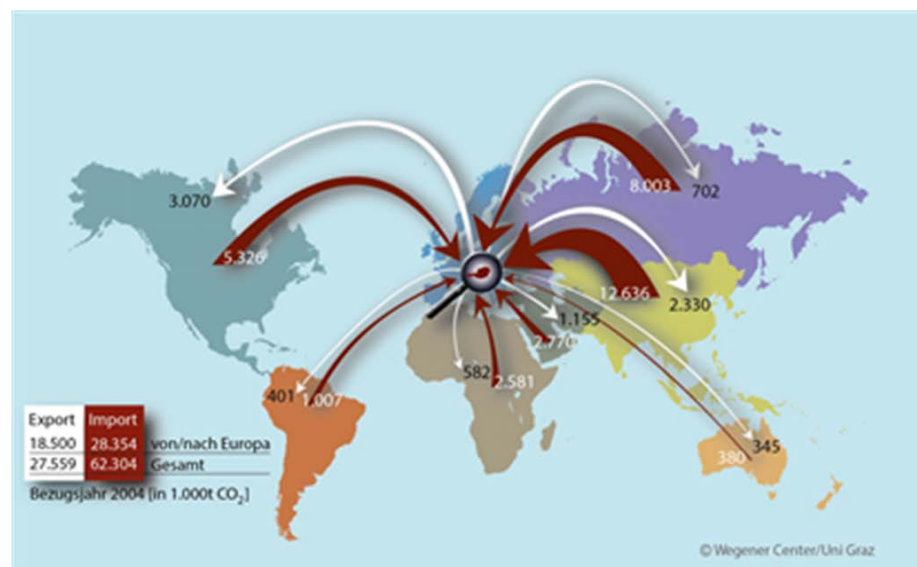


Abbildung 20: Im Außenhandel Österreichs implizit enthaltene THG-Emissionen nach Weltregionen

## Factsheet 2: Österreichs Treibhausgasemissionen im internationalen Umfeld

### Der Einfluss von wirtschaftlicher Aktivität und Energie auf die Treibhausgasemissionen

In

*Tabelle 1* werden die Treibhausgasemissionen pro Einwohner ausgewiesen, um erste Anhaltspunkte für die Intensität der Emissionen in den einzelnen Staaten zu bekommen. Drei Einflussgrößen sind dabei zu beachten.

Der Indikator der Energie pro BIP (Energie-Intensität) reflektiert nicht nur die Effizienz der Energieverwendung sondern auch das Ausmaß von energieintensiven Gütern in der Produktionsstruktur.

Die Emissionen pro Energie (Emissions-Intensität) spiegeln wiederum den Energiemix.

Schließlich erklärt das Ausmaß der wirtschaftlichen Aktivität, gemessen am Brutto-Inlandsprodukt, einen hohen Anteil der Veränderungen in den Emissionen.

|                              | Emissionen<br>pro Kopf 2017 |            | Energie<br>pro BIP<br>EU28 = 100 in 2017 | Emissionen<br>pro Energie | BIP<br>%-Veränderung bis 2017 |            |
|------------------------------|-----------------------------|------------|------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|
|                              | Tonnen                      | EU28 = 100 |                                          |                           | seit 1990                     | seit 2005  |
| <b>EU28</b>                  | <b>8.5</b>                  | <b>100</b> | <b>100</b>                               | <b>100</b>                | <b>58</b>                     | <b>15</b>  |
| <b>Österreich</b>            | <b>9.2</b>                  | <b>108</b> | <b>110</b>                               | <b>73</b>                 | <b>66</b>                     | <b>18</b>  |
| <b>Deutschland</b>           | <b>15.8</b>                 | <b>186</b> | <b>96</b>                                | <b>106</b>                | <b>50</b>                     | <b>20</b>  |
| <b>Großbritannien</b>        | <b>13.9</b>                 | <b>164</b> | <b>79</b>                                | <b>91</b>                 | <b>71</b>                     | <b>17</b>  |
| <b>Italien</b>               | <b>9.1</b>                  | <b>107</b> | <b>93</b>                                | <b>95</b>                 | <b>20</b>                     | <b>-2</b>  |
| <b>Frankreich</b>            | <b>9.4</b>                  | <b>111</b> | <b>85</b>                                | <b>82</b>                 | <b>52</b>                     | <b>13</b>  |
| <b>Polen</b>                 | <b>12.3</b>                 | <b>144</b> | <b>191</b>                               | <b>152</b>                | <b>164</b>                    | <b>58</b>  |
| <b>Spanien</b>               | <b>7.4</b>                  | <b>87</b>  | <b>93</b>                                | <b>107</b>                | <b>74</b>                     | <b>11</b>  |
| <b>Niederlande</b>           | <b>14.8</b>                 | <b>174</b> | <b>91</b>                                | <b>100</b>                | <b>72</b>                     | <b>17</b>  |
| <b>Tschechische Republik</b> | <b>19.1</b>                 | <b>224</b> | <b>181</b>                               | <b>128</b>                | <b>83</b>                     | <b>31</b>  |
| <b>Schweiz</b>               | <b>8.0</b>                  | <b>94</b>  | <b>55</b>                                | <b>59</b>                 | <b>50</b>                     | <b>24</b>  |
| <b>USA</b>                   | <b>25.6</b>                 | <b>300</b> | <b>149</b>                               | <b>108</b>                | <b>91</b>                     | <b>20</b>  |
| <b>China</b>                 | <b>3.4</b>                  | <b>40</b>  | <b>157</b>                               | <b>176</b>                | <b>1,117</b>                  | <b>184</b> |

*Tabelle 1: Treibhausgasemissionen auf nationaler Ebene und deren Komponentenzersetzung*

## Die Komponenten für die Veränderung der Treibhausgasemissionen im internationalen Vergleich

China, die USA und die EU sind für rund die Hälfte der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich.

Mit Indien, der Russischen Föderation und Japan erhöht sich dieser Anteil auf fast zwei Drittel.

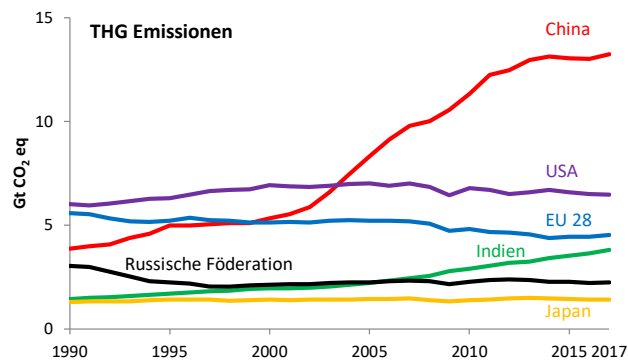


Abbildung 21: Entwicklung der THG-Emissionen der größten Emittenten weltweit

Tabelle 2 und die Abbildung 22 bis Abbildung 34 machen die Entwicklung der Treibhausgasemissionen mit anderen Staaten für den Zeitraum 1990 bis 2015 vergleichbar.

Dabei werden die prozentuellen Veränderungen der Emissionen zwischen 1990 und 2015 auf die Komponenten der Energie- und Emissions-Intensität bzw. Gesamt-Intensität und der Komponente des BIP aufgeteilt (eventuell entstehen dabei Rundungsfehler).

%-Veränd.  
in 2017  
geg. 1990

Aufteilung der Prozent-Veränderung der Emissionen  
auf die Komponenten

|                       | Emissionen | Energie-Intensität | Emissions-Intensität | Gesamt-Intensität | BIP        |
|-----------------------|------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------|
| <b>EU28</b>           | <b>-23</b> | -34                | -17                  | <b>-51</b>        | <b>28</b>  |
| Österreich            | 2          | -11                | -27                  | <b>-39</b>        | <b>41</b>  |
| Deutschland           | -27        | -36                | -16                  | <b>-52</b>        | <b>24</b>  |
| Großbritannien        | -41        | -43                | -23                  | <b>-66</b>        | <b>25</b>  |
| Italien               | -16        | -9                 | -22                  | <b>-30</b>        | <b>14</b>  |
| Frankreich            | -14        | -29                | -15                  | <b>-44</b>        | <b>29</b>  |
| Polen                 | -14        | -57                | -11                  | <b>-67</b>        | <b>54</b>  |
| Spanien               | 21         | -16                | -15                  | <b>-31</b>        | <b>51</b>  |
| Niederlande           | -12        | -36                | -13                  | <b>-49</b>        | <b>37</b>  |
| Tschechische Republik | -35        | -56                | -8                   | <b>-64</b>        | <b>30</b>  |
| <b>Schweiz</b>        | <b>-7</b>  | -29                | -9                   | <b>-38</b>        | <b>31</b>  |
| <b>USA</b>            | <b>1</b>   | -37                | -10                  | <b>-47</b>        | <b>48</b>  |
| <b>China</b>          | <b>243</b> | -62                | -10                  | <b>-72</b>        | <b>315</b> |

Tabelle 2: Veränderung der nationalen THG-Emissionen und deren Komponentenzerlegung

**Energie-Intensität  
(Energie / BIP)**

In der EU28 verbesserte sich die Energie-Intensität um 34 Prozent, am stärksten in den neuen Mitgliedsstaaten Osteuropas aber auch in Großbritannien.

In den USA war diese Verbesserung annähernd gleich hoch wie in der EU28, in China ähnlich wie in Osteuropa noch höher.

**Emissions-Intensität  
(Emissionen / Energie)**

Die Emissions-Intensität reflektiert die Veränderung im Energiemix zugunsten von emissionsärmeren Energieträgern, wie Gas, Erneuerbaren und Nuklearenergie.

In den EU28 machte diese Verbesserung 17 Prozent aus, verglichen mit nur jeweils 10 Prozent in den USA und China.

**Gesamt-Intensität  
(Emissionen / BIP)**

Aus diesen beiden Intensitäten folgt eine Verbesserung der Gesamt-Intensität in den EU28 um 51 Prozent.

Die USA liegen mit 47 Prozent darunter. China hält mit einer Verbesserung um 72 Prozent einen Spitzenwert.

**BIP  
(Brutto-Inlandsprodukt)**

Durch die am BIP gemessene wirtschaftliche Aktivität steigen die Emissionen. Bei den EU28 waren das 28 Prozent.

Deutlich höher ist diese Komponente für die USA mit 48 Prozent. Die 315 Prozent für China verweisen auf die explosive Dynamik der Wirtschaft dieses Landes.

**Emissionen**

Aus der Addition der Komponenten für Energie- und Emissions-Intensität bzw. der Gesamt-Intensität mit der BIP-Komponente ergibt sich der Wert für die prozentuelle Veränderung der Emissionen zwischen 1990 und 2017 (eventuelle Differenzen reflektieren Rundungsfehler).

In der EU 28 ergibt sich somit der Rückgang der Emissionen um 23 Prozent aus einem stärkeren Rückgang der Intensitäten im Vergleich zur expansiven BIP-Komponente.

Die um 1 Prozent höheren Emissionen in den USA folgen aus einer etwas höheren BIP-Komponente gegenüber der Verbesserung bei den Intensitäten.

In China dagegen führte trotz einer beachtlichen Verbesserung bei den Intensitäten die explosive Dynamik der Wirtschaft zu einem Anstieg bei den Emissionen um 243 Prozent.

Die nachfolgenden Grafiken visualisieren diese Erklärung der Dynamik der Treibhausgasemissionen aufgrund der Veränderung der Intensitäten bei Energie und Emissionen sowie bei der am BIP gemessenen wirtschaftlichen Aktivität.

## Die global drei größten Emittenten

### China

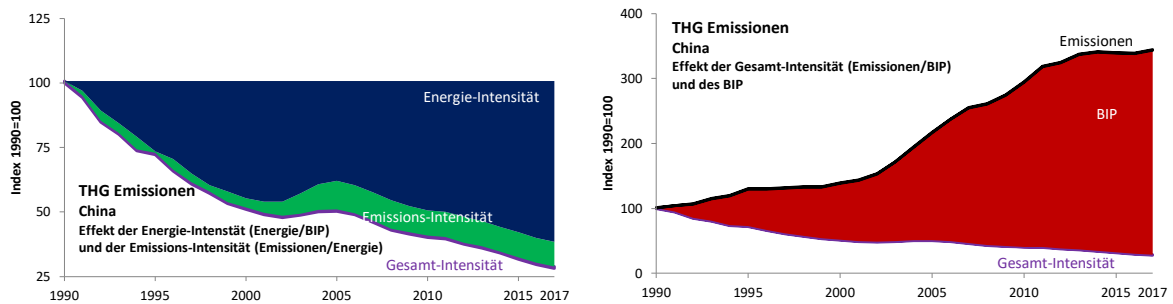


Abbildung 22: China - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

### USA

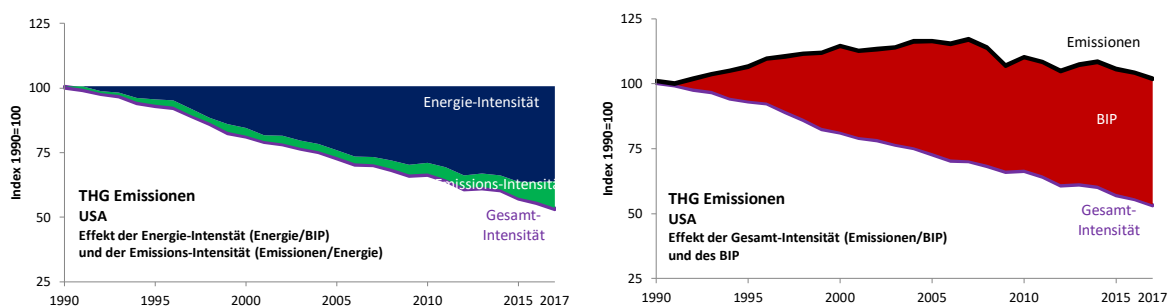


Abbildung 23: USA - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

### EU 28

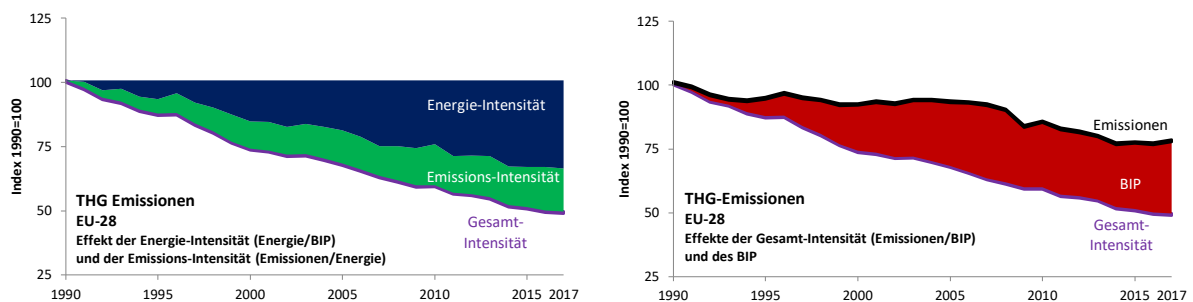


Abbildung 24: EU28 - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

## Österreich und die Schweiz

### Österreich

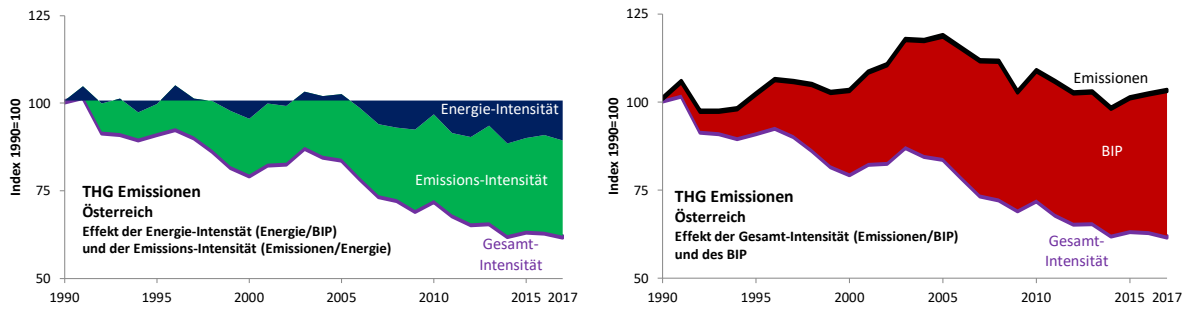


Abbildung 25: Österreich - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen

### Schweiz

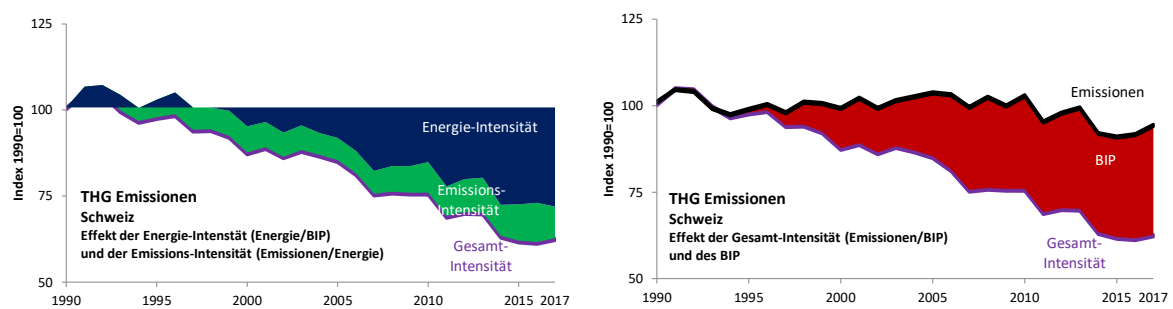


Abbildung 26: Schweiz - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen

## Die größten Emittenten in der EU28

### Deutschland

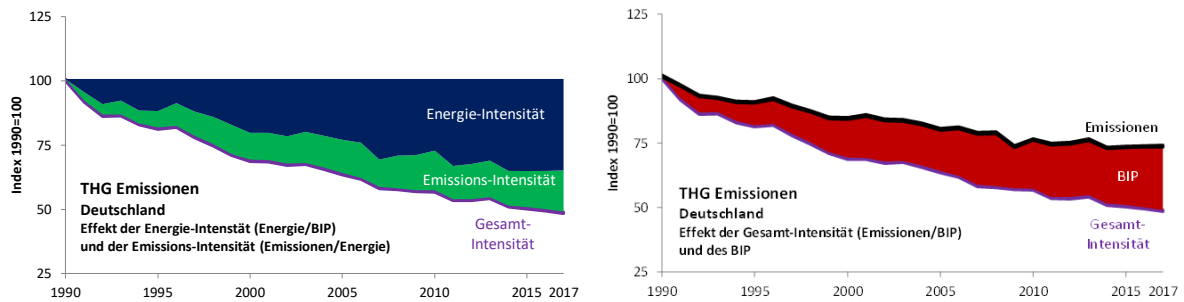


Abbildung 27: Deutschland - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

### Großbritannien

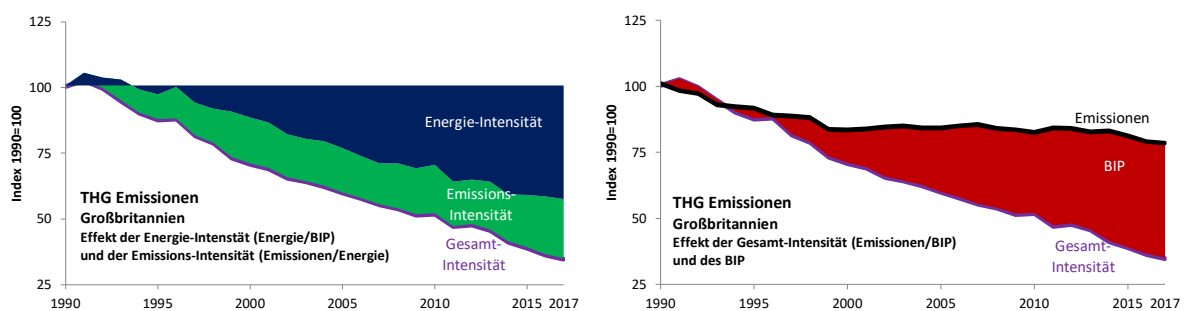


Abbildung 28: Großbritannien - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

### Italien

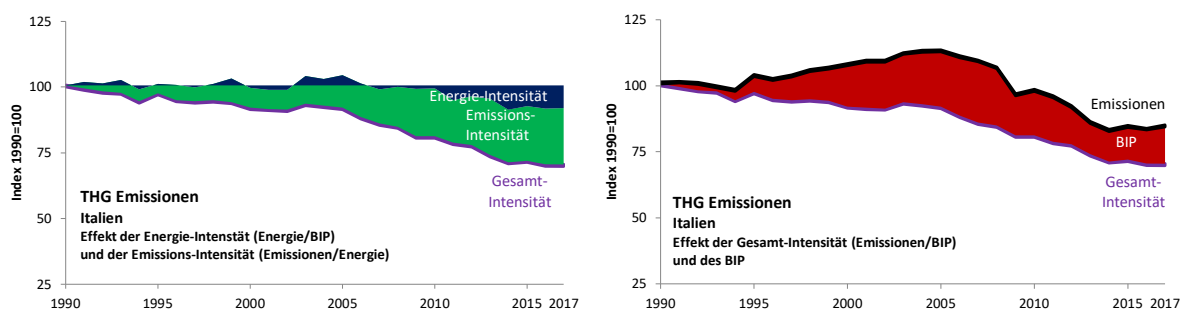


Abbildung 29: Italien - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

### Frankreich

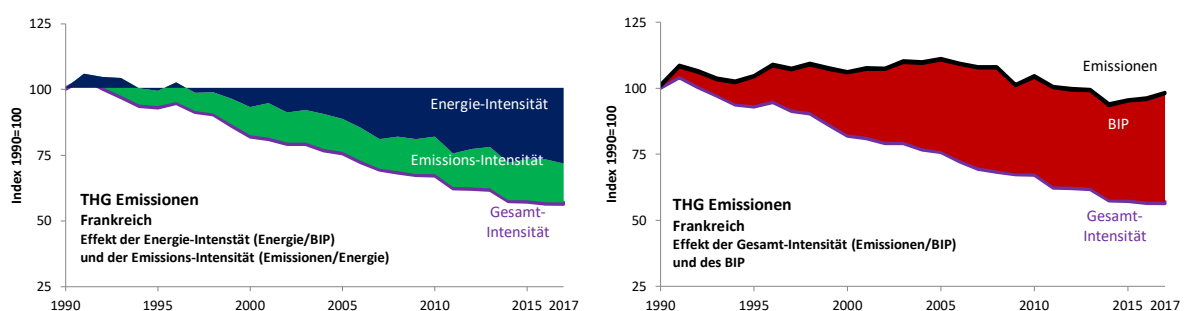


Abbildung 30: Frankreich - Komponentenzersetzung der Entwicklung der THG Emissionen

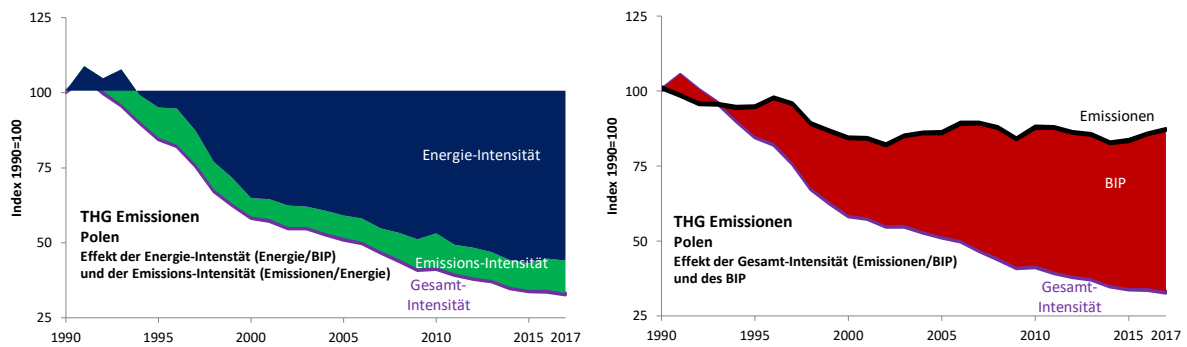
**Polen**

Abbildung 31: Polen - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen

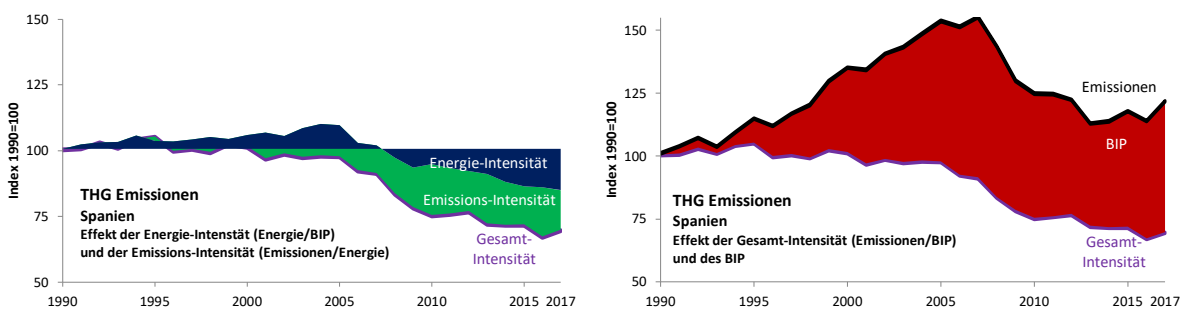
**Spanien**

Abbildung 32: Spanien - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen

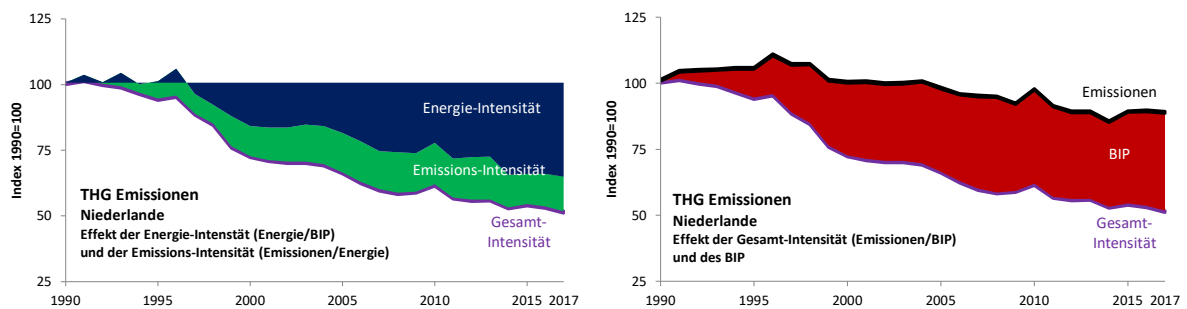
**Niederlande**

Abbildung 33: Niederlande - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen

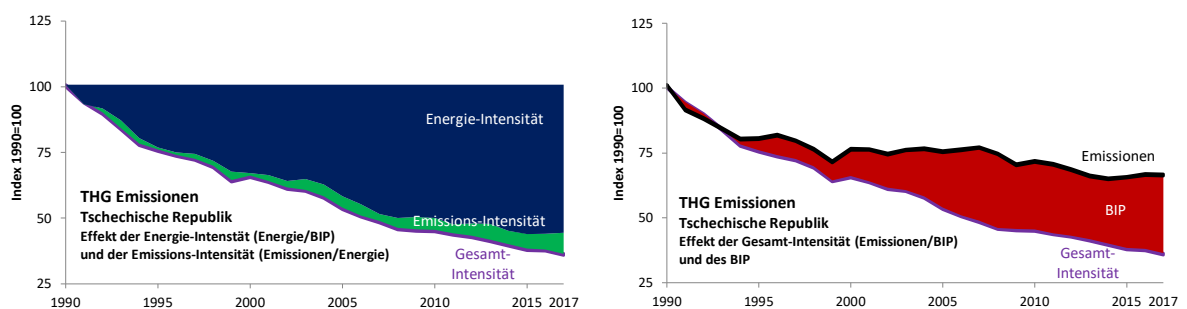
**Tschechische Republik**

Abbildung 34: Tschechische Republik - Komponentenzzerlegung der Entwicklung der THG Emissionen



### **Factsheet 3: Die für Österreich relevanten Ziele für die Energie- und Klimapolitik**

#### **EU Klima- und Energiepaket 2020**

##### **Treibhausgase**

**Gesamtziel EU**

minus 20 % gegenüber 1990

**Gesamte EU - ETS Bereich**

minus 21 % gegenüber 2005 europaweit

**Gesamte EU - Non-ETS Bereich**

minus 10 % gegenüber 2005

**Österreich - Non-ETS Bereich**

minus 16 % gegenüber 2005 laut Effort-Sharing Entscheidung  
(derzeit über dem im Klimaschutzgesetz vorgesehenen Pfad)

##### **Erneuerbare**

**Gesamtziel EU**

20 % Anteil der Erneuerbaren am Brutto-Endenergieverbrauch

**Österreich**

34 % Anteil  
(derzeit 33 %)

##### **Energie-Effizienz**

**Gesamtziel EU**

minus 20 % Energetischer Endverbrauch gegenüber Referenz-Szenario

**Österreich**

1.050 PJ für Österreich laut Energieeffizienzgesetz  
(derzeit rund 1.140 PJ)

**EU Klima- und Energiepaket 2030****Treibhausgase****Gesamtziel EU**

mindestens minus 40 % gegenüber 1990

**Gesamte EU - ETS Bereich**

minus 43 % gegenüber 2005 europaweit

**Gesamte EU - Non-ETS Bereich**

minus 30 % gegenüber 2005

**Österreich - Non-ETS Bereich**

minus 36 % gegenüber 2005

**Erneuerbare****Gesamtziel EU**

32 % Anteil der Erneuerbaren am Brutto-Endenergieverbrauch

**Österreich**

Offen

**Energie-Effizienz****Gesamtziel EU**

minus 32,5 % Energetischer Endverbrauch gegenüber Referenz-Szenario

**Österreich**

offen

## 9 Literatur

- Ashby, M. F. (2015). Materials and Sustainable Development. Elsevier.
- Ashby, M. F. (2016). Materials Selection in Mechanical Design. Butterworth-Heinemann.
- Climate Action Tracker (2018). European Union. <https://climateaction-tracker.org/countries/eu/>
- Ellen McArthur (2015). Growth within - A circular economy vision for a competitive Europe. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf).
- EnergyFutures (2018). What Future for Energy and Climate? <http://energyfutures.net/>
- European Chemical Society (2016). Solar-driven chemistry. <https://www.euchems.eu/wp-content/uploads/2016/10/161012-Solar-Driven-Chemistry.pdf>
- Fronius (2018). Unsere Vision: 24 Stunden Sonne. <https://www.fronius.com/de-at/austria/solarenergie/ueber-uns/unsere-vision>
- Kniberg, H. (2013). Stop Starting, Start Finishing. Crisp's Blog. <https://blog.crisp.se/2013/03/14/henrikkniberg/stop-starting-start-fini-shing-my-slides-on-how-to-improve-your-life>.
- Lang, R. W. (2018). Der fossile Energie/Werkstoff-Zyklus. Lecture Series.
- Projekt NEST (2018). Next Evolution in Sustainable Building Technologies. <https://www.empa.ch/de/web/nest/aboutnest>
- Projekt SMILE (2018). Einfach mobil. <http://smile-einfachmobil.at/>
- Projekt SEAMLESS (2018). Sustainable, Efficient Austrian Mobility with Low-Emission Shared Systems. <http://www.seamless-project.at/>
- SIDE Systems Report (2018). New Strategies For Smart Integrated Decentralised Energy Systems. <https://www.metabolic.nl/wp-content/uploads/2018/09/SIDE-Systems-Report.pdf>
- Schleicher S., A. Köppl, M. Sommer, S. Lienin, M. Treberspurg, D. Österreicher, R. Grünner, R. Lang, M. Mühlberger, K. W. Steininger, C. Hofer (2018). Welche Zukunft für Energie und Klima? Folgenabschätzungen für Energie- und Klimastrategien. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. [https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person\\_dokument/person\\_dokument.jart?publikationsid=61014&mime\\_type=application/pdf](https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=61014&mime_type=application/pdf).
- Steininger, K.W., Bednar-Friedl, B., Formayer, H., König, M. (2016). Consistent economic cross-sectoral climate change impact scenario analysis: method and application to Austria. Climate Services 1: 39 - 52; doi: 10.1016/j.cliser.2016.02.003,
- The Oxford Institute of Energy Studies (2018). The IPO of Saudi Aramco: Some Fundamental Questions. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/03/The-IPO-of-Saudi-Aramco-Some-Fundamental-Questions-OIES-Energy-Insight.pdf>.

---

*Zum Inhalt:*

Dekarbonisierung und das damit verbundene Carbon Management sind nicht zuletzt durch die politischen Entscheidungen bei der Klimakonferenz 2015 in Paris zu einer neuen Orientierung für alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft geworden. Forschung und Innovation sind dabei besonders gefordert.

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) hat deshalb dieses Ad Hoc Expertenpapier zu „Dekarbonisierung und Carbon Management für Österreich – Diskussionsbeiträge für Strategien“ in Auftrag gegeben.

Für diese Aufgabenstellung werden drei strategische Schritte vorgeschlagen:

- Die Herausforderung verstehen,
- diese mit Aufgaben verbinden und
- an die relevanten Akteure vermitteln.

Diese strategischen Schritte werden erläutert und zusätzlich durch Interviews über die Erfahrungen von Experten und Fakten für ein besseres Verständnis der Position Österreichs bei Treibhausgasen und Energie verständlich gemacht.