



**E-CONTROL**

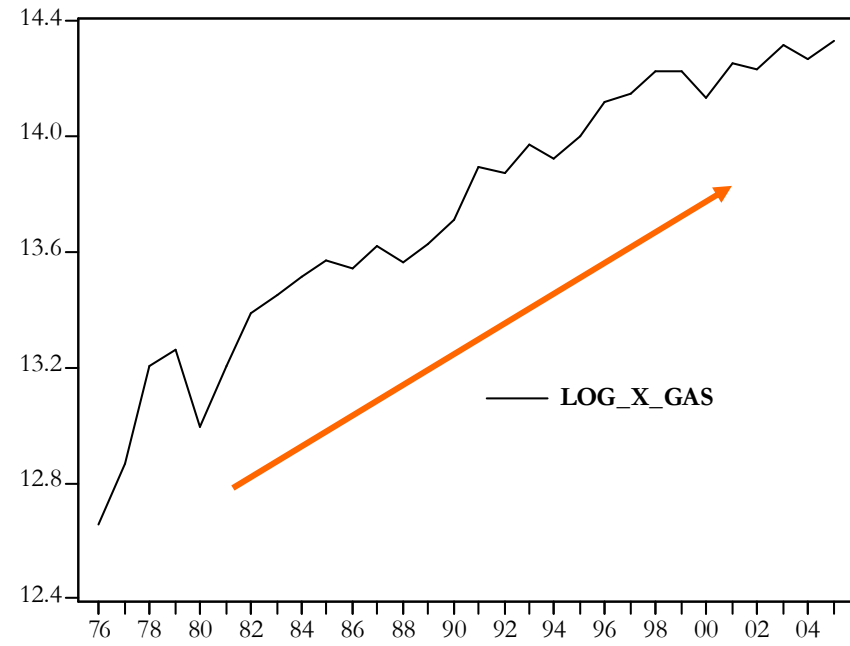
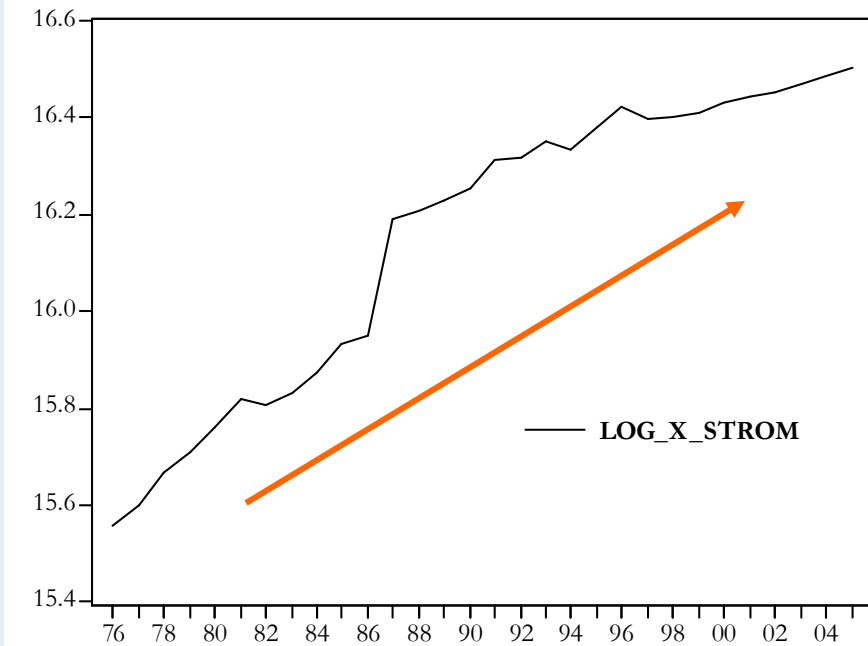


## Können Preissteigerungen die Energienachfrage eindämmen?

Empirische Analyse am Beispiel österreichischer Haushalte

Dr. Stephan Sharma  
E-Control GmbH

# Einleitung





# Einleitung



- Haushalts-Strom- und Gasverbrauch stetig zugenommen
- Wirtschafts- bzw. Wohlstandswachstum Hauptursache?
- Problem: Erhöhung der Abhängigkeit und Emissionen  
→ Erfüllung internationaler Verpflichtungen schwieriger
- Lösung: Steigerung der Energieeffizienz und des –sparens
- Für mittel- bis langfristige Maßnahmen zu spät  
→ kurzfristig erreichbar über Erhöhung der Besteuerung von Strom und Gas („Negativ-Anreiz“)
- Effektivität hängt von der Einkommens- und Preiselastizität der Strom- bzw. Gasnachfrage ab



## 1. Modelle zur Bestimmung der Elastizitäten

- a) Lineare
- b) Doppelte-Log
- c) Fehlerkorrektur („EC“)
- d) A/Symmetrische instrumentalisierte EC (NEU)

# Theorie

## 2. Haushaltsnachfrage-Modell

- a) Strom
- b) Gas

# Empirie

## 3. Effektivität steuerpolitischer Maßnahmen

## 4. Schlussfolgerungen

## 1.a Lineare-Modelle

- Intuitiv erster Ansatz: Schätzung Elastizitäten aus linearer Nachfragebeziehung mit Kleinstquadrate (**KQ**)-Methode:

$$x_t = \alpha + \beta \cdot p_t + \gamma \cdot m_t + \sum_i \lambda_i \cdot z_{i,t} + u_t \quad (1)$$

$$x_t = \alpha + \sum_{j=1}^J \mu_j \cdot x_{t-j} + \sum_{k=0}^K \beta_k \cdot p_{t-k} + \sum_{l=0}^L \gamma_l \cdot m_{t-l} + \sum_{r=0}^R \sum_i \lambda_{i,r} \cdot z_{i,t-r} + u_t \quad (2)$$

x..Nachfrage, p..Preise, m..Einkommen, z..andere Variable

- $\eta_{x_t, p_t} = \hat{\beta} \cdot \frac{p_t}{x_t}$ ,  $\eta_{x_t, m_t} = \hat{\gamma} \cdot \frac{m_t}{x_t}$
- Lineare Modelle liefern konstante Schätzer, Elastizitäten sind jedoch vom Zeitpunkt  $t$  abhängig



## 1.a Lineare-Modelle

- Aus (2) möglich langfristige Elastizitäten zu bestimmen:

$$\text{Langfristiger Preiseffekt: } \beta_0 + \mu_1 \cdot \beta_0 + \mu_1^2 \cdot \beta_0 + \dots = \frac{\beta_0}{1 - \mu_1}$$

- Langfristige Elastizität existiert nur falls kurzfristige und KQ-Schätzer für  $\mu$  signifikant
- Nachteil Linearer-Modelle:
  - nicht direkt Elastizitäten
  - Koexistenz kurz- und langfristiger Elastizitäten

## 1.b Doppelte-Log-Modelle

- Gleichung (1) und (2) in logarithmischer Form
- Schätzer  $\hat{\beta}$  und  $\hat{\gamma}$  somit kurzfristige Elastizitäten:

$$\begin{aligned}\eta_{x_t, p_t} &= \frac{\partial x_t}{\partial p_t} \cdot \frac{p_t}{x_t} = \frac{\partial x_t}{\partial \ln(x_t)} \cdot \frac{\partial \ln(x_t)}{\partial \ln(p_t)} \cdot \frac{\partial \ln(p_t)}{\partial p_t} \cdot \frac{p_t}{x_t} \\ &= x_t \cdot \hat{\beta} \cdot \frac{1}{p_t} \cdot \frac{p_t}{x_t} = \hat{\beta}\end{aligned}$$

- Nachteil Linearer- u Doppelter-Log-Modelle: Zeitreihen (**ZR**) müssen stationäre stochastische Prozesse sein;
- Strom- und Gasnachfrage haben stochastischen Zeittrend  
→ Nicht-Berücksichtigung liefert Scheinzusammenhang





## 1.c Fehlerkorrektur- (EC) Modelle

- ZRen-Differenzierung nicht ausreichend, da langfristige Information (falls vorhanden) verloren geht
- Lösung Kointegrations-Konzept *Engel u. Granger (1987)*
- Idee: Existiert stationäre Linearkombination zweier od. mehrerer nicht-stationärer ZRen, Schätzung im Rahmen eines Fehlerkorrektur-Modells:

$$\Delta x_t = \alpha + \varphi \cdot ecm_{t-1} + \sum_{j=1}^J \mu_j \cdot \Delta x_{t-j} + \sum_{k=0}^K \beta_k \cdot \Delta p_{t-k} + \sum_{l=0}^L \gamma_l \cdot \Delta m_{t-l} + \sum_{r=0}^R \sum_i \lambda_{i,r} \cdot \Delta z_{i,t-r} + u_t \quad (3)$$

*ecm* beschreibt stationäre Kointegrationsbeziehung zw. Variablen in Einheiten, alle Variablen sind logarithmiert

## 1.d A/Symmetrische instrumentalisierte EC-Modelle - NEU



- Standardannahme der Exogenität der unabhängigen Variablen verletzt ( $p, m, x_{t-j}$ ) → Schätzer verzerrt und inkonsistent → zwei-stufige OLS-Schätzung notwendig
- Annahme einer symmetrischen Nachfragefunktion möglicherweise unrealistisch → Komponentenzerlegung:

$$p_t = p_1 + p_{inc,t} + p_{dec,t}$$

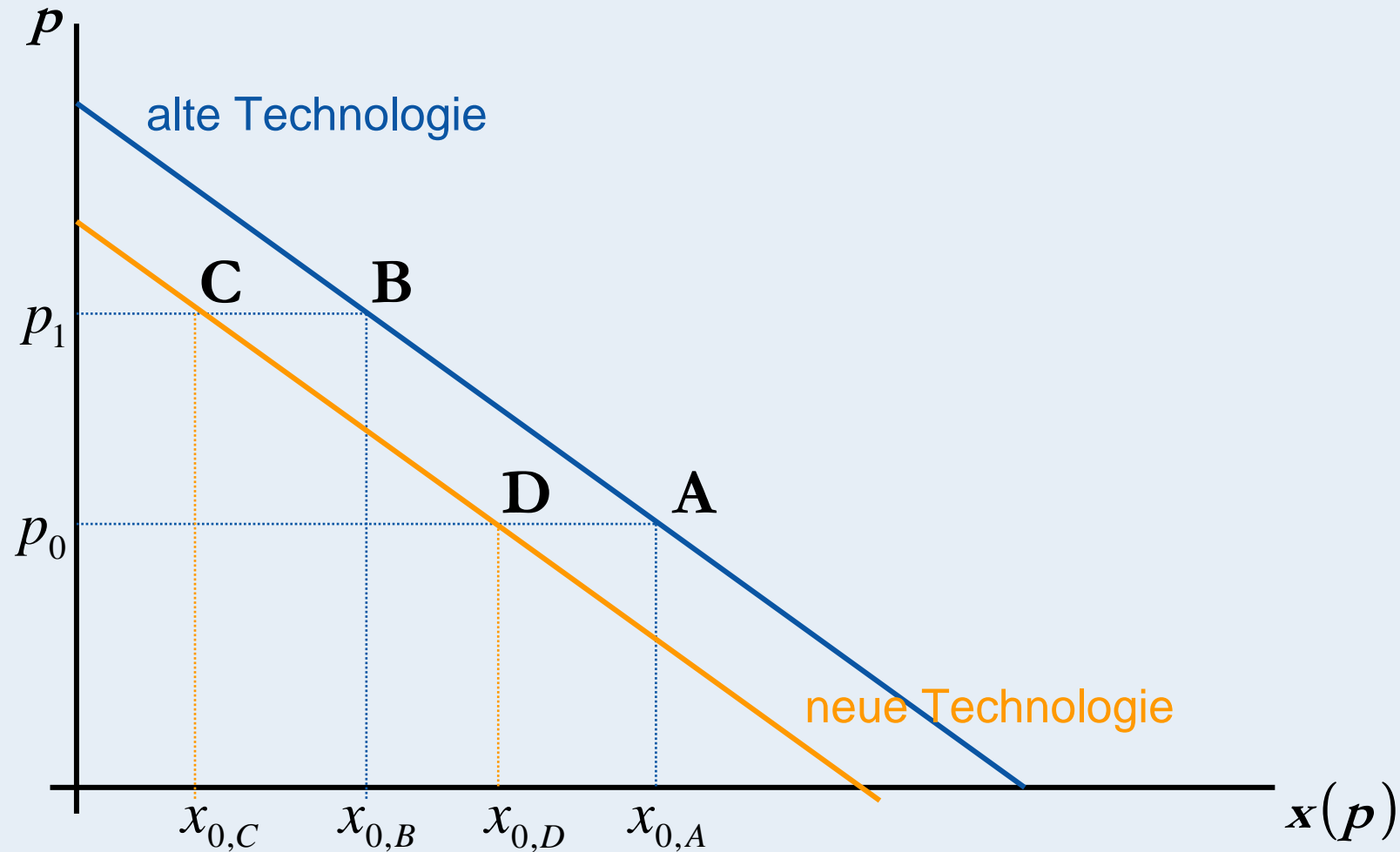
$p_{inc,t} / p_{dec,t}$  *kumulative Preisanstiege/-rückgänge*

- Irreversibilitätseffekte bislang unberücksichtigt:

# 1.d A/Symmetrische instrumentalisierte EC-Modelle - NEU



## Irreversibilitätseffekt (symmetrische Nachfragefunktion)





# 1. Modelle - FAZIT

- Lineare- u Doppelte-Log-Modelle nicht geeignet, sofern ZRen nicht alle stationäre stochastische Prozesse
- Existieren nicht-stationäre ZRen Überprüfung einer möglichen Kointegration notwendig
- Bei Vorliegen von Kointegration: Schätzung eines instrumentalisierten EC-Modells, anderenfalls Verwendung Doppeltes-Log-Modell in differenzierter und instrumentalisierter Form
- Berücksichtigung Irreversibilitäts- und Asymmetrischer-Effekte

## 2.a Strom a/symmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



Abhängige Variable:  $\Delta x_t^{Strom}$

$t = 1979, \dots, 2005$

Unabhängige Variablen	Koeffizient	Stand.abw.	t-Statistik
$ecm_{t-1}^{Strom}$	-0.06	0.01	-4.78***
$\Delta p_{inc,t}^{Strom}$	-0.37	0.10	-3.79***
$\Delta m_{inc,t}$	0.72	0.17	4.20***
$\Delta temp_t$	-0.23	0.03	-7.93***
$d_{trend}$	0.00	0.00	3.95***
$d_{81}$	0.07	0.01	8.71***
$d_{87}$	0.20	0.00	49.71***
$\bar{R}^2$	0.95		
F-Statistik (o. $d_{81}, d_{87}$ )	34.34***		
$ecm_t^{Strom} = x_t^{Strom} + 0.77 \cdot p_t^{Strom} - 1.23 \cdot m_t - 15.57 + 0.02 \cdot d_{trend}$			
Instrumente: $const, \Delta temp_t, d_{trend}, d_{81}, d_{87}, \Delta p_{inc,t}^{Gas}, \Delta p_{inc,t-1}^{Strom}, \Delta m_{inc,t-2}, d_{01}$			

\*\*\* (\*\*) [\*] steht für Signifikanz bei einem Niveau von 1% (5%) [10%]

## 2.a Strom a/symmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



- Diagnostik

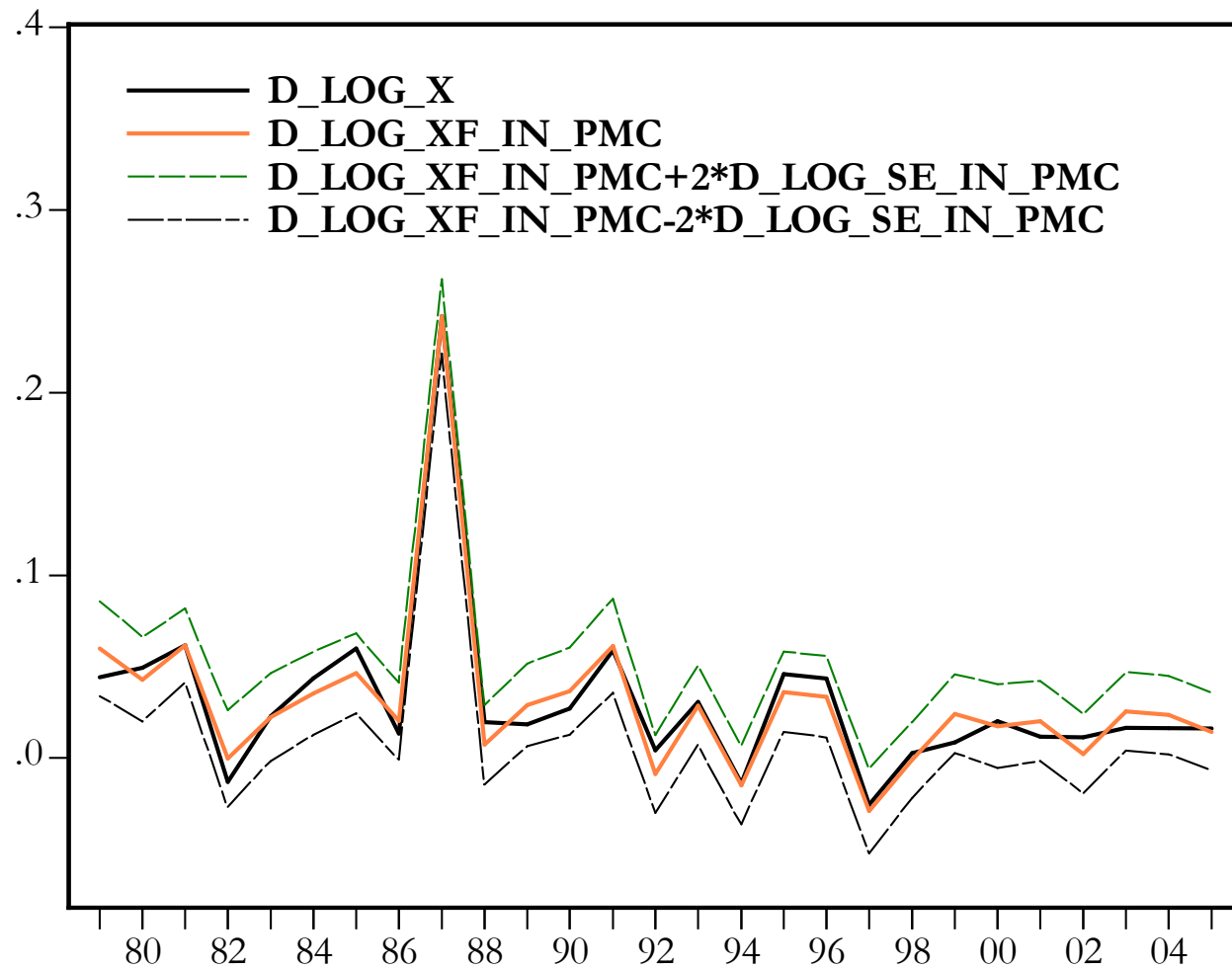
Test	Freiheitsgrade	Teststatistik
Lagrange Multiplikator	$\chi^2(3)$ (3 Lags)	4.69
ARCH-Effekte	$\chi^2(1)$ (1 Lag)	3.45*
Jarque-Bera	$JB(2)$	1.43
Heteroskedastie (White)	$\chi^2(12)$	10.11
Ramsey RESET	$F(1,19)$	0.76
Stabilität (Chow Prognose)	$F(13,7)$ (1993)	1.30

\*\*\* (\*\*) [\*] steht für Signifikanz bei einem Niveau von 1% (5%) [10%]

- Preiselastizität kurz- und langfristig unelastisch;  
Einkommenselastizität höher und langfristig elastisch
- Kointegrationsvektor aus symmetrischen Spezifikation  
(Komponentenzerlegung keine zusätzliche Erklärung)



## 2.a Strom a/symmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



## 2.b Gas asymmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



Abhängige Variable:  $\Delta x_t^{Gas}$   $t = 1979, \dots, 2005$

Unabhängige Variablen	Koeffizient	Stand.abw.	t-Statistik
$ecm_{asym,t-1}^{Gas}$	-0.39	0.04	-10.01***
$\Delta x_{t-1}^{Gas}$	-0.43	0.17	-2.49**
$\Delta heiz_{\chi,t}$	0.49	0.08	6.29***
$d_{80}$	-0.21	0.01	-36.14***
$d_{98}$	0.12	0.01	13.14***
$\bar{R}^2$	0.90		
F-Statistik (o. $d_{80}, d_{98}$ )	55.14***		

$$ecm_{asym,t}^{Gas} = x_t^{Gas} + 0.35 \cdot p_{inc,t}^{Gas} - 2.30 \cdot m_{inc,t} - 13.39$$

Instrumente:  $const, \Delta heiz_{\chi,t}, d_{80}, d_{98}, \Delta m_{inc,t-2}, d_{01}$

\*\*\* (\*\*) [\*] steht für Signifikanz bei einem Niveau von 1% (5%) [10%]

## 2.b Gas asymmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



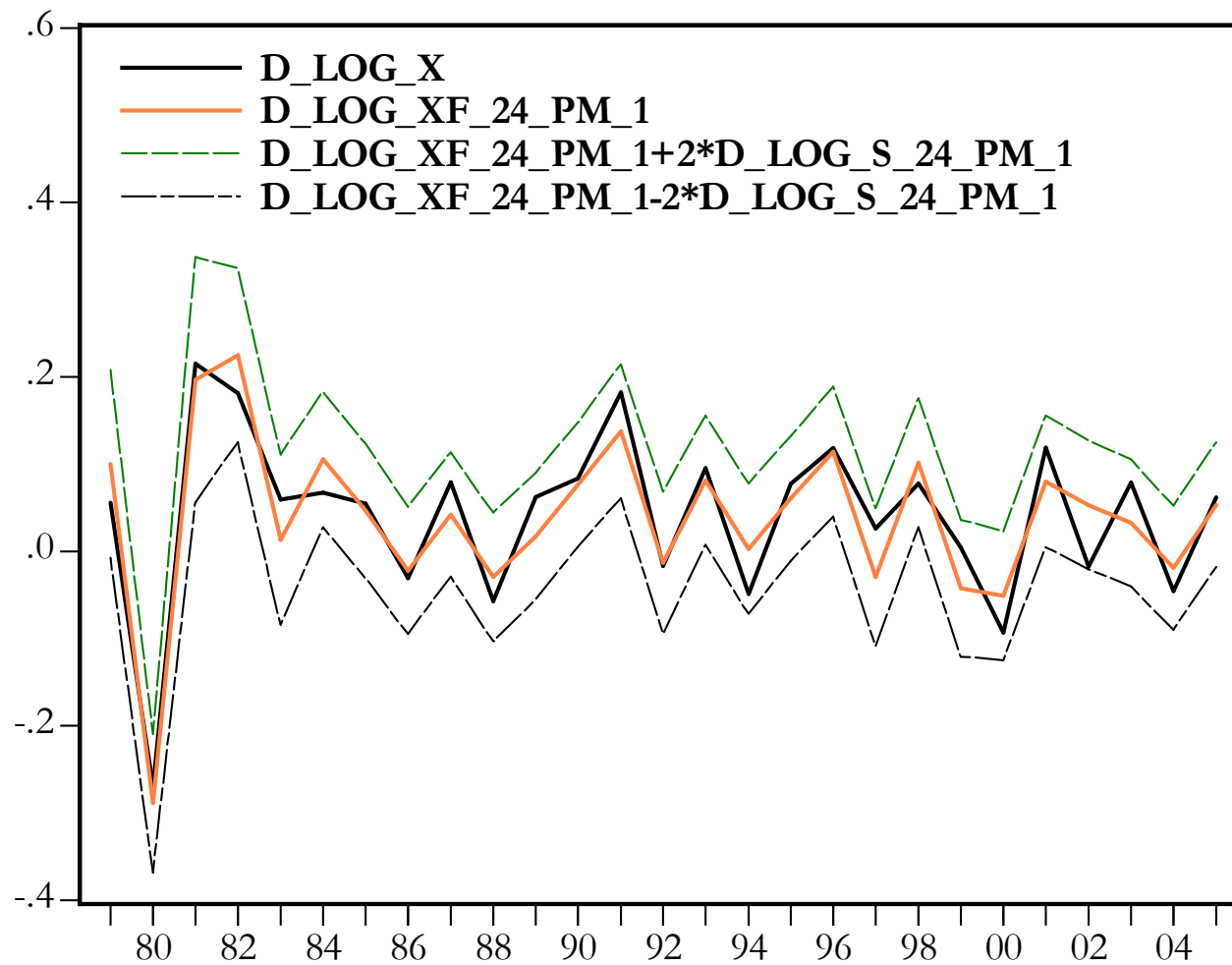
- Diagnostik

Test	Freiheitsgrade	Teststatistik
Lagrange Multiplikator	$\chi^2(3)$ (3 Lags)	6.08
ARCH-Effekte	$\chi^2(1)$ (1 Lag)	3.12*
Jarque-Bera	$JB(2)$	0.66
Heteroskedastie (White)	$\chi^2(8)$	6.25
Ramsey RESET	$F(1,21)$	0.65

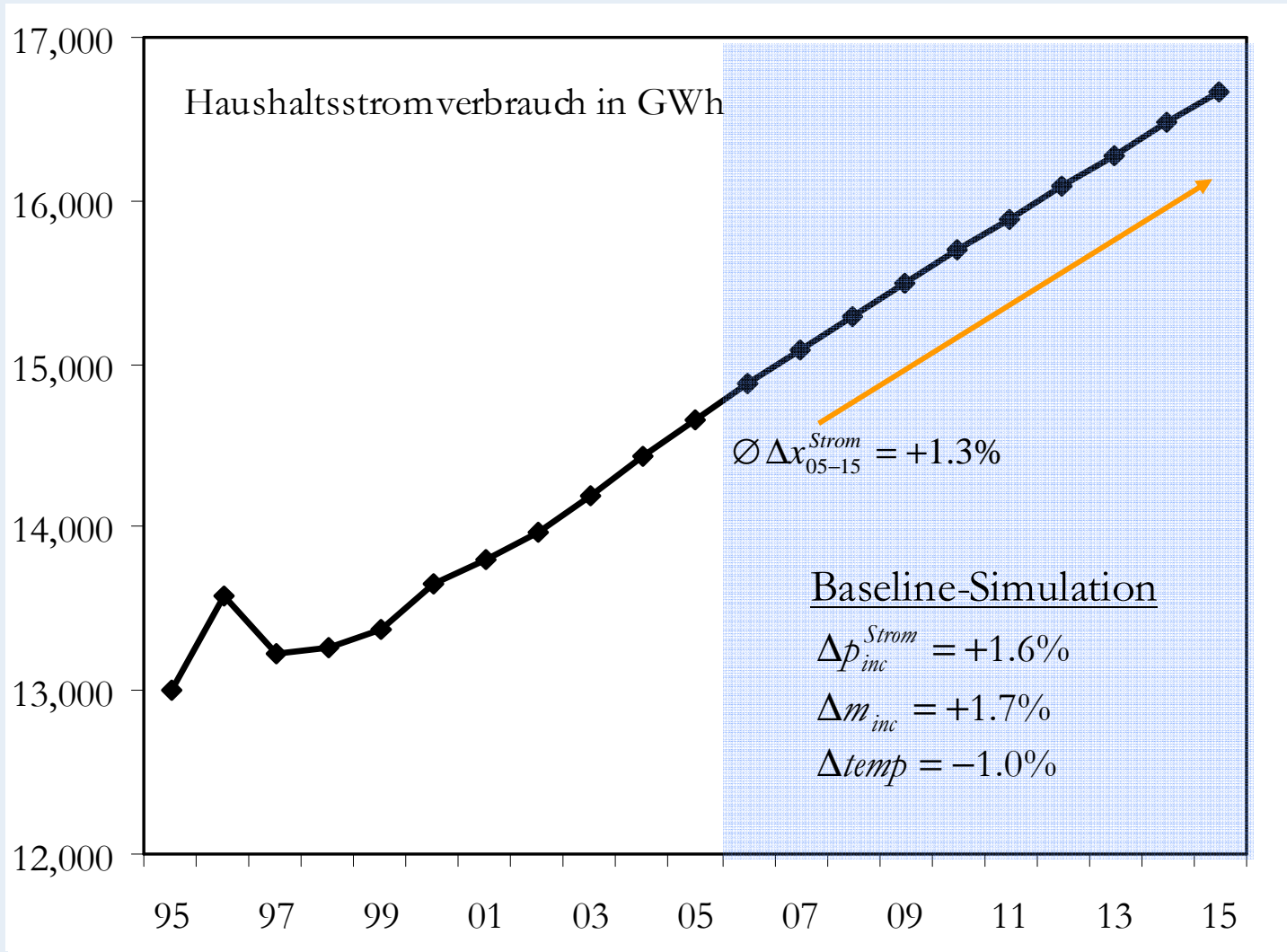
\*\*\* (\*\*) [\*] steht für Signifikanz bei einem Niveau von 1% (5%) [10%]

- Nur langfristige Preis- und Einkommenselastizität – da Haushalte kurzfristig kaum Verbrauch anpassen können
- Einkommenselastizität ca. 2fach größer; Grund: Einkommen an Wohnstandard geknüpft
- Kein signifikanter Irreversibilitätseffekt

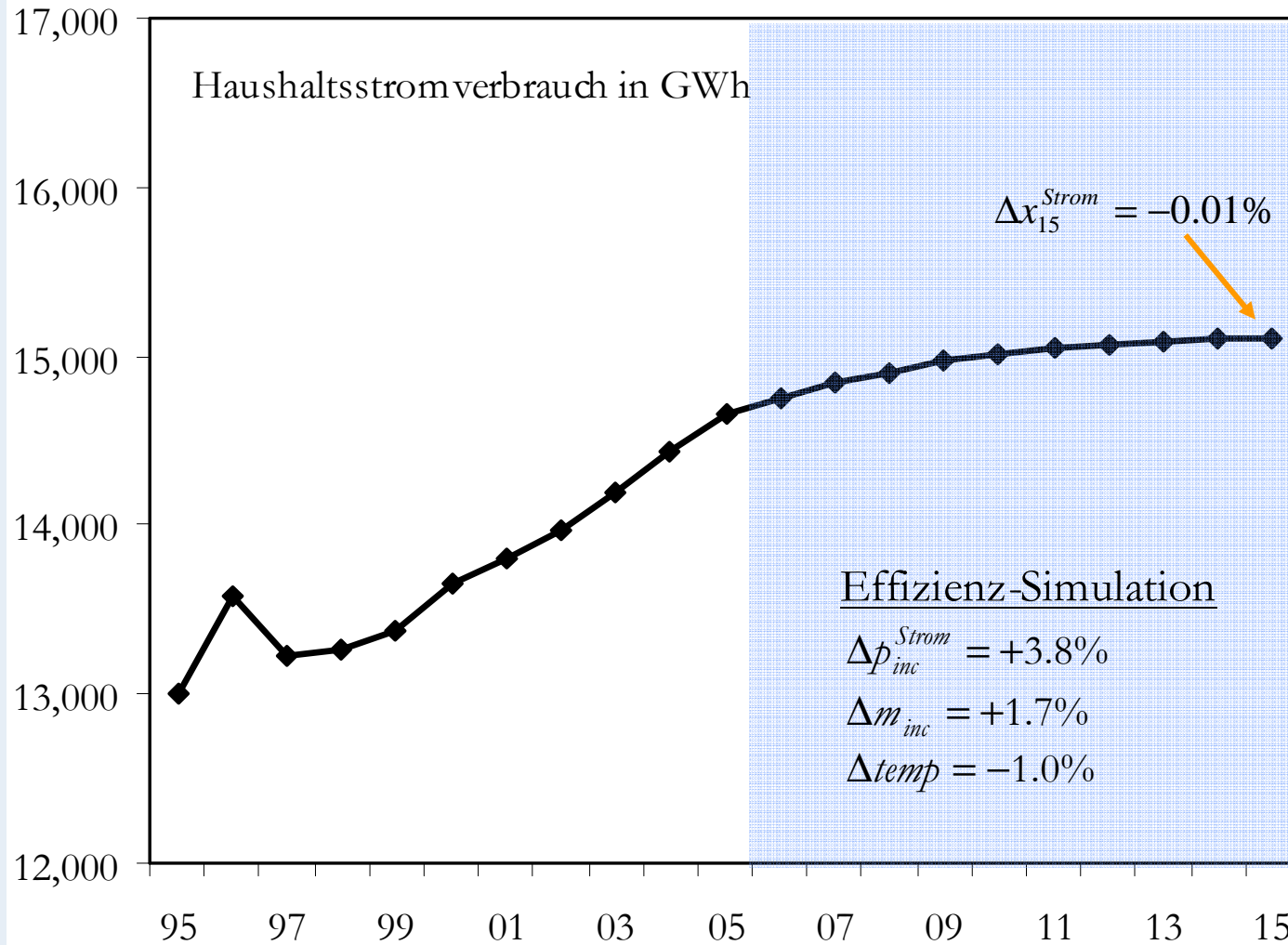
## 2.b Gas asymmetrisches instrumentalisiertes EC-Nachfragemodell



### 3. Strom Baseline-Szenario

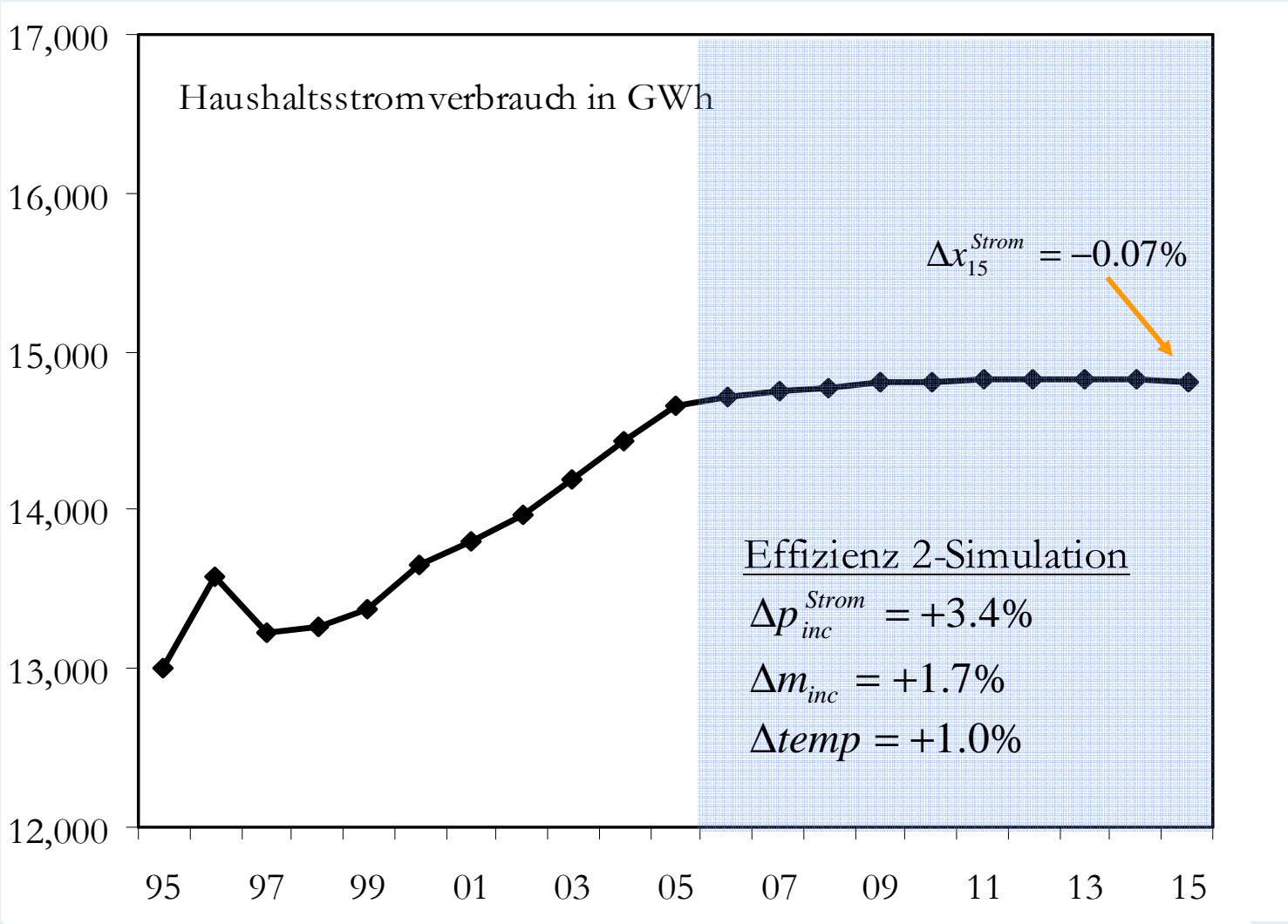


### 3. Strom Effizienz-Szenario 1

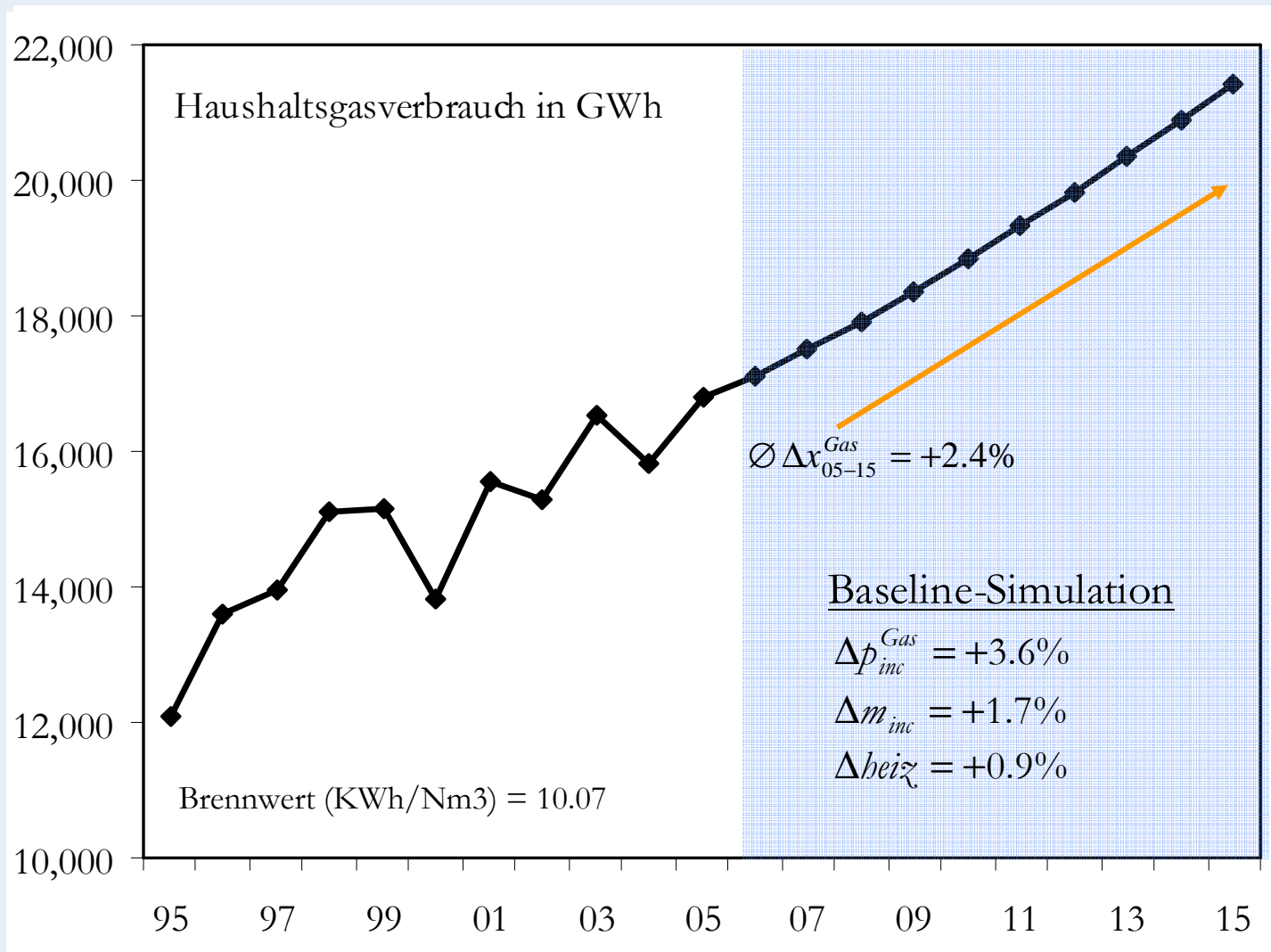




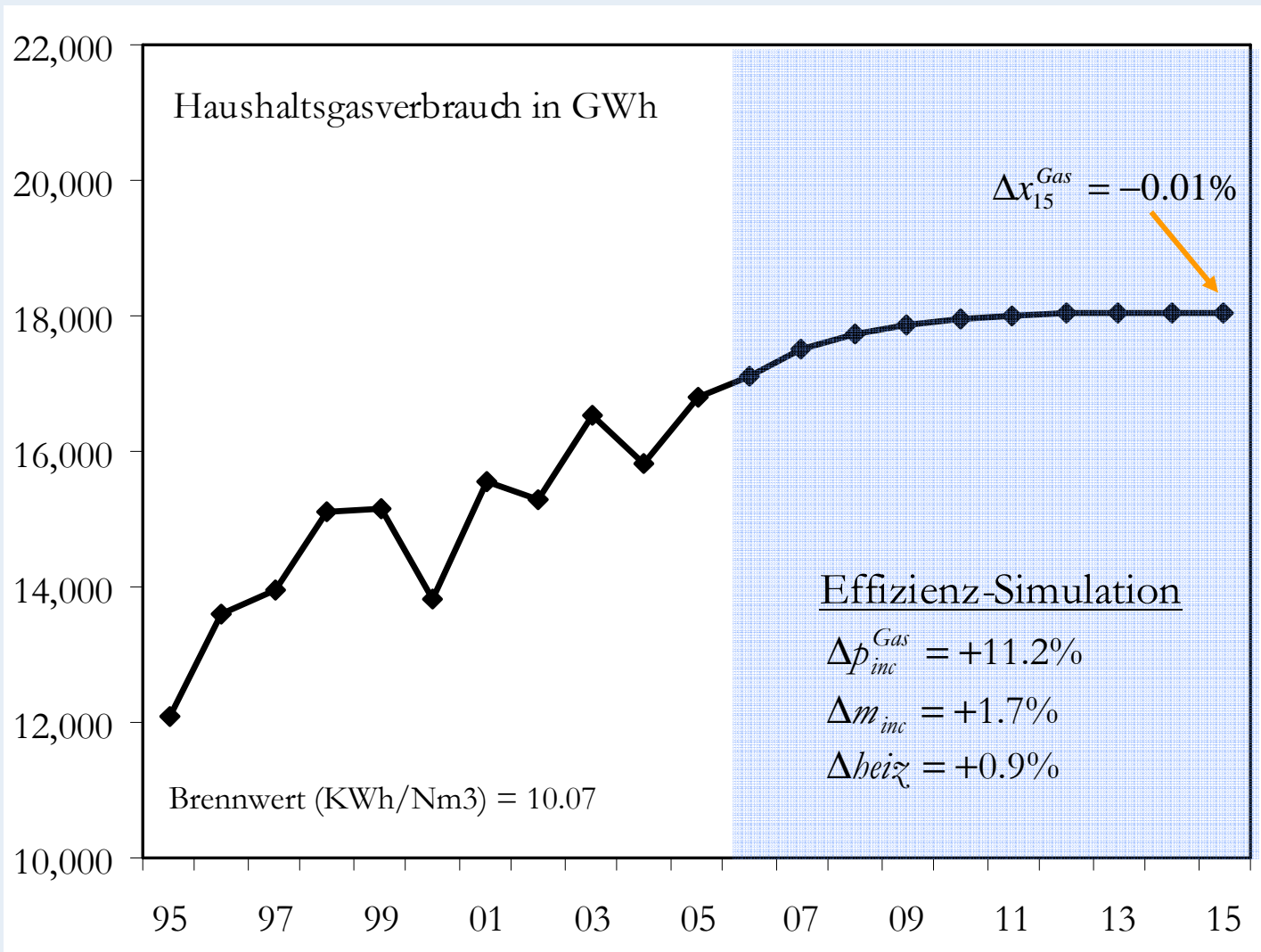
# 3. Strom Effizienz-Szenario 2



### 3. Gas Baseline-Szenario



### 3. Gas Effizienz-Szenario





## 4. Schlussfolgerungen

- Preiselastizitäten im Strom und Gas unelastisch und deutlich niedriger als Einkommenselastizitäten
  - Schaffung negativer Energienachfrage-Anreize durch Preiserhöhungen nur bedingt effektiv: Jede Einkommenssteigerung muss im Strom mit 2.3fach höheren (im Gas 6.6fach höheren) Preissteigerungen kompensiert werden
  - Hauptursache für Verbrauchsanstieg Wohlstands- bzw. Wirtschaftswachstum
- Derartige steuerpolitische Maßnahmen müssen eindeutig verbrauchs- und einkommensabhängig sein!

## 4. Schlussfolgerungen - Diskussion



- Analyse liefert keine explizite Steuerformel; Beantwortet fundamentale Frage, ob Steuern allgm. zur Eindämmung der Energienachfrage geeignet sind
- Dämpfung des Einkommenszuwachs zu Gunsten höherer Folgekosten eines Klimawandels → notwendig Berücksichtigung von Einkommensunterschieden („fuel poverty“)

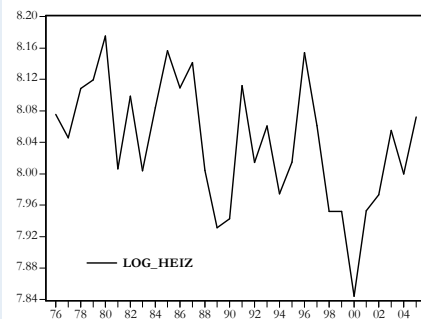
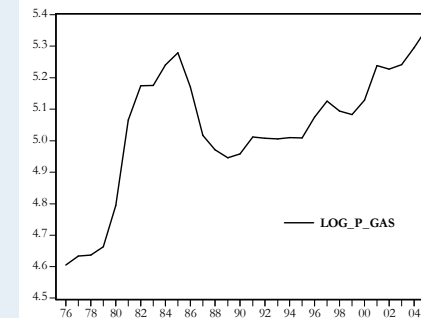
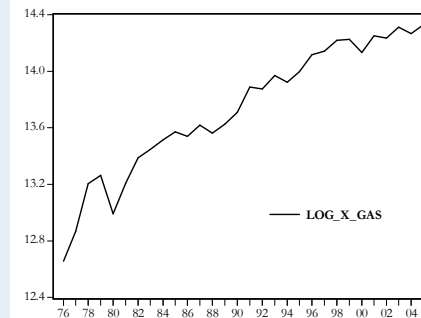
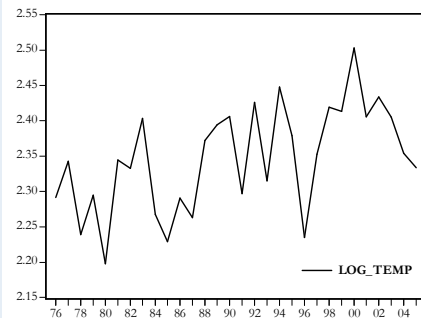
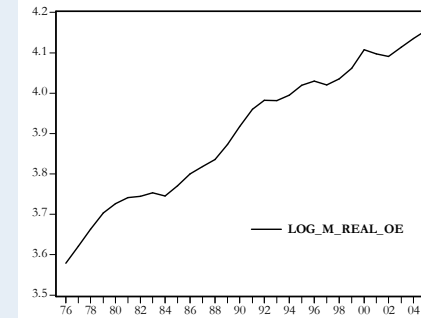
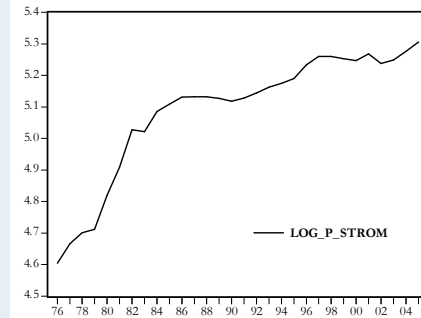
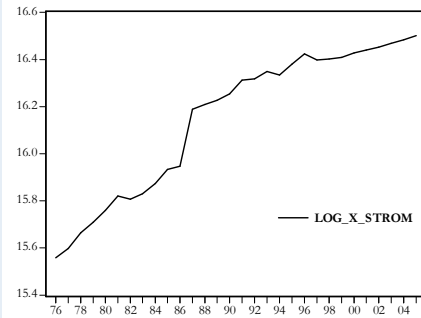
Idee: Hohe Einkommen Negativ-Anreiz über Steuern u. niedrige über zweckgebundene Subventionen

Zusätzlich Implementierung verpflichtender Energieeinsparungsziele der Energielieferanten (vgl. UK) → pareto-effiziente Lösung (VW, Lieferant und Konsument)

## 2. Nachfragemodell (Strom/Gas)



### Zeitreihen





## Weitere Informationen



### **Ansprechperson**

**Dr. Stephan Sharma**

Tel: 01 24724-417

Fax: 01 24724-900

**[stephan.sharma@e-control.at](mailto:stephan.sharma@e-control.at)**

### **Web-Adresse**

[www.e-control.at](http://www.e-control.at)

