

# HERAUSFORDERUNGEN & VORTEILE DER WASSERKRAFT IM AKTUELLEN UMFELD

Ludwig PISKERNIK

ÖBB-Infrastruktur AG, Praterstern 3, 1020 Wien, 0664-8217871, ludwig.piskernik@oebb.at

**Kurzfassung:** In diesem Aufsatz wird gezeigt, welche Gründe dazu führen, dass Wasserkraftwerke unter derzeitigen Rahmenbedingungen nicht zukunftsfähig sind, obwohl nachgewiesener Weise dies jene erneuerbare Energieform, mit den vorteilhaftesten Eigenschaften ist, sowohl für die Umwelt, Gesellschaft als auch im Speziellen für das Elektrizitäts- und Energiesystem.

**Keywords:** Wasserkraft, Energiepolitik, Klimaschutz, Nachhaltigkeit

## 1 Globale und regionale Einflussfaktoren auf die Energie- und Klimapolitik

### 1.1 Bevölkerungswachstum, Wirtschaftswachstum und Energienachfrage

Die Weltbevölkerung wird lt. Erwartungen bis 2035 auf ca. 9. Mrd. Menschen anwachsen, die Weltwirtschaft wird sich nahezu verdoppeln und der Energiebedarf wird um 50 %, von derzeit rund 12 Mrd. Tonnen Rohöleinheiten auf ca. 18 Mrd. Tonnen steigen (vgl. Abbildung 1).

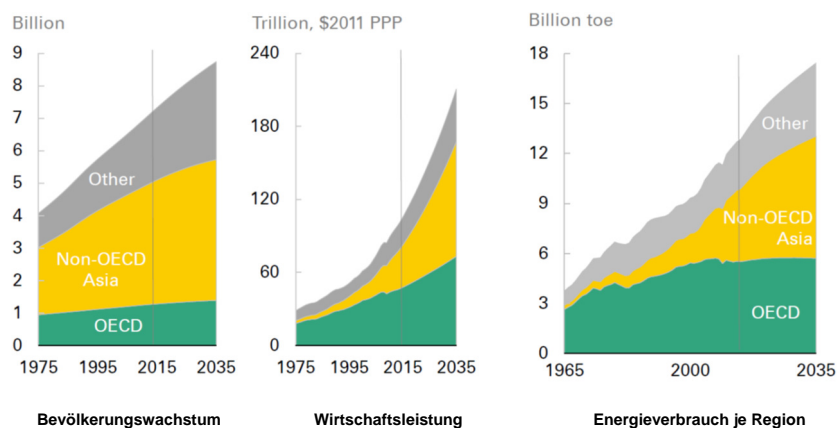


Abbildung 1: Bevölkerungswachstum, Wirtschaftsleistung und Energieverbrauch je Region [1].

Nicht unerwähnt sollte bleiben, dass dieser Anstieg trotz gesteigerter Energieeffizienzbestrebungen und Ausbau von erneuerbaren Energien stattfinden wird. Wie aus Abbildung 2 hervorgeht ist das Wirtschaftswachstum viel höher als der Anstieg der Treibhausgasemissionen als auch der Energiebedarf. Im rechten Bild ist klar zu erkennen, dass ohne Energieeffizienz als auch erneuerbarer Energieeinsatz die Treibhausgasemissionen, um 30 Mrd. Tonnen steigen würden. Durch gesteigerte Energieeffizienz werden rund 17 Mrd. Tonnen eingespart und durch Umstieg auf erneuerbare Energien rund 4 Mrd. Tonnen, sodass die Zunahme auf 9 Mrd. Tonnen begrenzt werden kann und dies trotz mehr als Verdoppelung der Weltwirtschaftsleistung.

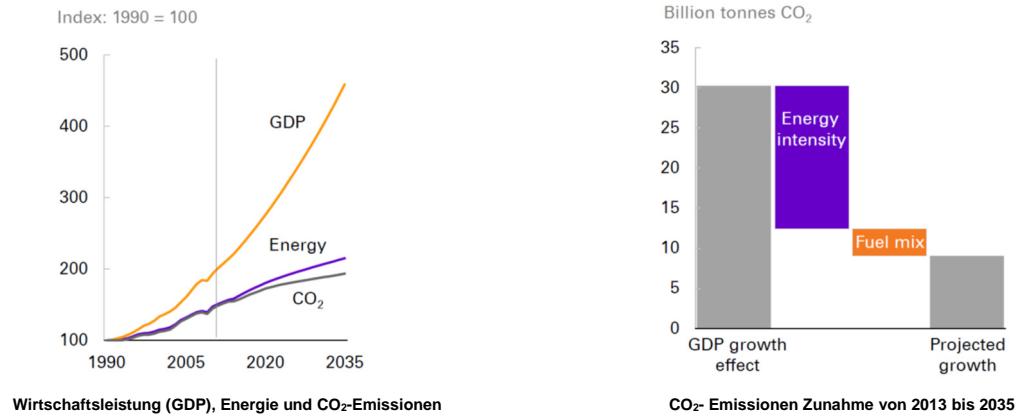


Abbildung 2: Entwicklung der Wirtschaftsleistung, Energieverbrauch als auch Treibhausgasemissionen bis 2035 [1].

## 1.2 Globale Treibhausgasentwicklungen und Vorgaben für den Klimaschutz

In Abbildung 3 ist der Verlauf der Treibhausgase von 1950 bis 2012 dargestellt, ebenfalls dargestellt ist der erwartete Anstieg der Treibhausgase bis 2035. Seit 1950 steigen die energiebedingten Treibhausgase kontinuierlich an, größere Rückgänge sind lediglich während Ölkrisen und Wirtschaftskrisen erkennbar. Zur Erreichung des 2° Ziels, müssten die Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 rund die Hälfte jener Emissionen des Jahres 1990 betragen. Dies wären rund 11 Mrd. Tonnen, derzeit liegen wir bei rund 31 Mrd. Tonnen diese steigen bis 2035 lt. Prognosen auf 40 Mrd. Tonnen an. Aus derzeitiger Sicht kann davon ausgegangen werden, dass mit jetzigen Mitteln und Ansätzen das 2° Ziel nicht erreicht werden kann.

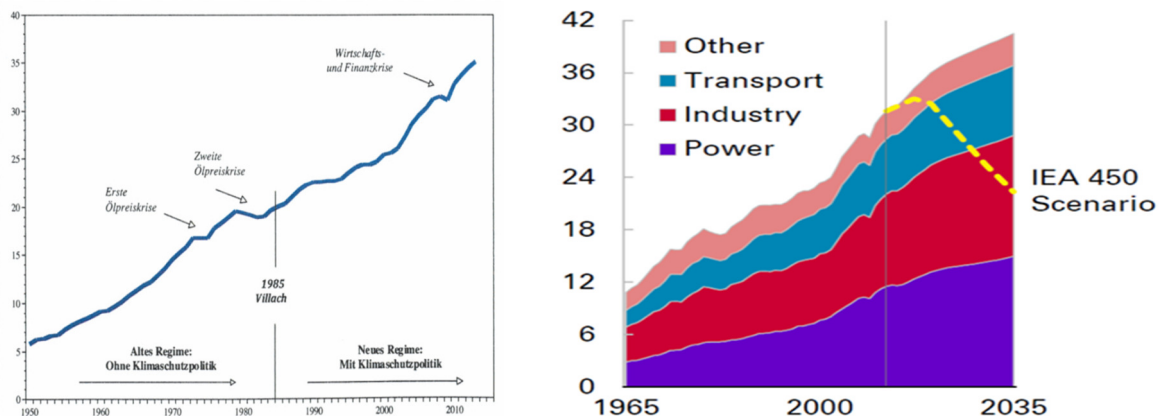
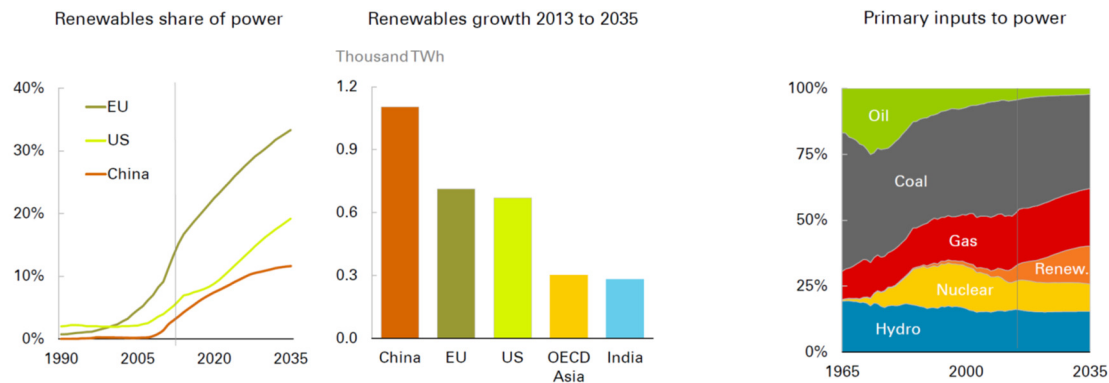


Abbildung 3: Global energiebedingte Treibhausgas-Emissionen in Mrd. t/a [2]. (links) und erwartete Treibhausgas-Emissionen je Sektor in Mrd. t/a [1] (rechts).

## 1.3 Ausblick zukünftiger Entwicklungen am globalen Elektrizitätsmix

Der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix nimmt global zu. In Abbildung 4 sind die erwarteten Verhältnisse bis 2035 dargestellt. Im Jahr 2035 liegt der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix in Europa bei über 30 %, in den USA bei rund 20 % und in China bei ca. 10 % so die Erwartungen von BP. Angemerkt sei, dass in Österreich der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix bei knapp 90 % liegt (vgl. [3]).

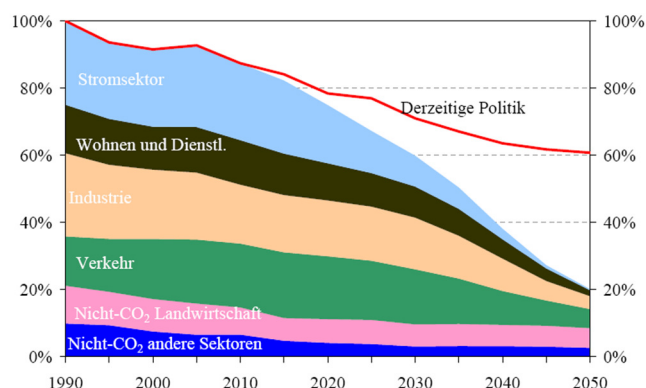


**Abbildung 4: Anteil von Erneuerbaren am Elektrizitätsmix (links) und Ausbauraten für Erneuerbare Energie bis 2035 (mitte) und globaler Primärenergienmix für die Elektrizitätsaufbringung (rechts) [1].**

Im rechten Bild von Abbildung 4 ist der erwartete Primärenergieeinsatz in der Stromaufbringung dargestellt. Kohle, Gas als auch Öl werden im Jahr 2035 rund 60 % der eingesetzten Primärenergieträger ausmachen, zählt man auch die Kernenergie dazu liegt der Anteil fossiler Energieträger für die Elektrizitätsaufbringung bei knapp 70 %. Dies trotz gesteigerter Ausbauraten von erneuerbaren Energien weltweit wie ebenfalls im mittleren Bild in Abbildung 4 ersichtlich ist.

#### 1.4 Dekarbonisierung der europäischen Wirtschaft

Die Europäische Union hat sich seit langem dem Ziel einer kohlenstoffarmen, hocheffizienten Wirtschaft verpflichtet. Im Jahr 2014 verpflichtete sich die amtierende Kommission bis 2030 die Treibhausgasemissionen, um 40 % gegenüber 1990 zu reduzieren, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch auf 27 % zu heben und die Energieeffizienz um 27 % zu steigern. In Abbildung 5 ist der Verlauf der Treibhausgasemissionen bis 2050 für die EU unter deren Zielsetzungen je Sektor dargestellt. Die Treibhausgasemissionen werden gemäß diesen Vorgaben nur mehr 20 % des Ausstoßes von 1990 betragen. Im Jahr 1990 wurden von der EU rund 5,8 Mrd. t CO<sub>2</sub> emittiert (vgl. [18]), diese sollen gemäß Vorgaben der EU bis 2050 nur noch 1,2 Mrd. t betragen. Zum Vergleich BP erwartet bis 2035 einen Anstieg der globalen Emissionen auf rund 40 Mrd. t.



**Abbildung 5: Wege zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG) in der EU um 80 % bis 2050 (100% =1990) [4].**

Neben diesen Zielen strebt die amtierende Kommission einen Neustart für Europa an, was unter anderem den Aufbau einer Energieunion bedeutet. Zentrale Anliegen dabei sind im Sinne der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes (vgl. [5]):

- die Diversifikation von Energie als auch die stärkere Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsstaaten
- die Umsetzung des Energiebinnenmarkts
- die Steigerung der Energieeffizienz auch im Gebäude- und Transportsektor
- die Dekarbonisierung der Wirtschaft durch einen funktionierenden Treibhausgasemissionshandel
- Forcierung des Ausbaus erneuerbarer Energien
- Stärkung der Forschung und Innovationen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit.

Laut Prognosen von BP ist Europa auf gutem Wege diese Ziele zu erreichen. Es wird erwartet, dass der Primärenergiebedarf in Europa bis 2035 um 6 % abnimmt und das Niveau von 1984 erreicht. Im Jahr 2020 wird die EU zur kohlenstoffärmsten Wirtschaft und bleibt diese bis 2035 (vgl. [6]).

#### **1.4.1 Motive hinter den Ambitionen der Europäischen Kommission**

Hauptantrieb der ambitionierten Energie- und Klimapolitik sind in der Stärkung der europäischen Wirtschaft zu sehen. Die Reduktion der Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern (derzeit rund 400 Mrd. € / Jahr) als auch ein Beitrag zum Klimaschutz sind dabei die zentralen Vorgaben. Europa soll der Welt als Vorbild dienen wie mit einer kohlenstoffarmen Wirtschaft der Wohlstand erhalten werden kann. Aus diesem Grund strebt die EU die Reduktion der Treibhausgase um 80 % bis 2050 gegenüber 1990 an (siehe Abbildung 5).

#### **1.4.2 Auswirkungen der europäischen Politiken auf das Elektrizitätssystem**

Zur Erreichung dieser durchaus ambitionierten energie- und klimapolitischen Ziele bedarf es großer Anstrengungen. Ansatzpunkte, um diese ambitionierten Ziele zu erreichen sind der weitere Ausbau von erneuerbaren Energien, die Steigerung der Energieeffizienz als auch die Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Elektrizität. Dies hat jedoch Auswirkungen auf das Elektrizitätssystem. Die Umsetzung des Ziels, 27 % erneuerbare Energie am Endenergieverbrauch zu erreichen, bedeutet mehr als 50 % Erneuerbare am Aufbringungsmix für Elektrizität in der EU.

Eine Prognose für das deutsch-österreichische Elektrizitätssystem ist in Abbildung 6 dargestellt. Im Jahr 2030 liegt der Anteil Erneuerbare bei rund 56 % und im Jahr 2050 bei knapp 80 %. Diese hohen Anteile von erneuerbaren Energien am Elektrizitätsmix bedeuten große Herausforderungen für das Elektrizitätssystem, das derzeit noch nicht diesen Anforderungen entspricht. Ein Umbau des Elektrizitätssystems auf diese Anforderungen ist unabdingbar. Ein Schlagwort das immer wieder im Zusammenhang mit dieser Thematik gebraucht wird ist Flexibilität. Aufgrund der hohen Mengen an Wind- und Sonnenenergie (PV) ist die Aufbringung von Elektrizität als wetterabhängig, volatil und leistungsintensiv zu bezeichnen. Der Erzeugungspark wird vermehrt Mittellast- und Spitzenlastkraftwerke enthalten während der Anteil an Grundlastkraftwerken abnehmen wird.

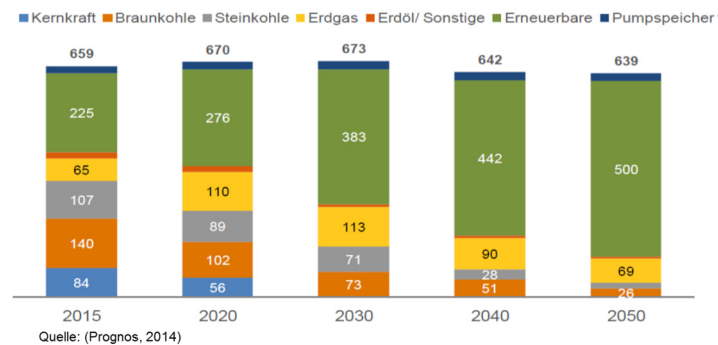


Abbildung 6: Stromaufbringung in Deutschland und Österreich (netto) in TWh [7].

## 1.5 Umbau des Elektrizitätssystems reicht nicht aus ein Blick nach Österreich

Unbestritten ist, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Elektrizitätsmix zunehmen muss, um die ambitionierten Ziele der EU zu erreichen. Nur reicht dies nicht aus, um nachhaltig die Importabhängigkeit als auch die Treibhausgasemissionen zu senken. Wichtig ist dass, fossile Energieträger durch erneuerbare Elektrizität konsequent ersetzt werden. Am Beispiel für Österreich sei dies verdeutlicht. Österreich wird immer wieder als das Klimaschutz Schlusslicht bezeichnet, während Dänemark als Klimaschutz Vorreiter gilt. Ein Vergleich der Senkung der Treibhausgasreduktion von 1990 bestätigt dieses Bild. Dänemark senkte die Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2014 um 26,7 % während in Österreich diese nur um 3,1 % abnahmen (vgl. [8]). Dies obwohl die Emissionen je Einwohner von Dänemark höher bzw. nach aktuellen Auswertungen vergleichbar sind als jene von Österreich. Um dies besser zu verstehen wird nachfolgend ein Blick auf die Nutzenergiebilanz in Österreich gelegt.

In Österreich wurden im Jahr 2010 rund 58 % fossile Energieträger für Mobilität, Raumwärme und Industrieprozesse eingesetzt, wobei der Großteil des Öls für Mobilität (rund 76 %) und Raumwärme (rund 15 %) eingesetzt wurde. Bei Gas wurde die Hälfte für Industrieprozesse und die andere Hälfte für Raumwärmezwecke eingesetzt. Der Anteil von Elektrizität an der Nutzenergiebilanz betrug 19,4 % und ist in Österreich zu einem Großenteil Erneuerbar (dz. ca. 90 % [3]).

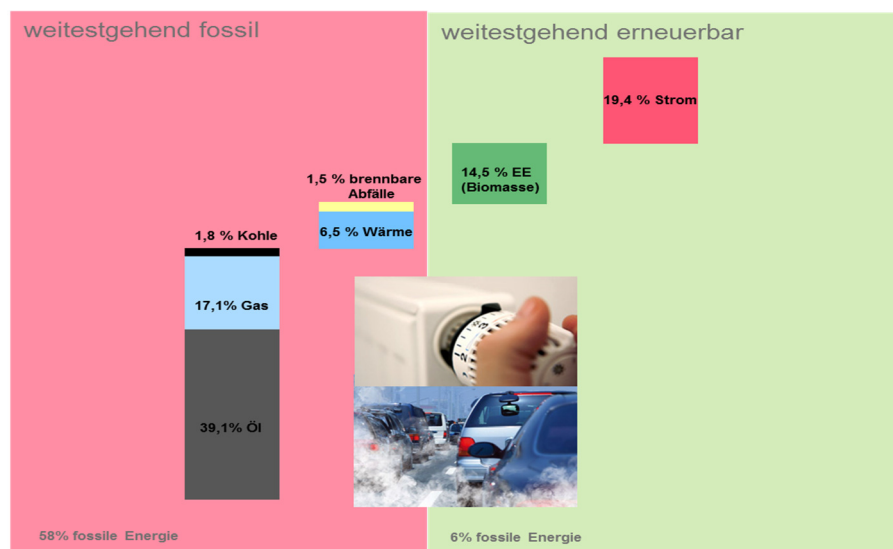


Abbildung 7: Energie in Österreich nach Energieträgern, Nutzenergiebilanz 2010 [9].

Eine ausschließlich auf die Elektrizität zentrierte Energie- und Klimapolitik gerät demnach bei Volkswirtschaften mit hohem Anteil Erneuerbaren am Elektrizitätsmix an ihre Grenzen. In diesen Volkswirtschaften muss neben der Steigerung der Energieeffizienz konsequent fossile Energie durch erneuerbare Elektrizität ersetzt werden. Vorstellbar sind Technologien wie die Wärmepumpe für Raumwärmezweck oder das Elektroauto für die Mobilität aber auch der Umstieg von fossil getriebenen Pkw auf öffentliche Verkehrsmittel, die die älteste Form der Elektromobilität repräsentieren. Nachfolgend wird eine erfolgreiche Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Elektrizität vorgestellt.

### 1.5.1 Wasserkraft als Garant für eine umweltfreundliche Mobilität bei der Bahn

Im Jahr 2014 transportierte die Österreichische Bundesbahn (ÖBB) 466 Mio. Passagiere (davon 235 Mio. mit der Eisenbahn) und 112 Mio. Tonnen Fracht. Der „Treibstoff“ für die elektrisch betriebene Eisenbahn in Österreich ist zu über 90 % erneuerbare Energie, dies macht die ÖBB zu der energieeffizientesten und umweltfreundlichsten Bahn Europas. In Abbildung 8 sind die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro gefahrenen Personenkilometer für unterschiedliche Verkehrsmittel dargestellt. Die Bahnen in Europa sind verglichen mit dem Straßen- und Flugtransport, um den Faktor 3 klimaschonender, gemessen an den spezifischen Treibhausgasemissionen [10]. Bahnen die im Netz der ÖBB-Infrastruktur verkehren sind nochmals, um den Faktor 3 klimaschonender als der Durchschnitt der europäischen Bahnen.

Der Grund für diese hervorragende Umweltleistung der ÖBB ist in deren „Treibstoffzusammensetzung“ zu sehen. Ebenfalls in Abbildung 8 ist der Aufbringungsmix im Netz der ÖBB-Infrastruktur AG verglichen mit jenen von Europa und Österreich dargestellt. Wie klar zu erkennen ist, ist im Netz der ÖBB-Infrastruktur AG die Wasserkraft die dominante Energiequelle für die elektrische Eisenbahn. Wasserkraft ist damit im Netz der ÖBB-Infrastruktur ein Garant für eine umweltfreundliche Mobilität und unterstützt damit die angestrebten europäischen Zielsetzungen hin zu einem „hocheffizienten kohlenstoffarmen“ Wirtschaftsraum.

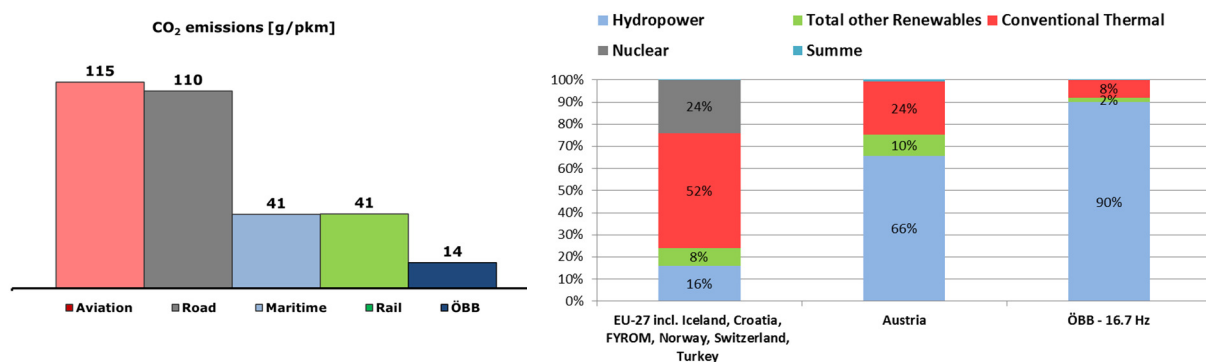


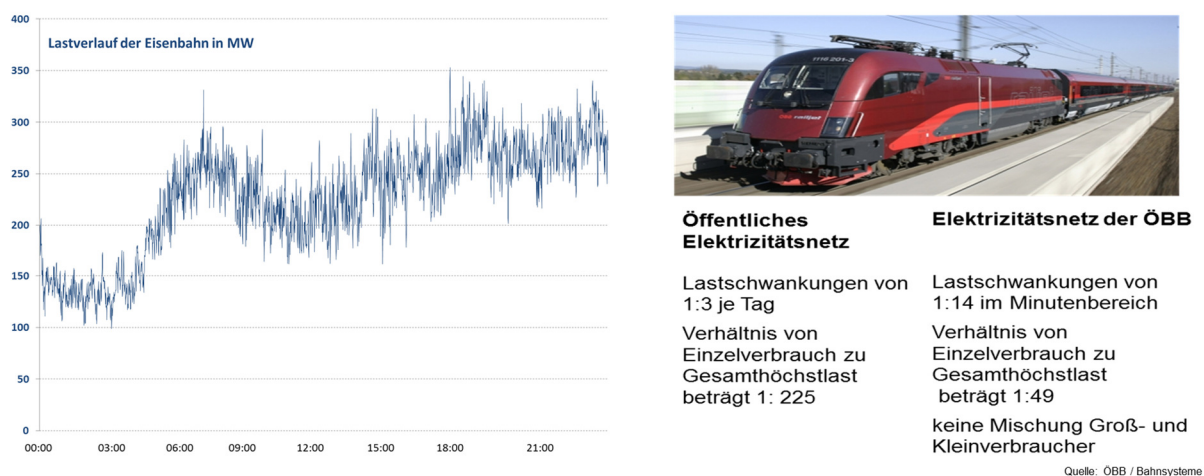
Abbildung 8: CO<sub>2</sub>-Emissionen pro gefahrene Personenkilometer unterschiedlicher Transportmittel (rechtes Bild) und Aufbringungsmix von Europa, Österreich und ÖBB im Jahr 2010 (linkes Bild) [10] und [11].

### 1.5.2 Wasserkraft als Garant für einen sicheren Bahnbetrieb

Wasserkraft als Antrieb der elektrisch betriebenen Bahn ist einerseits ein Garant für eine umwelt- und klimafreundliche Mobilität, andererseits sind die Wasserkraftwerke für die ÖBB-Infrastruktur AG unabdingbar für die sichere Bahnstromversorgung. Im Bahnstromnetz



verkehren Triebfahrzeuge mit einer Einzellast von bis zu 10.000 PS und bewirken dadurch eine sehr hohe Lastdynamik im Bahnstromsystem. In Abbildung 10 ist die Lastdynamik im Bahnstromsystem dargestellt. Während im öffentlichen 50 Hz-System die Lastschwankung um den Wert von 1:3 im Tagesverlauf liegen, liegen die Schwankungen im Bahnstromnetz der ÖBB-Infrastruktur AG, um den Wert 1:14 im Minutenbereich (vgl. Abbildung 9). Dies zeigt die Wichtigkeit der Speicherkraftwerke für die Ausregelung des sicheren Eisenbahnbetriebes in Österreich. Wasserkraft ist für die ÖBB-Infrastruktur AG eine entscheidende Energiequelle. Wasserkraftanlagen sind Eigenbedarfsanlagen, die zweckgebunden für das Transportmittel Bahn eingesetzt werden. Auf dem Hintergrund der gerade laufenden Diskussionen über Möglichkeiten der Schwallreduktionen an Österreichs Fließgewässer ist auf diese Besonderheiten Rücksicht zu nehmen.



**Abbildung 9: Lastdynamik im Bahnstromsystem der ÖBB-Infrastruktur AG.**

Gerade im Verkehrsbereich gibt es die größten Zuwächse an Treibhausgasen seit 1990. Jede Tonne Ware und jede transportierte Person mit der Bahn ist Klimaschutz. Die ÖBB erspart der Umwelt durch den Betrieb der 10 Wasserkraftwerke jährlich über 3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

In Tabelle 1 sind nochmals wesentliche Vorteile der Bahn zur Unterstützung von politischen Zielen dargestellt. Die Bahn unterstützt sowohl energie-, klima- als auch verkehrs- und umweltpolitische Zielsetzungen. Dies gelingt in Österreich auch durch den hohen Einsatz von Wasserkraft bei den ÖBB.

**Tabelle 1: Beitrag der ÖBB zur Unterstützung europäischer Ziele (eigene Darstellung).**

Energiepolitik / Verkehrspolitik	Umweltpolitik / Klimapolitik
Reduktion der Energieimportabhängigkeit	Reduktion der Treibhausgasemissionen
Erhöhung der Energieeffizienz im Sektor Verkehr	Reduktion des Ressourcenverbrauchs
Vermehrter erneuerbarer Energieeinsatz im Sektor Verkehr	Reduktion der Schadstoffbelastung durch den Straßenverkehr (Gesundheit)

## 2 Herausforderungen der Wasserkraft im europäischen Umfeld

### 2.1 Fallende Großhandelspreise und deren Ursachen

Seit dem Jahr 2008 gibt es an der Großhandelsbörse in Leipzig nur eine Richtung des Strompreises nämlich steil nach unten. Immer wieder werden die großen Mengen an volatilen erneuerbaren Energieträgern angeführt die zu einem Preisverfall an den Börsen führen. In [12] wurden mehrere Einflussgrößen auf den Großhandelspreis herausgearbeitet. In Abbildung 10 ist eine Abbildung aus der dazugehörigen Präsentation des Vortrages von [12] dargestellt und bewertet.

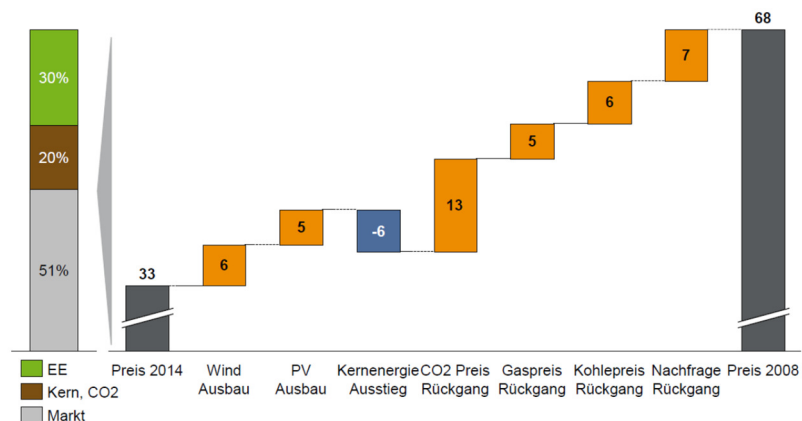


Abbildung 10: Einflussgrößen auf den Preisverfall im deutsch-österreichischen Strommarkt mit Preisbasis 2014 in €/MWh [12].

Im Jahr 2008 lag der Großhandelspreis bei 68 €/MWh und im Jahr 2014 bei 33 €/MWh der aktuelle Wert beläuft sich derzeit bei ca. 29 €/MWh (Oktober, 2015). Die Einspeisung von erneuerbaren Energien bewirken einen Preisverfall von rund 11 €/MWh, der Kernenergieausstieg bewirkte eine Erhöhung um 6 €/MWh der Rückgang des CO<sub>2</sub>-Preises verursacht einen Preisverfall von 13 €/MWh, der Verfall der Commodity Preise bewirkt eine Preisverfall von 11 €/MWh und der Rückgang der Nachfrage trägt ebenfalls mit 7 €/MWh am Preisverfall teil. Alles in allem sieht man, dass mehrere Einflussfaktoren den derzeitigen Preisverfall bewirken.

Diese angespannte Preissituation bewirkt aber einen enormen Druck auf Erzeugungsunternehmen die mit ihren Anlagen am Rande der Wirtschaftlichkeit agieren. Die Schließung von ineffizienten Kraftwerken, die Stilllegung der Kernkraftwerke bis 2022 in Deutschland und damit der Abbau von Überkapazitäten könnte die Situation für Erzeuger verbessern. Von den großen Versorgungsunternehmen in Deutschland sind bis zum Jahr 2018 rund 8,9 GW an fossilen Kraftwerken und 1,3 GW an nuklearer Erzeugung zur Stilllegung angemeldet. Dabei handelt es sich vorwiegend, um Anlagen mit einer Lebensdauer größer 35 Jahre (vgl. [13]). Ebenfalls wird in der EU derzeit eine Überarbeitung des Emissionshandelssystems angestrebt auch dies verbessert die Erlössituation für erneuerbare Erzeugungsanlagen.

### 2.2 Neues Marktdesign in Deutschland – Stichwort Kapazitätsmärkte

Ein Neubau von Erzeugungsanlagen ist unter diesen Bedingungen derzeit nicht denkbar zumal hier von spezifischen Erzeugungskosten von rund 60 €/MWh ausgegangen werden



kann. Derzeit ist ein Neubau von Erzeugungsanlagen nicht wirtschaftlich darstellbar. Aus diesem Grund wird in Deutschland aber auch in ganz Europa über ein neues Marktdesign nachgedacht, welches ebenfalls Auswirkungen auf Erzeugungsanlagen, wie Wasserkraftwerke haben wird. Deutschland hat dazu einen intensiven Konsultationsprozess gestartet mit einem Grünbuch und darauffolgenden Weißbuch. Derzeit zeichnet sich in Deutschland eine Weiterentwicklung des „Energy only“ Marktes ab der mit einer Kapazitätsreserve abgesichert wird. Die geforderte Einführung von Kapazitätsmärkten scheint derzeit in Deutschland vom Tisch zu sein. Jedoch ist derzeit gerade eine europaweite Konsultation betreffend neues Marktdesign im Laufen. Es bleibt abzuwarten welche Maßnahmen aus dieser Konsultation von der Kommission abgeleitet werden.

Für Wasserkraftanlagen hätte die Einführung von Kapazitätsmärkten jedenfalls negative Auswirkungen auf die Erlössituation. Kapazitätsmärkte führen zu niedrigeren Höchst- und Hochpreisen und beeinflussen damit die Einnahmenseite von flexiblen Kraftwerken wie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke. Da lt. Schätzungen von [12] aber durch die Einführung von Kapazitätsmärkten die Großhandelspreise nochmals fallen, hat dies auch Auswirkungen auf die Erlössituation der Laufwasserkraftwerke. Insgesamt geht man in [12] davon aus, dass bei Wasserkraftanlagen durch die Einführung von Kapazitätsmärkten die Erlöse zwischen 25 % bis 33 % reduziert werden.

## **2.3 Natur- und Umweltschutzgesetzgebung**

### **2.3.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)**

Neben den marktwirtschaftlichen Herausforderungen der Wasserkraft gibt es auch umweltpolitische Einflüsse die der Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftwerken zusetzen. Durch die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Europa müssen alle Gewässer in einem guten ökologischen Zustand gebracht werden. Übersetzt heißt das, dass in den Gewässern die biologische und morphologische Vielfalt hergestellt wird, wie sie vor den Eingriffen der Menschen vorhanden war. Für Wasserkraftwerke bedeutet dies die Herstellung der Durchgängigkeit (Stichwort Fischaufstiegshilfe, Fischlifte), die ausreichende Dotation der Restwasserstrecken bei Ausleitungskraftwerken, die Reduktion des Einflusses von Schwall- und Sunk von Speicherkraftwerken und eine entsprechende Sedimentbewirtschaftung. All diese Restriktionen bedingen, enorme Herausforderungen der Wasserkraftbetreiber unter derzeitigen Rahmenbedingungen.

### **2.3.2 Wasserzinsforderungen**

In den Augen von Umweltschutzorganisationen schreitet die Sanierung der Gewässer in Europa zu langsam voran. Als adäquate Maßnahme sehen diese daher die Einführung von Wasserzinsen an, um die Gewässer in Europa zu sanieren. Streitpunkt dabei ist der sogenannte Artikel 9 der Wasserrahmenrichtlinie. Artikel 9 der WRRL verpflichtet die Mitgliedstaaten zur Einhaltung des Grundsatzes der Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen einschließlich umwelt- und ressourcenbezogener Kosten. Die Mitgliedstaaten haben dafür zu sorgen, dass die Wassergebührenpolitik angemessene Anreize zur effizienten Nutzung von Wasserressourcen darstellt, um zu den Umweltzielen der WRRL beizutragen, und sie haben dafür zu sorgen, dass die verschiedenen Wassernutzungen einen angemessenen Beitrag zur Deckung der Kosten der

Wasserdienstleitungen leisten. Die Einführung von Wasserzinsforderungen beeinträchtigt die Rentabilität des Betriebs von Bestandsanlagen und schränkt den Bau von Neuanlagen völlig ein. Angemerkt sei, das im Wasserkraftwerk benötigte Wasser wird nach kurzer Zwischennutzung zur Stromerzeugung dem natürlichen Wasserkreislauf vollständig und unbeeinträchtigt zurückgegeben und steht danach anderen Nutzern in gleicher Qualität und Quantität wie zuvor zur Verfügung.

### 3 Vorteile Wasserkraftnutzung

#### 3.1 Energierückgewinnung und Wirkungsgrad

Wasserkraft ist eine effiziente Technologie zur Erzeugung elektrischer Energie und wird in Österreich schon viele Jahrzehnte erfolgreich genutzt. Wasserkraft ist jene Technologie mit dem größten Energierückgewinnungs-Faktor („energy payback ratio“). Dieser Kennwert wird als Benchmark für die Beurteilung der Nachhaltigkeit und Effizienz von Kraftwerkstechnologien verwendet. In Abbildung 11 ist dies aus einem Papier von Eurelectric [14] dargestellt.

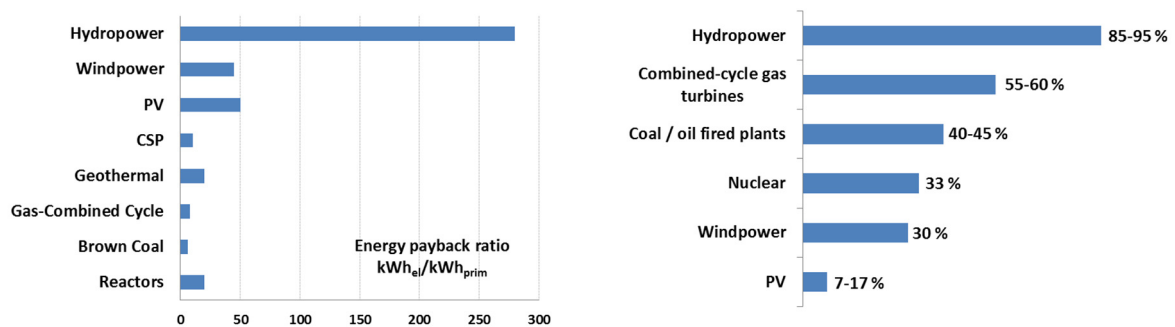


Abbildung 11: Energierückgewinnungsfaktor (linkes Bild) und Wirkungsgrad der Stromerzeugung (rechtes Bild) unterschiedlicher Technologien [14].

Wasserkraft übersteigt dabei andere Erzeugungstechnologien, um bis zum Zehnfachen des Wertes. Verglichen mit anderen Erneuerbaren, wie Wind und Sonne übertrifft Wasserkraft diese um das Vier- bis Fünffache. Ein weiterer Vorteil der Wasserkraft ist der hohe Wirkungsgrad bei der Erzeugung von Elektrizität. In Abbildung 11 ist dies nochmals verdeutlicht. Während PV-Anlagen einen Wirkungsgrad zwischen 7 und 17 % aufweisen, liegen Wasserkraftwerke bei 85 bis 95 %.

#### 3.2 Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke wirtschaftliche Speicher-möglichkeit von Strom

Die ambitionierten energie- und klimapolitischen Ziele, führen zukünftig wie bereits in Abbildung 6 dargestellt zu hohen Anteilen von erneuerbaren Energien im Elektrizitätssystem. Ein Kennzeichen so eines Elektrizitätssystem ist ein steigender Bedarf an „Flexibilität“, wie sie von Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken geliefert werden können. Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke sind die wirtschaftlichsten Formen der Speicherung von Elektrizität im großen Umfang und ermöglichen damit die Integration von neuen erneuerbaren Energien

wie Wind und Sonne und gewährleisten damit Versorgungssicherheit im europäischen Elektrizitätssystem.

### 3.3 Wasserkraft als Grant für Klimaschutz am Beispiel für Österreich

Neben diesen energiewirtschaftlichen Vorteilen der Wasserkraft gibt es aber auch eine Reihe von klima- und umweltrelevanten Vorteilen der Wasserkraft. Die Turbine wird mit Hilfe der Kraft des Wassers angetrieben, die Erzeugung von Elektrizität mit Wasserkraft verbraucht nicht die Ressource Wasser, diese wird wieder nach Durchgang der Turbine in das Gewässer zurückgegeben. In Abbildung 12 sind vermiedene Treibhausgasemissionen für Österreich durch die Nutzung von erneuerbaren Energien für Treibstoff, Wärme und Elektrizität dargestellt. Im Jahr 2011 wurden ca. 30 Mio. Tonnen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung von erneuerbarer Energie vermieden. Wasserkraft war für mehr als die Hälfte dieser Einsparungen verantwortlich und ist damit auch für den Klimaschutz die wichtigste Technologie in Österreich [15].

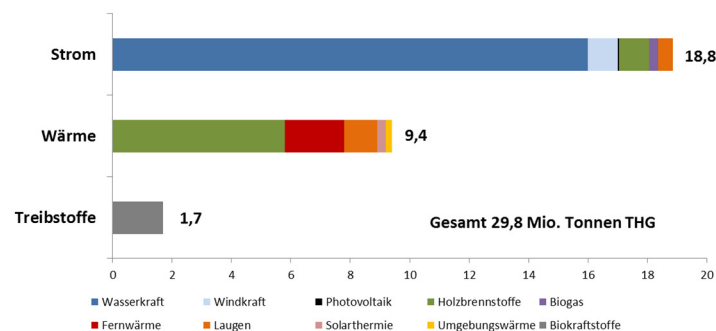


Abbildung12: Vermiedene Treibhausgasemissionen in Österreich durch die Nutzung von erneuerbaren Energien für Strom, Wärme und Treibstoffe. [15].

### 3.4 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraft in Europa

Wasserkraft in Europa (EU 28) ist eine entscheidende Erzeugungstechnologie mit über 150 GW an Leistung die 380 TWh an Elektrizität bereitstellt. Damit trägt Wasserkraft zu gut 13 % der Elektrizitätsaufbringung in der EU bei. Die Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke lieferten rund 25 % der Spitzenleistung in den letzten Jahren und umfassen rund 220 TWh Speicherkapazität. Wasserkraft steht für Versorgungssicherheit und stellt die notwendige Flexibilität im Elektrizitätssystem am kostengünstigsten bereit. Wasserkraft ist jene Technologie in welcher europäische Unternehmen die globale Technologieführerschaft besitzen und rund 2/3 des globalen Marktes ausmachen. Die europäische Wasserkraft erspart der EU im Jahr 24 Mrd. € an Importkosten für fossile Energien und reduziert damit den Ausstoß von rund 180 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Weiters tragen die Wasserkraftunternehmen rund 25 Mrd. € zur Wirtschaftsleistung der EU bei und schaffen 80.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze. Die Wertschöpfung je Arbeitsplatz ist damit, um das Achtfache höher als der europäische Schnitt von anderen vergleichbaren Industrieunternehmen. Zusätzlich zum genannten volkswirtschaftlichen Nutzen der Wasserkraft, haben Wasserkraftanlagen Mehrzweckfunktionen. Sie ermöglichen die Trinkwasserversorgung, stehen für Hochwasserschutz, ermöglichen den Transport auf dem Gewässer mit dem Schiff und stellen zusätzliche Infrastrukturen für den Tourismus bereit und dienen in manchen Ländern (z.B. Österreich) dem Antrieb der elektrischen Eisenbahn (vgl. [17]).

### 3.5 Wasserkraft ist die umweltfreundlichste und nachhaltigste Energiequelle

Die ökologischen Auswirkungen von Kraftwerken für die Elektrizitätserzeugung sowie die gesellschaftliche Belastung zeigen die Vorteilhaftigkeit von Wasserkraft gegenüber anderen Technologien. Das Umweltbundesamt in Deutschland hat die Umweltkosten von unterschiedlichen Erzeugungstechnologien abgeschätzt, um die externalen Kosten der Erzeugungstechnologien abzubilden [16]. In Abbildung 13 sind diese dargestellt, Braunkohlekraftwerke verursachen Umweltkosten von ca. 11 Eurocent / kWh, Steinkohle von ca. 9 Eurocent / kWh, Windanlagen von rund 0,26 Eurocent / kWh und Wasserkraft rund 0,18 Eurocent / kWh. Wasserkraft ist damit die umweltfreundlichste Erzeugungstechnologie abgebildet an den externalen Umweltkosten, lt. Berechnungen des Umweltbundesamtes.

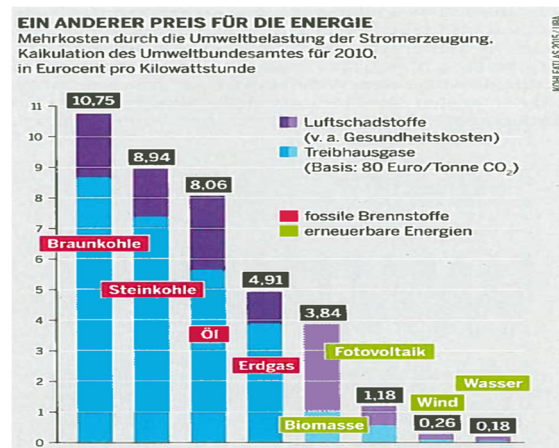


Abbildung13: Umweltkosten unterschiedlicher Erzeugungstechnologien [17].

## 4 Ausblick

Wasserkraftwerke spielen in Alpenländern und der nordischen Region schon über 100 Jahren eine bedeutende Rolle im Elektrizitätssystem von Europa. Die Vorteile der Wasserkraft gegenüber anderen Erzeugungstechnologien liegen klar auf der Hand. Nichts desto trotz sind Wasserkraftanlagen derzeit stark unter wirtschaftlichem Druck geraten, aufgrund des heute vorherrschenden Markt- und Politikumfeldes. Wasserkraft gilt als einer der Garanten einer erfolgreichen Energiewende. Stichwörter wie Ermöglichung der Integration erneuerbarer Energien, Bereitstellung von Flexibilität zur Sicherung der Versorgungssicherheit als auch Ermöglichung der Substitution fossiler Energieträger wie am Beispiel der ÖBB-Infrastruktur AG gezeigt wurde untermauern diese Aussage deutlich. Dies muss den politischen Entscheidungsträgern bewusst werden. Wasserkraft soll mit all deren zur Verfügung stehenden Mitteln gefördert und unterstützt werden.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] BP (2015). BP Energy Outlook 2035. [www.bp.com/energyoutlook](http://www.bp.com/energyoutlook).
- [2] Kübler, K. (2014). Klimaschutzpolitik: Zur Vorreiterrolle Deutschlands. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 64. Jg., Heft 8, S. 30-32.
- [3] E-Control (2015). Stromkennzeichnungsbericht 2015, E-Control, 2015. S.11.

- [4] Europäische Kommission. Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050. KOM (2011) 112 endgültig.
- [5] Europäische Kommission. Paket zur Energieunion. KOM (2015) 80 endgültig, vom 25.02.2015.
- [6] BP (2015). BP Energy Outlook 2035. Country & regional insights - EU. [www.bp.com/energyoutlook](http://www.bp.com/energyoutlook).
- [7] Prognos (2014). Unveröffentlichte Studie zur Bedeutung der KWK im Energiesystem.
- [8] Ziesing, H-J. (2015). Weltweite CO<sub>2</sub>-Emissionen 2014: Hoffnungsschimmer auf Trendwende verstärken sich – aber noch keine Entwarnung. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 65. Jg., Heft 9, S. 56-69.
- [9] Statistik Austria, Nutzenergiebilanz 2010.
- [10] Veröffentlichung der europäischen Energieagentur. Source: EEA <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/estimated-specific-emissions-of-co2> (Jänner 2014).
- [11] Umweltbundesamt (2013). Berechnung der Treibhausgasemissionen der Österreichischen Bundesbahnen für das Geschäftsjahr 2012.
- [12] Huber, C., Faber, Th. & Everts, M. (2015). Frisst die Revolution ihre Eltern?: Die Entwicklung der Wasserkraft. Beitrag an der 9. Internationalen Energiewirtschaftstagung der TU Wien. Energiesysteme im Wandel: Evolution oder Revolution? 11. bis 13. Februar 2015 in Wien.
- [13] Bontrup, H-J. & Marquardt Ralf-M. (2015). Die Zukunft der großen Energieversorger. Studie im Auftrag von Greenpeace. [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de).
- [14] Eurelectric Fact Sheet, February 2013. Hydropower for a sustainable Europe.
- [15] Biermayr, P. (2013). Erneuerbare Energie in Zahlen - Die Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2011. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltökonomie und Energie, Wien, März 2013.
- [19] Kohleatlas, Fakten über einen globalen Brennstoff (2015). Heinrich-Bröll-Stiftung und Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland. [www.boell.de/kohleatlas](http://www.boell.de/kohleatlas).
- [17] The Hydropower sectors contribution to a sustainable and prosperous Europe. Juni 2015. Unveröffentlichte Studie im Auftrag von europäischen Wasserkraftunternehmen. Durchgeführt von DNV GL.
- [18] European Commission. EU energy in figures. Statistical Pocketbook 2012. Printversion.