forum wissenschaft & umwelt

Zukunftsfähige Energiesysteme auf dem Prüfstand

Argumentarium
zur Zukunft der Energieversorgung

MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

Autoren
Dipl.-Ing. (FH) René Bolz
Rupert Christian, BSc
wissenschaftliche Mitarbeiter

Projektleiter
Prof. Dr. Reinhold Christian
Präsident des Forum Wissenschaft & Umwelt

Impressum
Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Forum Wissenschaft & Umwelt
1150 Wien, Palmgasse 3/2
Tel.: 01/2164120; Fax: 01/2164120-20
E-Mail: office@fwu.at

erstellt im Jahr 2015

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Wege des Umweltdachverbandes.

Vorwort

Eine Energiewende ist unabdingbar notwendig: Ressourcen-Erschöpfbarkeit und gravierende Klima- und Umweltwirkungen erfordern den Ersatz fossiler Energieträger. Die Verwendung nuklearer Energieträger ist neben der Erschöpfbarkeit bekanntlich durch enorme Risiken und energetische Vorleistungen gekennzeichnet. Daher geht es um den Übergang zu Einsparung, Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.

Die Klimakonferenz von Paris hat gezeigt, dass darüber mittlerweile weltweit breiter Konsens besteht. Dennoch wird von vielen Seiten der Lobbyismus gegen die Energiewende fortgesetzt.

Das Forum Wissenschaft & Umwelt hat es daher unternommen, die wesentlichsten gegen eine Energiewende vorgebrachten Einwände zu überprüfen und den Behauptungen Daten und Fakten gegenüberzustellen. Es zeigt sich, dass die Einwände gegen die hohen Kosten, gegen die technische Machbarkeit und über sonstige angebliche Nachteile unzutreffend sind. Das ändert allerdings nichts daran, dass die Herausforderung der Energiewende eine enorm große ist: In allen Lebensbereichen muss der Weg zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern und als Voraussetzung dafür der Pfad zur Ausschöpfung der sehr hohen Energiesparpotentiale konsequent beschritten werden.

Die vorliegende Broschüre soll das Bewusstsein über die Notwenigkeit der Energiewende stärken und als Argumentationshilfe im gesellschaftspolitischen Diskurs dienen.

Prof. Dr. Reinhold Christian Präsident	Univ-Prof.in Dr.in Helga Kromp-Kolb Präsidentin	Univ.-Doz. Dr. Peter Weish Präsident

Behauptungen und Fakten zur Energiewende

Energiewende

Von einer Energiewende hin zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern ist heute viel die Rede. Viele halten sie für unvermeidlich und unabdingbar notwendig, viele Vorteile werden ihr zugeschrieben – von Umwelt- und Klimaschutz bis zu Einkommen und Arbeit im Inland statt hohen Ausgaben für Ölimporte. Dem gegenüber stehen freilich zahlreiche Kritiken – die Energiewende sei gar nicht notwendig, ihre Kosten überstiegen bei weitem den Nutzen, sie sei mit gravierenden Wettbewerbsnachteilen verbunden oder technisch gar nicht umsetzbar.

Wir wollen uns also in der Folge mit einigen Behauptungen und Fakten zur Energiewende befassen.

Behauptung 1:
Die Energiewende ist gar nicht notwendig – es gibt fossile Energie für tausende Jahre!

Reserven, Ressourcen und Reichweiten:

Reserven sind jene Vorräte, deren Lagerstätten bekannt sind und die technisch-wirtschaftlich gewonnen werden können. Ressourcen umfassen dagegen neben bekannten, derzeit aber technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Vorräten auch lediglich vermutete Lagerstätten.

Die Reichweite gibt Auskunft darüber, wie lang Reserven zur Verfügung stehen werden. Dabei muss unterschieden werden, ob die Reichweite auf die Fördermenge in der betrachteten Region (Reichweite R_F = Reserven der Region/jährliche Fördermenge) oder auf den Verbrauch (R_V = Reserven der Region/jährlicher Verbrauch) bezogen ist. Ist also eine Region wie z.B. die EU importabhängig, so ist die Reichweite bezogen auf den Verbrauch (R_V) jedenfalls kleiner als jene, die sich lediglich auf die aktuelle Fördermenge der inländischen Reserven bezieht (R_F).

Tabelle 1 gibt einen Überblick über Reichweiten von konventionellem Erdöl und Erdgas, Tabelle 2 zeigt das Bild für unkonventionelle Öl- und Gasvorräte, deren Gewinnung mit wesentlich höherem Aufwand und wesentlich höheren Umweltbelastungen verbunden ist.

		Reichweite bezogen auf	
		Förderung	**Verbrauch**
Erdöl	**global**	41	41
	EU-28	17	2
Erdgas	**global**	56	56
	EU-28	11	4

Tabelle 1: Reichweite [a] von konventionellem Erdöl und Erdgas

		Reichweite bezogen auf	
		Förderung	**Verbrauch**
Erdöl	**global**	~ 11	~ 11
	EU-28		
Erdgas	**global**	~ 2	~ 2
	EU-28		

Tabelle 2: Reichweite [a] von unkonventionellem Erdöl und Erdgas

Tabelle 3 zeigt die Reichweiten von Kohle, die im Vergleich zu Öl und Gas um Jahrzehnte höher sind.

		Reichweite bezogen auf	
		Förderung	**Verbrauch**
Hartkohle	**global**	> 100	> 100
	EU-28	> 170	> 60
Weichbraunkohle	**global**	> 310	>320
	EU-28	~ 140	~ 140

Tabelle 3: Reichweite [a] von Hartkohle und Weichbraunkohle

Betrachtet man nur „Kohle“ ohne weitere Differenzierung (obwohl die verschiedenen Arten nicht 1:1 austauschbar sind), so ergibt sich für die EU-28 bei Reserven von 1.025 EJ und einem Verbrauch von 11,9 EJ eine fiktive Reichweite von rund 86 Jahren. Wirft man in einer hypothetischen Betrachtung überhaupt alle fossilen Energieträger in einen Topf, so zeigt sich folgendes Bild: Die EU-28 verfügen über Reserven in Höhe von 1.145 EJ, womit sich bei einem Verbrauch 70 EJ/Jahr eine fiktive Reichweite von 16 Jahren ergibt. Die weltweiten Reserven betragen 37.041 EJ, der jährliche Verbrauch 568 EJ und somit die fiktive Reichweite 65 Jahre, wobei der erste Engpass freilich vom Öl (mit einer globalen Reichweite von 52 Jahren) bestimmt wird.

Alle diese Reichweiten beziehen sich auf die derzeitigen Fördermengen und Verbrauche. Folgt man zahlreichen Prognosen, die steigenden Verbrauch fossiler Energieträger verkünden, so wären diese Reichweiten wesentlich geringer.

Fazit:
Die Reserven fossiler Energieträger können den gegenwärtigen Verbrauch für 50 bis 100 Jahre decken. Steigt der Verbrauch weiter – wie meist prognostiziert – so wird diese Frist entsprechend kürzer.

Fossile Energie gibt es also keineswegs für tausende Jahre! Eine Energiewende, ein Umbau des Energiesystems weg von den fossilen Energieträgern ist deshalb unabdingbar notwendig und langfristig unvermeidbar!

Behauptung 2:
Die Energiewende kann nicht funktionieren – der Energieverbrauch steigt sowieso!

Tatsächlich zeigt ein Rückblick über die letzten Jahrzehnte national und international einen nahezu kontinuierlich, zum Teil rapid ansteigenden Energieverbrauch. Abbildung 1 verdeutlicht das anhand des Bruttoinlandsverbrauchs von Österreich. Die internationale Energieagentur IEA prognostiziert auch in ihren „sparsamsten“ Szenarien einen weiterhin steigenden Energieverbrauch (siehe Abbildung 2).

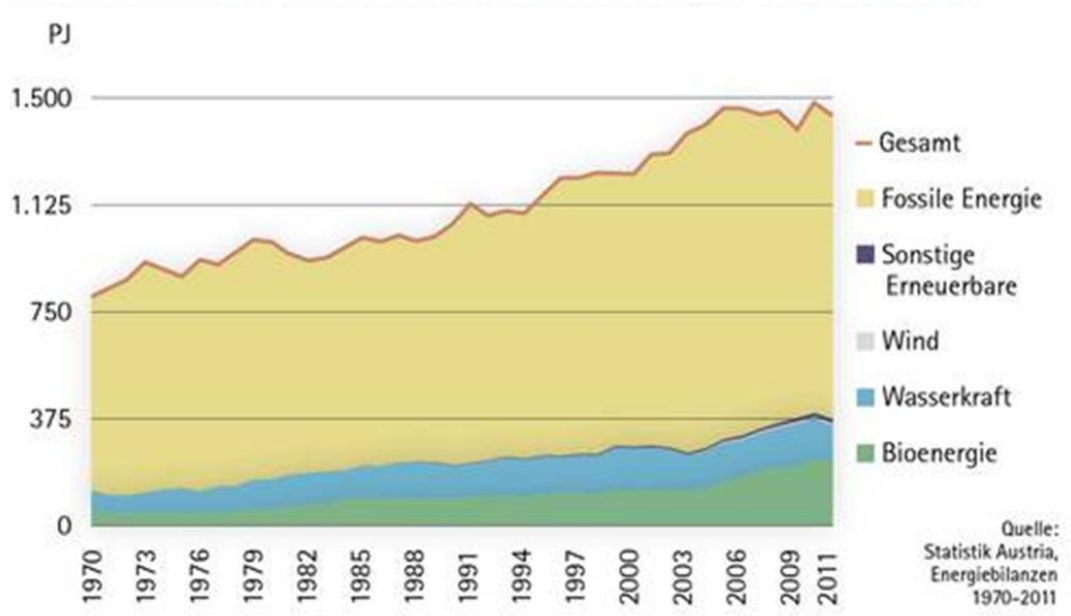

Abbildung 1: Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsverbrauch [PJ] [I1]

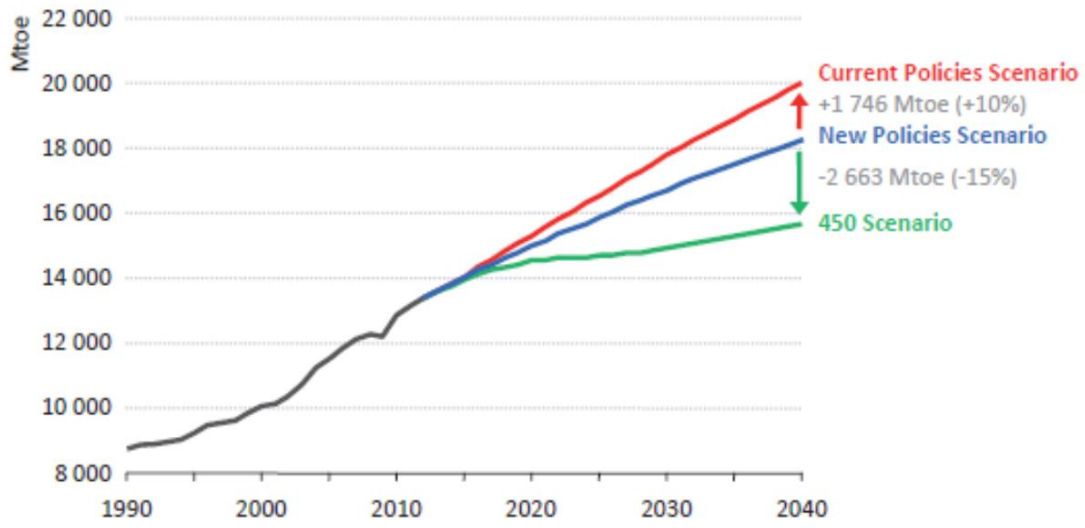

Abbildung 2: Prognosen der IEA [L1]

Zahlreiche Phänomene treiben den Energieverbrauch in die Höhe:

- Wirtschaftswachstum:

Ganz wesentlich ist in diesem Zusammenhang unsere Wohlstands- und Wirtschaftsentwicklung. Immer mehr Menschen empfinden immer mehr Konsum als eine Selbstverständlichkeit und übersehen dabei die zunehmende Verelendung eines großen Teils der Weltbevölkerung.

Eine nähere Prüfung zeigt, dass solche Wachstumstendenzen mit rapidem Verzehr der Ressourcen, mit Belastung von Mensch und Natur bis hin zur Naturzerstörung verbunden sind. Wir müssen daher andere Lösungen finden und uns von den Zwängen des materiellen Wachstums befreien, nicht zuletzt, um sozial schlecht gestellten Personen und Gruppen die Anpassung an einen gesellschaftlichen durchschnittlichen Lebensstandard zu ermöglichen.

- Technische Mängel:

Oft verhindern technische Mängel, z.B. Baufehler, von vornherein, dass der erwartete und errechnete Energiespareffekt erreicht werden kann.

Als mögliche Ursachen für steigende Energiekosten trotz Wärmedämmung können z.B. genannt werden:

- Baumängel z.B. im Zuge von Teilsanierungen (Wärmebrücken)
- suboptimale Sanierung auf Grund mangelnder Qualifikation

- Falsche Methoden

Auch falsche Methoden können dazu führen, dass der erwartete und errechnete Energiespareffekt nicht erreicht werden kann.

- fehlerhafte Berechnungen (Verbrauchswerte sind in der Praxis größer als Muster-Bedarfswerte) und fehlerhafte Messungen
- fehlende Qualitätssicherungen

- Fehlerhafter Betrieb:

Nicht zu unterschätzen sind auch informelle Mängel, wenn die Nutzer nicht über optimale Betriebsweise, Wartung und Betreuung informiert sind oder durch diese Vorgaben überfordert werden.

- Zusätzliche Aktivitäten:

Auch ein Zuwachs an Freizeit kann und wird im Allgemeinen zusätzliche Aktivitäten – und damit zusätzlichen Energieverbrauch – auslösen.

- „Rebound-Effekte“:

Durch Rebound-Effekte werden Effizienzgewinne teilweise, unter Umständen sogar vollständig kompensiert. Direkte Rebound-Effekte führen dazu, dass durch gesteigerte Effizienz mögliche Energieeinsparungen nicht erreicht werden. Grund dafür ist der verstärkte Konsum der effizienteren Energiedienstleistung. Abbildung 3 zeigt das am Beispiel des Kühlschranks mit Kühl-Gefrierkombination. Der erwartete Einspareffekt wird nicht erreicht, wenn das neue Gerät größer ist. Dramatisch verfehlt werden Einsparziele allerdings dann, wenn zugleich das Altgerät weiter betrieben wird.

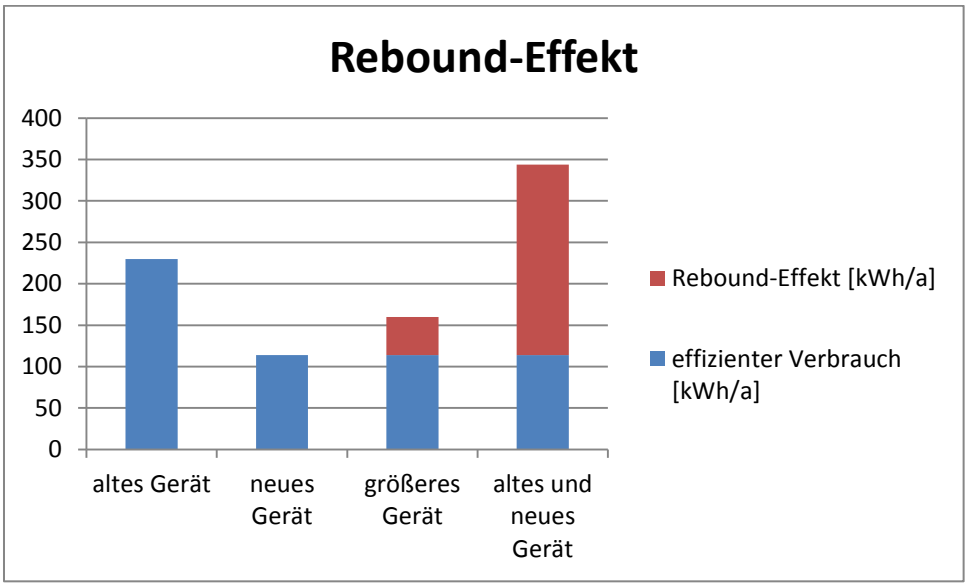

Abbildung 3: Direkter Rebound-Effekt am Beispiel von Kühl-Gefrierkombinationen

Indirekte Rebound-Effekte beruhen auf der Tatsache, dass Effizienzmaßnahmen neben energetischen auch zu finanziellen Einsparungen führen können. Dieses zusätzlich verfügbare Geld wird in den meisten Fällen anderweitig ausgegeben, und zwar für Tätigkeiten und/oder Konsum, die wiederum mit Energieverbrauch verbunden sind.

- Globaler Ausgleich:

Abbildung 4 zeigt den aktuellen Energieverbrauch und die erwartete Entwicklung in verschiedenen Weltregionen und macht damit deutlich, wie dramatisch der Kampf um die Ressourcen in Zukunft aussehen könnte. Andererseits gilt natürlich auch global, dass ein wünschenswerter Standard für alle Menschen zugänglich sein sollte. Letzten Endes vergrößert dies die Herausforderung an die „reichen“ Länder, sich zu mäßigen und ihren Ressourcenverbrauch deutlich einzuschränken.

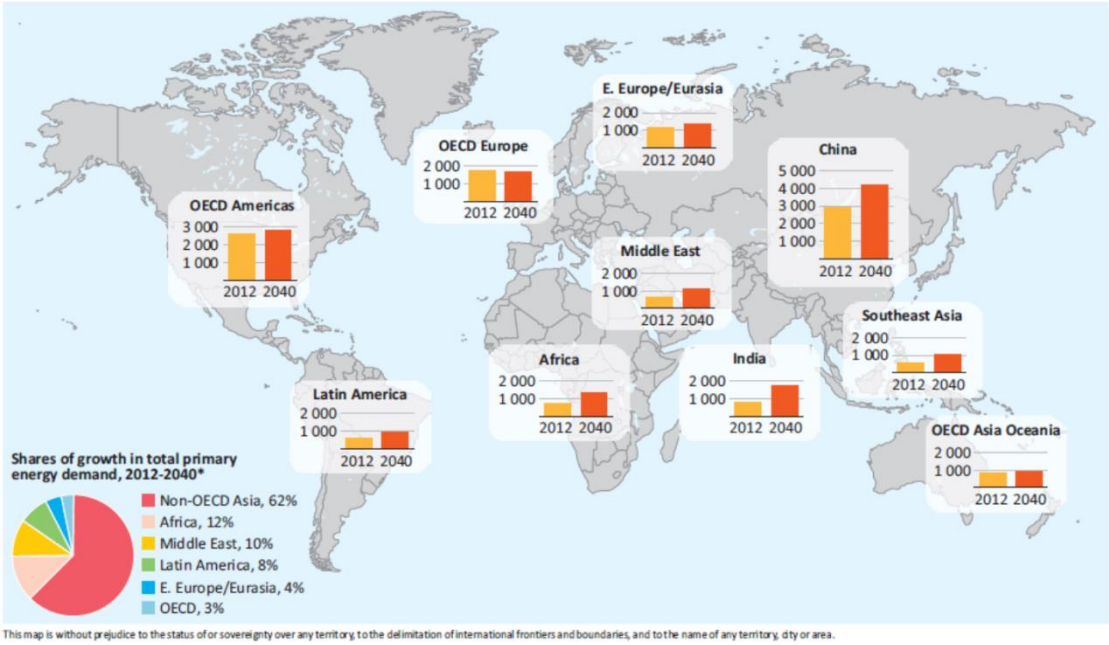

Abbildung 4: Primärenergienachfrage [Mtoe] nach Regionen [L1]

Besser Leben mit weniger Energie?

Wie soll, wie kann diese Einschränkung funktionieren? – Hier ist das Konzept der Energiedienstleistungen hilfreich. Niemand konsumiert Energie unmittelbar. Was wir wollen und brauchen, sind vielmehr angenehm temperierte Räume, erledigte Transporte (zum Arbeitsplatz, für tägliche Ver- und Entsorgung, Bildung, Freizeit, Besuch von Verwandten und Freunden, …), beleuchtete Flächen und Räume, getrocknete Wäsche, … – all das kann mit mehr oder weniger Energie bereitgestellt werden. Einen Überblick dazu gibt Abbildung 5 (In der Grafik steht REF für ein Referenzszenario mit langfristigem Anstieg des Endenergieverbrauchs, E(R) sowie ADV E(R) für Energieeffizienzszenarien.) aus einer Studie von Greenpeace, die die Entwicklung gemäß aktueller Trends mit zwei Effizienz-Szenarien vergleicht. Während die aktuellen Trends zu weiteren deutlichen Steigerungen des weltweiten Energieverbrauchs führen, zeigen die Effizienz-Szenarien, dass der Energieverbrauch durch Nutzung der Effizienz-Potenziale tatsächlich reduziert werden kann.

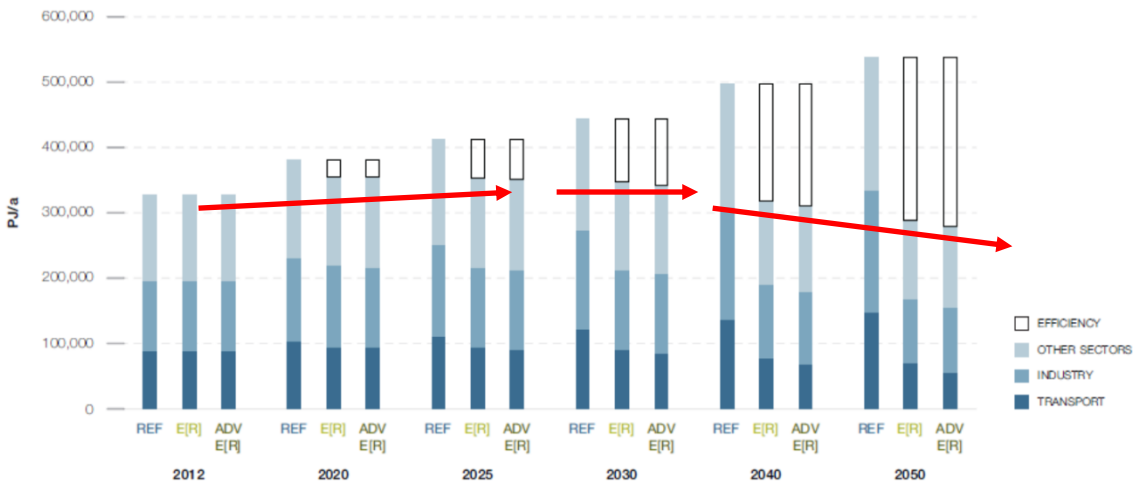

Abbildung 5: Szenarien zur Entwicklung des globalen Energieverbrauchs [I2]

Die folgenden Beispiele (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 7) zeigen, dass ein besseres Leben mit geringerem Energieverbrauch möglich ist. Dies gilt auch für andere Bereiche.

Wie Abbildung 6 zeigt, ist der Verbrauch des Elektro-Pkw um rund einen Faktor 3 geringer als der des konventionellen Pkw – und das bei einer um einen Faktor 1,36 höheren Leistung! Bei dem LED-Beleuchtungsmittel, dass im Design an eine alte Glühlampe erinnert, beträgt die Lichtausbeute ca. 110 Lumen/Watt. Bei der Halogenglühlampe beträgt diese lediglich ca. 13 Lumen/Watt – ist also um einen Faktor 8,5 geringer. Die Einheit Kelvin steht für die Farbtemperatur (hier warmweiß u.a. für den Einsatz in Wohnräumen).

Fahrzeug	Daten zum Verbrauch
VW up!	4,1 l Benzin/100 km = 35,96 kWh/100 km; Leistung: 44 kW
VW E-up	12 kWh/100 km; Leistung: 60 kW

Abbildung 6: Beispiel für effiziente Fahrzeugtechnologie [I8]

Beleuchtungsmittel alt	Beleuchtungsmittel neu bzw. effiziente Alternative
Halogenglühlampe E14, 28 Watt, 370 Lumen, 2.900 Kelvin	SoftLED im Design einer Glühlampe: E27, 6,1 Watt, 673 Lumen, 2.790 Kelvin

Abbildung 7: Ineffizientes und effizientes Beleuchtungsmittel [I9]

Fazit:
Der Energieverbrauch hat seit Jahrzehnten eine stark steigende Tendenz. Steigender Energieverbrauch ist aber kein Sachzwang. Wir können auch mit weniger Energie gleich gut oder besser leben.

Behauptung 3
Die Energiewende kostet viel Geld und bringt nichts!

Die aktuelle Entwicklung in Deutschland und die Vorhaben für die nächsten Jahrzehnte können als wesentliche Schritte einer Energiewende verstanden werden. Die Investitionskosten dafür belaufen sich laut Energiekonzept der Deutschen Bundesregierung bis 2050 auf € 550 Mrd., also rund € 15 Mrd. pro Jahr. Das ist ein halbes Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Eine Studie des Frauenhofer Instituts aus dem Jahr 2014 hat unter vereinfachten Annahmen (gleichbleibendes Primärenergiepreisniveau, ohne Kapitalkosten) die Frage untersucht, inwieweit die eingesparten Brennstoffkosten die Kosten für die Umstellung auf erneuerbare Energieträger kompensieren können. Es hat sich gezeigt (siehe Abbildung 8), dass ein Break Even Point etwa Mitte der 30er Jahre dieses Jahrhunderts erreicht werden sollte. Ab dann übertreffen die kumulierten Einsparungen immer deutlicher die (abnehmenden) Kosten des Umbaus des Energiesystems.

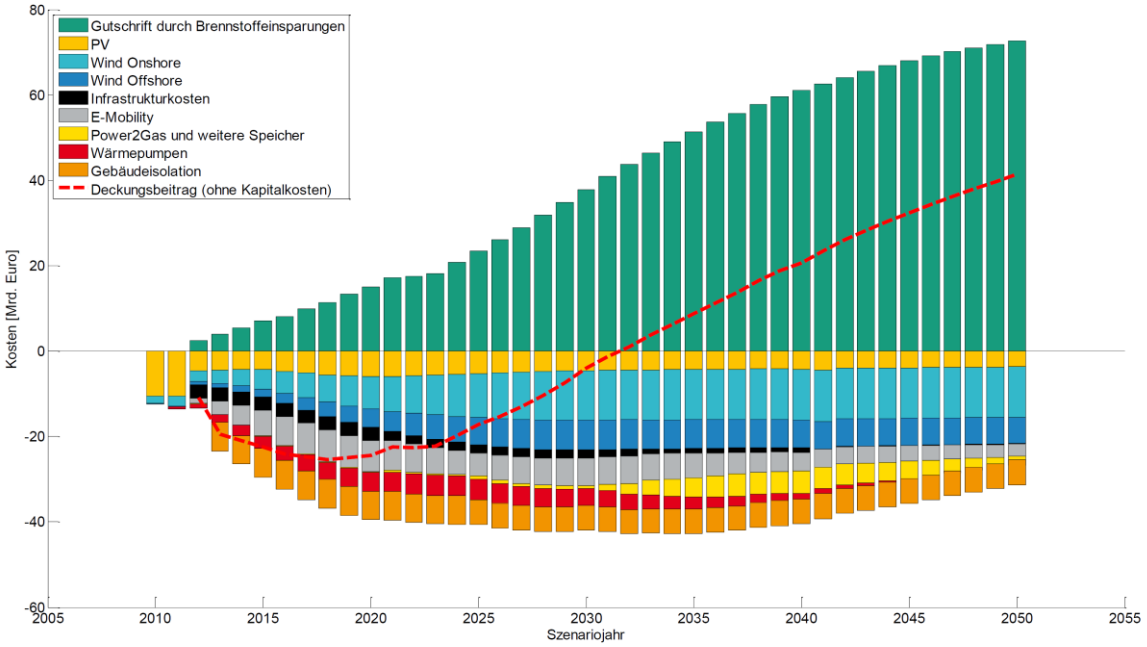

Abbildung 8: Energiewendekosten in Deutschland - Kompensation der Kosten [I3]

Abbildung 9 betrachtet einen Teilaspekt der Energiewende hin zu heimischen Erneuerbaren. Die Devisenabflüsse für Energieimporte erreichen derzeit ein enormes Ausmaß – brutto bis zu mehr als € 17 Mrd. (2012), netto (abzüglich der exportierten Energieträgermengen) liegen sie zwischen € 6 und 13 Mrd.

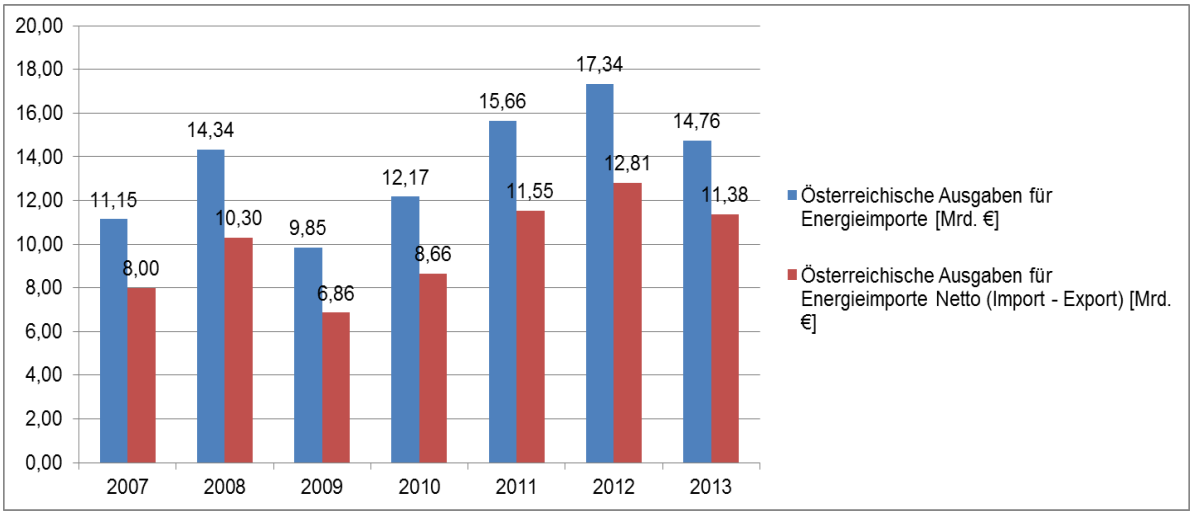

Abbildung 9: Österreichische Ausgaben [Mrd. €] für Energieimporte [I4]

Wenn der Umbau des Energiesystems gelingt und die wünschenswerten Energiedienstleistungen mit heimischen erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt werden können, so tut sich damit ein enormes potenzielles Investitionsvolumen auf.

Im Jahr 2013 wurden Investitionen in erneuerbare Energien im Umfang von € 3.827 Mio. getätigt. Die Höhe der Betriebseffekte (Reinvestitionen in Anlagen in Österreich während der

Anlagenlebensdauer in Form von Gütern und Dienstleistungen) im Jahr 2013 betrug € 2.466 Mio. Der Gesamteffekt beträgt € 6.294 Mio. (Investitionen in erneuerbare Energien sind also mit volkswirtschaftlich positiven Effekten verbunden!).

Schon 2006 zeigte Sir Nicholas Stern in seinem vielzitierten Review auf, dass global gesehen die Klimaschäden bis 2050 jährlich Kosten in Höhe von etwa 5 bis 20 Prozent des BIP verursachen werden. Dem gegenüber stehen jährliche Kosten von etwa einem Prozent des globalen BIP für die Stabilisierung der Treibhausgase in der Atmosphäre bei einer etwas höheren Konzentration als heute (500 bis 550 ppm).

Die europäische Energieagentur gibt die Kosten für das Nichthandeln in der EU für den Zeitraum 2020 bis 2050 mit etwa € 100 bis 200 Mrd. jährlich an. Andere Forschungsstellen der EU (Joint Research Center) geben für den Zeitraum bis 2100 jährliche Kosten von rund € 120 Mrd. an, sofern die Temperaturzunahme auf 2 Grad beschränkt werden kann. Bei einer Zunahme um 3,5 Grad werden die jährlichen Kosten mit € 190 Mrd. angegeben.

In der Studie „Costs of Inaction“ wird gezeigt, dass die Kosten für Klimaschäden in Österreich bis 2050 jährlich zwischen € 3,8 und € 8,8 Mrd. liegen könnten. Dabei ist zu beachten, dass ausschließlich Schäden betrachtet wurden, die in Österreich verursacht werden und die nach wissenschaftlichen Regeln heute monetär bewertet werden können.

Nicht berücksichtigt werden bei solchen Betrachtungen üblicherweise die externen Effekte: Belastungen, die nicht monetär quantifizierbar sind, die aber die Allgemeinheit in Form von Schäden und Belastungen zu erleiden und zu ertragen hat.

Fazit:
Die Energiewende kostet Geld. Der Einspareffekt durch niedrigere Ausgaben für Energie wird ab ca. 2035 den kumulierten Aufwand für die notwendigen Investitionen übertreffen. Die Energiewende sichert Investitionen, Arbeit und Einkommen im Inland in nennenswertem Ausmaß und bringt damit großen zusätzlichen Nutzen. Nichtstun kostet deutlich mehr Geld und schädigt die Umwelt und unsere Lebensbedingungen.

Behauptung 4
Erneuerbare Energien hängen am Fördertopf

Oft heißt es, dass erneuerbare Energien am Fördertopf hängen und die fossilen benachteiligt werden. Allerdings haben sowohl fossile Energieträger als auch die Atomkraft in der Vergangenheit in der EU von gigantischen Beihilfen profitiert.

Gemäß der Studie „Subsidies and costs of EU energy“, erstellt im Auftrag der Europäischen Kommission im Jahr 2014, wurden im Jahr 2012 fossile Energieträger mit € 36 Mrd. und nukleare Energieträger mit € 15 Mrd., in Summe also mit € 51 Mrd. direkt gefördert, die erneuerbaren Energieträger mit € 43 Mrd. Eine Aufschlüsselung nach geförderter

Strommenge liegt zwar nicht vor, aber es lässt sich sagen, dass die Stromgestehungskosten unter Berücksichtigung der direkten Förderungen und der externen Kosten für Kernkraftwerke am höchsten waren, gefolgt von Öl-, Kohle-, Biomasse-, Photovoltaik-, Erdgas-, Windenergie sowie Wasserkraftwerken.

Die IEA-Studie „Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition“ kommt zu dem Schluss, dass erneuerbare Energien Strom bereits zu den gleichen oder niedrigeren Kosten wie fossile Kraftwerke bereitstellen können. Insbesondere die Kosten für Strom aus großen Photovoltaikanlagen sind in den letzten fünf Jahren signifikant gesunken [I17]. Dabei wurden externe Kosten (Klimaschäden, Umweltbelastungen, …) nicht berücksichtigt.

In Österreich wurden die fossilen Energieträger im Jahr 2012 mit € 1,62 Mrd. direkt subventioniert, die erneuerbaren hingegen nur mit € 0,91 Mrd. Für die indirekten Subventionen (Berücksichtigung von Umweltschäden, …) für fossile Energieträger ist nur der Wert für das Jahr 2013 mit € 2,3 Mrd. bekannt. Betrachtet man nur die direkten Förderungen, so entfallen knapp 36% auf die Erneuerbaren, was etwas über ihrem Anteil am Endenergieverbrauch von rund 33% liegt. Bezieht man die indirekten Subventionen in diese Betrachtung mit ein, so verschiebt sich das Verhältnis allerdings deutlich zu Ungunsten der Erneuerbaren.

Fazit:
Fossile und atomare Energiesysteme haben in den vergangenen Jahrzehnten in der EU enorm von Subventionen profitiert. Auch 2012 wurden in der EU nicht erneuerbare Energien immer noch stärker subventioniert als erneuerbare Energieträger, ebenso in Österreich.

Behauptung 5
Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien sind hohe Kosten verbunden.

Natürlich sind mit dem Ausbau erneuerbarer Energien auch teils beträchtliche Kosten verbunden – wie auch mit den fossilen Energien. Eine sinnvolle Vergleichsmöglichkeit bieten spezifische Stromgestehungskosten.

Eine weit verbreitete Vorgehensweise zur Bestimmung von Gestehungskosten ist die Levelized Cost of Energy-Methodik (LCOE). Grundlage der Berechnung bildet die Formel

$$LCOE = \frac{l_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}},$$

wobei l_0 die Investitionskosten, A_t die jährlichen Kosten, $M_{t,el}$ die jährlich produzierte Strommenge, i der Zinssatz, n die ökonomische Lebensdauer in Jahren und t der Index für die einzelnen Jahre sind.

Ein Mangel dieser Methode liegt darin, dass weder Förderungen noch externe Kosten berücksichtigt werden. Bei den Förderungen kann zusätzlich unterschieden werden in jene, die die Gestehungskosten reduzieren (z. B. Steuererleichterungen für Brennstoffe), und jene, die keinen direkten Einfluss auf die Gestehungskosten haben (z. B. Einspeisevergütungen). Diese Faktoren können aber zusätzlich zu LCOE berücksichtigt werden.

In der Veröffentlichung „Subventionen und Kosten für Energie – Kommentare zum ECOFYS-Bericht 2015“ [I22] kommt das Umweltbundesamt zu folgendem Ergebnis:

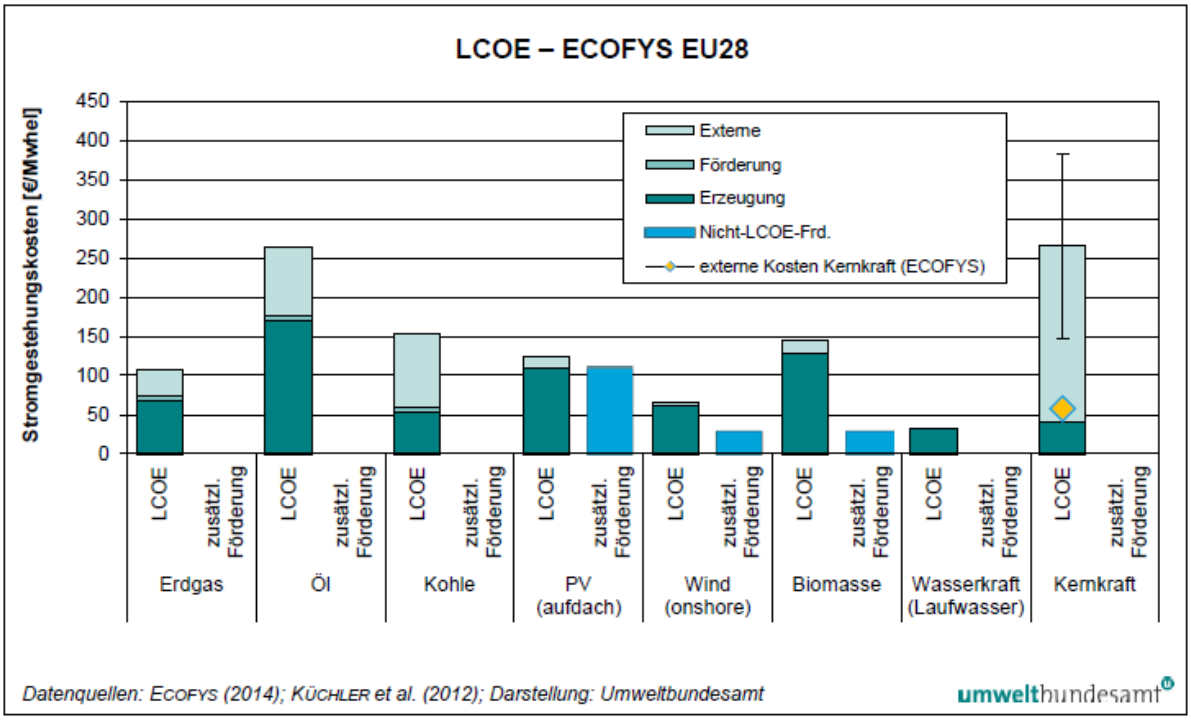

Abbildung 10: Stromgestehungskosten für ausgewählte Technologien [I22]

In Abbildung 10 stellt das unterste grüne Segment die Stromgestehungskosten nach der LCOE-Methodik dar, das mittlere Segment die Subventionen und das oberste Segment die externen Kosten. Die blauen Balken der „zusätzlichen Förderung“ geben die Höhe jener Subventionen an, die keinen Einfluss auf die Gestehungskosten haben.

Es zeigt sich, dass nach den Gestehungskosten der Wasserkraft jene der Windkraft die niedrigsten sind. Selbst die Gestehungskosten der Photovoltaik haben bereits beinahe das Niveau jener von Erdgas erreicht – und liegen damit unter jenen von Kohle, Öl und Atomenergie.

Wie Abbildung 11 zeigt, ist die Sachlage im Bereich der Wärmegestehungskosten weniger eindeutig. Aber auch hier sind die erneuerbaren keineswegs deutlich teurer als die fossilen!

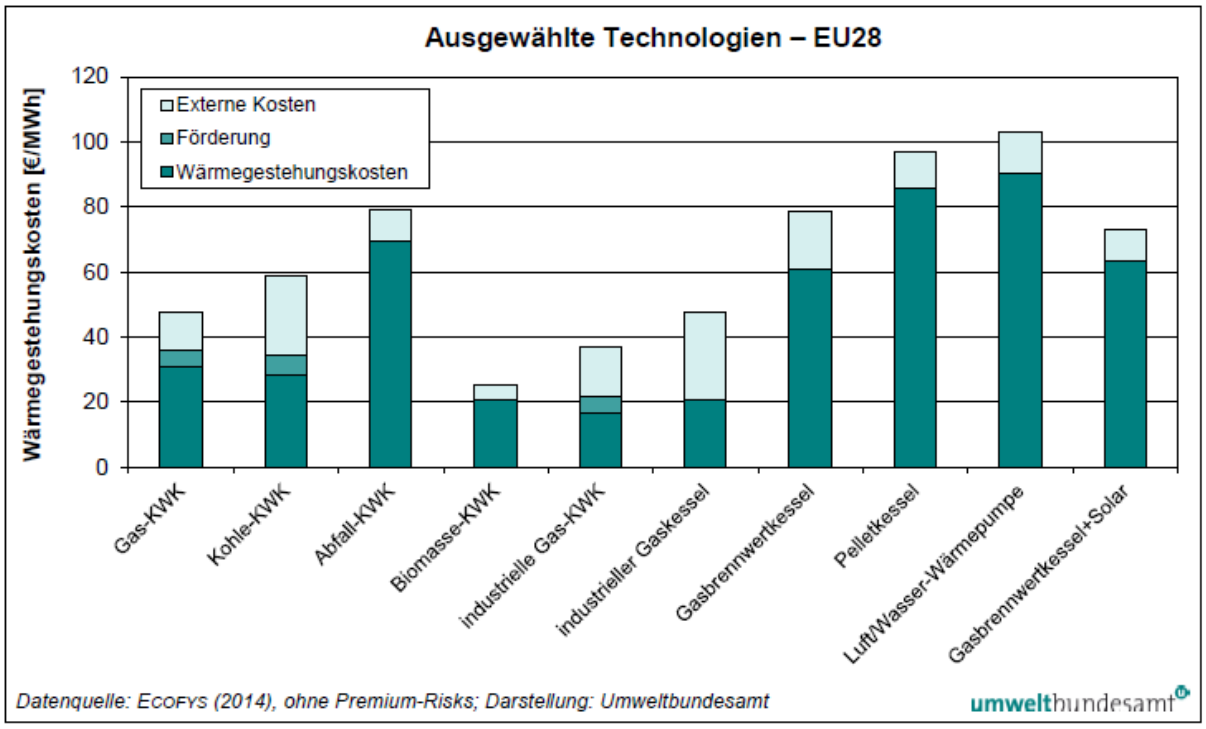

Abbildung 11: Wärmegestehungskosten für ausgewählte Technologien [I22]

Fazit:

Der Aus- bzw. Aufbau jeglicher Energieinfrastruktur verursacht Kosten. Zieht man zum Vergleich die Strom- und Wärmegestehungskosten heran, so sind die erneuerbaren Energien keineswegs mit höheren Kosten verbunden als die fossilen.

Behauptung 6

Die Förderung erneuerbarer Energien belastet die Haushalte stark

Vertreter der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer meinen, dass private Haushalte durch den Ausbau der erneuerbaren Energien (in erster Linie durch die Förderung des Ökostroms) belastet werden.

Die beiden folgenden Abbildungen sind dem Ökostrombericht 2015 [L2] der E-Control-Austria entnommen.

ENTWICKLUNG DER ÖKOSTROMKOSTEN FÜR EINEN HAUSHALT mit einem Verbrauch von 3.500 kWh	2012		2013		2014		2015	
	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh
Ökostromförderbeitrag	26,508	–	42,507	–	57,046	–	52,721	–
Ökostrompauschale	11	–	11	–	11	–	33	–
Kosten Herkunftsnachweise	0,5	–	0,5	–	0,4	–	0,4	–
Summe Öko-Förderungen (exkl. USt)	38	1,09	54	1,54	68	1,95	86	2,46
Summe Öko-Förderungen (inkl. USt)	46	1,30	65	1,85	82	2,35	103	2,95

Quelle: E-Control

Abbildung 12: Entwicklung der Ökostromkosten für einen Haushalt [L2]

ENTWICKLUNG DER ÖKOSTROMKOSTEN FÜR EIN INDUSTRIEUNTERNEHMEN AUF NE 3 mit einem Verbrauch von 55.000 MWh und einer Leistung von 12 MW	2012		2013		2014		2015	
	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh	EUR/a	Cent/ kWh
Ökostromförderbeitrag	114.274	–	206.156	–	224.650	–	166.384	–
Ökostrompauschale	35.000	–	35.000	–	35.000	–	104.444	–
Kosten Herkunftsnachweise	8.250	–	8.250	–	5.500	–	6.600	–
Summe Öko-Förderungen	157.524	0,29	249.406	0,45	265.150	0,48	277.428	0,50

Quelle: E-Control

Abbildung 13: Entwicklung der Ökostromkosten für ein Industrieunternehmen [L2]

Die beiden Abbildungen zeigen, dass die Belastung eines einzelnen Haushalts natürlich deutlich geringer ausfällt als jene eines Industriebetriebs mit entsprechend hohem Verbrauch. Allerdings ist auch klar ersichtlich, dass die finanzielle Belastung der privaten Haushalte deutlich stärker angestiegen ist.

Insgesamt ist es tatsächlich so, dass aufgrund ihrer großen Anzahl die privaten Haushalte einen deutlich größeren Beitrag zur Aufbringung der Ökostromförderung leisten als die Industrieunternehmen. Das gilt selbst dann, wenn man berücksichtigt, dass sich einkommensschwache Haushalte teilweise von der Ökostromförderung befreien lassen können.

Fazit:

Die jährliche finanzielle Belastung der privaten Haushalte durch die Ökostromförderung steigt stark. Insgesamt tragen sie zur Aufbringung des Unterstützungsvolumens auch deutlich mehr bei als die Industrieunternehmen.

Behauptung 7

Die Industrie braucht billige Energie!

Die Verteuerung der Energie durch die Energiewende wird von Seiten der Wirtschaft besonders heftig kritisiert. Derzeit ist Energie allerdings aufgrund strategischer Entscheidungen einiger Lieferländer besonders kostengünstig. Außerdem wird die energieintensive Industrie in Österreich von Energieabgaben entlastet.

Das Weltwirtschaftsforum Davos untersucht Fragen zur Wettbewerbsfähigkeit. Eine Umfrage unter Unternehmen zeigte, dass nicht die Energiekosten, sondern ganz andere Faktoren für die Industrie, die Standortqualität und Konkurrenzfähigkeit von großer Bedeutung sind, nämlich:

- Steuersystem, Lohnniveau, Förderungen/Subventionen
- Investitionen in Forschung & Entwicklung
- Verlässliche Vorgaben/kalkulierbare Rahmenbedingungen
- Qualifikation und Verfügbarkeit von Arbeitskräften
- Zugang zu Ressourcen
- Absatzmärkte/Nähe zum Kunden
- Transportwege
- Netzwerke in der Wirtschaft, Kooperation

Energiekosten wurden dabei nicht genannt.

Fazit:

Eine ganze Reihe anderer Faktoren sind für die Wirtschaft wichtiger als billige Energie.

Behauptung 8

Die Potenziale der erneuerbaren Energieträger reichen für eine vollständige Versorgung nicht aus.

Tatsächlich liegt aktuell der Anteil der erneuerbaren Energieträger global knapp unter 20 Prozent (vgl. Abbildung 14), in Österreich bei ca. 33%.

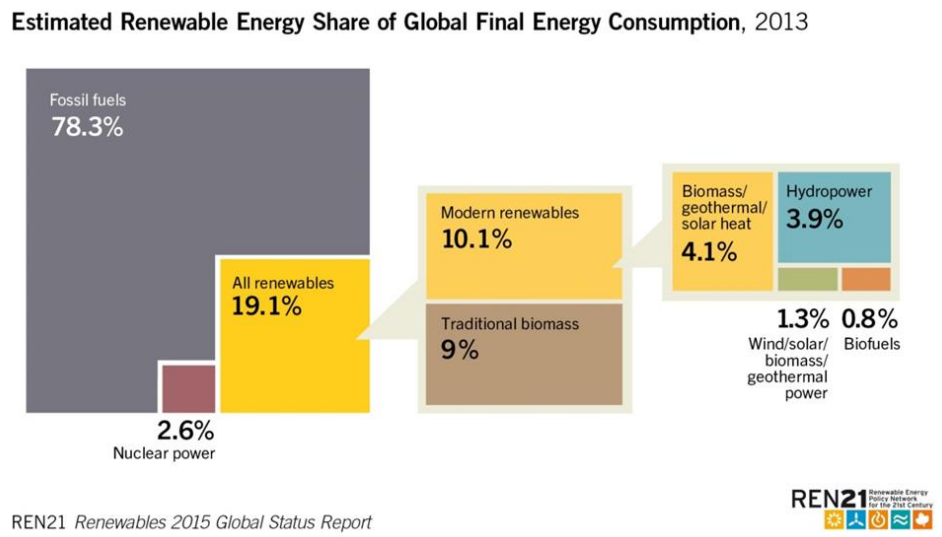

Abbildung 14: Anteil erneuerbarer Energieträger am weltweiten Endenergieverbrauch im Jahr 2013 [I5]

In der Studie „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ)“ von **Umwelt Management Austria** wurden die in Österreich langfristig ökologisch und sozial verträglich erschließbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger untersucht. Das Ergebnis zeigt Tabelle 4.

		2005	2020	2050
Wasserkraft		140,0	144,2	152,3
Biomasse	**Landwirtschaft**	164,0	26,0	61,0
	Forstwirtschaft		9,0	94,5
Windenergie		4,8	80,0	205,0
Photovoltaik			193,5	215,6
Solarthermie		9,8	27,0	90,0
Wärmepumpe			26,5	95,0
Geothermie			4,1	12,0
industrielle Abwärme			0,0	7,4
SUMME		318,6	510,3	932,8

Tabelle 4: Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ) – Potenziale [PJ] erneuerbarer Energieträger [I10]

Einerseits beeinflusst die klimaschützende Wirkung der erneuerbaren Energien die Umwelt und die Natur positiv, da der Klimawandel zum Verlust von Artenvielfalt und Lebensräumen beiträgt. Andererseits kann ein ungesteuerter Ausbau der erneuerbaren Energien selbst zur Belastung von Natur und Landschaft beitragen.

Wasserkraft ist in Österreich bereits sehr weitgehend ausgebaut. Im Weiteren sind jedenfalls die Zielsetzungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Verschlechterungsverbot!) einzuhalten. Daher wurden – auch mit Rücksicht auf den Schutz der Natur und des Landschaftsbildes –

relativ geringe Potenziale angesetzt. Elektrische Energie wird es in Zukunft trotzdem in wesentlich größerem Ausmaß geben, da Windkraft und Photovoltaik derzeit erst in einer sehr frühen Phase ihrer Nutzung stehen. Es gilt, geeignete Standorte für die verschiedenen Anlagen (Windenergie, Wasserkraft, …) zu finden, um potenziell nachteilige Effekte auf Natur und Landschaft zu minimieren.

Ziemlich optimistisch wurden die Potenziale der Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft eingeschätzt. Hier könnte sich zeigen, dass aufgrund der Konkurrenz Lebensmittel – Futtermittel – nachwachsende Rohstoffe – Energieträger in der Landwirtschaft, sowie wegen der Schwierigkeiten bei der Erschließung der Potenziale aus der Forstwirtschaft (das größte Potenzial steht im Kleinwald) ein deutlich geringeres Potenzial erschlossen werden kann.
Oft wird übersehen, dass alte Bäume und Totholz ökologisch wichtige Strukturen bedeuten und die Energiequelle einer artenreichen Lebensgemeinschaft der „Zersetzer“ darstellen. Daher ist das „Ausräumen“ der Wälder unvermeidlich mit Verlusten der Artenvielfalt verbunden.

Bei der Biomasse (Stichwort: Bioökonomie – Ersatz fossiler Rohstoffe in der stofflichen Nutzung (Produktion von Chemikalien, Arzneimitteln, …)) sollte z.B. auf Gentechnik sowie Monokulturen verzichtet werden. Die Konkurrenz Lebensmittel – Futtermittel – nachwachsende Rohstoffe – erneuerbare Energie muss bewältigt werden. Die kaskadische Nutzung von Biomasse (erst stoffliche, dann energetische Nutzung), Nutzung von Reststoffen sowie regionale Kreisläufe sollten vorrangig Berücksichtigung finden. Auch die Nutzung von Biomasse muss unter den Gesichtspunkten der Senkung des Energieverbrauchs, der Steigerung der Energieeffizienz und des nachhaltigen Einsatzes der Energieträger erfolgen.

Stellt man die Potenziale der erneuerbaren Energien den aktuellen Verbrauchen gegenüber, so zeigt sich folgendes Bild:

Der Bruttoinlandsverbrauch Österreichs lag 2011 bei 1.427 PJ, der Endenergieverbrauch bei 1.089 PJ. Vergleicht man dies mit den Angaben in Tabelle 4 und berücksichtigt, dass in der Praxis theoretische Maxima niemals vollständig ausgeschöpft werden, so gelangt man zum Ergebnis:

Der Bruttoinlandsverbrauch muss ca. halbiert werden, um mit erneuerbaren Energien gedeckt werden zu können.

Fazit:
Wenn der Bruttoinlandsverbrauch halbiert wird, dann reichen die Potenziale der erneuerbaren Energieträger aus, Österreich vollständig mit erneuerbarer Energie zu versorgen.

Behauptung 9
Das schwankende Dargebot erneuerbarer Energien verhindert die Versorgungssicherheit.

Photovoltaik-Anlagen und Windenergieanlagen sind fluktuierende Energiequellen, d.h. sie erzeugen nicht zu jedem Zeitpunkt gleich viel Strom.

Das Angebot von Wind- und Solarstrom ist durch verlässliche Wettervoraussagen kurzfristig ziemlich gut vorhersehbar. Zudem ergänzen sich Wind- und Solarstromproduktion relativ gut.

Die Stromerzeugung und der Stromverbrauch müssen zur Aufrechterhaltung von Netzstabilität und -betrieb aber jedenfalls in Gleichklang gebracht werden. Das war in den letzten Jahrzehnten verhältnismäßig einfach, weil die Aufbringungsseite sehr gut gesteuert werden konnte. Beim derzeit noch relativ geringen Anteil fluktuierender Energien (Photovoltaik und Wind: 17 PJ) funktioniert das durch Anreize für die Teilnahme am Regelenergiemarkt, durch Pumpspeicherkraftwerke oder durch Abschaltung von Erzeugungsanlagen aber nach wie vor sehr gut. Mit einem steigenden Anteil fluktuierender Stromquellen steigen natürlich auch die Ansprüche an die Regel-Kapazitäten und es werden neue Kurz- und Langzeitstromspeicher erforderlich. Dazu laufen viele Projekte und Forschungsarbeiten betreffend Batteriespeicher, „Speicherung“ durch Herstellung von Gas („Power to Gas“) und dessen spätere Rückverstromung, …

Ebenso gibt es die Möglichkeit der Verschiebung von Lasten (Anfahren und Abschalten von Verbrauchern in Haushalten, aber auch in der Industrie), Bereitstellung von Systemdienstleistungen (Beitrag zum Halten der Netzfrequenz, gezieltes Anfahren von erneuerbaren Energietechnologien oder Herunterfahren, ...), „virtuelle“ Kraftwerke (Zusammenspiel aller Bereitstellungstechnologien im Bereich der erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung des dezentralen, regionalen Dargebots sowie Speicher). Ein Umbau der Netze hin zu Smart Grids (intelligente Netze) ist dazu erforderlich.

In Österreich werden von der E-Control-Austria [I23] verschiedene systembezogene Kennzahlen der Versorgungszuverlässigkeit veröffentlicht, darunter der System Average Interruption Duration Index (SAIDI). Abbildung 15 zeigt den SAIDI der österreichischen Stromversorgung der letzten zehn Jahre, bereinigt um regional außergewöhnliche Ereignisse. Bei den regional außergewöhnlichen Ereignissen handelt es sich beispielsweise um schwere und orkanartige Stürme, schwere Erdbeben, massive Überschwemmungen und andere Naturkräfte, welche nach menschlicher Erfahrung in der betroffenen Region äußerst ungewöhnlich sind. Auch andere Ursachen, welche nicht im Zuständigkeitsbereich des

Netzbetreibers liegen und ebenfalls nach menschlicher Erfahrung äußerst ungewöhnlich sind und erhebliche Auswirkungen auf den Menschen und seine Lebensweise haben, können als regional außergewöhnliches Ereignis eingestuft werden.

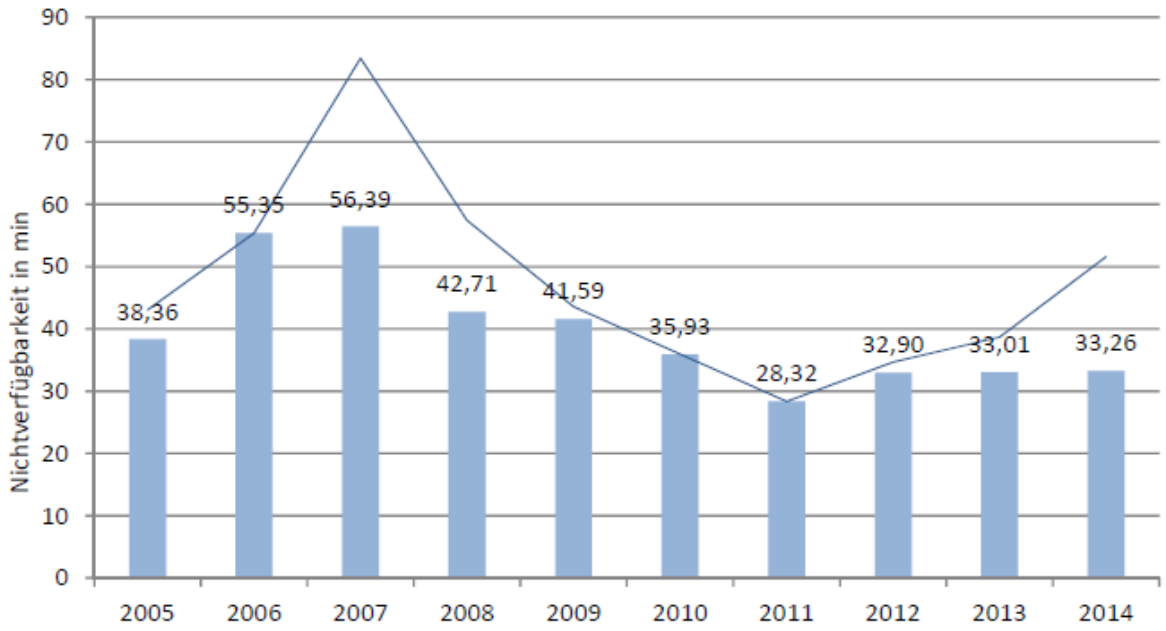

Abbildung 15: SAIDI (ohne regional außergewöhnliche Ereignisse) der Stromversorgung in Österreich [I23]

Die Entwicklung des SAIDI über die letzten zehn Jahre zeigt keineswegs eine Abnahme der Versorgungszuverlässigkeit in Österreich, sondern eher das Gegenteil. Prinzipiell lässt sich sagen, dass sich im langjährigen Durchschnitt sehr gute Werte zeigen. Dass die Versorgungszuverlässigkeit trotzdem noch besser sein könnte, zeigt Deutschland, das 2014 mit 12,47 den niedrigsten SAIDI seit Beginn der Erfassung erreichte – und das obwohl Photovoltaik und Windkraft stark ausgebaut wurden und werden.

Fazit:

Im langjährigen Durchschnitt zeigen sich weiterhin sehr gute Werte für die Versorgungssicherheit in Österreich. Steigt der Anteil der erneuerbaren Energien wesentlich an, so werden neue Kurz- und Langzeitspeicher sowie Smart Grids erforderlich.

Behauptung 10

Erneuerbare Energien leisten keinen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen! Effekte für die Umwelt sind gering!

Kritiker der Energiewende weisen darauf hin, dass z.B. in Deutschland mit steigendem Einsatz erneuerbarer Energien in der Stromproduktion auch die Emissionen von Treibhausgasen und Umweltschadstoffen gestiegen sind. Sie meinen, dass erneuerbare

Energien insbesondere im Stromsektor keinen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen leisten.

Tatsächlich sind in den letzten Jahren in Deutschland die Emissionen im Rahmen der Stromproduktion gestiegen. Man kann jedoch die spezifischen Emissionen pro kWh unterschiedlicher Technologien bzw. Energieträger miteinander vergleichen. So wird für Wind (OnShore) ein Wert von 8 $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh angegeben, für Photovoltaik 55 g $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh, für Wasserkraft 3 $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh, für Erdgas 429 g $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh, für Öl 777 $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh, für Steinkohle 919 g $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh und für Braunkohle 1.070 g $CO_{2\text{-Äquivalente}}$/kWh. Die spezifischen Emissionen der fossilen Energieträger sind also deutlich höher, und die Emissionen sind gestiegen, da aufgrund des niedrigen Weltmarktpreises derzeit Kohle vermehrt eingesetzt und sogar Erdgas vom Markt verdrängt wird.

Die Aussage, dass die fluktuierenden Erneuerbaren nur im Verbund mit Kohle-Kraftwerken zur Stromversorgung beitragen können, ist falsch. Zum Ausgleich der Fluktuationen werden nicht Kohle- sondern schnell regelbare Kraftwerke benötigt, wie Wasser- oder Gas-Kraftwerke.

Die durch erneuerbare Stromerzeugung vermiedenen Netto-Umweltschäden (Netto-Umweltschäden = mögliche Schäden durch fossile Stromerzeugung abzüglich möglicher Schäden durch erneuerbare Stromerzeugung) entsprachen 2012 € 691 Mio. und damit beinahe dem doppelten Unterstützungsvolumen über das Ökostromgesetz (€ 363 Mio.)!

Fazit:
Ersetzt man fossile Energieträger durch erneuerbare, so werden gleichzeitig die CO_2-Emissionen reduziert.

Behauptung 11
Ohne Atomenergie können die Ziele des Klimaschutzes nicht erreicht werden

Atomenergie ist nicht CO_2-frei! Internationale Studien ordnen die Emissionswerte zwar in der Größenordnung der erneuerbaren Energien ein. Dabei ist aber zu beachten, dass die spezifischen Emissionen im Bereich der Atomenergie sehr stark vom Uran-Gehalt der Erze abhängen, die derzeit (noch) im Bereich von 0,05% – 0,15% liegen. Mit sinkendem Uran-Gehalt steigen einerseits die CO_2-Emissionen, andererseits sinkt die Energieausbeute, sodass Atomenergie gleichzeitig klimaschädlicher und ineffizienter wird.

Die Reichweite der nuklearen Brennstoffe wird derzeit mit 40 bis 50 Jahren angegeben. Eine Steigerung des Einsatzes von Atomenergie würde in kurzer Zeit zu Erschöpfung der Ressourcen führen.

Die relativ niedrigen CO_2-Emissionen können die enormen Risiken der Atomenergie, die Kosten durch entsprechende Schutzmaßnahmen und die Kosten der Endlagerung nicht annähernd rechtfertigen.

Fazit:
Atomenergie ist nicht CO_2-frei, nicht umweltfreundlich, nicht sicher, nicht billig, aber ebenso erschöpfbar wie die fossilen Energieträger. Klimaschutz und Energiewende können viel besser ohne Atomenergie erreicht werden.

Behauptung 12
Die Energiewende kann nur weltweit durchgeführt werden! Wir müssen auf den internationalen Gleichklang warten!

Wenn alle warten, bis die anderen handeln, geschieht gar nichts! Die Energiewende in der EU und ihren Mitgliedstaaten hat bereits begonnen und zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen beigetragen. Die von der EU bis zum Jahr 2020 gesetzten Ziele zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen können nach ersten Einschätzungen erreicht werden.

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland soll gegenüber 2008 bis zum Jahr 2050 um 50% reduziert werden, ebenso in Frankreich.

China hatte sich 2009 dazu verpflichtet, bis 2020 seine CO_2-Intensität (CO_2-Emissionen pro Einheit Bruttoinlandsprodukt) um 40 bis 45 Prozent gegenüber 2005 zu verringern. China ist auf einem guten Weg, diese Verpflichtung bis 2020 einzuhalten und möglicherweise zu übertreffen.

Bei der Klimakonferenz in Paris Anfang Dezember 2015 haben sich 195 Nationen (verantwortlich für mehr als 90% der Emissionen an Treibhausgasen!) – darunter alle großen Emittenten von Treibhausgasen – ehrgeizige Ziele gesetzt, nämlich das 2 Grad Ziel deutlich zu unterschreiten. Zugleich wurden Selbstverpflichtungen, also Maßnahmen für Klimaschutz von den einzelnen Staaten eingebracht. Diese Maßnahmen unterscheiden sich je nach der Situation der jeweiligen Region und des Staates. Ein Vergleich der Treibhausgas-Emissionen pro Kopf der Bevölkerung zeigt klar, dass einerseits ein gewisser „Aufholprozess“ von Entwicklungsländern unvermeidlich (und ein Unterlassen unzumutbar) sein wird und anderseits daher die Industriestaaten besondere Verpflichtungen treffen.

Die Selbstverpflichtungen reichen bisher nicht aus, um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen und müssen also noch ergänzt werden.

Fazit:

Wenn alle Staaten warten, wird nichts geschehen. Die Beispiele China, Deutschland, Frankreich, aber auch die USA – und vor allem die Ergebnisse der Klimakonferenz von Paris – zeigen, dass global schon viel in Richtung Energiewende geschieht.

Behauptung 13
Die Energiewende nützt allen.

Die Vorschläge aus der Studie ZEFÖ von **Umwelt Management Austria** wurden einer interdisziplinären Evaluierung durch ein exzellent qualifiziertes Expertenteam unterzogen. Der größte Nutzen wurde von diesem Team dem Szenario „forciert“ zuerkannt. Durchgehend positiv wurden Ökonomie (Volkswirtschaft, Unternehmen, Private), Ökologie, Klimaschutz und Energiewirtschaft beurteilt. Probleme sahen die Expertinnen und Experten aufgrund der stringenten Maßnahmen des Szenarios „forciert“ bei der Akzeptanz, der Bewusstseinsbildung und der notwendigen Verhaltensänderung – und daher bei der Umsetzung insgesamt.

Es ist also auch die wirtschaftliche Perspektive der Energiewende sehr positiv zu sehen, umso mehr, wenn man ihr die Kosten des „Nichtstuns“ gegenüberstellt.

Es liegt aber auf der Hand, dass es innerhalb der einzelnen Bereiche sehr wohl Gewinner und Verlierer geben wird. Wer den Wandel erkennt und handelt, wird zu den Gewinnern gehören. Festhalten an Herkömmlichem kann fatal wirken. Insbesondere die fossile Energiewirtschaft wird sich also auf die Suche nach neuen Geschäftsmodellen machen müssen, wenn sie zu den Gewinnern zählen will. Verbund-Generaldirektor Anzengruber meinte dazu: „Im Rahmen der Energiewende wird kein Stein auf dem anderen bleiben.“

Fazit:
Die Energiewende nützt allen, die den Wandel erkennen.

Zu dieser These gibt es allerdings eine wesentliche Einschränkung:

Der Wandel muss erkannt werden und Konzepte, ihm zu begegnen bzw. ihn zu fördern sind zu entwickeln. Das können nicht alle Mitglieder unserer Gesellschaft. Für jene Bereiche, für die Handlungsmöglichkeiten fehlen oder eingeschränkt sind („Energiearmut“), muss Vorsorge getroffen und sozialer Ausgleich bei der Umstellung auf ein anderes Energiesystem gesichert werden.

Behauptung 14
Die Energiewende steigert Energiearmut!

Von Energiearmut betroffene Haushalte gab es schon lange vor der Energiewende. Die Energiearmut muss jedenfalls bekämpft werden. Zu den Problemen zählen hohe Energiekosten (Wärme & Co.), schlechte thermische Standards von Wohngebäuden, ineffiziente Geräte, veraltete Heizungen usw. Die finanzielle Situation der betroffenen Haushalte erlaubt meist keine Änderung, da speziell thermische Sanierungen sehr teuer sind, aber auch effiziente Geräte mehr kosten können als vergleichbare Geräte mit höherem Energieverbrauch.

Maßnahmen zur Bekämpfung der Energiearmut wie beispielsweise die (teilweise) Befreiung von der Ökostromförderung oder ein Heizkostenzuschuss können die Situation etwas entspannen, tragen jedoch in keiner Weise zu einer Verbesserung bei –die prekären Verhältnisse werden dadurch eher einzementiert.

Sinnvoller – und im Rahmen der Umsetzung der Energiewende zu forcieren – sind Maßnahmen wie Gerätetauschaktionen und vor allem Sanierungsprojekte. So unterstützt die Stadt Wien einkommensschwache Haushalte zwar nach wie vor mit der bedarfsorientierten Mindestsicherung, die auch eine Unterstützung für Heizung (und Strom) inkludiert, aber seit 2013 wird darüber hinaus die Wiener Energieunterstützung angeboten. Neben finanzieller Unterstützung im Fall von Energiekostenrückständen umfasst die Energieunterstützung Energieberatung und Hilfe bei der Umsetzung und Finanzierung der Maßnahmen!

Fazit:
Von Energiearmut betroffene Haushalte gab es schon lange vor der Energiewende. Die Energiearmut muss jedenfalls bekämpft werden. Gezielte Maßnahmen im Rahmen der Energiewende können dazu beitragen Energiearmut zu lindern.

Behauptung 15
Geo-Engineering kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten!

Geo-Engineering umfasst einerseits Maßnahmen zur Speicherung von CO_2 und andererseits Maßnahmen zur Reduktion der Sonneneinstrahlung auf die Erde mit dem Zweck der Reduktion der Temperaturen.

Bei den Maßnahmen zur Speicherung von CO_2 handelt es sich neben dem gezielten Anbau von Biomasse vor allem um technische Verfahren bzw. Prozesse. Zur Reduktion der Sonneneinstrahlung werden Installationen im Weltraum wie spiegelnde Scheiben im erdnahen Bereich, „Zonen aus Staubpartikeln“ in Erdnähe, ultradünne Geflechte aus Aluminiumfäden, ein Riesenspiegel oder ein Schwarm aus reflektierenden Scheiben zwischen Erde und Sonne angedacht. Auch die Ausbringung von Aerosolen in der Stratosphäre fällt in diese Kategorie.

Probleme sind dabei, dass oft die Technik erst in Entwicklung ist, die Auswirkungen daher unklar und jedenfalls nicht vollständig bekannt. So weitreichende Eingriffe des Menschen zur „Verbesserung der Natur“ laufen Gefahr, bei ganzheitlicher Betrachtung aller Auswirkungen tatsächlich eine Verschlechterung zu bewirken.

Fazit:
Mit Maßnahmen des Geo-Engineering sind zahlreiche Ungewissheiten und Risiken verbunden. Die Entwicklung solcher Ideen bis zur praktischen Umsetzbarkeit beansprucht viel Zeit.

Oberste Priorität muss daher die Minderung von Treibhausgas-Emissionen durch den Umbau des Energiesystems haben, womit die Hauptursache für den Klimawandel beseitigt werden kann. Die Bekämpfung der Ursachen des Klimawandels ist dem Versuch, dessen Auswirkungen im Nachhinein zu mildern, deutlich überlegen und daher vorzuziehen.

Energiewende für Österreich!

Umwelt- und Klimawirkungen fossiler und nuklearer Energieträger sowie deren begrenzte Verfügbarkeit zeigen, dass eine Energiewende hin zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern unausweichlich ist. Einwände dagegen haben sich – wie hier gezeigt wurde – als unzutreffend erwiesen. Die Herausforderung ist allerdings groß: Der Bruttoinlandsverbrauch muss halbiert werden.

Die Fragestellung lautet also: Inwieweit kann langfristig die österreichische Energieversorgung durch Erneuerbare gesichert werden?

Angesichts der bisherigen Wachstumsentwicklung, der Verbrauchsprognosen renommierter Institutionen wie der internationalen Energieagentur und in Kenntnis zahlreicher Verbrauchstreiber könnte man diese Aufgabe als unlösbar einschätzen. Auf der Basis herkömmlicher Prognosen, die im Kern ja auf (in einigen Aspekten modifizierten) Trendfortschreibungen beruhen und steigenden Energieverbrauch prophezeien, kann dazu keine Lösung gefunden werden.

Einen neuartigen Ansatz, der geeignet ist, Lösungspfade für dieses Problem aufzuzeigen, stellen Backcasting-Modelle dar. Eine wichtige Grundlage für diesen Ansatz liefert die Tatsache, dass wir Energie nicht als solche konsumieren. Energie dient viel mehr dazu, wünschenswerte Produkte und Dienstleistungen bereit zu stellen – behaglich warme Räume, Beleuchtung, getrocknete Wäsche, verschiedenste Produkte und Dienstleistungen der Wirtschaft, erledigte Transporte von Gütern und Personen für unterschiedlichste Zwecke. Alle diese „Energiedienstleistungen“ können mit ganz unterschiedlichem Energieeinsatz bereitgestellt werden.

Den künftig verfügbaren erneuerbaren Energieträgern werden bei dieser Vorgehensweise die wünschenswerten Energiedienstleistungen bzw. deren Energiebedarf gegenüber gestellt. Rahmenbedingung ist dabei, dass der Komfort gegenüber dem Ist-Stand nicht reduziert werden soll. Eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Sicherung von Wohlstand sind wesentliche Parameter. Dazu kommt die Bedingung, dass der (Jahrzehnte in Anspruch nehmende) Umbau des Energiesystems stetig – und damit möglichst ohne Probleme für Unternehmen und Private – vor sich gehen soll.

Zahlreiche Beispiele aus der Praxis bestätigen diese Vorgangsweise: Der Heizwärmebedarf von Wohngebäuden im Bestand kann je nach Alter und Verbrauch der Immobilien um einen Faktor von bis zu 10 reduziert werden. Im Bereich der Elektro-Pkw zeigt Abbildung 6, dass der Verbrauch im Vergleich zum Fahrzeug mit konventionellem Antrieb in etwa um den Faktor 3 geringer ist. LED-Beleuchtungsmittel erreichen gegenüber herkömmlichen Glühlampen eine Einsparung von einem Faktor 8 und mehr (vgl. Abbildung 7). Derzeit am

Markt verfügbare Heizungspumpen weisen bei gleicher Leistung Verbrauchsunterschiede von 15% und mehr auf.

Die Endenergie, die für die Energiedienstleistungen der Zukunft erforderlich ist, kann aufgrund der technischen Gegebenheiten daher jedenfalls mit erneuerbaren Energien abgedeckt werden (vgl. Abbildung 16 und Tabelle 5). Ein besseres Leben mit weniger Energie und 100% erneuerbaren Energien ist technisch möglich, wie mit der Studie „ZEFÖ“ von **Umwelt Management Austria** bewiesen werden konnte.

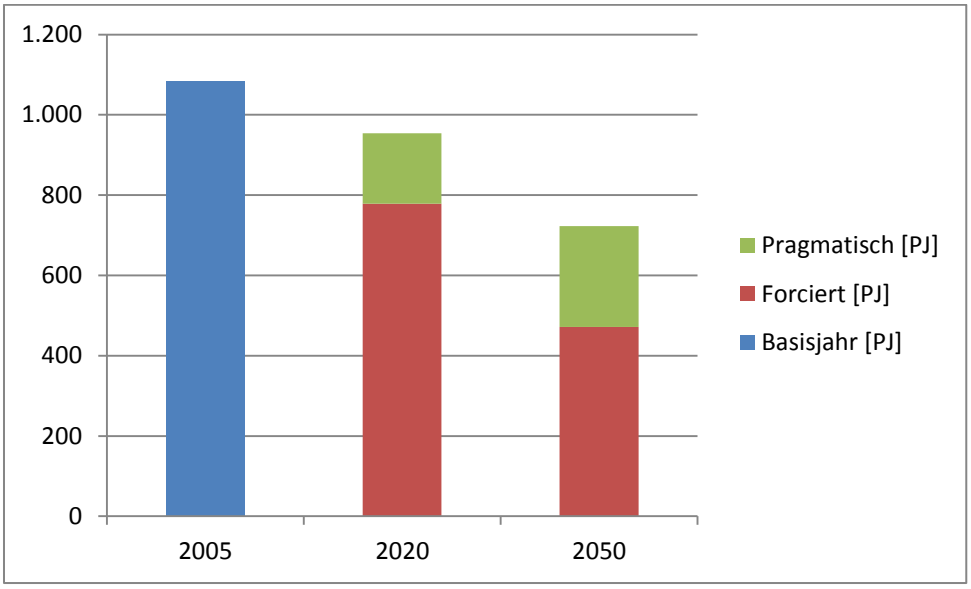

Abbildung 16: Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ) - energetischer Endverbrauch [PJ] [I10]

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	**2020**	**2050**	**2020**	**2050**
BIV [PJ]	1.434	1.292	961- 966	1.108	700
davon erneuerbar [%]	22	41	79 - 99	45	100
EE [PJ]	1.079	962	723	786	472
davon erneuerbar [%]	25	47	91 - 99	52	100
Eel [PJ]	203	244	251	235	225
davon erneuerbar [%]	65	73	96 - 97	75	99
Importtangente [PJ]	1.034	774	159 - 164	597	-79

Tabelle 5: Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ), Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2050 [I10]

Es gibt allerdings eine breite Palette von Hemmnissen, die der Energiewende entgegenstehen. Um das Fernziel der Vollversorgung mit Erneuerbaren erreichen zu können, müssen die Maßnahmen in allen Bereichen schrittweise, aber letztlich vollständig umgesetzt werden – Flächendeckung, Konsequenz und Kontinuität sind gefordert. Rebound-Effekte, Ausführungsmängel und diverse Verbrauchstreiber stehen der vollständigen

Nutzung technischer Effizienzpotenziale ebenso entgegen wie langjährig geübte Gewohnheiten, Trägheit und geringe Bereitschaft zur Verhaltensänderung. Es muss also auch Anreize für jeden Einzelnen, für Unternehmen, Kommunen und sonstige Organisationen geben, die Effizienzpotenziale zu nutzen und Rebound-Effekte sowie Ausführungsmängel zu vermeiden.

Die Energiewende ist auch eine große Herausforderung für die Bildung. Ohne entsprechende Motivation, Entwicklung von Bewusstsein und Verhaltensweisen sowie Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten zur Umsetzung der Energiewende wird das Werk nicht gelingen können.

Finanzielle Instrumente können die Optionen zur Reduktion des Energiebedarfs attraktiv gestalten und sind daher ebenfalls Kernelement des Instrumentariums zur Realisierung der Energiewende.

Um finanzielle Anreize für Energieeffizienz zu schaffen, ist daher eine Abgabe auf Energie und CO_2 zweckmäßig. Nach dem Vorschlag des Forum Wissenschaft & Umwelt muss eine solche Abgabe relativ hoch bemessen sein, um eine Lenkungswirkung zu erzielen. Sie muss allerdings auch aufkommensneutral sein. Die höheren Energiekosten sollen durch eine Entlastung der Arbeitskosten (Lohn- und Einkommensteuer; Lohnnebenkosten) ausgeglichen werden. Tabelle 6 (auf Basis der Leistungsbilanz der Statistik Austria) zeigt Beispiele für Anteile von Energie- und Lohnkosten an Umsätzen. Es wird genauer zu untersuchen sein, inwieweit auch bei der energieintensiven Industrie eine Kompensation einer Energie- und CO_2-Abgabe über eine Senkung der Arbeitskosten möglich ist. In allen anderen Bereichen kann es darüber gar keine ernsthafte Diskussion geben.

	Energie [%]	**Löhne [%]**
Verarbeitendes Gewerbe	2,7	13,9
Herstellung von Papier und Pappe	7,1	12,9
Metallerzeugung und –bearbeitung	8,8	10,0

Tabelle 6: Anteile der Energiekosten und Löhne an den Umsätzen verschiedener Branchen

Dagegen liegt auf der Hand, dass bei „weiter wie bisher“, in absehbarer Zeit gravierende wirtschaftliche Probleme zu erwarten sind.

Neben Information und Bildung sowie finanziellen Anreizen wird rasch klar, dass eine Fülle an rechtlichen Hemmnissen derzeit den Weg zu einer Energiewende verhindert oder zumindest erschwert. In zahlreichen Rechtsmaterien sind Änderungen notwendig.

Die Optionen in diesem Bereich sind zahlreich, einige Beispiele sind:

- Verankerung der Energiewende in der Verfassung
- Ergänzung des Energieeffizienzgesetzes um Ziele bis 2050

- Schaffung von Branchenverordnungen mit Vorgaben für die Energieeffizienz über das Gewerberecht
- Nähe zum ÖPNV als wichtiges Kriterium in der Raumplanung
- Vorgaben zu besonders guten Heizwärmebedarfen von Gebäuden über die Bauordnungen
- Erleichterungen der Sanierung über die Wohnrechtsgesetzgebung
- Entfall der Stellplatz-VO
- Förderungen zu Unterstützung der Hebung von Effizienzpotenzialen und der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien
- Einführung der Ökosteuer
- ...

Umwelt Management Austria ist gemeinsam mit der Johannes Kepler Universität Linz (Institut für Umweltrecht) diesen zahlreichen Fragen und Problemen nachgegangen. In der Studie „Rechtsrahmen für eine Energiewende Österreichs“ (REWÖ) wurden detaillierte Vorschläge zu zahlreichen Rechtsmaterien ausgearbeitet. Klimaschutz und Energiewende umfassen alle Lebensbereiche. Es genügt daher nicht ein „Klimaschutz- und Energiegesetz“. Vielmehr müssen alle relevanten Regelungen den Zielen der Energiewende angepasst werden.

Bei der Umsetzung der Energiewende sind auch Zielsetzungen der europäischen Union zu berücksichtigen, wobei diese bzw. deren Umsetzung kritisch zu hinterfragen sind.

Ziele der Energieunion sind

- die Sicherheit der Energieversorgung, Solidarität und Vertrauen,
- ein vollständig integrierter europäischer Energiemarkt,
- die Energieeffizienz als Beitrag zur Senkung der Nachfrage,
- die Verringerung der CO_2-Emissionen und
- die Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.

Am 18.11.2015 hat die Europäische Kommission einen Bericht zur Lage der Energieunion veröffentlicht, der Fortschritte der letzten Monate darstellt und wichtige Themenschwerpunkte für die Politik im Jahr 2016 nennt. Positive Inhalte wie die Aufforderung der Bürger sich stärker an der Energiewende zu beteiligen, beim Ausbau von Energieinfrastrukturen auf den erforderlichen Umbau des Energiesystems zu achten (Energieeffizienz und erneuerbare Energien), Festlegung von rechtlichen Rahmenbedingungen für die Erreichung von Energieeffizienzzielen nach 2020, … stehen zahlreiche kontraproduktive Vorschläge wie die Berücksichtigung von Abtrennung und Speicherung von CO_2, ein Fokus auf Kernenergie, ... gegenüber.

Zusammenfassung:

Die Energiewende ist unvermeidlich – und sie bringt Vorteile für Klima, Umwelt, Unternehmen und Private!

Tiefgreifende Änderungen unseres Energiesystems sind unabdingbar notwendig: Die erschöpfbaren Energieträger gehen zur Neige, auch die erneuerbaren Ressourcen sind begrenzt. Das Ziel muss daher heißen: „Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern". Mehrere Studien – beginnend mit „Energie 2030 – der sanfte Weg" der österreichischen Gesellschaft für Ökologie 1984 bis „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ)" von **Umwelt Management Austria** 2010 – zeigen für Österreich, dass große Potentiale erneuerbarer Energie erschlossen werden können. Auch diese Potentiale reichen aber bei weitem nicht aus, um den aktuellen Energieverbrauch zu decken. Ein Zuwachs des Energieverbrauchs, wie er in den letzten Jahrzehnten selbstverständlich war, ist langfristig absolut nicht möglich. Stattdessen ist eine Reduktion gefordert. Die gewünschten Energiedienstleistungen können auch mit wesentlich weniger Energieeinsatz als heute gesichert werden. Die Energiewende fordert daher für unseren Lebensstil keine gravierenden Änderungen oder Einschnitte.

Sie ist allerdings eine große Herausforderung, da sie Umstellungen in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen notwendig macht. Das Ziel lohnt allerdings die Anstrengung: Von Umweltqualität und Klimaschutz bis zu volkswirtschaftlichen und individuellen positiven sozialen Auswirkungen, zu Unabhängigkeit von Energieimporten und Einkommen und Arbeit im Inland reicht die Palette der positiven Aspekte.

Die Energiewende kommt also jedenfalls. Die Reichweite der fossilen Energieträger räumt dafür eine Phase von mehreren Jahrzehnten ein. Dabei gilt allerdings: Je später die Maßnahmen umgesetzt werden, desto größer sind die bis dahin erfolgten Schäden und desto schwieriger wird die Umstellung in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht.

Der Klimawandel macht zusätzlichen Zeitdruck: Soll das Ziel der Begrenzung der Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur auf +2°C erreicht werden, so müssen wir rascher aus dem fossilen System aussteigen, als dies aufgrund der Reserven erforderlich wäre.

Die aktuelle Frage ist also nicht, ob die Energiewende kommt oder nicht. Die Frage ist vielmehr: wollen wir die Energiewende aktiv zu unserem Nutzen gestalten oder wollen wir weiter (nichts) tun wie bisher. Wir haben die Wahl.

Gestalten wir die Energiewende gemeinsam!

Literaturverzeichnis

[L1] IEA (2014): World Energy Outlook 2014, Paris
[L2] E-Control-Austria: Ökostrombericht 2015, Wien

Quellen aus dem Internet

[I1] http://www.biomasseverband.at/presse/presseaussendungen/pressematerialien-2013/fossile-foerderungen-bremsen-erneuerbare/ 14.03.2014
[I2] http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/Energy-Revolution-2015/ 23.09.2015
[I3] https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/Studie_Energiewende_Fraunhofer-IWES_20140-01-21.pdf 15.10.2015
[I4] http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/Energiestatus%20%C3%96sterreich%202015.pdf 25.05.2015
[I5] http://www.ren21.net/GSR2015-Launch-Presentation-EN 13.10.2015
[I6] http://www.eurosolar.at/Drucksorten/Solarpreis2015/WEBAG_ELLA.pdf 13.10.2015
[I7] www.umweltbundesamt.de/themen/auch-die-stromerzeugung-muss-klimaschutz-beitragen sowie www.enercon.de/de/aktuelles/enercon-fuehrt-neues-wartungskonzept-ein/ 13.10.2015
[I8] http://www.topprodukte.at/de/Product-Details/fromtt/true/diesekategorie/373/dieseid/11.html sowie http://www.topprodukte.at/de/Product-Details/fromtt/true/diesekategorie/467/dieseid/11.html 23.10.2015
[I9] http://ecx.images-amazon.com/images/I/31bSVjFeNNL.jpg sowie http://www.topprodukte.at/cxdata/media/products/LedLampen_062015/SoftLED_69100.jpg 27.10.2015
[I10] http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id5379 27.10.2015
[I11] http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/shale_in_the_united_states.cfm 07.12.2015
[I12] http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/umwelt/energiewende/erneuerbare_energie/zahlen/Erneuerbare-Energie-in-Zahlen-2013_web--1-/Erneuerbare%20Energie%20in%20Zahlen%202013_web%20%281%29.pdf 02.09.2015
[I13] http://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:6c71b920-0fa1-4c6a-a138-27f24076f74d/Endbericht_Eval%20UFG%202011-2013_ohne_Sign..pdf 02.12.2015
[I14] http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/Wohnbau/Art-15a_Zusammenfassender-Bericht_2013/Art%2015a_Zusammenfassender%20Bericht_2013.pdf 25.09.2015
[I15] http://www.uma.or.at/assets/userFiles/downloads/Projekte/Endbericht2.Saule-Klimaschutz.pdf 04.11.2015

[I16] http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?pub_id=2100 27.08.2015

[I17] http://www.iea.org/newsroomandevents/news/2015/august/joint-iea-nea-report-details-plunge-in-costs-of-producing-electricity-from-renew.html 04.09.2015

[I18] http://www.statistik.at/OnlineAtlasWeb/start?action=startTableData 07.12.2015

[I19] http://www.statistik.gv.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html, http://www.statistik.gv.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html sowie http://www.statistik.at/OnlineAtlasWeb/start?action=startTableData 30.11.2015

[I20] https://www.energiebewegung.at/ 30.11.2015

[I21] EU-SILC 2014; http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&dDocName=102892 13.10.2015

[I22] http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0524.pdf 14.01.2016

[I23] http://www.e-control.at/documents/20903/388512/2015_08_25_AuSD_Ver%C3%B6ffentlichung2015_v1.0.pdf/2f65dc6e-d1e0-446a-9607-d6472dd12650 14.01.2016