© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Energieautarkie für Österreich – Unfug oder Zukunftschance?

Reinhold Christian

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich freue mich, über ein spannendes und sehr aktuelles Thema berichten zu können. Gerne werde ich Antworten zur etwas provokant gestellten Titelfrage anbieten. Ich möchte zugleich zu Nachdenken und Diskussion anregen. Umso mehr möchte ich der Frage nicht auf der emotionalen Ebene, sondern sachlich fundiert nachgehen.

Zunächst sind daher die technischen Möglichkeiten anzuführen, ist zu prüfen, ob ein Übergang zu einem autarken Energiesystem ökologisch verträglich möglich ist und schließlich soll die Frage nach Unfug oder Chance auch unter ökonomischen und sozialen Aspekten beleuchtet werden. Inwieweit ein solches Energiesystem Akzeptanz findet und was es für unseren Lebensstil, Wohlstand und Wohlfahrt bedeutet, hat jedenfalls auch Gegenstand unserer Überlegungen zu sein.

Technische Möglichkeiten

Meinen Ausführungen lege ich die aktuelle Studie **„Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ)"** zugrunde. Die Arbeit wurde während der letzten drei Jahre in einer Kooperation von **Umwelt Management Austria**, Forum Wissenschaft & Umwelt und Institut für Industrielle Ökologie erstellt.

Motivation

EU, Österreich und zahlreiche Institutionen und Persönlichkeiten bekennen sich einhellig zu einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Entwicklung. Die große Bedeutung des Energiesystems in diesem Zusammenhang ist unbestritten. EU und Österreich haben sich ehrgeizige Ziele gesetzt, die bis zum Jahr 2020 erreicht werden sollen.

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Rahmenbedingungen

Eine sehr große Herausforderung unserer Zeit und insbesondere des Strebens nach Autarkie – das zu Beginn unserer Arbeit noch nicht Politik-offiziell verkündet wurde – liegt in der Endlichkeit erschöpfbarer Energieträger (fossile, Atom) einerseits, aber auch in der Begrenztheit (ökologisch verträglich erschließbarer) erneuerbarer Energieträger.

Als zusätzliche wichtige Rahmenbedingungen, die die Arbeit allerdings weiter erschweren, hat sich das Wissenschafter-Team die Aufgabe gestellt, den Übergang zur Vollversorgung durch erneuerbare Energieträger in einer stetigen, angepassten Entwicklung (ohne größere Wirtschaftskrisen und sonstige Katastrophen) und bei zumindest gleichbleibendem Wohlergehen und Komfort zu suchen.

Methode

Während herkömmliche Energieprognosen mit gewissen Variationen den Trend der bisherigen Verbrauchsentwicklung – nämlich kontinuierliche und zum Teil rapide Steigerungen – reproduzieren und damit für die Zukunft exorbitant hohe Verbräuche prognostizieren, wurde in dieser Arbeit angesichts der Begrenztheit auch der erneuerbaren Energieträger ein anderer methodischer Weg gewählt, nämlich ein spezifischer Backcasting-Ansatz.

Zunächst wurden die ökologisch verträglich erschließbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger abgeschätzt. Die Energiedienstleistungen der Zukunft wurden unter der Prämisse der Erhaltung des Komforts entwickelt, der damit verbundene Energieeinsatz im Rahmen von mehreren Szenarien und Varianten berechnet und den erneuerbaren Potenzialen gegenübergestellt.

Aufkommen an erneuerbarer Energie und Energieverbrauch wurden im Sinne von Energieflussbildern verknüpft und schließlich die Varianten von einem interdisziplinären Wissenschafter-Team nach ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien evaluiert.

Energiedienstleistungen

Aktuelle technische Optionen ermöglichen es, die gewünschten Energiedienste (niemand konsumiert ja Energie direkt, sondern jeweils Dienstleistungen, die mit mehr

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

oder weniger Energie bereitgestellt werden können) wesentlich effizienter bereitzustellen als dies heute im Durchschnitt der Fall ist.

Die Schwierigkeit lag darin, Energiedienstleistungen in Zahlen zu fassen: Behagliche Wohnsituation, erreichter Arbeitsplatz oder getrocknete Wäsche lassen unmittelbar keine Szenarienentwicklung zu. Die Annäherung wurde durch Kennzahlen versucht wie z. B. Heizwärmebedarfe von Gebäuden oder Stromverbrauch von Elektrogeräten. Schon bei der Verkehrsleistung ist Vorsicht bei der Interpretation geboten: Ist dies wirklich eine wünschenswerte Energiedienstleistung, wenn mehr Kilometer zurückgelegt werden?

Potenziale erneuerbarer Energie

Die Autoren – alle samt dem Schutz von Natur und Umwelt und der zukunftsfähigen Entwicklung verpflichtet – waren hier mit dem Spannungsfeld zwischen notwendigem Ausbau erneuerbarer Energie und Naturschutz konfrontiert. Es wurde deshalb z. B. eine kaskadische bzw. eine kombinierte Nutzung von Biomasse etwa durch Bioraffinerie – Konzepte zugrunde gelegt. Damit wird es auch möglich, die Flächenkonkurrenz Lebensmittelproduktion – nachwachsende Rohstoffe – erneuerbare Energie verträglich zu behandeln. Die Nutzung der Windkraft sollte sich auf wirklich ergiebige Gebiete beschränken und große Belastungen, wie sie z. B. schon durch die Erschließung hochalpiner Gebiete gegeben sind, vermeiden. Zur Wasserkraft wird festgehalten, dass der Slogan „Klimaschutz durch Wasserkraft" unter den derzeitigen Bedingungen einer Irreführung gleichkommt (siehe Abbildung 1).

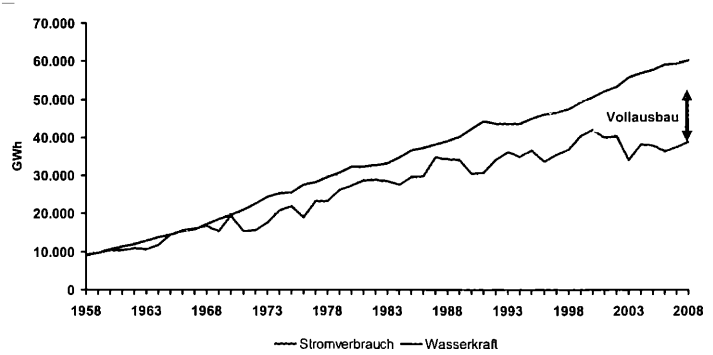


Abb. 1: Entwicklung des Stromverbrauchs in Österreich (1 GWh = 1 Mio kWh)

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Abbildung 1 zeigt deutlich, dass auch der Vollausbau der Wasserkraft (ohne Rücksichtnahme auf Naturschutz und andere gesellschaftlich wichtige Aspekte) den Strombedarf insgesamt nicht decken kann, sondern nur den Verbrauchszuwachs für etwa 6 bis 8 Jahre.

Steigt der Stromverbrauch weiter wie zuletzt, so sinkt der Anteil der Wasserkraft trotz ihres Ausbaus. Auch der „Vollausbau" ohne Rücksicht auf ökologische Vorbehalte würde das Problem nur für wenige Jahre verschieben, aber keinesfalls lösen. Der Verbrauchszuwachs einerseits, die saisonalen Schwankungen andererseits würden überdies zusätzliche kalorische Stromproduktion unabdingbar notwendig machen (http://www.fwu.at/mediashare/xv/8thzmerfvpplgpnykwkqqf0fm9eboq-org.pdf).

Trotz der Beachtung solcher Grenzen ergeben sich erneuerbare Potenziale von mehr als 500 PJ für 2020 und rund 930 PJ für 2050 – bezogen auf den Wert von 318 PJ für das Ausgangsjahr also beinahe das Dreifache (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Potenziale [PJ] erneuerbarer Energieträger in Österreich

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

Energiewende unabdingbar notwendig

Der aktuelle Bruttoinlandsverbrauch (BIV) Österreichs beläuft sich allerdings auf 1.400 bis 1.500 PJ. Im Gegensatz zur bisherigen Entwicklung kontinuierlich steigender Energieverbräuche und entgegen herkömmlichen Prognosen und Szenarien muss der Energieverbrauch also deutlich sinken, um erneuerbar gedeckt werden zu können. Die Dramatik dieser Herausforderung wird klar, wenn man sich die Kontinuität des Verbrauchszuwachses eingehend vergegenwärtigt (siehe Abbildung 2).

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

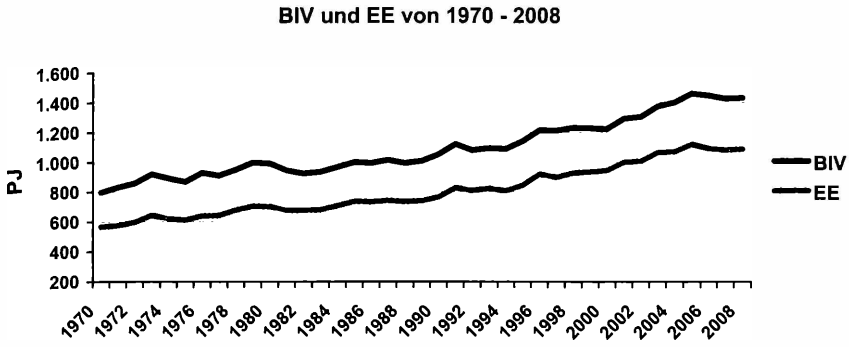


Abb. 2: Entwicklung von BIV und Endenergie (EE) von 1970 bis 2008

Dennoch zeigt die Arbeit: Bereits heute verfügbare technische Potenziale können – wenn sie ausgeschöpft werden – sicherstellen, dass diese Energiewende ohne wesentliche Einschränkungen und zum Teil mit zunehmenden Energiedienstleistungen möglich ist.

Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Annahmen werden in Tabelle 2 und 3 einige Parameter gegenübergestellt. Aufgrund der Datenlage konnte der Bereich „private Haushalte" recht detailliert bearbeitet werden. Im Dienstleistungsbereich waren dagegen generelle Vorgangsweisen und Annahmen erforderlich.

Tab. 2: Die wichtigsten Parameter im Sektor private Haushalte

		2005	Prag.	Forc.
HWB Sanierung [kWh/m²a] (ab 2021)		148	40	15
Sanierungsrate [%/a] (ab 2021)		1,0	1,5	3,0
WNF pro Kopf [m²]		41	45	39
Verbrauch [kWh/a]	PC	179	160	50
	Kühlgeräte	358	134	70
Ausstattungsgrad [%]	Gefriergerät	78	50	30
	Trockner	34	50	0

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Tab. 3: Die wichtigsten Parameter im Sektor Dienstleistungsbereich

		Pragmatisch	Forciert
HWB Sanierung [kWh/m²a]		40	15
Sanierungsrate [%/a]		1,5	2,0
Abrissrate [%/a]		0,33	0,33
Neubaurate [%/a]		0,67	0,33
Ausstattung	elektr. Klein-Geräte	1,20	1,00
Effizienzfaktoren	Standmotoren	0,45	0,41
	elektr. Klein-Geräte	0,8	0,7

Die technischen Möglichkeiten wurden dabei in unterschiedlichem Maße ausgeschöpft. Allerdings erfordert auch das Szenario „Pragmatisch" durchaus weitreichenden Wandel.

Abbildung 3 signalisiert Effizienzpotenziale und Optionen zum weitgehenden Verzicht auf hochwertige elektrische Energie bei der Herstellung von Niedertemperaturwärme.

Obwohl die Wahl der entscheidenden Parameter zurückhaltender angesetzt wurde als in so manchen Regierungsprogrammen, wo sich z. B. Sanierungsraten für Altbauten von bis zu 5 % pro Jahr finden (!), zeigt sich, dass durch konsequente Umsetzung bis zum Jahr 2050 sehr beträchtliche Einsparpotenziale realisiert werden können (siehe Tabelle 4).

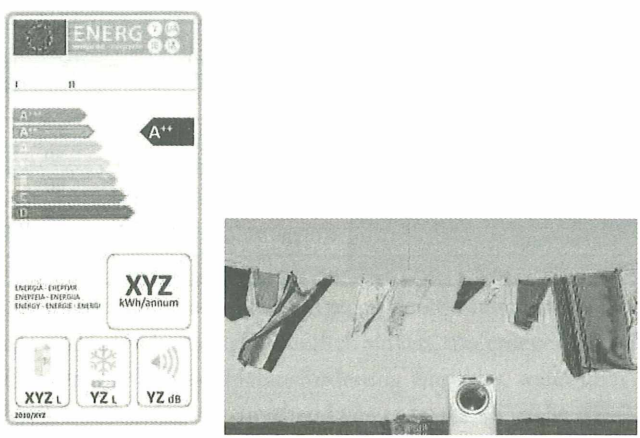


Abb. 3: Effiziente Geräte oder gar keine?

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Tab. 4: Energetischer Endverbrauch [PJ] im Sektor private Haushalte

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
Raumheizung [PJ]	198	154	86	126	24
Klimatisierung [PJ]	1	2	2	1	3
Warmwasser [PJ]	33	34	31	28	22
Haushaltsgeräte [PJ]	37	29	26	19	12
Beleuchtung [PJ]	5	3	2	2	2
energetischer Endverbrauch [PJ]	273	222	147	177	62

Besonders vorsichtig wurde der Bereich der Sachgüterproduktion abgeschätzt. Die wichtigsten Parameter sind hier die Entwicklung der Produktion der Branchen und des produktionsbedingten Energieeinsatzes. Wesentliche Verbrauchssenkungen werden durch die weitere Verbesserung von Wirkungs- und Nutzungsgraden und insbesondere durch den Umstieg von Verbrennungs- auf Elektromotoren bewirkt.

Wie vorsichtig dieser Sektor behandelt wurde, zeigt die folgende Betrachtung. In der ersten Energieeffizienzstudie für Österreich „Energie 2030 – der sanfte Weg" (R. Christian et al., Wien 1984), wurden wesentlich weitergehende Annahmen z. B. im Zusammenhang mit der stark exportorientierten Grundstoffproduktion getroffen. Aus diesem Grund, aber auch weil „Energieeffizienz" damals ein Fremdwort war, kam es zu heftiger Kritik von allen Seiten und insbesondere zum Vorwurf der Vernichtung von Arbeitsplätzen. Die weitere Entwicklung seither hat gezeigt, dass die Autoren auf dem richtigen Weg waren – aber offenbar den Konsensmöglichkeiten ihrer Zeit weit voraus.

Die besondere Zurückhaltung im Rahmen von „ZEFÖ" (siehe Abb. 4) rechtfertigt dagegen die Annahme, dass die Verbrauchssenkungen bei zum Teil beträchtlich steigender Produktion durchaus auch größer ausfallen könnten als in der Studie errechnet wurde.

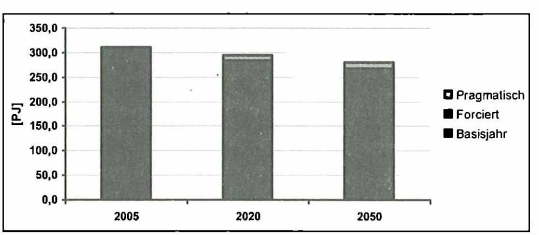


Abb. 4: Sachgüterproduktion – Endenergie

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Bei der Mobilität – die wichtigsten Parameter zeigt Tabelle 5 – war natürlich einerseits die Änderung des Modal Split wesentliche Grundlage, andererseits auch die Interpretation der Dienstleistung „Weglänge" – bei den meisten erwünschten Mobilitätsdienstleistungen geht es ja nicht um eine größere Weglänge, sondern im Gegenteil darum, die erwünschten Dienste auf möglichst kurzem Weg zu erreichen.

Tab. 5: Die wichtigsten Parameter im Sektor Mobilität

Gemeinden > 100.000 Einwohner, 15–60 Jahre		2005	Prag.	Forc.
durchschnittliche Wegzahl		3,10	3,12	2,80
durchschnittliche Weglänge [km]	MIV	10,0	10,5	8,0
	ÖV	7,5	7,7	6,0
Modal Split – Berufsverkehr	Fuß	16	17	20
	Rad	3	7	15
	MIV	32	22	3
	ÖV	49	54	62

Abb. 5: VW „Käfer" Baujahr 1955 mit dem Beetle Baujahr 2005

Hier sei allerdings auch auf grundlegende Schwierigkeiten für die Realisierung einer solchen Energiewende hingewiesen: Der Vergleich des VW „Käfer" Baujahr 1955 mit dem Beetle Baujahr 2005 (Abbildung 5) zeigt eindrucksvoll, dass der technische Fortschritt ja nicht automatisch, ja nicht einmal vorzugsweise in Energieeffizienz investiert wird. In diesem Fall dient er in erster Linie einer Steigerung von „Komfort" (höheres Gewicht, größere Beschleunigung, größere Höchstgeschwindigkeit ...) – der freilich aus dem Blickwinkel eines zukunftsfähigen Lebensstils hinterfragt werden darf.

Insgesamt ergibt sich für den energetischen Endverbrauch nach Nutzenergiekategorien Tabelle 6 bzw. Abbildung 6.

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Tab. 6: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Nutzenergiekategorien

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
Traktion [PJ]	349	297	180	200	79
Raumwärme [PJ]	317	268	170	227	77
Beleuchtung & EDV [PJ]	33	18	15	13	9
elektrochemische Zwecke [PJ]	2	2	1	2	1
Dampferzeugung [PJ]	79	76	76	74	72
Industrieöfen [PJ]	148	147	137	132	115
Standmotoren [PJ]	155	147	144	131	118
energetischer Endverbrauch [PJ]	1.083	954	723	779	472

Die Diagramme der Abbildung 6 signalisieren durch die Größe der Kreisflächen den abnehmenden Endenergieverbrauch, während die Verschiebung der Sektoren die unterschiedliche Entwicklung der Anteile einzelner Verwendungszwecke wiedergibt.

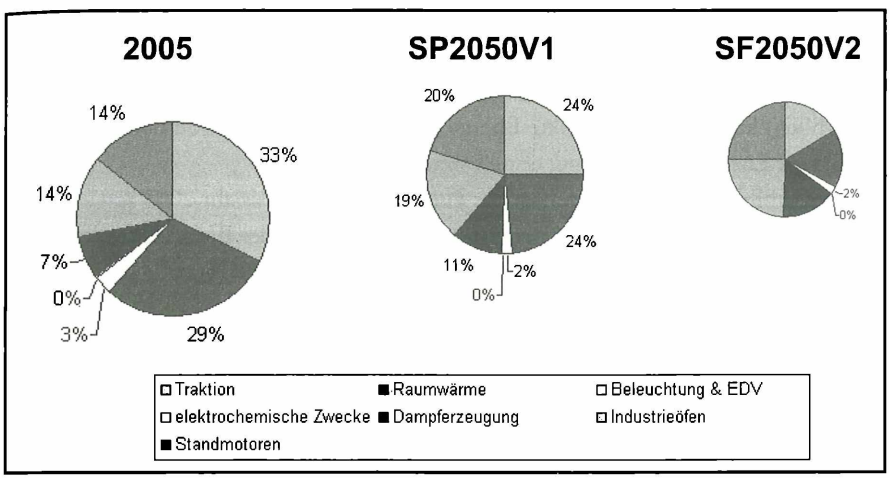


Abb. 6: Entwicklung des energetischen Endverbrauchs und der Nutzenergiekategorien

Die nächste Abbildung zeigt eine für die meisten von Ihnen vermutlich erfreuliche Überraschung: Der Stromverbrauch steigt in allen unseren Szenarien an, im Maximalfall sogar um ca. 25 %! Dies rührt daher, dass das Autorenteam die Hochwertigkeit elektrischer Energie und ihre effizienten Einsatzmöglichkeiten gebührend berücksichtigt hat. Insbesondere der Übergang zu elektrischen (mobilen und Stand-)Motoren schlägt sich hier zu Buche. Keineswegs bedeutet diese Steigerung aber, dass elektrische Energie etwa für „minderwertige" Verwendungszwecke wie Bereitstellung von Niedrigtemperatur eingesetzt werden soll.

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

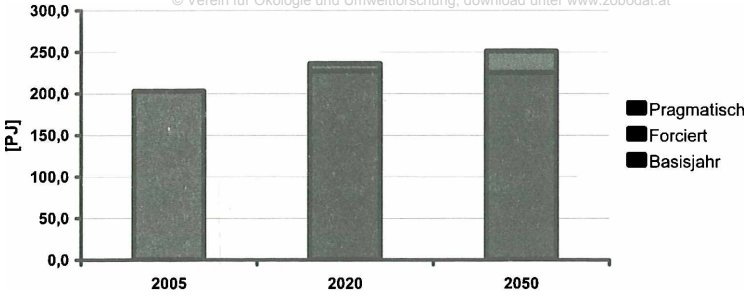


Abb. 7: Stromverbrauch 2005 und Bandbreiten in den Jahren 2020 und 2050

Im Detail betrachtet wurden in der Studie ZEFÖ auch alle weiteren Aggregate der Gesamtenergiebilanz wie der nichtenergetische Verbrauch, der Verbrauch des Sektors Energie, die Transportverluste, natürlich die Import- und Exportsituation etc.

Nur durch diese vollständige Betrachtung (die in anderen Autarkie-Studien leider unterblieb) können auch korrekte Energieflussdiagramme quasi von der Primärenergie bis zur Energiedienstleistung erstellt werden.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen das Flussbild für das Basisjahr 2005 sowie für das pragmatische Szenario 2050 in der Variante mit zunehmender Bevölkerungszahl, Abbildung 10 jenes für Szenario Forciert mit abnehmender Bevölkerung.

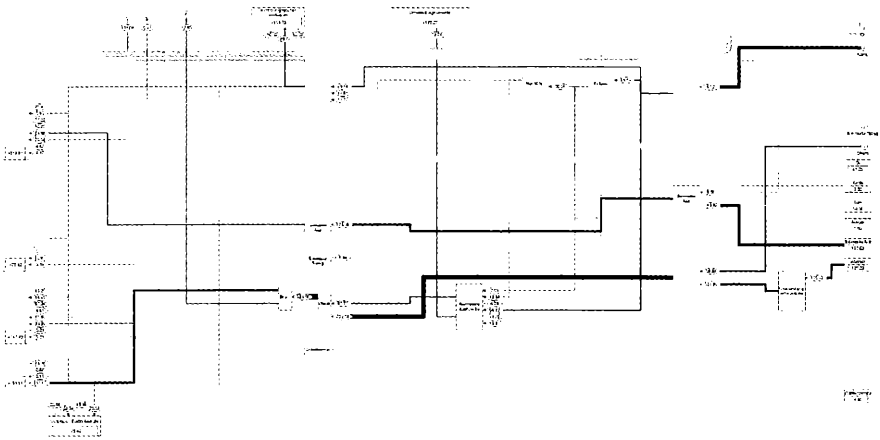


Abb. 8: Energieflussbild des Basisjahres

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

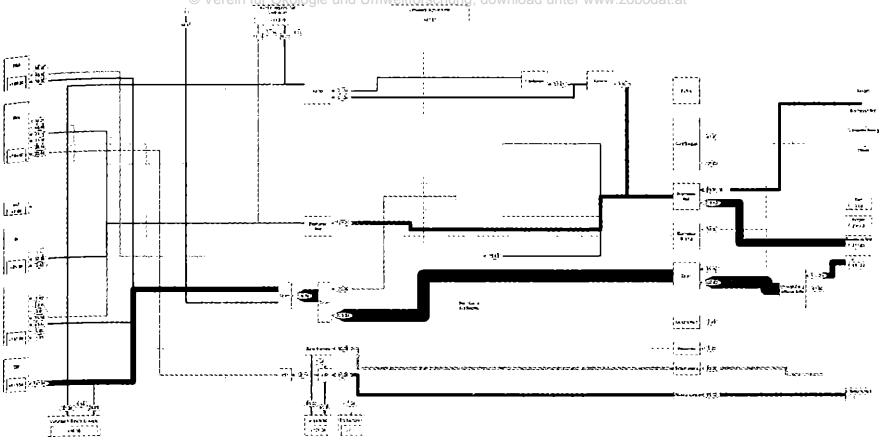


Abb. 9: Energieflussbild des Jahres 2050 im Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1, Import erneuerbar

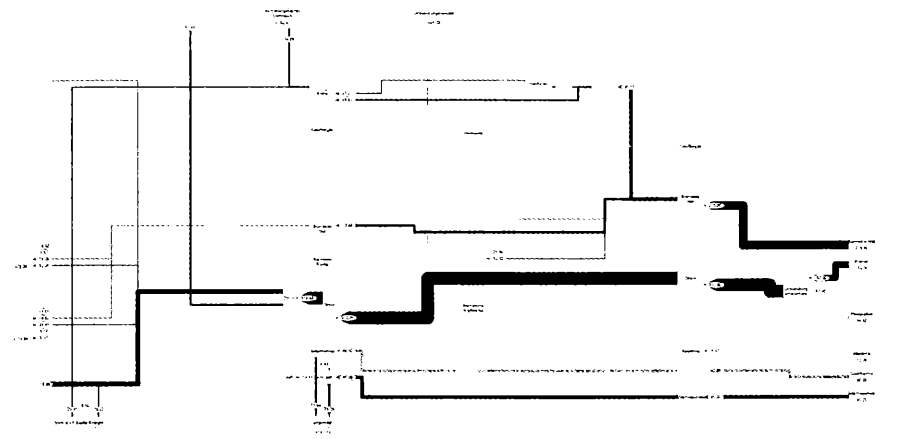


Abb. 10: Energieflussbild des Jahres 2050 im Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2

Tabelle 7 zeigt Daten zum Kern der mir gestellten Frage, ob nämlich Autarkie mit erneuerbarer Energie erreichbar ist bzw. zu welchem Realisierungsgrad dies in den unterschiedlichen Szenarien und Zeithorizonten (2020, 2050) realisierbar erscheint.

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Tab. 7: BIV [PJ], EE [PJ] und Eel [PJ] im Basisjahr und in den Szenarien

		Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
BIV [PJ]	1.434	1.283	959–973	1.100	706
davon erneuerbar [%]	22	41	79–99	44	100
EE [PJ]	1.082	954	723	779	472
davon erneuerbar [%]	25	47	92–99	52	100
Eel [PJ]	203	235	251	227	225
davon erneuerbar [%]	65	75	96–97	76	99
Importe [PJ]	1.238	834	215–273	760	5
Exporte [PJ]	204	69	44–116	171	78
Importtangente [PJ]	1.034	765	157–171	589	-73

Es konnte gezeigt werden, dass langfristig tatsächlich eine Versorgung Österreichs mit ausschließlich erneuerbaren Energieträgern möglich ist (siehe Tabelle 7). Die Importquote sinkt gegenüber den aktuellen Verhältnissen jedenfalls sehr deutlich. Im Szenario „Forciert" kann eine Energieautarkie Österreichs schon 2050 erreicht werden. Im Szenario „Pragmatisch" gelingt dies erst bei konsequenter Weiterverfolgung des eingeschlagenen Weges etliche Jahre oder Jahrzehnte später. Selbst wenn im Szenario „Pragmatisch" im Jahr 2050 der Import erneuerbarer Energieträger nicht oder nur in geringem Maße möglich ist, kann der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch aber jedenfalls auf ca. 80 % gesteigert werden.

Ausgehend von der IST-Situation mit rund 25–30 % inländischer Aufbringung sind jedenfalls auch jene Versorgungsgrade mit Erneuerbaren eindrucksvoll, die nicht die 100 % erreichen. Die Vermeidung von Energie-Importen ist vor allem auch für die ökonomische Bewertung der Szenarien von großer Bedeutung.

Dieser Ersatz herkömmlicher Energieträger durch erneuerbare stößt im Bereich der Endenergie auf keine Schwierigkeiten. Alle erforderlichen Technologien sind bereits heute vorhanden.

Im Umwandlungsbereich zeigen sich einige zu klärende Fragen (etwa im Bereich sonstiger Raffinerieprodukte und Grundstoffe der Petrochemie) aber auch ernste Probleme, etwa bei der Substitution von Koks durch Biomasse. Dies hätte einen exorbitanten Verbrauch von rund der Hälfte bis 2/3 der forstlichen, für energetische Zwecke verfügbaren Biomasse Österreichs zur Folge.

Weitere Probleme sind im Zusammenhang mit sogenannten „Rebound"-Effekten zu erwarten, wie am Beispiel Käfer vs. Beetle aufgezeigt wurde (vgl. Abbildung 5). Ähnliche Phänomene gibt es natürlich in allen Verbrauchsbereichen. Negative Trends bestehen mit übergreifend problematischen Auswirkungen z. B. in den Bereichen der

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Gebäude und der Mobilität in der Siedlungsentwicklung. Es wird notwendig sein, um Komfort und Lebensstil zu erhalten oder gar zu verbessern, das Ausufern der Siedlungen zu begrenzen und das Leben in den urbanen Räumen und in den Zentren der Städte und Dörfer so attraktiv zu gestalten, dass man sich dort gerne aufhält. Dazu wird das derzeit eher schwache Instrumentarium im Bereich der Raumordnungspolitik zweifellos gestärkt werden müssen.

Wie anspruchsvoll der Weg zur Energieautarkie für Österreich auch beim langfristigen Zeithorizont 2050 ist, zeigt ein Vergleich mit den EU-Zielen und der österreichischen Energiestrategie für 2020 (siehe Tabelle 8).

Tab. 8: Vergleich der EU-Ziele und der österreichischen Energiestrategie mit den Ergebnissen von ZEFÖ (Das Szenario Pragmatisch wurde mit der Bevölkerungsvariante 1 verbunden, das Szenario Forciert mit Bevölkerungsvariante 2.)

	EU	Energie-strategie	ZEFÖ	
			Prag.	Forc.
Senkung Treibhausgase [%]	20	17,7	37,2	53,5
Effizienzsteigerung [%]	20	3,5	11,1	26,8
Anteil [%] erneuerbarer	20	35,5	47,6	52,9
EE[PJ]	-	1.078,3	995,0	818,9

Es zeigt sich deutlich, dass die Vorgaben für 2020 bei weitem nicht ausreichend sind, um die Energiewende hin zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern bis 2050 schaffen zu können.

Evaluierung

Die Evaluierung der Szenarien erfolgte durch eine hochkarätige interdisziplinäre Expertengruppe. Es wurden ökologische, ökonomische, technische und soziale Aspekte einbezogen. Die beste Bewertung erhielt das Szenario forciert mit klarem Vorsprung in den Bereichen Ökologie, Ökonomie, Klima und Energie.

Da in diesem Szenario technische Optionen weitgehend ausgeschöpft werden, und zwar kontinuierlich in Zeit und Raum, hat die Expertengruppe die politische Umsetzbarkeit und die Akzeptanz durch die Bevölkerung eher skeptisch eingeschätzt.

Die Antwort auf die Eingangsfrage „Energieautarkie – Unfug oder Chance" lautet also:

- Technisch ist die Möglichkeit dieser Energieautarkie bestätigt.
  Ökonomisch ist sie machbar, und mit vielen Vorteilen verbunden.

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Sie kann auch sozialverträglich gestaltet werden.

Komfort kann gesichert und zum Teil noch gesteigert werden.

Schließlich wurden die Parameter der weiteren Entwicklung so angesetzt, dass keine Unstetigkeit oder Brüche auftreten. Insgesamt also ein vorteilhaftes Szenario, das strenge Maßnahmen erfordert, aber ohne dramatische Entwicklungen realisierbar ist.

Die Skepsis – auch mein persönlicher Pessimismus – setzt dort an, wo es um die konkrete politische und individuelle Umsetzung in die Praxis geht. Es handelt sich um eine immense Herausforderung, die Veränderung von stetig steigenden Energieverbräuchen in sinkenden Energieverbrauch und bessere Technik zu schaffen. Es geht letzten Endes dabei doch auch um wirtschaftliche Umstellungen und um Änderungen von Gewohnheiten, was wohl auch dann schwierig ist, wenn es keine Einschränkung des Komforts erfordert. Wie am Beispiel der Mobilität gezeigt wurde, sind aber zweifellos Veränderungen in den Einstellungen notwendig.

Flächendeckend technische Maßnahmen umzusetzen und zur maßvollen Veränderung des Lebensstils zu motivieren scheint angesichts aktueller politischer Reformresistenz nahezu unvorstellbar. Andererseits: Es liegen einschlägige Regierungsbeschlüsse vor. Wir alle sollten sie ernst nehmen. Im anderen Fall – ohne eine rechtzeitige Energiewende – drohen durchaus größere wirtschaftliche und ökologische Probleme.

Die Empfehlungen des Autorenteams sind daher

Ziele und Vorgaben des „Szenario forciert" in die österreichische Energiestrategie zu integrieren

- die dafür erforderlichen politischen Instrumente (ordnungsrechtliche Regelungen, finanzielle Anreize) rasch zu entwickeln

Bewusstseinsbildung, Information und Motivation der Bürger forcieren um konsequente Umsetzung zu sichern

- die notwendigen Maßnahmen „kundenorientiert" als attraktives Angebot von Energiedienstleistungen für den Letztverbraucher zu gestalten

Die Kyoto-Ziele haben wir verfehlt. Den Weg zur Energieautarkie (noch) nicht!

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

ENERGIE – AUTARKIE

- technisch möglich?
- ökologisch verträglich?
- Unfug/Chance:
  - ökonomisch
  - sozial
  - Lebensstil
  - Akzeptanz
- Perspektiven & Schlussfolgerungen

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Studie:

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

„ZEFÖ“

Motivation:

- Bekenntnis zur nachhaltigen Entwicklung
- Bedeutung des Energiesystems
- Erschöpfbarkeit fossiler Energieträger

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Fragestellung:

Inwieweit kann langfristig die österreichische Energieversorgung durch Erneuerbare gesichert werden?

Rahmenbedingungen:

- Verzicht auf herkömmliche Trendfortschreibungen
- Begrenztheit erneuerbarer Energieträger
- ökologische und soziale Verträglichkeit
- Sicherung von Wohlstand und Komfort
- stetige, angepasste Entwicklung

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Methode:

1. Abschätzung der Potenziale Erneuerbarer
2. Entwicklung der Energiedienstleistungen der Zukunft
3. Berechnung des damit verbundenen Energieeinsatzes
   - im Rahmen von drei Szenarien
   - unter Berücksichtigung zweier Varianten der Bevölkerungsentwicklung
4. Verknüpfung von Aufkommen und Verbrauch
5. Bewertung nach ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Energiedienstleistungen:

- behagliche Wohnsituation
- erreichter Arbeitsplatz
- getrocknete Wäsche, …

Annäherung durch Kennzahlen:

- Heizwärmebedarfe von Gebäuden
- Verkehrsleistung
- Stromverbrauch von Elektrogeräten

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Potenziale erneuerbarer Energieträger (Ö)

	2005 [PJ]	2020 [PJ]	2050 [PJ]
Wasserkraft	140,0	144,2	152,3
Windkraft	4,8	26,0	61,0
Photovoltaik		9,0	94,5
Biomasse (Landwirtschaft)	164,0	80,0	205,0
Biomasse (Forstwirtschaft)		193,5	215,6
Solarthermie	9,8	27,0	90,0
Wärmepumpe		26,5	95,0
Industrielle Abwärme		4,1	12,0
Geothermie		0,0	7,4
SUMME	306,8	510,3	932,8

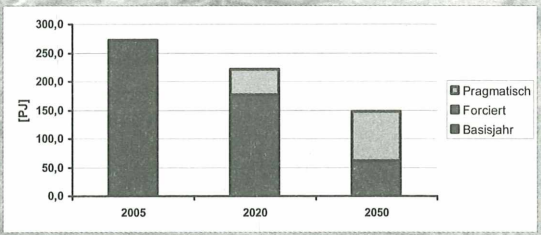
© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
the Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Private Haushalte – Endenergie



		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
EE [PJ]	273	222	147	177	62

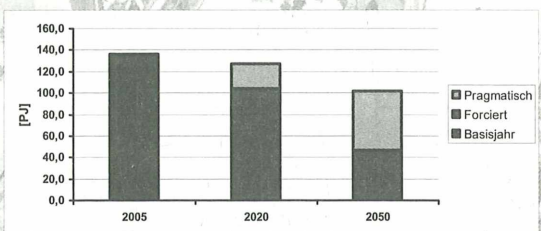
Bandbreite der Reduktion: 46–77%

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
the Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Dienstleistungsbereich – Endenergie



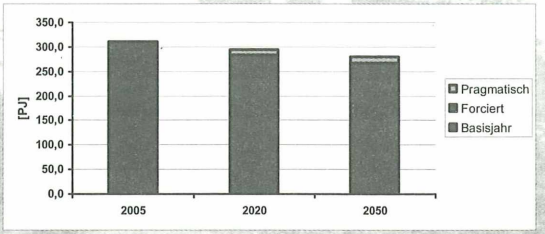
		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
EE [PJ]	136	127	102	104	47

Bandbreite der Reduktion: 25–65%

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Sachgüterproduktion – Endenergie



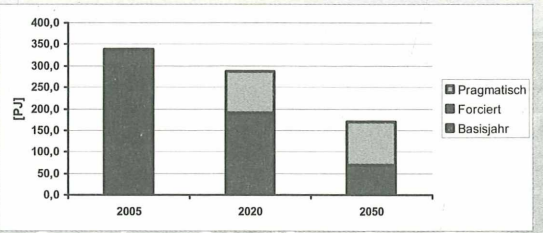
		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
EE [PJ]	311	294	280	284	268

Bandbreite der Reduktion: 10–14%

forum & wissenschaft umwelt
UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Mobilität – Endenergie



		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
EE [PJ]	339	287	170	190	70

Bandbreite der Reduktion: 50–79%

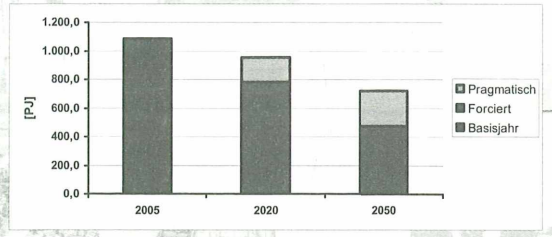
© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Energetischer Endverbrauch



		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
EE [PJ]	1.083	954	723	779	472

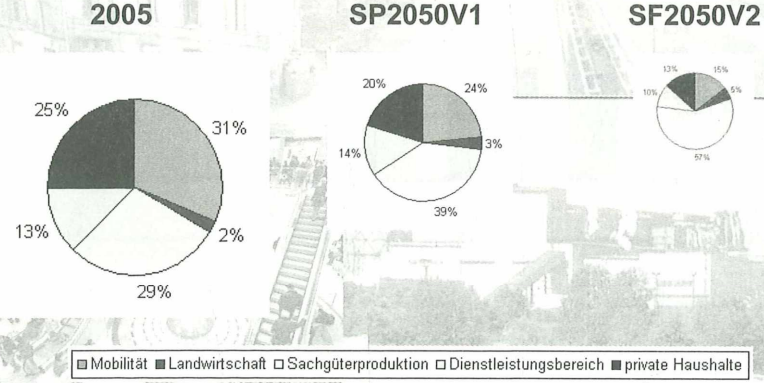
Bandbreite der Reduktion: 33–56%

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Energetischer Endverbrauch nach Sektoren



© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

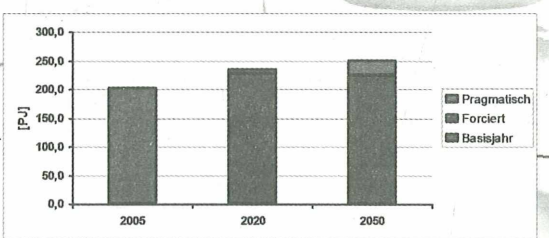
Energetischer Endverbrauch [PJ] nach NEKs

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
Traktion [PJ]	349	297	180	200	79
Raumwärme [PJ]	317	268	170	227	77
Beleuchtung & EDV [PJ]	33	18	15	13	9
elektrochemische Zwecke [PJ]	2	2	1	2	1
Dampferzeugung [PJ]	79	76	76	74	72
Industrieöfen [PJ]	148	147	137	132	115
Standmotoren [PJ]	155	147	144	131	118
energetischer Endverbrauch [PJ]	1.083	954	723	779	472

forum & wissenschaft umwelt
UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Stromverbrauch



		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
Stromverbrauch gesamt [PJ]	203	235	251	227	225

Bandbreite der Zunahme: 11–24%

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Stromverbrauch [PJ] nach Sektoren

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
Mobilität [PJ]	12	25	39	24	24
Landwirtschaft [PJ]	4	5	5	5	5
Sachgüterproduktion [PJ]	87	121	124	138	150
Dienstleistungsbereich [PJ]	47	44	50	32	28
private Haushalte [PJ]	53	40	32	28	18
Stromverbrauch gesamt [PJ]	203	235	251	227	225

forum & wissenschaft umwelt
UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Weitere Aggregate der Gesamtenergiebilanz

		2005 [PJ]
nicht energetischer Verbrauch	neV	116,7
Verbrauch Sektor Energie	VSE	79,5
Transportverluste	TV	22,7
inländische Erzeugung von Rohenergie	inErz	408,2
Importe	Imp	1.238,3
Exporte	Exp	205,0
Umwandlungseinsatz	Uein	875,9
Umwandlungsausstoß	Uaus	759,6
Bruttoinlandsverbrauch	BIV	1.433,8

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

		Pragmatisch		Forciert	
	2005	2020	2050	2020	2050
BIV [PJ]	1.434	1.283	959-973	1.100	706
davon erneuerbar [%]	22	41	79-99	44	100
EE [PJ]	1.085	954	723	779	472
davon erneuerbar [%]	25	47	92-99	52	100
Eel [PJ]	203	235	251	227	225
davon erneuerbar [%]	65	75	96-97	76	99
Importtangente [PJ]	1.034	765	171	589	-73

Energieautarkie mit Erneuerbaren?

forum wissenschaft & umwelt
UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Ersatz durch erneuerbare Energieträger

energetischer Endverbrauch

nötige Technologien vorhanden → Ersatz möglich

Umwandlungsbereich

Raffinerie (Schmiermittel, Bitumen, Grundstoffe der Petrochemie, …):

Ersatz möglich, aber

Energieeinsatz, Umwandlungsverluste?

Kokerei und Hochofen (Koks):

Ersatz möglich (Kunststoffpellets, Holzkohle, …)

Problem ist der große Verbrauch!

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

Energieautarkie – Szenario Pragmatisch

Import-Export-Tangente 2050:

~ 92 bis 171 PJ

keine Energieautarkie 2050

verbleibende Potenziale:

- thermische Sanierung (2050 sind 70% des Bestandes 2005 saniert)
- verstärkte Nutzung von Solarthermie und Wärmepumpe

forum & wissenschaft umwelt
UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz
Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Energieautarkie – Szenario Forciert

Import-Export-Tangente 2050:

~ -38 bis -73 PJ

Anteil der inländischen Erzeugung am BIV:

105,1 bis 110,3%

Energieautarkie 2050 möglich

Problempunkte:

- Winterloch bei Strom
- Ersatz sämtlicher Verbrauche durch erneuerbare Energieträger

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Der Unfug Energieautarkie ist

- technisch möglich
- ökonomisch machbar
- sozialverträglich gestaltbar
- Komfort erhaltend
- in einer stetigen Entwicklung erreichbar

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Energiestrategie Österreich

Zu begrüßen:

- Allgemeine Bekenntnisse und Ziele (Klimaschutz, Reduktion Treibhausgase, Energieeinsparung, erneuerbare Energien; Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit, sicherere Versorgung)
- Übergreifende Maßnahmen (Effizienzgesetz bis ökologische Steuerreform und Energieraumplanung)
- Konkrete Vorgaben: Sanierungsraten für Altbauten, Abwärmenutzung, Substitution fossiler Energieträger,…,

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Energiestrategie Österreich

Problempunkte:

- Endenergieverbrauch 2020 ca. 1.100 PJ
- Fixierung auf den Zeitpunkt 2020
- Ziele 2020 können mit langfristig kontraproduktiven Maßnahmen erreicht werden
- Verbrauchssteigerungen zulässig (Energieintensive Unternehmen + 15%, Haushalte, Gewerbe, Dienstleistungen, Landwirtschaft und Kleinverbrauch +10%)
- Umsetzung lässt auf sich warten – rechtlich unverbindlich
- Aussagen zu Atomenergie/CCS fehlen
- Erneuerbare: Wind/Photovoltaik werden unterbewertet, Wasserkraft wird zu hoch angesetzt

forum & wissenschaft umwelt

UMWELT MANAGEMENT AUSTRIA
Ihr Partner für Erfolg mit Umweltschutz

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Fazit:

- erneuerbare Vollversorgung ist langfristig möglich
- Energieautarkie ist möglich
- Umsetzung in stetiger Entwicklung sehr unwahrscheinlich

Empfehlungen:

- Ziele und Vorgaben des „Szenario Forciert“ sofort in die Energiestrategie integrieren
- die dafür erforderlichen Instrumente rasch entwickeln
- Bewusstseinsbildung, Motivation und Information, konsequente Umsetzung sichern
- erforderliche Maßnahmen als attraktives Angebot von Energiedienstleistungen für den Letztverbraucher gestalten

© Verein für Ökologie und Umweltforschung; download unter www.zobodat.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Umwelt - Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Christian Reinhold

Artikel/Article: Energieautarkie für Österreich - Unfug oder Zukunftschance. 63-89