

Energieökonomie WS 2008

Ausgearbeitete Fragen:

1. Wie viele Kilowattsekunden (kWs) entspricht eine Kilowattstunde (kWh)? Wie viel Joules (J)?

$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kWs} = 3600 \text{ kJ}$$

2. Der globale Primärenergiebedarf betrug im Jahr 2000 etwa 420 EJ, die globalen Kohlendioxidemissionen beliefen sich auf 6 Mrd. Tonnen Kohlenstoff (6GtC). Berechnen Sie die Kohlenstoffintensität der Primärenergie (tC/toe) des Jahres 2000 (Kohlenstoffintensität = Emissionen pro Energieeinheit). Berechnen Sie unter der Annahme einer globalen Bevölkerung von sechs Milliarden Menschen die Emissionen pro Person (tC/P) bzw. den (annähernden) Primärenergiebedarf pro Person (toe/P). Diskutieren Sie alle Ergebnisse! Alle Berechnungen sind ohne Taschenrechner durchzuführen, alle Rechenschritte sind zu zeigen.

$$1 \text{ PJ} = 0,0239 \text{ Mtoe}; 1 \text{ Mtoe} = 41868 \text{ PJ}$$

$$420 \text{ EJ} = 420\,000 \text{ PJ} = 10 \text{ Mtoe}$$

$$\text{Kohlenstoffintensität} = \frac{6000 \text{ MtC}}{10 \text{ Mtoe}} = \underline{\underline{600 \text{ tC/toe}}}$$

$$\text{Emission/Kopf} = \frac{6 \cdot 10^9 \text{ tC}}{6 \cdot 10^9 \text{ P}} = \underline{\underline{1 \text{ tC/P}}}$$

$$\text{Primärenergiebedarf/Person} = \frac{10 \cdot 10^6 \text{ toe}}{6 \cdot 10^9 \text{ P}} = \underline{\underline{0,0017 \text{ toe/P}}}$$

3. Berechnen Sie den Preis von 1 Liter Rohöl in Euro unter der Annahme eines Börsenpreises von 70 €/barrel. Wieviel elementaren Kohlenstoff (C) beinhaltet ein Liter Rohöl? Wie viel Kohlendioxid (CO₂) werden beim Verbrennen derselben Menge emittiert?

$$1 \text{ barrel} = 159 \text{ l} = 1600 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ toe} = 7 \text{ barrel}$$

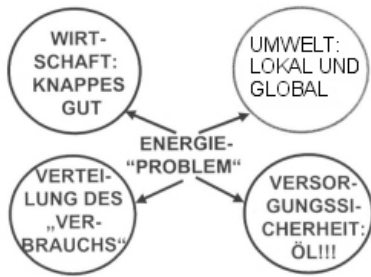
$$\text{preis} = \frac{70 \text{ €/barrel}}{159} = \underline{\underline{0,44 \text{ €/l}}}$$

$$\text{Emissionsfaktor} = 800 \text{ kgC/toe} = 114 \text{ kgC/barrel} = 0,72 \text{ kgC/l}$$

$$\frac{0,72 \cdot 44}{12} = \underline{\underline{2,63 \text{ kgCO}_2/\text{l}}}$$

4. Welche Aspekte kennzeichnen das „Energieproblem“?

Das Energieproblem setzt sich aus vier zentralen Komponenten zusammen:



a) Wirtschaftlichkeit: Haushalten...

Da Energie jetzt lange Zeit billig war, wurde sie auf zwei Arten verschwendet:

- überhöhter Energiedienstleistungs(ED)-Bedarf
- geringe Effizienz

b) Soziale Dimension:

Verteilungsgerechtigkeit einerseits heute weltweit, andererseits in bezug auf zukünftige Generationen! Derzeit verbraucht eine Minderheit der Weltbevölkerung in den Industrieländern den Großteil der fossilen Energie.

c) Ökologische (Un-)Verträglichkeit:

Treibhausgasemissionen, lokale Schadstoffemissionen, Umweltverschmutzung beeinträchtigen die Lebensqualität zunehmend.

d) Unsicherheit der Versorgung:

Wiederum 2 Dimensionen:

- kosten- und mengenmäßiges Risiko heute durch unsichere Lieferländer
- kosten- und mengenmäßig langfristig durch Vertrauen auf erschöpfbare Energieträger.

5. Was ist das Grundprinzip der Energiewirtschaft?

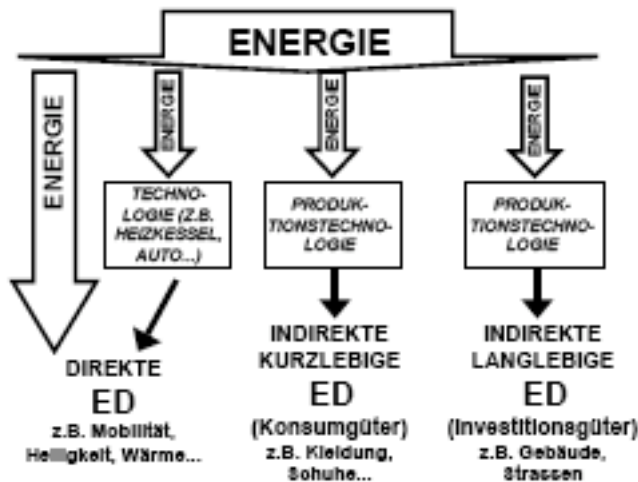
Wirtschaften ist das sorgsame Umgehen (Haushalten) von knappen Gütern.

-> Deshalb ist das Grundprinzip der Energiewirtschaft das sorgsame umgehen mit dem begrenzten Gut Energie.

6. Beschreiben Sie den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen Energie und Energiedienstleistungen! Wie unterscheidet man direkte und indirekte Energiedienstleistungen?

$$S = E \cdot \rho(T)$$

S..ED E.. eingesetzte Energie $\rho(T)$.. Wirkungsgrad der Technologie



Indirekte Energie hat noch eine Zwischenstufe über eine Produktionstechnologie!

Direkt: Wärme, Mobilität, Helligkeit..

Indirekte: Hemd, Tisch, Haus,...

7. Beschreiben Sie die wichtigsten Energiequellen und Umwandlungsprozesse (Formen) von der Antike bis zum Mittelalter!

Muskelkraft: zB.: Sklaven betreiben eine Trettrommel um Wasser zu pumpen
Pferd, Ochsen ziehen Pflüge, Wagen,...

Windkraft: Segelschiffe, Windmühlen

Wasserkraft: erst ab Mittelalter, Mühlrad

Sonnenenergie: griechische Häuser Richtung Süden gebaut

Biomasse: Holz-> Feuer-> Wärme

8. Wann, wo und wer hat die Dampfmaschine und Eisenbahn erfunden? Beschreiben Sie die Bedeutung dieser Entdeckung!

D. Papin hat die erste Dampfmaschine 1690 (wahrscheinlich in Marburg) erfunden.

Stephensons, erste Lokomotive, 1825, England (Stockton..Darlington)

Kohle wird zum Beheizen der Dampfmaschinen verwendet.

Die Dampfmaschine wurde in den Bergwerken zum abpumpen des Wassers verwendet.

Eisenbahn wurde zum schnelleren Transport der Kohle verwendet.

9. Beschreiben Sie die wichtigsten Umwandlungsstufen des Energiesystems, Wirkungsgrade und Anteile der wichtigsten Energieträger.

Tabelle 1.1 - Verfahren der technischen Energieumwandlung (nach Erdmann 1995)

Output → Input ↓	mechanische Energie	thermische Energie	chemische Energie	elektrische Energie	Strahlungs- energie
mechanische Energie		Reibungs- wärme		Elektrischer Generator	
thermische Energie	Wärme- maschine		Thermo- chemie	Gasturbine	
chemische Energie	Explosions- maschinen	Verbrennungs- kraftmaschinen		Brennstoffzelle	Gaslampe
elektrische Energie	Elektromotor	Induktions- heizung	Elektrolyse		elektrisches Licht
Strahlungs- energie	Laser- strahlung	Mikro- wellenofen	Solarchemie	Photovoltaik (Solarzellen)	
Kernenergie		Kernkraftwerk			Radioaktivität

10. Wer war Joseph A. Schumpeter (1883 – 1950)? Beschreiben Sie seinen Beitrag zur Erklärung der Wirtschaftsentwicklung durch technologische Veränderung!

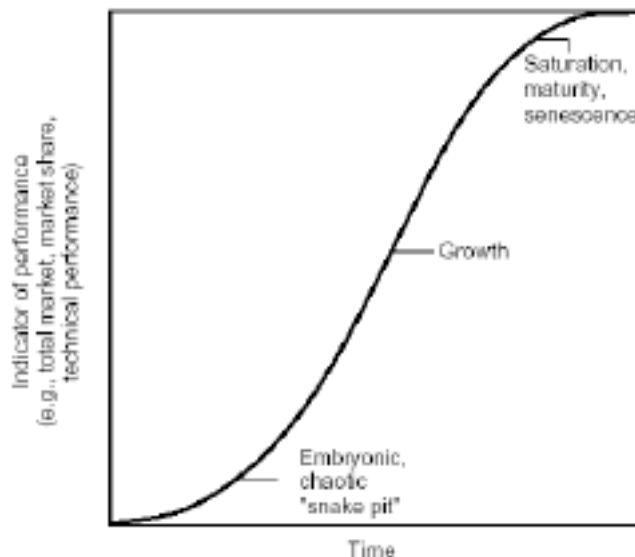
Er war ein österreichischer Wirtschaftler und nicht erfolgreicher Finanzminister und beendete seine Karriere an der Harvard Universität. Er unterscheidet die 3 Phasen der technologischen Entwicklung:

1. Erfindung
2. Innovation
3. Verbreitung

Er meinte, dass eine fortlaufende „kreative“ Zerstörung der alten Technologien, zur fortlaufenden Entwicklung von neuen führt.

Ein Technologiewandel ist ein Wechsel in der Technik und in der Produktionsorganisation; solche Veränderungen sind nicht linear.

11. Beschreiben Sie (zumindest) drei grundsätzliche Phasen der technologischen Lebenszyklen!



- Einführung: niedriges Produktionsvolumen und Marktanteil
Viele Firmen versuchen in den Markt zu kommen.
Kosten sind nebensächlich
Lerneffekte und Verbesserungen nur aus Forschung und Entwicklung (R&D)
- Wachstum: Beginn der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Produktion
Reduktion des Risikos für neu Einsteiger
Fallende Kosten und Preise führen zu schnellem Marktwachstum
Anzahl der Erzeuger sinkt (kleinen Firmen gehen bankrott oder werden aufgekauft)
- Sättigung: Wettbewerb reduziert sich auf Kostensenkung -> mechanisierung und Automatisierung!

12. Berechnen sie die Parameter der Lern- oder Erfahrungskurve (learning- or experience curve) für folgendes Beispiel (grafische logarithmische Darstellung oder rechnerische Lösung) und interpretieren Sie: Nehmen Sie an, die Kapitalkosten einer Brennstoffzelle betragen etwa 20000 €/kW, bei einer weltweit gesamten installierten Leistung von 100 MW. In einigen Jahren schätzt man, dass die weltweit installierte Leistung auf 200 MW anwachsen wird und die Kapitalkosten nur noch etwa 14000 €/kW betragen werden.

$$y = a \cdot 10^{-b}$$

y.. Kosten der xten Einheit (bei 200MW, 14000€) = $14000/200 = 70$

a.. Kosten der ersten Einheit (bei 100MW, 20000€) = $20000/100 = 200$

b.. „learning rate“

=> $-\log(y/a) = b \Rightarrow 0,455593 \Rightarrow$ Steigung gleich 45%

13. Wie lange noch reichen bei einer statischen Betrachtung die Energievorräte (Reserven) an Rohöl und Kohle weltweit? Was ändert sich bei einer dynamischen Betrachtung?

	statisch	dynamisch
Öl:	~200 Jahre	125
Kohle:	~700	360

Dynamische Betrachtung: beruht auf einer „business-as-usual“ scenario-> Produktion ist dynamisch und eine Funktion des Bedarfs. Annahme 2% Wachstumsrate bis zum Peak und dann ein 2% Abfall bis die Ressource aufgebraucht ist.

14. Beschreiben Sie das McKelvey Diagramm (Skizze!)

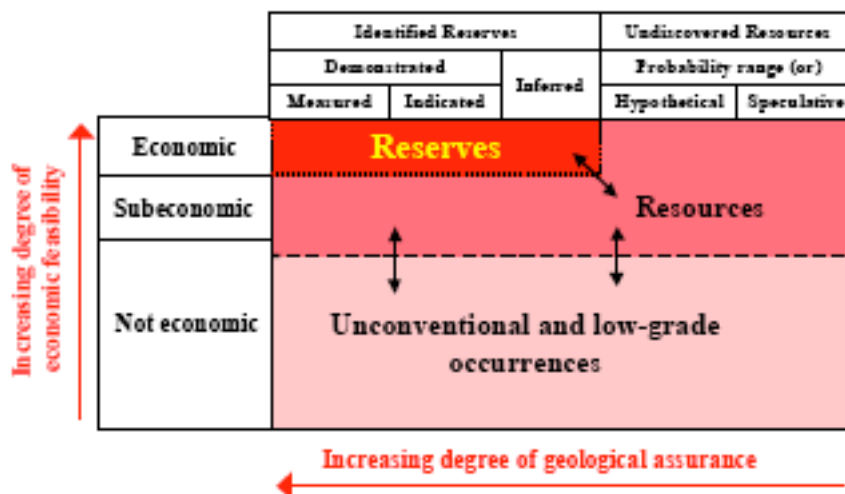


Figure 6-3 - McKelvey diagram for classifying energy reserves and resources.
Source: After McKelvey, 1972

15. Geben Sie eine Einschätzung der Potenziale erneuerbarer Energieträger in Österreich, der EU, weltweit.

Österreich:	70 TWh/a
EU:	290 TWh/a
Welt:	2 000 TWh/a

16. Beschreiben Sie (zumindest) drei grundsätzliche Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung und ihre Eignung für Problemstellungen in der Energiewirtschaft. Von welchen wichtigen Parametern hängen diese Wirtschaftlichkeitsbewertungen ab?

Barwertmethode:

Alle anfallenden Kosten werden auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogen, indem sie aufgezinnt bzw. zurückdiskontiert werden.

(Methode des internen Zinsfußes: Zins ist der Preis für die Überlassung von Kapital. Sie entspricht einer Umformulierung der Barwertmethode. Als interner Zinsfuß wird derjenige Zinsfuß bezeichnet, mit dem Ausgaben und Einnahmen abgezinst werden, sodass der Kapitalwert - als Differenz der Barwerte - Null wird. Die Methode des internen Zinsfußes setzt neben Ausgaben auch Einnahmen voraus. Da bei energiesparenden Investitionen und damit auch bei Heizungsanlagen zwar geringere Betriebskosten, insbesondere geringere Energiekosten, jedoch keine Einnahmen erzielt werden, ist die Methode d. i. Z. zur Wirtschaftlichkeitsberechnung von energiesparenden Maßnahmen *nicht geeignet*.)

Annuitätsmethode:

Aus der Barwertmethode abgeleitet:

Es werden die durchschnittlichen Jahreskosten ermittelt, die sich für die Nutzungsdauer der Investition unter Berücksichtigung des Kalkulationszinsfußes und der jeweiligen Preissteigerungsraten ergeben.

Die Annuitätsmethode gibt an, welche konstante jährliche Rückflüsse bei vorgegebenem Zinssatz notwendig sind, um dem Barwert zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Kraftwerks zu entsprechen. Es können auch alle einmaligen Kosten auf Betriebsjahre verteilt werden.

Amortisationszeit:

Beschreibt die Zeit des Kapitalrückflusses durch Einsparungen bei den Verbraucherbezogenen, Betriebsbezogenen & sonstigen Kosten für eine getätigte Mehrinvestition. Sie ist ein Maß für das Investitionsrisiko.

Man unterscheidet zwischen statischer und dynamischer Amortisationszeit:

Statische: Mehrinvestitionen/jährliche Ersparnis (z.B.:10a)

Dynamisch: Mehrinvestitionen/abgezinste Ersparnisse (gleiches Bsp.: 14a)

17. Berechnen Sie für das folgende Beispiel die Stromerzeugungskosten in cent/kWh: GuD – Kraftwerk, mit Investitionskosten von 600 EUR/kW, Annuitätenfaktor = 0.1, Vollaststunden = 6000 Stunden/Jahr, Gaspreis = 10 cents/m³, Energieinhalt von Erdgas H = 10 kWh/m³, Jahresnutzungsgrad des Kraftwerks $\eta = 50\%$.

$\alpha = 0,1; T = 6000; I = 600; p = 0,10; H_u = 10; \eta = 0,50$

$$C = \frac{I \cdot \alpha}{T} + \frac{p}{H_u \cdot \eta} = \frac{600 \cdot 0,1}{6000} + \frac{0,10}{10 \cdot 0,5} = \underline{\underline{3 \text{ cent} / \text{kWh}}}$$

18. Wozu dienen Sensitivitätsanalysen? Skizzieren Sie ein Beispiel für die wichtigsten Einflussparameter auf die Stromerzeugungskosten

Um herauszufinden, wie stabil Wirtschaftlichkeitsvergleiche, z.B. die Beurteilung der Investition in ein Kraftwerk A vs. Kraftwerk B ist, werden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Dabei werden die wichtigen Einflussparameter prozentuell variiert, z.B. Zinssatz, Betrachtungszeitraum, Brennstoffpreis, Lastfaktor. Abbildung 2.13 zeigt beispielhaft den Einfluss von Lastfaktor (Volllaststunden pro Jahr) und Brennstoffpreis.

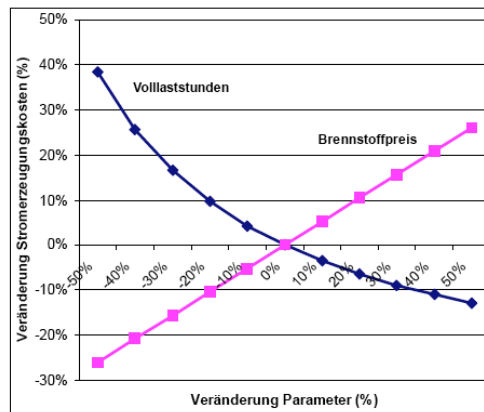


Abbildung 2.13 - Sensitivitätsanalysen des Einflusses von Lastfaktor (Volllaststunden pro Jahr) und Brennstoffpreis bei einem Kraftwerksprojekt

19. Was sagen Preis- bzw. Einkommenselastizitäten aus (-> Formeln) und wozu werden sie in der Energiewirtschaft verwendet? Was ist der Unterschied zwischen elastischen und unelastischen Preiselastizitäten? In welcher Größenordnung liegen diese? Plus oder minus?

Definition: Unter Elastizität wird in den Wirtschaftswissenschaften ganz allgemein die relative (prozentuelle) Änderung einer abhängigen Größe bezeichnet, die durch eine ebenfalls relativ (prozentuell) gemessene Veränderung einer unabhängigen Größe hervorgerufen wird.

Für die Bildung von Energienachfragemodellen sind die Eigenpreiselastizität der Energienachfrage α und die Einkommenselastizität β am wichtigsten.

Die **Preiselastizität** der Energienachfrage beschreibt die relative Änderung der Nachfrage bei einer relativen Veränderung des Preisniveaus. Sie ist wie folgt definiert:

$$\alpha = \frac{\frac{\Delta E}{E_0}}{\frac{\Delta p_E}{p_{E0}}} = \lim_{\Delta p_E \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta E}{E_0}}{\frac{\Delta p_E}{p_{E0}}} = \frac{\ln E}{\ln p}$$

$$\ln E = \alpha \cdot \ln p$$

E...Energienachfrage, p_E ...realer Energiepreis

$|\alpha| > 1$:sehr elastische Nachfrage.

$|\alpha| < 1$: eher unelastische Nachfrage

$\alpha = 0$: vollkommen unelastische Nachfrage

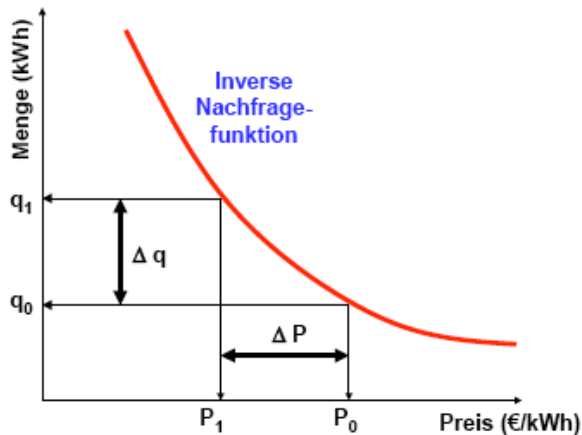


Abbildung 9.2 - Inverse Nachfragefunktion und das Prinzip der Preiselastizität

Die **Einkommenselastizität** β der Energienachfrage ist wie folgt definiert:

$$\beta = \frac{\frac{\Delta E}{E_0}}{\frac{\Delta Y}{Y_0}} = \lim_{\Delta Y \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta E}{E_0}}{\frac{\Delta Y}{Y_0}} = \frac{\ln E}{\ln Y}$$

$$\ln E = \beta \cdot \ln Y$$

Yreales Einkommen

$0,1 > \beta > 0$... unelastisch

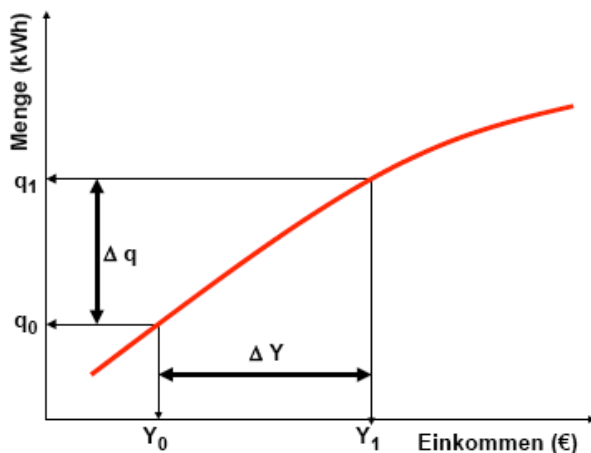


Abbildung 9.3 - Prinzip der Einkommenselastizität

Bei einer elastischen Nachfragekurve kommt es zu einer starken Nachfrageänderung bei einer Veränderung des Preises.

20. Geben Sie einen groben Überblick über die Struktur der Energieversorgung und des Verbrauchs in Österreich (wichtigster Energieträger, Anteile der einzelnen Verbrauchsgruppen und einzelner Anwendungen)

Der Energiefluss teilt sich in 3 Abschnitte:

- Energieaufkommen (Primärenergie)
- Energieumwandlung (Endenergie)
- Endenergieeinsatz (Nutzenergie)

Inländisches Aufkommen an Energie ca. 33%, 67% werden durch Importe gedeckt.

tschurl

Durch die Energieumwandlung in Kraftwerken, Hochöfen, ... entstehen Verluste. Zieht man diese Verluste, sowie Exporte und diejenigen Energiemengen die gelagert werden ab, so kommt man zur Endenergie.

Die Endenergie (Nutzenergie) ist diejenige Energie, die dem Verbraucher vor der letzten technischen Anwendung zur Verfügung steht. (beträchtliche Verluste)

wichtige Energieträger in Österreich:

	Importe in %	Inlandsaufbringung in %
Erdöl	56	10
Erdgas	27,6	13
Kohle	12,9	3
el. Energie	3,2	
Biomasse	0,3	33
Wasserkraft		41

In Österreich werden folgende Verwendungszwecke (in absteigender Reihenfolge) unterschieden:

- Raumheizung und Warmwasserzubereitung
- Mobilität
- Prozesswärme
- mechanische Arbeit
- EDV und Beleuchtung

Der überwiegende Anteil von Endenergie (60%) wird für Wärmezwecke verwendet. Der dominierende Energieträger im Sektor Mobilität sind Mineralöl und Mineralölprodukte, im Sektor EDV und Beleuchtung, ist es die elektrische Energie.

Maß für die wirtschaftliche Verwendung von Energie ist die Energieintensität. Die Energieintensität gibt diejenige Menge an, die zur Erwirtschaftung einer Einheit *BIP* notwendig ist.

21. Welche Endenergieverwendungszwecke werden in Österreich unterschieden? Welcher Verwendungszweck hat den größten Anteil an Endenergie in Österreich?

siehe Frage 20

22. Nennen Sie einige historische Gründe für die Liberalisierung und Deregulierung der Elektrizitätswirtschaft

Liberalisierung: bedeutet, dass sich die Kunden den Stromversorger frei wählen können.

Wettbewerb: ist im Bereich der Stromversorgung nur möglich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- eigene Übertragungsgesellschaft
- Vielzahl von Stromerzeugungs- und Verteilunternehmen

Preisdergulierung: bedeutet im Wesentlichen, dass Preise nicht mehr von der Reguliungsbehörde vorgegeben werden und dass der Kraftwerksbau nicht mehr genehmigungspflichtig ist.

Unbundling: Trennung von Stromerzeugung, Übertragung und Verteilung

Gründe für die Regulierung waren:

- verhindern überhöhter Preise (Hauptgrund)
- Versorgungssicherheit
- Economies of scale

Regulierungsarten: Preisregulierung (führt zur Festsetzung eines Tarifes - in Ö bis 1999)

Besitzverhältnisse

Gründe für die Liberalisierung:

- Es werden von den EVU - zumindest aus betriebswirtschaftlicher Sicht - beträchtlich überhöhte Kosten veranschlagt.
- Entwicklung von GuD-Anlagen → auch kleinere Kraftwerkseinheiten oft kostengünstiger (Ende economy of scale) → Die Erzeugung ist nun nicht mehr notwendig ein Monopol.
- Leere Staatskassen
- Ökonomische Idee des Unbundling

23. Geben Sie einen Überblick über die Elektrizitätsversorgung in Österreich (z.B. Anteile verschiedener Energieträger an der Aufbringung, „Verbrauch“ in Abhängigkeit von der Jahreszeit)

öffentliche Elektrizitätsversorgung: Aufbringung und Verwendung el. Energie bei den EVU. In der Aufbringung ist auch die Einspeisung der Industriebetriebe ins öffentliche Netz enthalten.

gesamte Elektrizitätsversorgung: Aufbringung und Verwendung el. Energie bei den EVU, Industriebetrieben und den ÖBB. → öffentliche Energieversorgung < gesamte Energieversorgung (Aufbringung ca. 86%)

spezifische Merkmale der Stromversorgung Österreichs:

- thermo-hydraulischer Verbund
- Volatilität der Wasserkraft
- Importüberschuss im Winter und Nettoexporte im Sommer

Stromerzeugung:

Laufwasser	50%	Steinkohle	7%
Speicherwasser	20%	Öl	3%
Gas	13%	Biomasse	1%

In einem hydro-thermischen Kraftwerkspark ist die Erzeugung nicht über das Jahr konstant, sondern abhängig vom jeweiligen Wasserangebot (=Regelarbeitsvermögen (RAV)).

Der Verbrauch ist über das Jahr ebenfalls nicht konstant
→ Verbrauch und Wasserangebot sind gegenläufig.

In den Sommermonaten, in denen reichlich Wasser zur Verfügung steht, ist der Verbrauch gering. Im Gegensatz dazu sind die Wintermonate durch einen hohen Strombedarf, jedoch durch ein geringes Wasserangebot gekennzeichnet.

→ Zusätzliche thermische Kraftwerke, um die Differenz zwischen Nachfrage und Erzeugung aus Wasserkraftwerken ausgeglichen zu können

→ thermo-hydraulischer Verbund.

→ tageszeitliche Schwankungen

24. Was sind die drei wichtigsten Elemente der EU Richtlinie für einen europäischen Strombinnenmarkt?

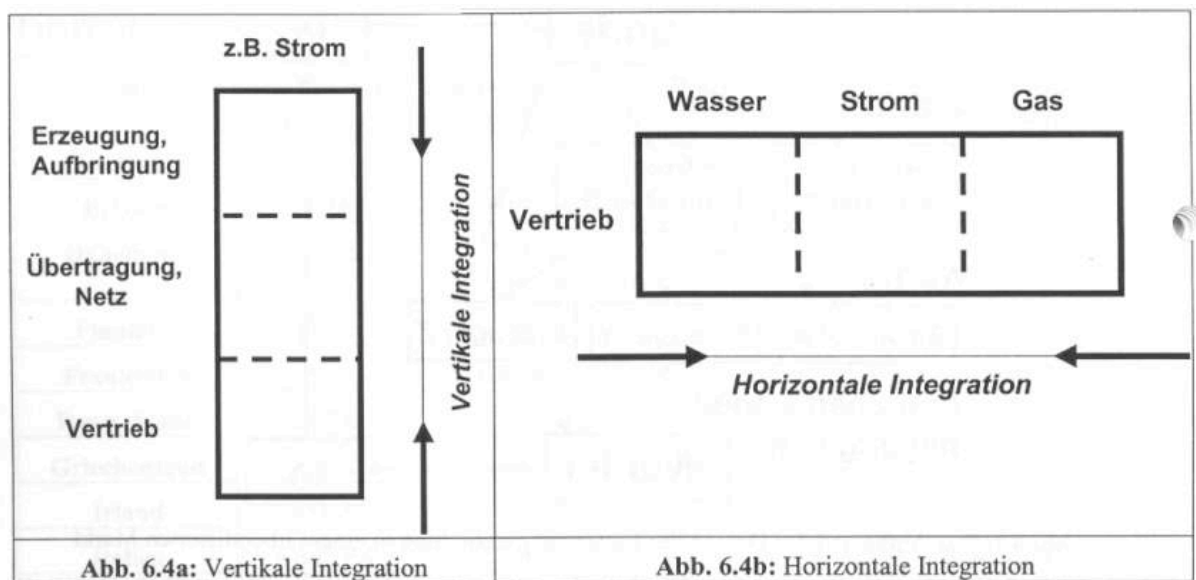
1. Unbundling von vertikal integrierten EVU, zumindest in Erzeugung, Übertragung und Betrieb.
2. Marktöffnungsgrade: freie Wahl des Versorgungsunternehmens für zugelassene Kunden und stufenweiser Marktöffnungsprozess.
3. Beschreibung von möglichen Netzzugangsmodellen für Übertragungs- und Verteilungsnetze.

zwei alternative Modelle:

- Third Party Access (TPA) → Die Mehrheit der Länder ist für TPA.
- Singel Buyer

25. Was versteht man unter „Unbundling“ im liberalisierten Strommarkt und aus welchen zwei Gründen ist Unbundling wichtig für effektiven Wettbewerb?

Unbundling: Entflechtung von Erzeugung, Übertragung und Verteilung.



Wettbewerb erfordert nun die Trennung der Segmente, in denen Wettbewerb möglich ist und jener, die als noch Monopol betrachtet werden.

Die Trennung - speziell zwischen Stromerzeugung und Netz - ist wichtig, um zu verhindern, dass potentiellen neuen Stromerzeugern, die in den Wettbewerb eintreten wollen, der Marktzugang verweigert wird → Trennung=Unbundling

26. Welche grundsätzlichen Parameterkategorien beeinflussen die Preisbildung in (Strom-)Märkten?

1. Politische Rahmenbedingungen: z.B. Steuern
2. Marktstrukturen: Wettbewerb, Oligopol oder Monopol
3. Nachfrageseitige Parameter: z.B. Zahlungsbereitschaft, Einkommen, Energiepreis
4. Angebotsseitige Parameter: z.B. Investitionskosten, Effizienz, Brennstoffkosten, Verfügbarkeit

27. Welche Arten von Strompools gibt es? Wie unterscheiden sich diese in Bezug auf die Bandbreite der möglichen Preise? Welche Arten des Gaming sind möglich? Bei welcher Art von Pool?

- 2 Arten: 1. Verpflichtender Pool
 2. Freiwilliger Pool

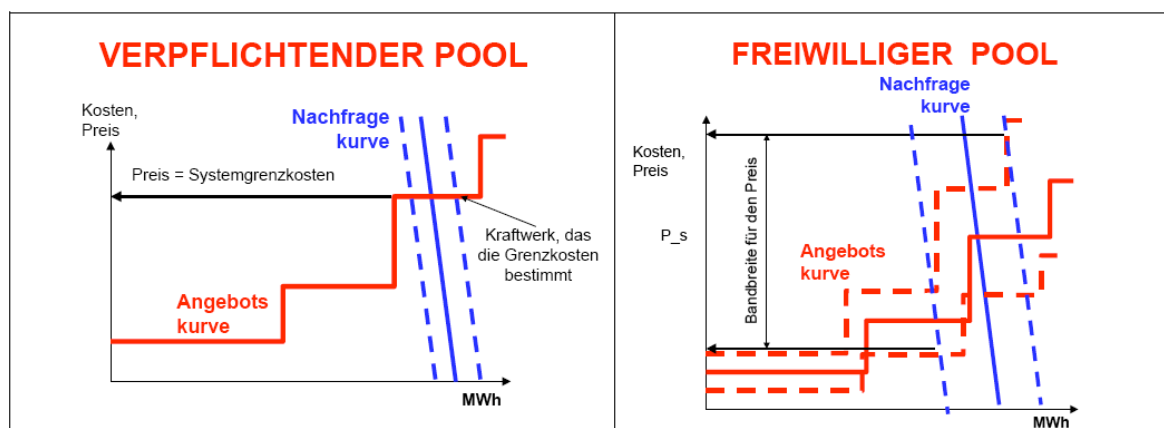


Abbildung 8.3 - Bandbreite der möglichen Preise in verpflichtenden und in freiwilligen Strompools

In freiwilligen Pools ist die Bandbreite des Preises viel größer, da sowohl Angebot als auch Nachfrage viel stärkeren Unsicherheiten ausgesetzt sind!

PROBLEM POOLPREISBILDUNG ENGLAND

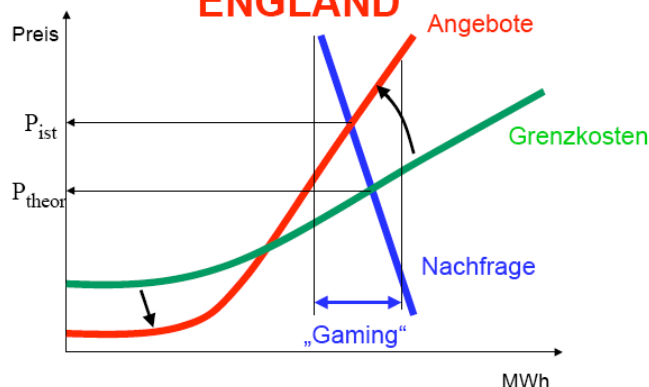


Abbildung 8.22c: Poolpreisbildung und Gaming

Gaming findet nur in freiwilligen Pools statt.

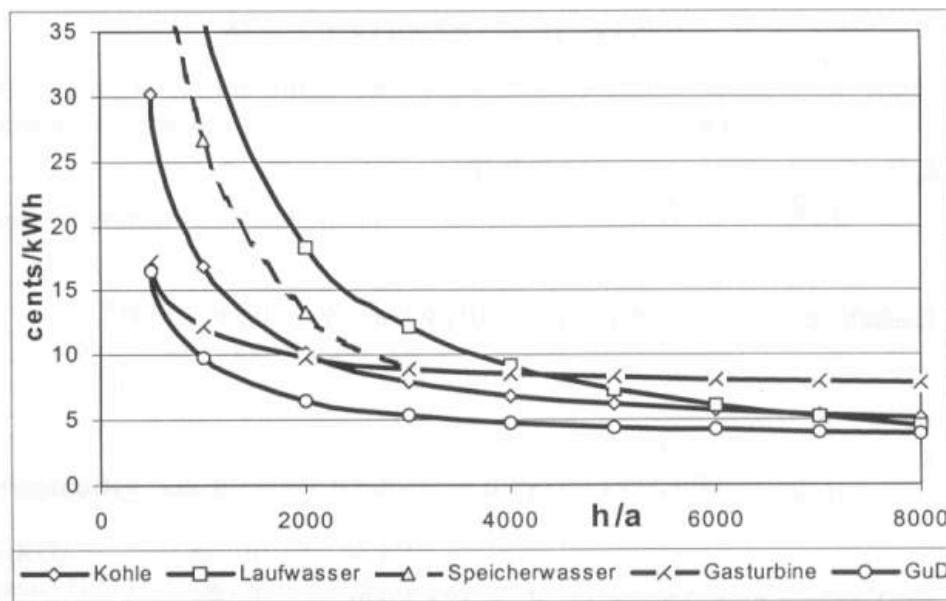
28. Wie unterscheiden sich verschiedene Kraftwerkstypen (z.B. Dampfturbinen-Kraftwerke, Gasturbinen und „Laufwasser-Kraftwerke“ von den Kostenstrukturen und den Einsatzzeiten her? (-> Grafik)

Abschreibungsdauer:

- Wasserkraftwerke: ca. 30-50 Jahre
- Kalorische- und GuD-Kraftwerke: ca. 10-12 Jahre

Investitionskosten:

- Wasserkraftwerke: ca. 30.000-60.000 ATS/kW
- Kalorische- und GuD-Kraftwerke: ca. 8.000-20.000 ATS/kW



Kraftwerke mit hohem Kapital und niedrigem Brennstoffanteil sind vorteilhaft bei:

- hoher Auslastung (Grundlast)
- niedrigem Zinsniveau
- hohen Brennstoffkosten

Kraftwerke mit niedrigem Kapital und hohem Brennstoffanteil sind vorteilhaft bei:

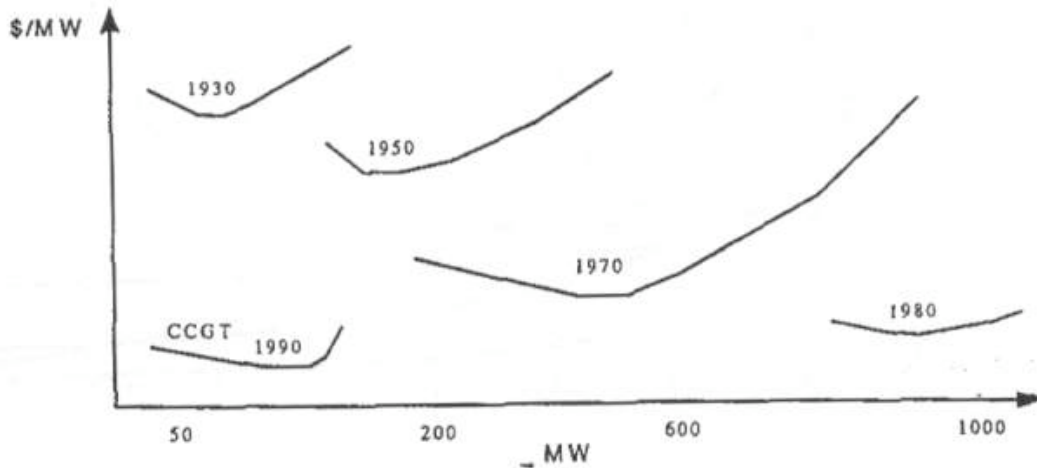
- geringer Auslastung (Spitzenlast)
- hohem Zinsniveau
- geringen Brennstoffkosten

29. Was versteht man unter „Economies of Scale“ und welche Bedeutung hatten diese früher bzw. haben sie heute in der Energiewirtschaft? Erläutern Sie das Prinzip grafisch!

Economies of Scale besagen, dass große Kraftwerke spezifisch billiger sind als kleine und dass daher danach zu trachten ist, diese optimale Größe auch auszuschöpfen.

Bis in die 80er Jahre stieg diese optimale Kraftwerksgröße praktisch kontinuierlich an. Anfang unseres Jahrzehnts kam es allerdings zu einem dramatischen Umbruch:

Plötzlich tauchten GuD-Kraftwerke mit sehr bescheidenen Leistungen auf, die spezifisch viel billiger waren, als die Großanlagen, die bis dahin gebaut worden waren. → Ende der *Economies of Scale*.



30. Beschreiben Sie ein Beispiel für eine cost resource curve für erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung

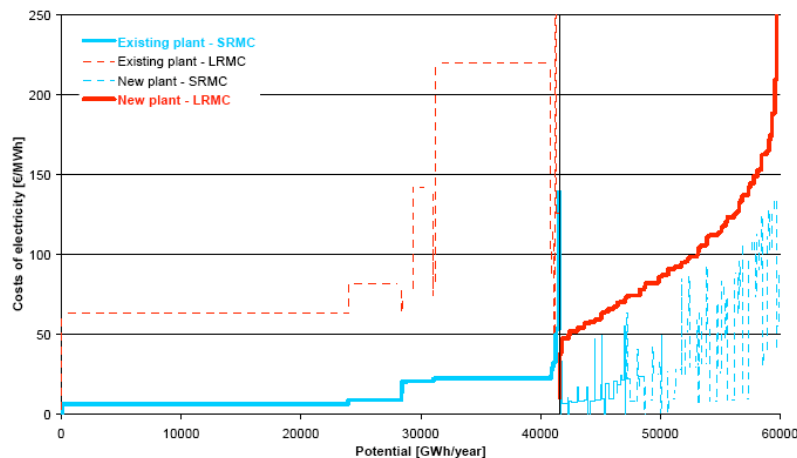
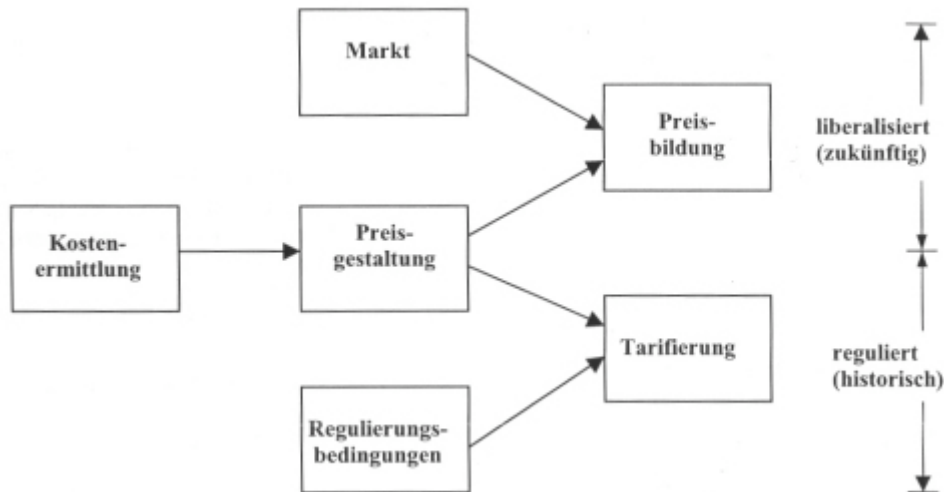


Figure 6-29 - Statische **cost-resource** curve für RES-E (inkl. aller RES-E Optionen) in Österreich sowohl für bereits realisierte Potentiale als auch für zusätzliche Potentiale (i.e. new plant) (Source: Huber et al 2004)

Um einen Eindruck von der Größenordnung der Kosten der Erschließung des Potentials der "neuen" EET, zeigt Figure 6-29 eine statische *cost-resource curve* für Österreich. In dieser Darstellung ist links das bereits realisierte Potenzial zu erkennen und nach rechts ansteigend das zusätzliche Potenzial. Die Kosten sind €₂₀₀₂ je MWh dargestellt.

31. Was ist der Unterschied zwischen Preisen und Tarifen?

- Preis: Bildung auf dem freien Markt.
- Tarif: verordnete Preise, von einer Behörde festgelegt.



In einem System dezentraler Entscheidungen haben Preise 3 zentrale Aufgaben:

1. Übermittlung von Information
2. Anreiz für Verhaltensänderung
3. Festlegung der Einkommensverteilung

Tarife haben mehrere Anforderungen simultan zu erfüllen, die jedoch nicht ohne Widerspruch zueinander stehen können, Sie sollten u.a.

1. einfach und überschaubar für den Kunden sein.
2. ökonomisch effizient sein.
3. als strategisches Instrument des EVU dienen.

Es lassen sich zusammengefasst grundsätzlich die folgenden Arten der Preisbildung unterscheiden:

1. reguliertes Monopol: $\text{Preis} = \text{Durchschnittskosten (DK)} = \text{Tarif}$
2. Wettbewerb:
 - $\text{Preis} = \text{Grenzkosten (GK)}$
 - $\text{Preis} = \text{kurz- oder langfristige GK}$
3. Strategische Preisbildung bei imperfektem Wettbewerb
4. Monopolpreise

Das Grundprinzip der Liberalisierung in Bezug auf die Preisbildung basiert auf dem Übergang von historischen Durchschnittskosten zu Grenzkosten in den Wettbewerbssegmenten.

32. Welche Arten von Strommärkten, welche Marktmodelle, gibt es unter Wettbewerb in Abhängigkeit von der Zeit? Wodurch unterscheiden sich die verschiedenen Marktmodelle?

kurzfristige Marktmodelle:

Strompools (z.B. in England & Wales, nordische Länder, Spanien)

- Existenz eines Übertragungsnetzbetreibers (TSO), der verantwortlich ist für den Netzbetrieb
- Eine Strombörse
- gleicher Netzzugang für alle Erzeuger

Man unterscheidet:

- freiwilliger Strompool (hier existiert ein bilateraler (Forward-)-Markt parallel zum Pool)
- verpflichtender Strompool

langfristige Marktmodelle:

Futures

Futures sind Terminkontrakte und werden nur an Warenbörsen gehandelt, wo Liefertermin, Ort, Qualität und Menge standardisiert sind. Es werden alle Eigenschaften bis auf den Preis festgelegt. Ein Future-Kontrakt entsteht dann, wenn Käufer und Verkäufer einen Preis vereinbaren, wobei dessen Höhe nicht limitiert ist. Futures werden in Europa z.B. am Nordpool oder an der EEX in Frankfurt gehandelt.

Forward

Ein Forward ist ein nicht standardisierter bilateraler Vertrag zwischen zwei Marktteilnehmern wobei einer eine Börse sein kann, aber nicht muss.

Die wichtigste Eigenschaft ist, dass der Futures- oder Forward-Preis zum Erfüllungszeitpunkt gegen den Spotmarkt-Preis konvergiert.

33. Welche Arten von Terminkontrakten gibt es?

Futures sind Terminkontrakte und werden nur an Warenbörsen gehandelt, wo Liefertermin, Ort, Qualität und Menge standardisiert sind. Bei Futures werden alle Eigenschaften bis auf den Preis im voraus definiert. Ein Futures-Kontrakt entsteht dann, wenn Käufer und Verkäufer einen Preis vereinbaren, wobei dessen Höhe nicht limitiert ist. Futures werden in Europa z.B. am Nordpool und an der EEX in Frankfurt gehandelt.

34. Erläutern Sie grafisch, was man unter „Hedging“ aus der Sicht eines Stromerzeugers versteht. Mit welchen Instrumenten wird „gehedgt“ und welche Bedingungen müssen diese erfüllen?

Hedging bezeichnet ganz allgemein die Möglichkeit für Marktteilnehmer, sich durch die Verwendung von Termingeschäften gegen Preisänderungsrisiken auf dem Spotmarkt abzusichern. Durch den Abschluß von Termingeschäften können Preisrisiken zum Teil eliminiert und ein Risikoausgleich zwischen Vertragspartnern erreicht werden. Aufgrund der bestehenden Risikoaversion ist es für Unternehmen rational, Termingeschäfte zu vereinbaren und dadurch Planungssicherheit zu erzielen. Dadurch werden aber auch potentielle Gewinnmöglichkeiten – durch Spekulation – ausgelassen. Von den einzelnen Marktteilnehmern wird zur Risikoabsicherung am finanziellen (Futures- oder Forward-)Markt die Gegenposition zum physikalischen Markt eingenommen.

D.h., ist ein Marktteilnehmer z.B. physikalisch short, wird dessen Hedge-Position long sein und umgekehrt.

Offene Positionen können nun auf zwei Arten geschlossen werden. Die üblichste Form, einen Futures-Kontrakt zu liquidieren, ist, wenn ein Vertragspartner mit einer long position am (Futures-)Markt (jemand, der bereits vorher Futures gekauft hat) sich für einen Verkauf des Futures, und ein Vertragspartner mit einer short position am (Futures-)Markt (jemand, der vorher Futures verkauft hat) für einen Kauf des Futures entscheiden. Nahezu 99% aller offenen Futures-Positionen **werden vor deren Erfüllung liquidiert**. An manchen Strombörsen, z.B. der EEX in Frankfurt, ist das sogar

tshurl

zwingend vorgeschrieben. Die Alternative ist die physikalische Erfüllung. Dabei muß der Vertragspartner, der finanziell short ist, die Ware Strom liefern, während der finanziell long Vertragspartner die Lieferung erhält.

Im Gegensatz zum *Hedging* mit Futures muss beim *Hedgen mit Forwards* jeder Marktteilnehmer die Bonität seines Geschäftspartners selbst überprüfen. Ein Beispiel für das dabei auftretende Risiko ist die Tatsache, dass im Jahr 2001 einige Österreichische EVU mit der amerikanischen Firma ENRON "gehedgt" Abschluss eines Forwards muss jeder Marktteilnehmer die Bonität seines Geschäftspartners selbst überprüfen. Haben. ENRON ging noch in diesem Jahr unter weltweitem Aufsehen in Konkurs...

Beispiel: Wie Stromerzeuger hedgen

Wie bereits erwähnt, können Futures-Kontrakte zum Hedgen und zum Spekulieren verwendet werden. Ein Vertragspartner mit einer physikalischen long position (z. B. ein Stromerzeuger) kann durch einen Verkauf eines Futures hedgen. Ein Vertragspartner mit einer long position am (Futures-)Markt (d.h., er hat Futures gekauft) profitiert, wenn Preise ansteigen und verliert, wenn Preise fallen. Für die entgegengesetzte short position am (Futures-)Markt gilt die umgekehrte Argumentation. Daraus folgt, daß Hedger dem Risiko damit begegnen, indem sie entgegengesetzte Positionen am physikalischen und Futures-Markt einnehmen. Gewinne in der physikalischen Position sind aber immer mit Verlusten in der Futures-Position verbunden und umgekehrt.

Beim perfekten Hedging sind die entsprechenden Gewinne und Verluste am physikalischen und Futures-Markt exakt gleich.

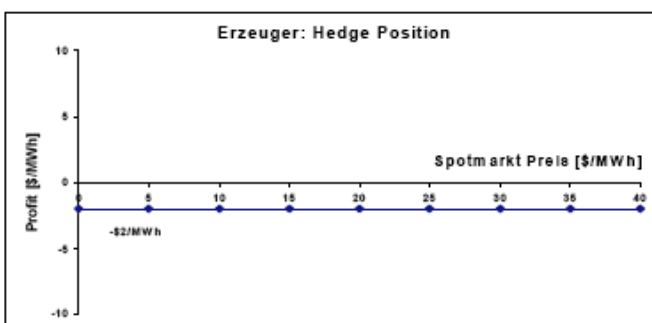
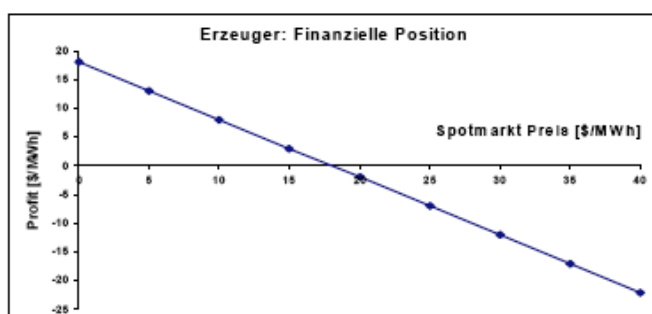
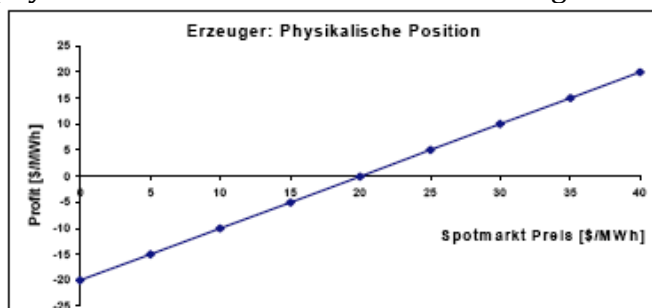
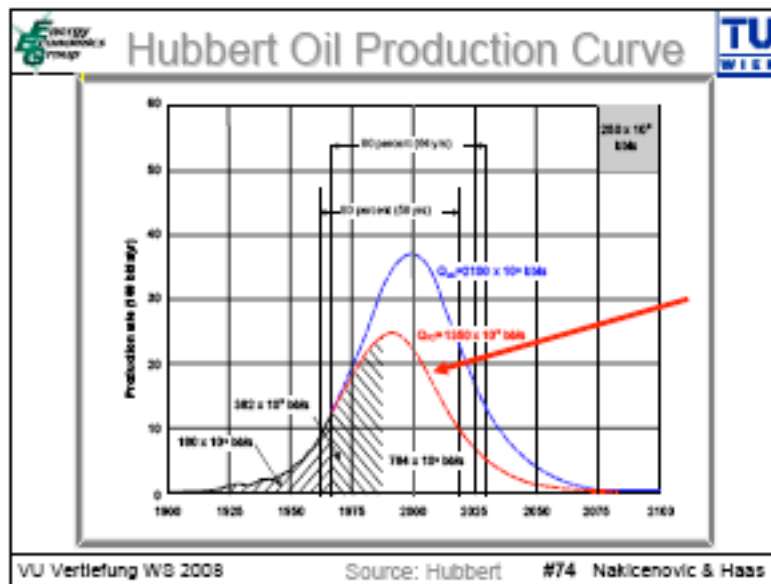


Abbildung 8.5 - Profit des Erzeugers bei verschiedenen Positionen abhängig vom Spotmarktpreis.

35. Beschreiben Sie die Charakteristik der Hubbert Kurve und begründen Sie diese!



Die These von Hubbert besagt, dass eine Öllagerstätte einen glockenförmigen Produktionsverlauf hat. Diese These ist umstritten, da man die 2. Hälfte der Glockenkurve erst bestimmen kann, wenn man den Sättigungspunkt erreicht hat. Der Sättigungspunkt kann jedoch nicht genau vorher gesagt werden.

36. Nennen Sie Beispiele für regulative und freiwillige Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energieträger

Allgemein ist zu sagen, dass es im Strombereich eine wesentliche größere Palette an Förderinstrumenten gibt als im Bereich der Wärme. Im Wesentlichen beschränken sich die Instrumente zur Förderung von Wärme aus Erneuerbaren auf Investitionszuschüsse und steuerliche Abschreibungen.

Regulativ	Direkt		Indirekt
	Preisgesteuert	Kapazitätsgesteuert	
Förderung der Investition	<ul style="list-style-type: none"> • Zuschußprogramme • Steueranreize 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschreibung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökosteuern
Förderung der erzeugten Strommenge	<ul style="list-style-type: none"> • Kostendeckende Vergütung • Einspeisetarife 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht handelbare Quoten / handelbare Zertifikate 	

Förderung der Effizienz

Standards

Freiwillig	Direkt		Indirekt
	Preisgesteuert	Kapazitätsgesteuert	
Förderung der Investition	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligungsmodelle • Fondsmodelle / Spendenprojekte 		<ul style="list-style-type: none"> • Freiwillige Vereinbarungen
Förderung der erzeugten Strommenge	<ul style="list-style-type: none"> • Grüne Tarife 		

Prinzipiell ist auch bei den Instrumenten für Technologien zur Produktion von Strom, von Wärme und Technologien für Mobilität zu unterscheiden.

tshurl

37. Welche Arten von Energienachfragemodellen kennen Sie, um den Einfluss einzelner Parameter auf den Energieverbrauch herauszufiltern?

- Ökonomisches Basismodell für die Energienachfrage
- Zeitreihenanalysen
- Querschnittsanalyse

38. Beschreiben Sie grundsätzlich, wie bei der Erstellung von ökonometrischen Modellen für die Modellierung der Energienachfrage vorzugehen ist

Die Basis für die weiteren Analysen ist die Beschreibung des Energieverbrauchs durch Preise, Einkommen und mögliche zusätzliche Parameter bzw. Verzögerungen mit Hilfe des Ansatzes einer so genannten Produktionsfunktion. Die Ausgangsüberlegung dazu ist, dass es langfristig – in Abhängigkeit von Preisen, Einkommen und möglichen anderen Einflussparametern – einen Gleichgewichtszustand gibt, dass also

$$E_{\infty} = f(p_E, Y, x_i, t)$$

mit:

E_{∞} Gleichgewichtsnachfrage

x_i sonstige Parameter

t Zeitperiode

Der einfachste Schätzansatz – nur unter Berücksichtigung der Abhängigkeit vom Einkommen – lautet:

$$E = K Y^{\beta}$$

Der Ansatz unter zusätzlicher Berücksichtigung des Preises lautet:

$$E = K p^{\alpha} Y^{\beta}$$

mit:

K Konstante

E Energieverbrauch

p Energiepreis

Y Einkommen (z.B. Bruttoinlandsprodukt (BIP) oder *Private final consumption expenditures* PCE)

α Preiselastizität

β Einkommenselastizität

oder in für Regressionsanalysen bequemerer logarithmischer Form:

$$\ln E = C + \alpha \ln p + \beta \ln Y$$

Ausgehend von diesen Grundüberlegungen ist es nun möglich, verschiedene weitere Effekte zu untersuchen. In dieser Gleichung ist E die abhängige (*dependent*) Variable, p und Y sind die unabhängigen (*independent*) Variablen.

Dieser Modellansatz kann nun prinzipiell auf zwei unterschiedliche Arten von Analysen angewendet werden:

- Zeitreihenanalysen und
- Querschnittsanalysen

39. Wie werden autonome technologische Effizienzsteigerungen in ökonometrischen Modellen für die Modellierung der Energienachfrage berücksichtigt?

Eine weitere Möglichkeit, das Grundmodell zu verbessern, ist die Berücksichtigung eines autonomen zeitlichen Trends. Ist dieser Trend negativ, dann heißt das, dass es über die Zeit automatisch eine gewisse technische Effizienzverbesserung gibt. Das modifizierte Modell lautet dann:

$$E_t = K \cdot e^{\theta t} \cdot p_t^A \cdot Y_t^B$$

bzw. in logarithmischer Form:

$$\ln E_t = C + \alpha \ln p_t + \beta \ln Y_t + \theta t$$

mit

θ Trend

40. Beschreiben Sie die (drei) wichtigste Treibhausgase und ihre heutige Konzentration in der Atmosphäre! Um wie viel ppm ist die CO₂ Konzentration seit 1750 angestiegen?

CO₂ 360ppm Anstieg um 80 ppm

NO_x 310ppm

CH₄ 1,75ppm

FCKW's 200-400ppt

41. Um wie viel Grad Celsius ist die mittlere Temperatur der Erde seit 1860 am Festland gestiegen?

0,8°C

42. Wie groß ist die mittlere Sonneneinstrahlung auf der Erde (in W/m²) und um wie viel W/ m² ist die kombinierte Erwärmung durch CO₂, CH₄ und N₂O seit 1750 gestiegen?

Sonneneinstrahlung: 342 W/m²

Absorbiert von der Oberfläche: 168W/m²

(?) Heute durch die Treibhausgase reflektierte Strahlung: 324W/m²

43. Beschreiben Sie die Kuznets-Umwelt Kurve (Kuznets environmental curves)!

Die Kuznets-Umwelt Kurve gibt verschiedene Umwelteinflüsse immer per Kopf an.

44. Welche Möglichkeiten für energiepolitische Eingriffe kennen Sie?

- Subventionen / finanzielle Förderungen
sowohl für Investitionen als auch zur Primärenergieförderung und für energieeffiziente Technologien
- Umweltsteuern
Sollen je nach Umweltbelastung die externen Kosten, die verschiedene Energieträger verursachen, in den Energiepreisen widerspiegeln;
- Standards / Normen
Sollen bestimmte technisch mögliche Effizienzen gewährleisten, die aufgrund von niedrigen Energiepreisen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht installiert würden.
- Regulierung

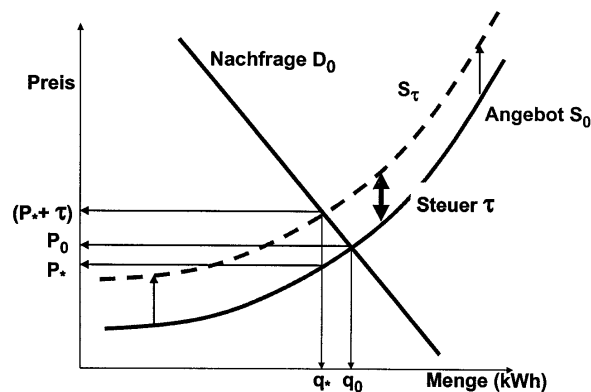
Die historisch dominierte Form der energiepolitischen Intervention ist jene der staatlichen Regulierung.

Das zentrale Motiv für staatliche Regulierung ist aber zumindest seit Ende des 19. Jh. Die Vermeidung von überhöhten oder anders ausgedrückt, die Gewährleistung sozial gerechter Preise.

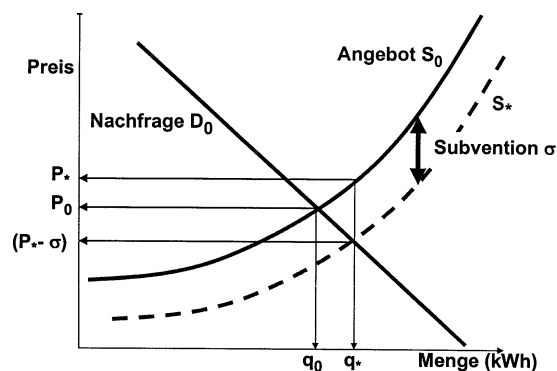
- Handelbare Emissionsrechte
Sollen dazu dienen, Schadstoff- oder Treibhausgasemissionen national oder international ökonomisch möglichst effizient zu reduzieren.
- Reglementierte Einspeisetarife
Spielen vor allem zur Förderung erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung eine wichtige Rolle
- Staatliche Interventionen
- Information / Beratung
- Lagerung

45. Erläutern Sie grafisch den prinzipiellen Unterschied der Wirkung von Steuern und Subventionen!

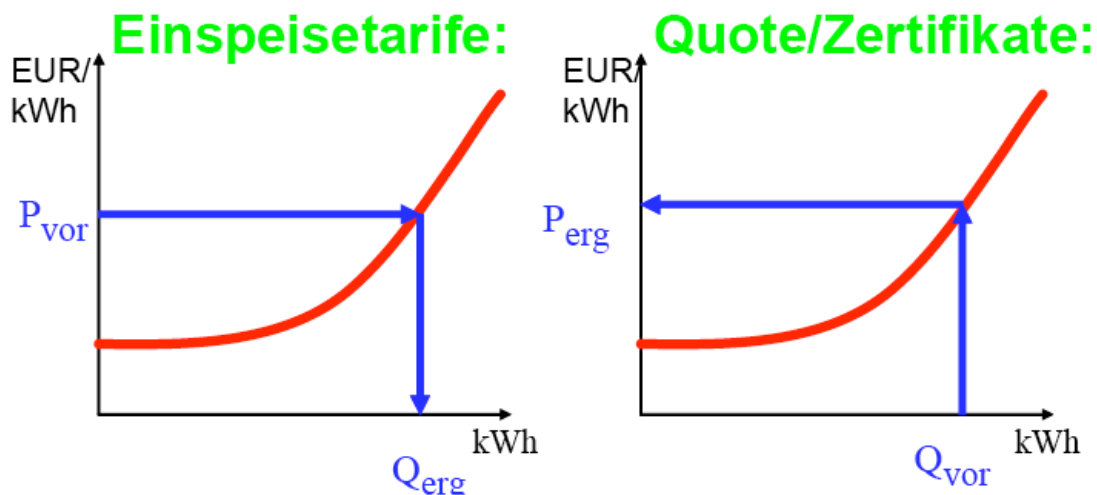
Steuern:



Subventionen:



46. Beschreiben Sie grafisch den prinzipiellen Unterschied zwischen Einspeisetarifen und Quoten mit handelbaren Zertifikaten zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern



47. Wie groß ist die im Kyoto-Protokoll festgelegte österreichische Emissionsreduktionsverpflichtung innerhalb Europas? Beschreiben Sie innerhalb welchen Zeitraums diese Verpflichtung erfüllt werden muss!

-13% im Zeitraum von 2008 bis 2012

48. Welche Bandbreite der zukünftigen globalen Erwärmung in Grad Celsius (verglichen zu heute) geben IPCC SRES Szenarien bis 2100 an?

1,6°C bis 5,8°C

49. Wie groß müssen die globale CO₂ Emissionen in 100 Jahren (verglichen mit dem derzeitigen Niveau) sein, um die atmosphärische CO₂ Konzentrationen längerfristig zu stabilisieren?

von 380ppm auf NULL

50. Wie groß sind die derzeitigen globalen CO₂ Emissionen in Tonnen Kohlenstoff (tC) und wie groß sind sie in Tonnen Kohlendioxid (tCO₂)?

$6GtC \equiv 22GtCO_2$