



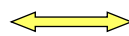
Economic effects of greenhouse gas emissions reduction on a local level

Paris
03.07.2007

Motivation



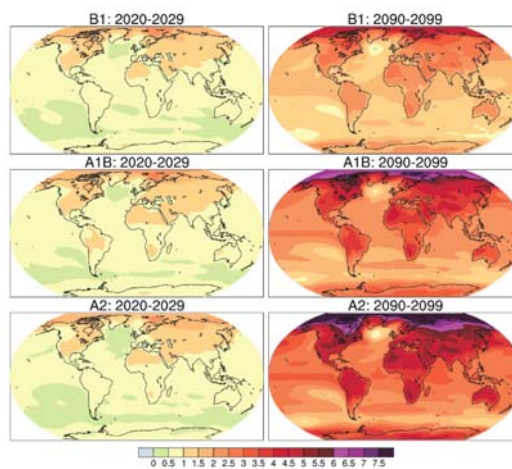
Climate protection/Energy efficiency



Jobs/Costs



- Identification of feasible reduction targets
- Identification of different reduction paths
- Investigating and valuating the effects of different reduction paths to the local economy



Investigation Area



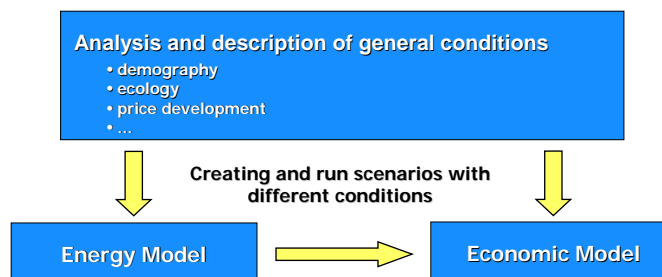
- Greifswald, a middle-sized City in the north-east of Germany
- Situated in the federal state Mecklenburg-Western Pomerania which is famous for tourism and intensive agriculture and having a low population density
- 55.000 inhabitants
- The City has a very small industrial sector
- Main economic sectors are a university, the university clinic centre and a lot of administration
- More than 90 % of the electricity supply and the heat supply are provided by the local municipal utility
- The energy production is characterized by using of combined heat and power plants



Model Environment



- Development of an energy model and a simplified model of the local economy
- Development of some scenarios with different conditions and questions
- Quantitative analysis of different measurements, which are changing energy supply and demand
- Analyzing the reactions of the economic system
- Valuating the different measurements in reference to their economic consequences



Energy model



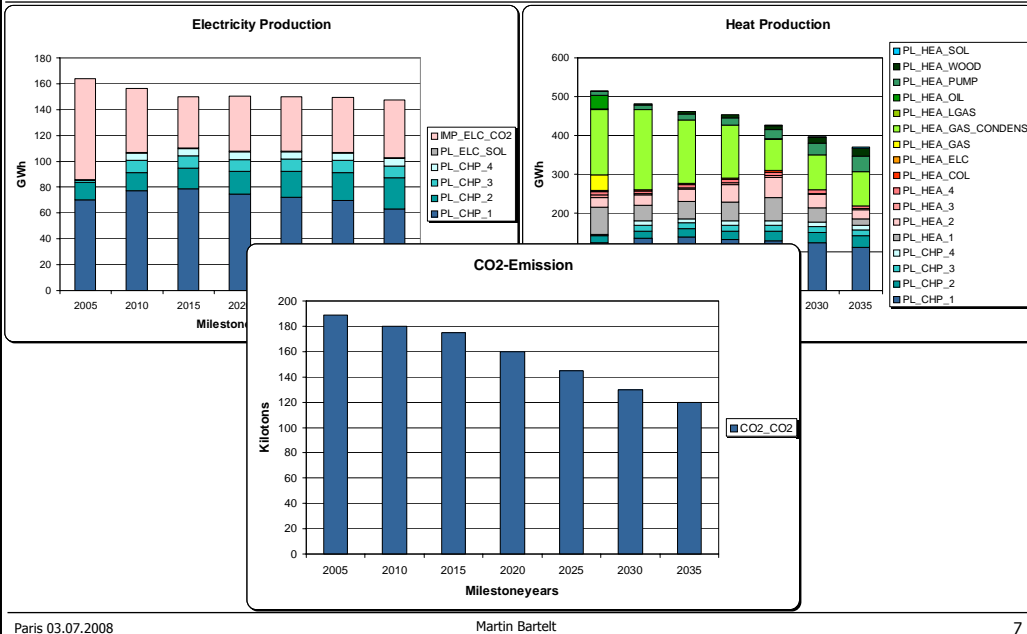
- Linear optimization model
- Using TIMES (The Integrated MARKAL EFOM System)
- TIMES is a model generator written in GAMS (General Algebraic Modeling System)
- Some structure details
 - Main-drivers
 - Population
 - Households
 - Employees
 - CO₂-certificates are implemented
 - 16 building types with up to four reconstruction steps
 - 32 time slices, four for working days, four for weekends, four seasons
 - University and clinic centre as biggest energy consumers are described specifically
 - Electricity appliances in households in five categories each with three efficiency steps
 - Reconstruction is limited by provided money and man power

Scenarios



	Basis	Growth	CO ₂ -Cap	Biogas	Reconstruction	Solarcity
Population/ households	constant/ constant	low increasing/ increasing	constant/ constant	constant/ constant	constant/ constant	constant/ constant
Jobs/ sectoral allocation	constant/ constant	increasing/ tertiary sector increase	constant/ constant	constant/ constant	constant/ constant	constant/ constant
University size	constant	increasing	constant	constant	constant	constant
Reconstruction rate	low	mid	mid	low	high	low
Energy prices	increasing	increasing	high increasing	increasing	increasing	increasing
CO ₂ -prices	increasing	increasing	high increasing	high increasing	increasing	increasing
District heating grid	constant	enlargement possible	enlargement possible	enlargement possible	enlargement possible	enlargement possible
Electricity appliances	constant	increasing	increasing	increasing	increasing	constant
Scenario specific parameter	-	-	CO ₂ -emission cap	biogas in the grid and biogas chp	Subsidies for reconstruction	Minimum level for photovoltaic and solar thermal systems

CO₂-Cap

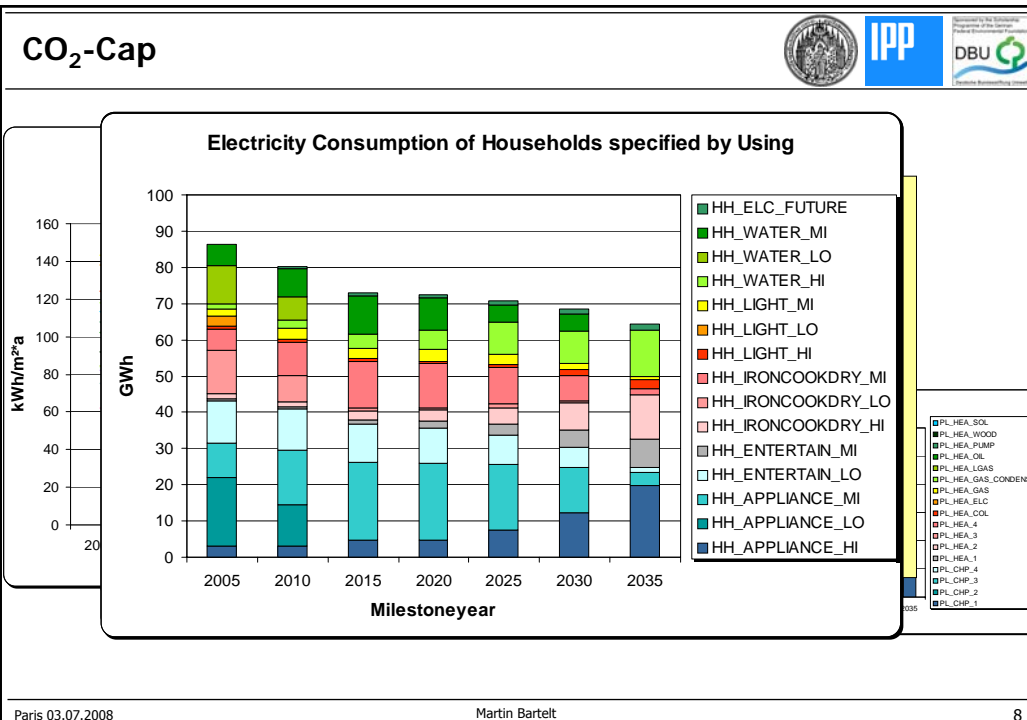


Paris 03.07.2008

Martin Bartelt

7

CO₂-Cap

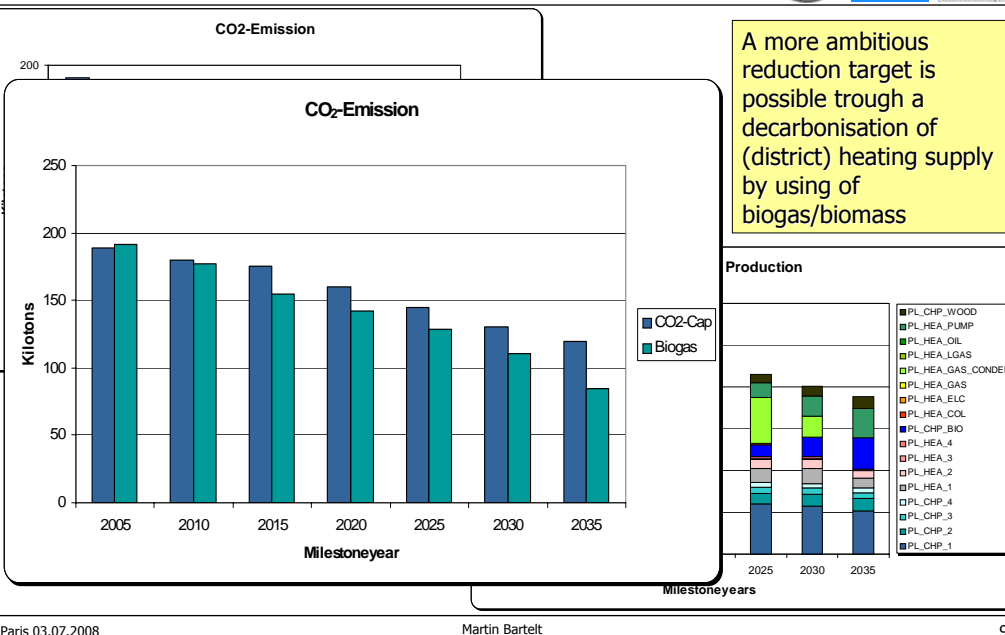


Paris 03.07.2008

Martin Bartelt

8

Biogas Scenario



A more ambitious reduction target is possible through a decarbonisation of (district) heating supply by using of biogas/biomass

Conclusion



- There is a huge potential for reducing CO₂-emission on the local level
- Reconstruction is one of the most efficient ways to reduce energy consumption
- The use of biomass in stationary systems is an efficient way to reduce CO₂-emissions
- It's very important to consider the specific possibilities but the specific problems of local energy systems



Thank you for your attention and a special
thank to the DBU for financing my work!

Und die Praxis?



- Mehrere Diplomarbeiten zusammen mit der FH Stralsund, der Universität Greifswald und der FH Wismar und dann reden, reden, reden...
- Verabschiedung eines 10-Punkte Programms für den lokalen Klimaschutz durch die Bürgerschaft
- Aufbau von Arbeitsgruppen innerhalb der Verwaltung die an der Entwicklung und Umsetzung von Einzelmaßnahmen arbeiten
- Organisation der 1. Greifswalder Klimaschutzkonferenz
- Gründung eines Netzwerkes der (internationalen) Partnerstädte um gemeinsam an Lösungskonzepten zu arbeiten
- Intensive „Überzeugungsarbeit“ bei Stadtwerken und Universität
- Beteiligung am "Wettbewerb Energieeffiziente Stadt" im Rahmen des Förderkonzepts "Grundlagenforschung Energie 2020+" des BMBF
- Setzung von erreichbaren Klimaschutzzielen



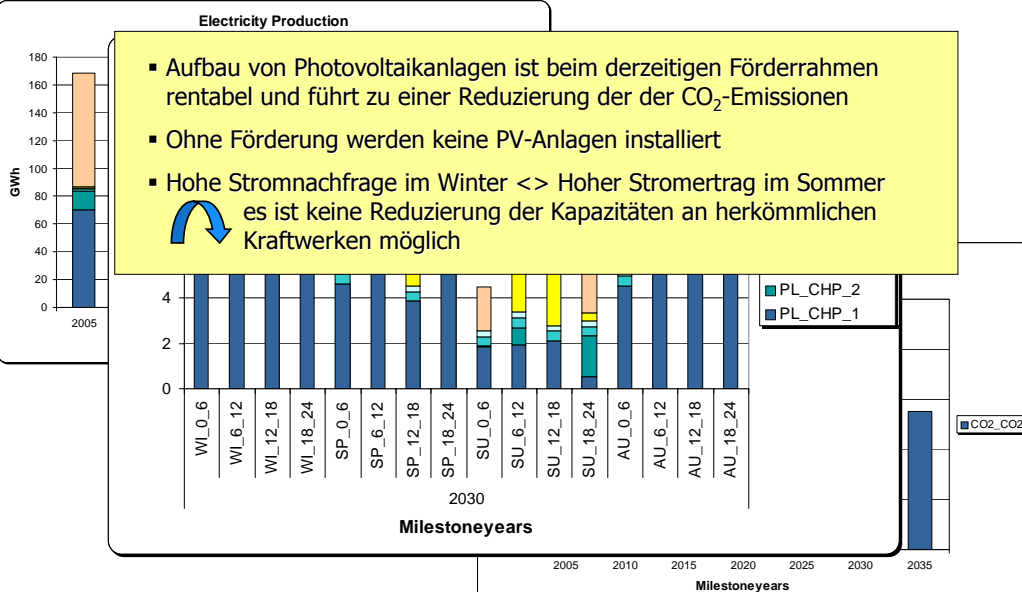
Ergebnisse unserer
Arbeit als Grundlage

Fazit

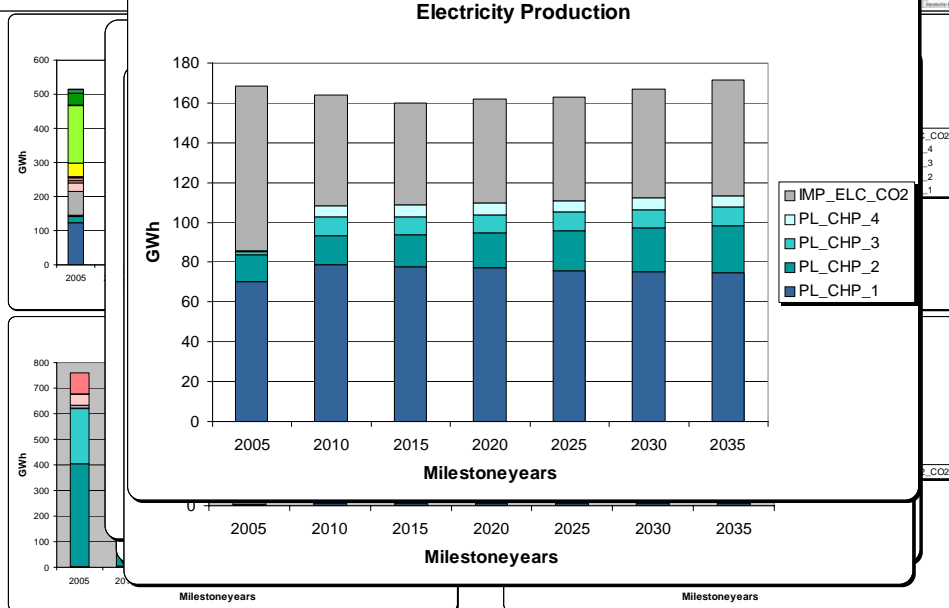


- (Weitergehende) Gebäudesanierungen sind eines der effizientesten Mittel um eine Reduzierung der CO₂-Emissionen zu erreichen.
- Die Fernwärme sollte gestärkt werden. Gleichzeitig muss man sich zukünftig auf eine stark verringerte Wärmenachfrage im bisherigen Netzbereich einstellen.
- Eine teilweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung sollte langfristig angestrebt werden
- Photovoltaik und Photothermie sind mit Förderung rentabel, können jedoch ohne effiziente Speichermedien allenfalls ergänzenden Charakter haben.
- Regelmäßige CO₂-Bilanzen sind notwendig um eine Kontrolle über die Entwicklung und den Erfolg der getätigten Maßnahmen zu haben.
- Es ist unbedingt notwendig Bürger und Unternehmen auf diesem Weg mitzunehmen. Hier ist vor allem die Verwaltung gefragt, durch Aufklärung und Einbeziehung der Menschen die Klimaschutzidee in den Köpfen zu verankern.

Solarstadt Szenario



Basis-Szenario



Paris 03.07.2008

Martin Bartelt

15

Ausgangslage



➔ CO₂-Bilanz für Greifswald für das Jahr 2003

	lokal	total
Gesamte jährliche CO ₂ -Produktion in Greifswald [t/a]	242.650,3	341.005,5
CO ₂ -Produktion in Greifswald je Einwohner [t/(Ew*a)]	4,1	5,8
CO ₂ -Produktion in Greifswald je km ² [t/(km ² *a)]	4.821,9	6.776,3

Quelle: Bartelt 2005

Totaler CO ₂ -Ausstoß in Tonnen je ...	Greifswald	Deutschland
Einwohner	5,8	10,5
Haushalt	9,2	22,7
1000 € Bruttowertschöpfung	0,36	0,46

Quelle: Bartelt 2005



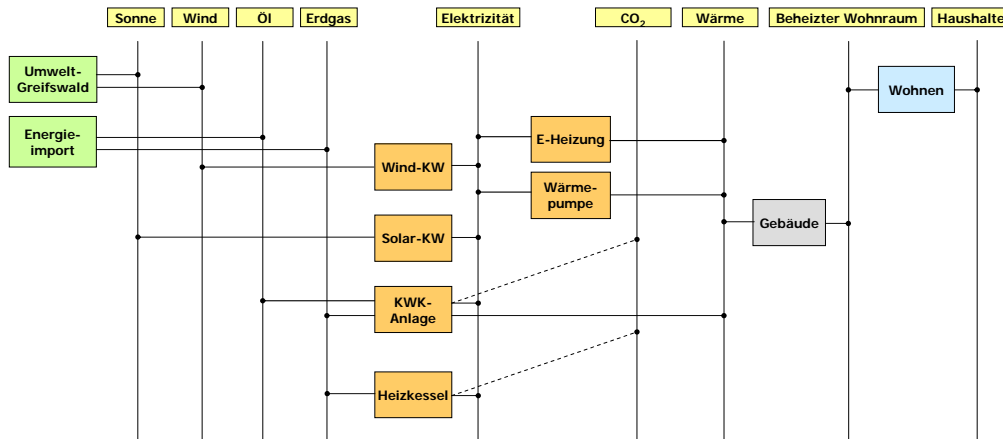
Die guten Werte resultieren vor allem aus den sehr effizienten KWK-Anlagen, dem hohen Anteil an gasbetriebenen Heizungsanlagen und dem kaum vorhandenen produzierenden Gewerbe

Paris 03.07.2008

Martin Bartelt

16

Referenz-Energie-System



- Senkrechte Linien repräsentieren Güter (Energie, Rohstoffe, Geld etc.)
- Rechtecke bilden Prozesse ab (Kraftwerke, Elektrogeräte, Gebäude etc.)

Aufbau Wirtschaftsmodell



- Abbildung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Gleichungsform
 Bsp: $\text{Einkommen Stadtverwaltung} = \text{Gewerbesteuern} + \text{Gewinnabführung WBG} + \text{Gewinnabführung SW}$
 $\text{Gewinnabführung SW} = \delta \cdot \text{Gasverkauf} + \varepsilon \cdot \text{Stromverkauf} + \omega \cdot \text{Fernwäerverkauf}$
- Übernahme der Outputdaten des Energiemodells als Input für die Gleichungsvariablen
- **Simulation** der daraus resultierenden Reaktionen \implies **keine Optimierung**
- Modellsprache ist VBA (Visual Basic for Applications)

Beispiele für typische Szenarioparameter

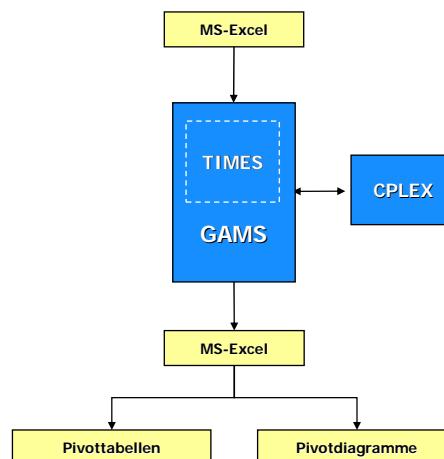
- increasingde Primärenergiepreise
- increasingde Zertifikatspreise
- Sinkende Wohnbevölkerung
- increasingder Elektrizitätsbedarf
- Restriktive CO₂-Emissionsobergrenze

Und die Praxis?

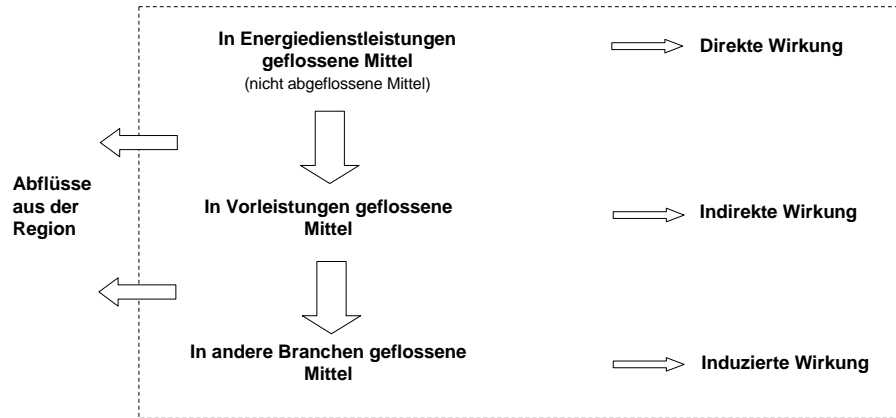
Beispiele für vorläufige Ergebnisse

- Ein massiver Ausbau der Fernwärme ist unter Emissions- und Kostengesichtspunkten optimal, allerdings führt dies zu erheblichen Einbußen bei Handwerksbetrieben für Haustechnik
- Bei sinkender Wohnbevölkerung verliert die Fernwärme ihre Wirtschaftlichkeit
- Ein Anstieg der Zertifikatspreise drängt die Fernwärme aus der Versorgungsstruktur
- Photovoltaik ist ohne Subventionierung nur bei einem massiven Anstieg von Primärenergiepreisen konkurrenzfähig
- Biogas benötigt noch einen geringfügigen Anstieg der Zertifikatspreise und/oder der Preise für fossile Primärenergieträger um konkurrenzfähig zu werden
- Großes Potential für wirtschaftliche Wärmedämmungsmaßnahmen vorhanden, deutlicher Effekt für Baubranche, aber Rückgang bei Wärme-/Gasverkäufen

- Ein- und Ausgaben erfolgen aus Gründen der einfachen Handhabbarkeit mit Excel
- Eingaben werden an das in GAMS geschriebene TIMES-Modell übergeben
- Lösung des Optimierungsproblems erfolgt durch den Solver CPLEX



Indirekte und induzierte Effekte



Beispiel Wärmedämmung

