

Institut für Wirtschaft und Ökologie



Universität St.Gallen

# Marktchancen durch Innovation bei den erneuerbaren Energien

Dr. Rolf Wüstenhagen

Vice Director

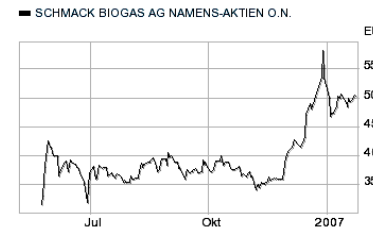
Institute for Economy and the Environment (IWÖ-HSG)

University of St. Gallen

Member of the Swiss Federal Energy Research Commission (CORE)

[www.iwoe.unisg.ch](http://www.iwoe.unisg.ch) [rolf.wuestenhagen@unisg.ch](mailto:rolf.wuestenhagen@unisg.ch)

Villigen, 21. Juni 2007



# Institut für Wirtschaft und Ökologie Universität St. Gallen (IWÖ-HSG)



- Gegründet 1992 mit Unterstützung der oikos Stiftung
- Forschung und Lehre zu den Themen...
  - Umweltmanagement
  - Umweltökonomie
  - Innovationsmarketing
  - Sustainable Entrepreneurship & Venture Capital
- 20+ Bachelor/Master Arbeiten, ≈ 5 Dissertationen pro Jahr
- Gastgeber der jährlichen oikos PhD Summer Academy und des St. Galler Forums für Nachhaltigkeitsmanagement

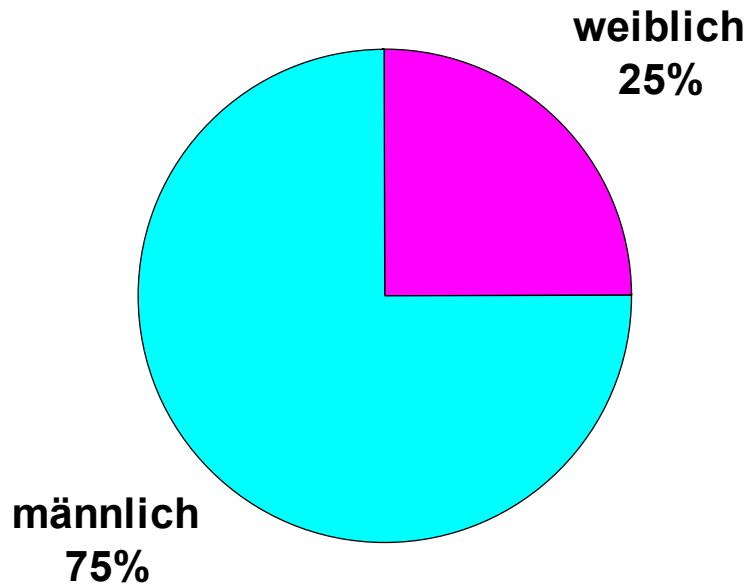
# Beispiele unserer Energie-Forschungsprojekte

- **"Hopes, hypes and disappointments: the social dynamics of expectations and innovation - lessons from stationary fuel cell technology"** (2007-2009), funded by Swiss National Science Foundation (SNSF). (with Eawag)
- **"Diffusion of Renewable Energy Innovation in China and Switzerland (DIFFREN.CH)"** (SNSF 2007, with Tsinghua University, Beijing)
- IEA, SNSF, BFE: **"Social Acceptance of Wind Energy"** > Energy Policy special issue (2007)
- DISTRES – **Financing schemes and business models for Solar energy in the Mediterranean region**, EU 6th Framework Programme (2007-2009)
- **"Micropower in residential buildings – An integrated analysis of consumer preferences, marketing strategies and emerging business models"** (2005-2007), SNSF.
- **"The role of government in supporting the emergence of clean energy venture capital investing in Switzerland"**, Swiss Fed. Office of Energy (2005)
- **"Evaluation of the EU Energy Label for Appliances"** SFOE (2003-2005).
- **"Green energy market development in Germany"**, Norwegian Research Council (2003-2004)

➤ **Breites Spektrum von Arbeiten zum Verständnis der Durchsetzung nachhaltiger Energie-Innovationen am Markt**



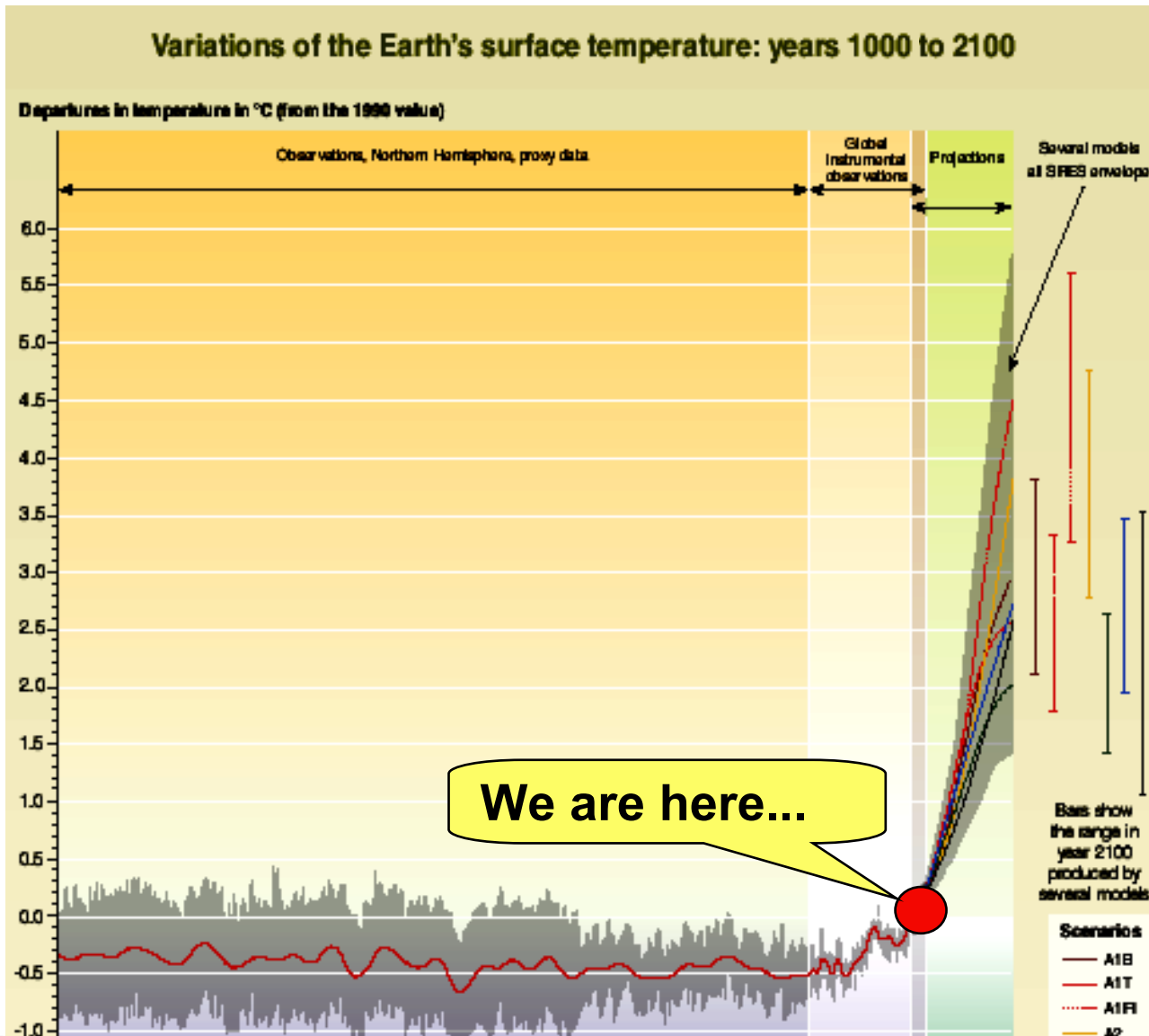
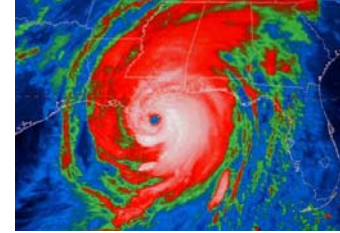
# Verteilung meiner Master-, Bachelor-, Diplomarbeitsstudenten



# Outline

- 1. Wir leben in einer Zeit diskontinuierlichen Wandels**
- 2. Erfolgreiche Markteinführung erneuerbarer Energien**
- 3. Finanzierung von erneuerbaren Energien**
- 4. Schlussbetrachtungen**

# Klimawandel ist nun eine Realität

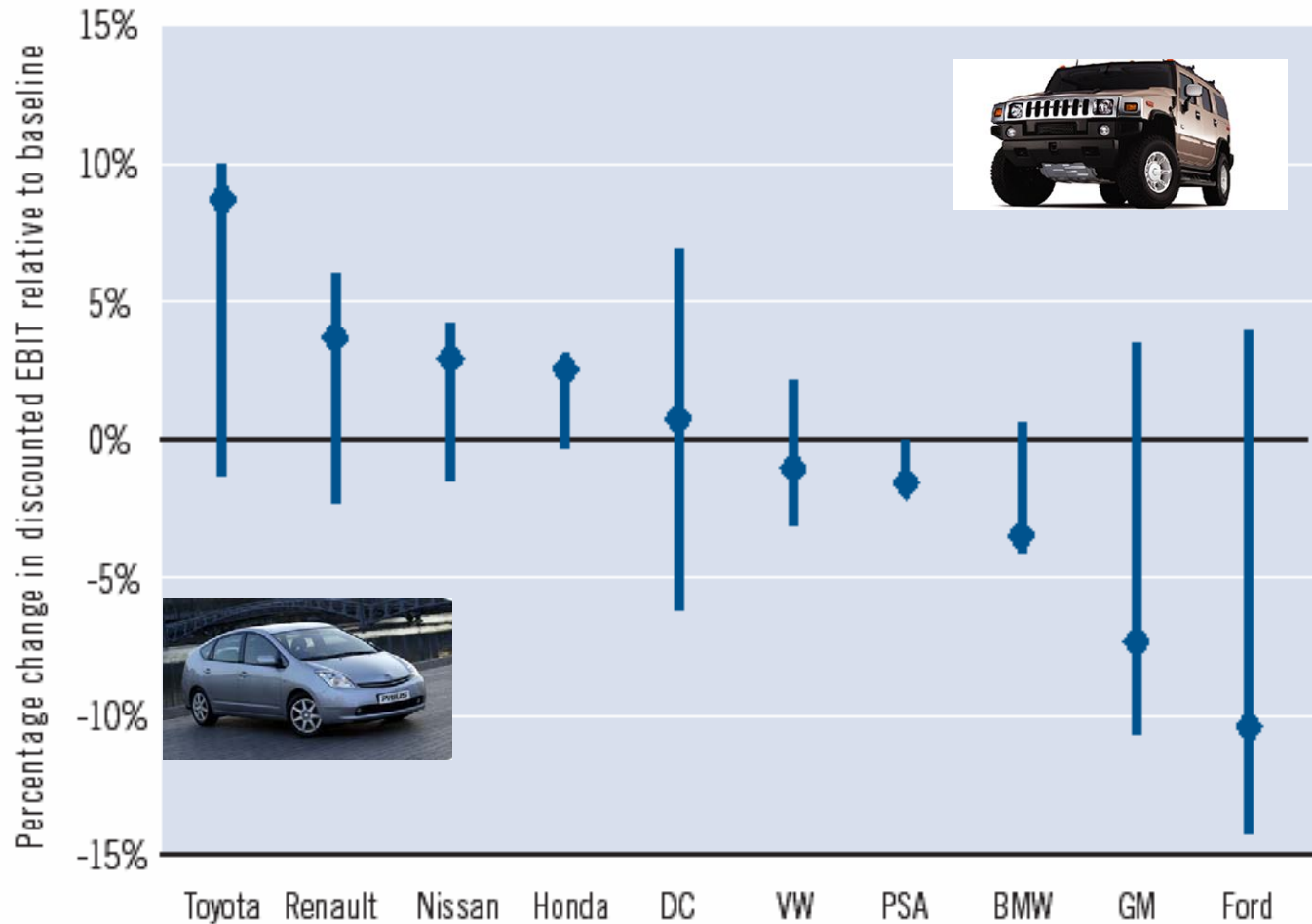


Source: IPCC 2001

> Lineare Fortschreibung der Vergangenheit gibt uns keine gute Orientierung für bevorstehende Herausforderungen



# Auswirkungen des Klimawandels auf Profitabilität von Autoherstellern

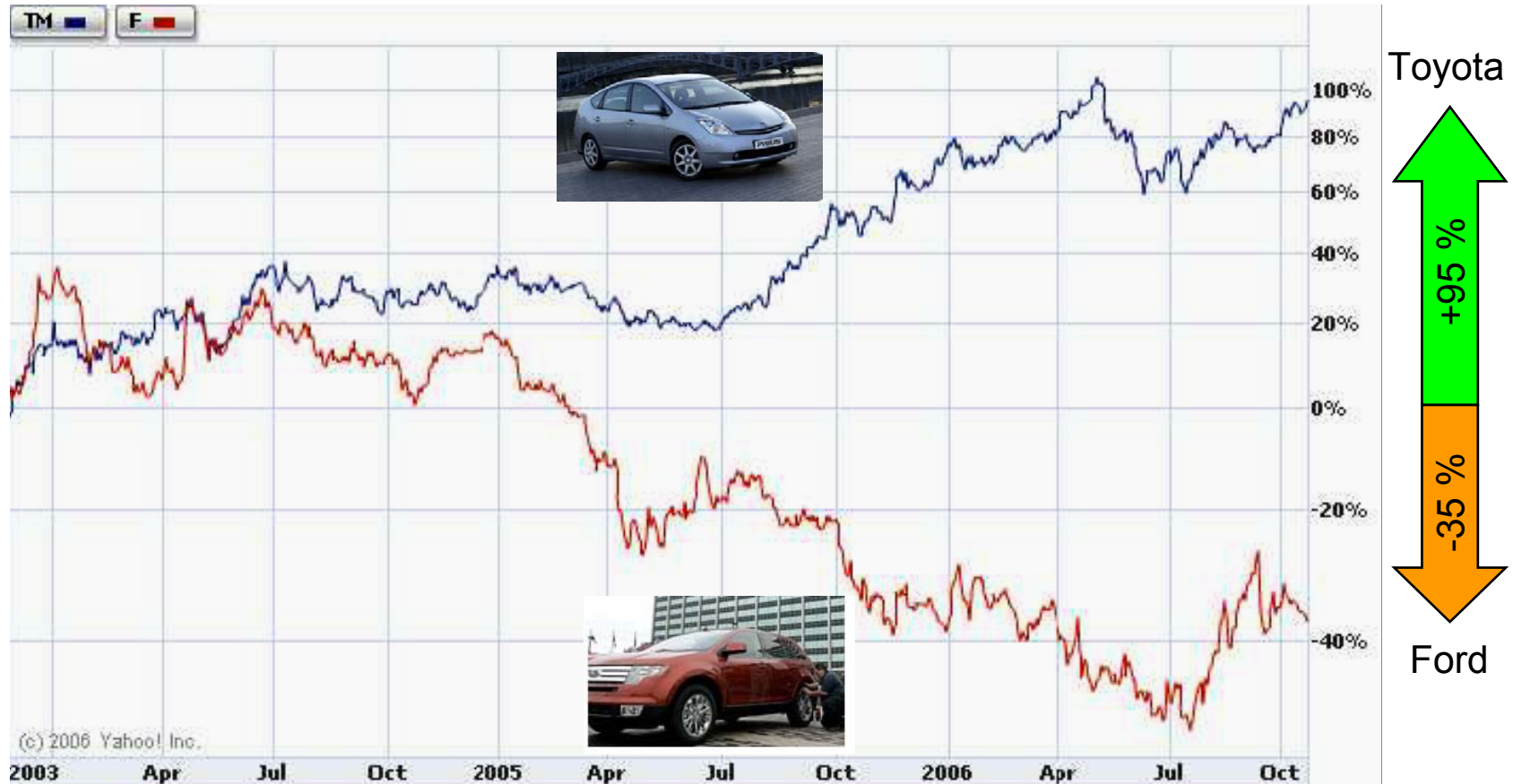


**FIGURE 6. POTENTIAL IMPACT OF CARBON CONSTRAINTS FOR DISCOUNTED EBIT (2003–2015) BASED ON VALUE EXPOSURE AND MANAGEMENT QUALITY ASSESSMENTS**

Quelle: SAM/WRI 2003  
Fotos: Toyota, GM

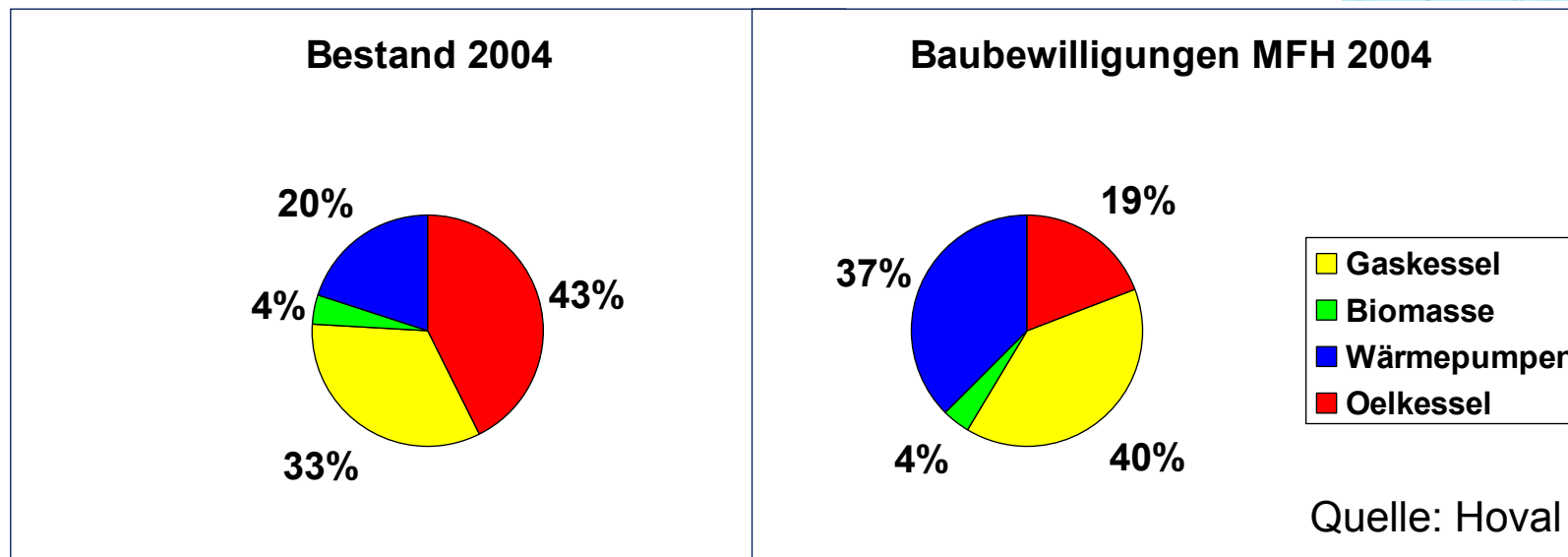
# Update: Herausforderungen für Autofirmen

Share Price Toyota versus Ford since SAM/WRI study was published in Nov 2003



➤ Der Wandel findet schneller als erwartet statt!

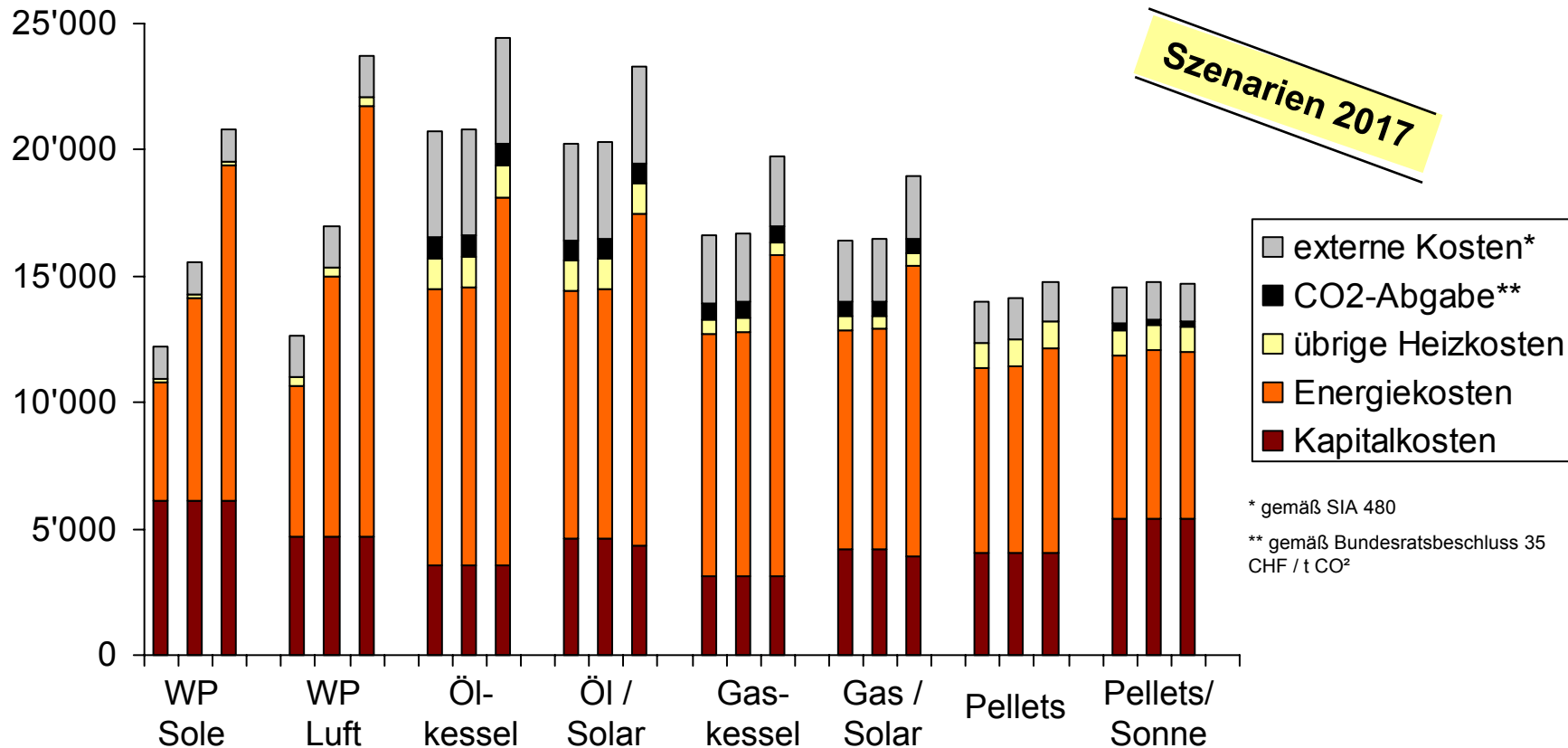
# Der Wandel findet heute statt: Marktanteilsverschiebung Gebäude



- Wärmepumpen sind auf dem Vormarsch (72 % Marktanteil bei neuen Einfamilienhäusern 2005!)
- Starkes Wachstum bei Pellet-Heizungen in jüngster Zeit
- Solaranlagen der schlafende Riese (im Unterschied zu D, A)

# Vollkostenrechnung für die Beheizung und Warmwasserbereitstellung in einem Mehrfamilienhaus

## 3 Szenarien für das Jahr 2017

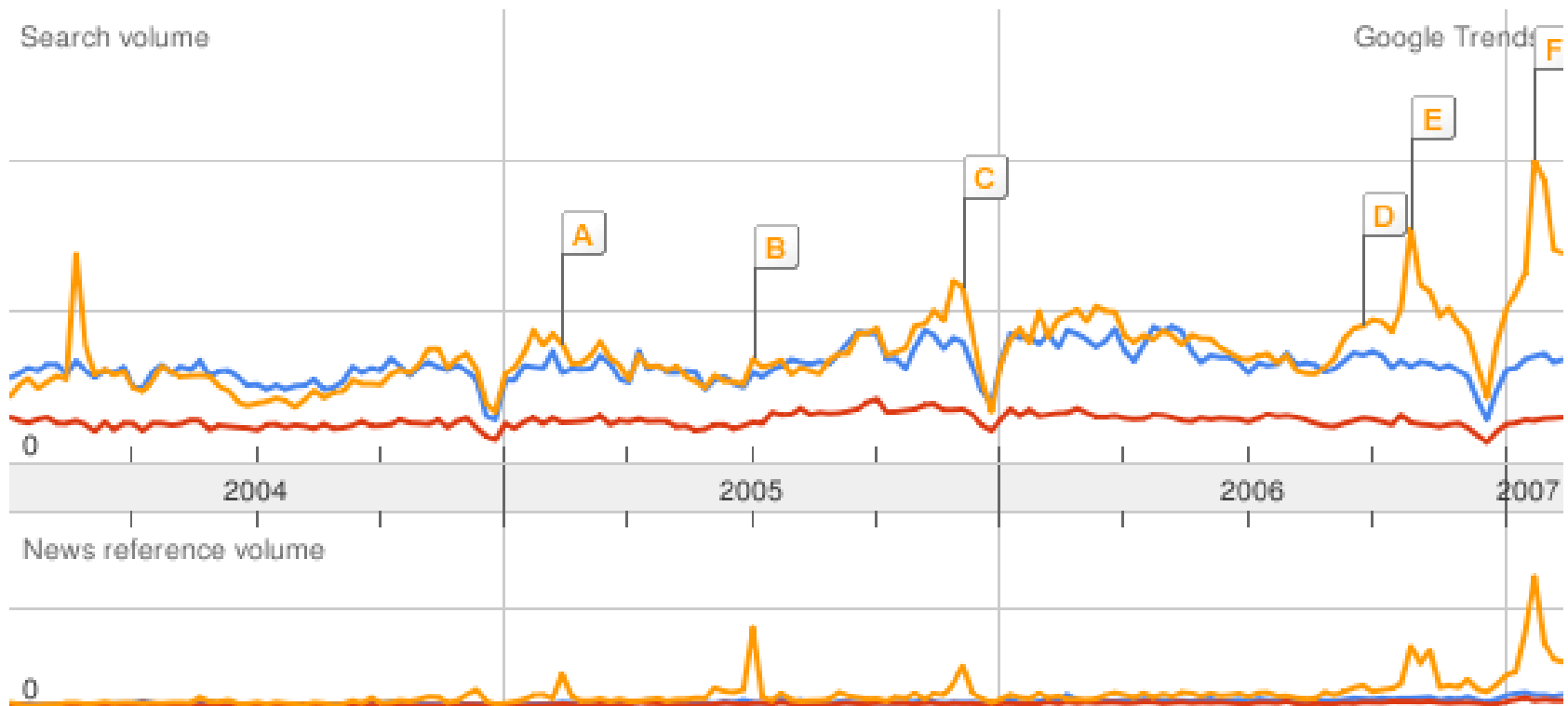


- **Wärmepumpe reagiert sensibel auf Wegfall der Strompreis-Subventionierung und Preissteigerung**
- **Bei zusätzlicher Annahme von Erfahrungskurven-Effekten und Ölpreissteigerung wird Holz+Solar zur kostengünstigsten Lösung**

# Ein basisdemokratischer Frühwarnindikator für den Wandel: Google Trends



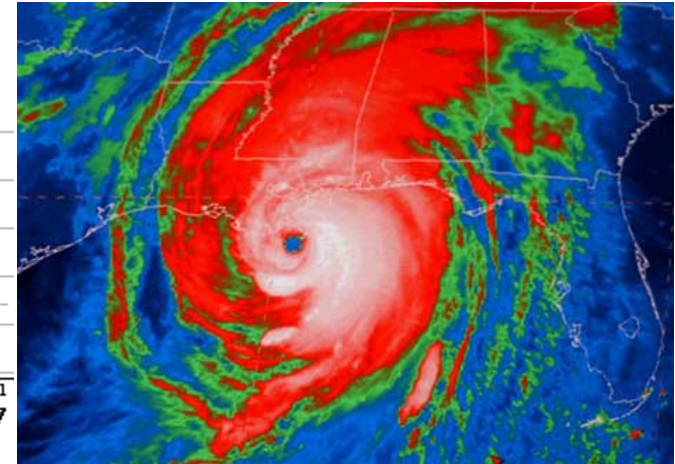
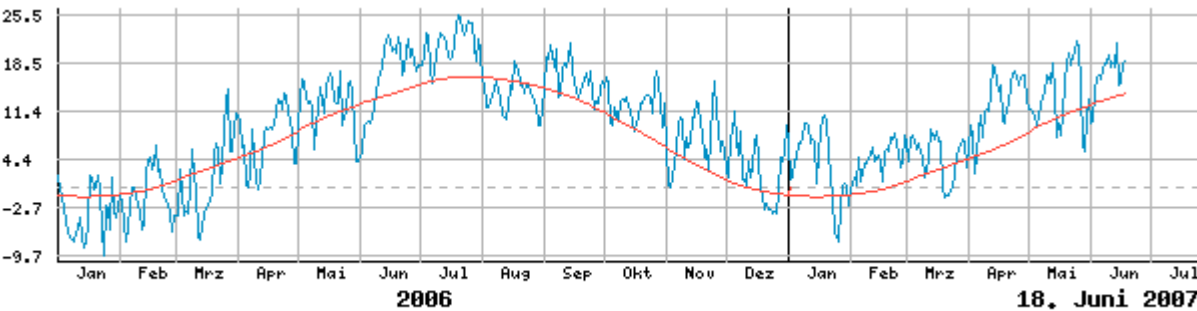
● renewable energy ● energy efficiency ● climate change



# Mehr extreme Wetterereignisse

New Orleans 2005

St. Gallen Winter 2006/07



Hamburg 2006

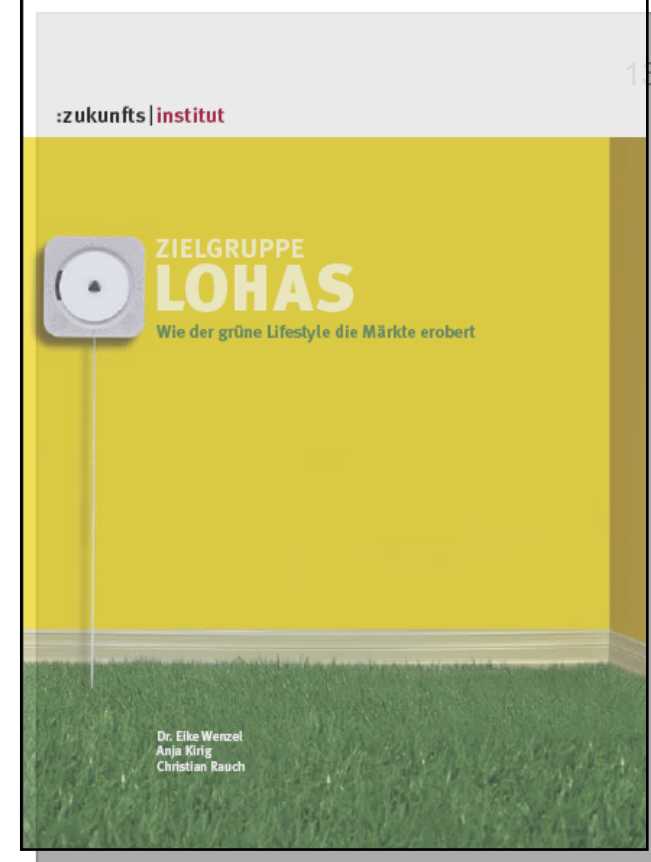


Bodensee 2006

# Szenario „Einsicht“?

## Zielgruppe LOHAS

- [www.zukunftsinstitut.de](http://www.zukunftsinstitut.de)
- [www.lohas.com](http://www.lohas.com)



Jetzt ist es so weit: Diejenigen, vor denen uns unsere Eltern immer gewarnt hatten, verändern unsere Wirklichkeit. Aus Müslis werden Marktführer, aus Alternativen werden Avantgardisten. Doch dieses Mal sind die neuen Ökos keine grimmig dreinschauenden Weltverbesserer. Es ist ein zukunftsoffenes, lebensbejahendes Drittel unserer Gesellschaft, das in den nächsten Jahren aller Wahrscheinlichkeit nach die Mehrheit unserer Gesellschaft ausmachen wird. Ein neuer Lebensstil zeichnet sich ab. Wir möchten Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, diesen neuen Lebensstil, der in den nächsten fünf bis zehn Jahren unsere Konsummärkte auf den Kopf stellen wird, in dieser Trendstudie vorstellen. Die Rede ist von den **LOHAS**, den Vertretern des Lifestyle of Health and Sustainability. Sie werden schnell merken, dass die **LOHAS** keine herkömmliche Zielgruppe sind, sondern eine Bewegung mit starkem Einfluss auf Konsum und Werteentwicklung in unserer Gesellschaft



# Internationale Ziele der Energiepolitik



## Europäischer Rat, 8./9. März 2007:

- 20% erneuerbarer Energie bis 2020
- 20 % Energie-Einsparung im Vergleich zu den Prognosen für 2020
- 20% CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen bis 2020, 30 % wenn andere mitmachen

## G8 Heiligendamm, Juni 2007

- To “seriously consider” 50% reduction of CO<sub>2</sub> emissions in 2050 compared to emissions in 1990
- Negotiations to an agreement in the framework of the UN running from 2012

# José Manuel Barroso (EU Commission): „Eine post-industrielle Revolution“

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying a BBC News article. The address bar shows the URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6247199.stm>. The page title is "EU plans 'industrial revolution'". The article text reads: "The European Commission has urged its members to sign up to an unprecedented common energy policy, unveiling a plan to diversify the bloc's energy sources. Commission chief Jose Manuel Barroso said it was time for a 'post-industrial revolution' which would see Europe slash greenhouse gases by 20% by 2020. But political as well as environmental concerns should spur change, he noted." The article is dated Wednesday, 10 January 2007, 16:18 GMT. The page also features a navigation menu with options like Home, News, Sport, Radio, TV, Weather, and Languages, and a sidebar with regional links for Africa, Americas, Asia-Pacific, Europe, Middle East, South Asia, UK, Business, Health, and Science/Nature.



## Grüne Dynamik im Silicon Valley

*In Kalifornien wird die Umwelttechnologie stark gefördert*

Unter dem Motto «Reich werden und gleichzeitig Gutes tun» sorgt eine neue Unternehmergegeneration für spürbare Dynamik im Silicon Valley. Ihre Konzentration gilt der Förderung und Entwicklung grüner Technologien, deren kommerzielle Breitenwirkung dem einstigen Hightech-Mekka zu neuem, dauerhaftem Ruhm verhelfen soll.

Silicon Valley an der Spitze der Rangliste grüner Venture-Capital-Abschlüsse vor Maryland und Massachusetts. Als wichtigste Investitionsbereiche nennt das Joint Venture Network Firmen, die sich mit der Energiegewinnung, der Energiespeicherung und mit Hochleistungswerkstoffen befassen. Vor diesem Hintergrund erstaunt auch die Veröffentlichung des amerikanischen Patentamtes nicht weiter, im Gebiet der Bucht von San Francisco seien im Jahr 2005 die meisten Patente für Neuerfindungen registriert worden.

### Ungebrochener Optimismus

Insgesamt haben sich in den letzten Jahren rund

Unternehmen mit Risikokapitaleinlagen von 20 Millionen Dollar. Das Ziel der als Spin-off der Universität Stanford gegründeten Firma ist die Entwicklung und Vermarktung leistungsfähiger Katalysatoren für Dieselfahrzeuge, deren Waben mit Gold statt wie bisher üblich mit Platin beschichtet sind. Dadurch soll eine 15- bis 20-prozentige Reduktion der Kohlenwasserstoff-Emissionen erreicht werden.

### Google mit Sonnenenergie

Der Kalifornier verbraucht im Durchschnitt 30 Prozent weniger Energie als jeder übrige Amerikaner, und zwei Drittel der Bevölkerung unter-

Hewlett-Packard, Cisco, Sun M  
andern Mitgliedern der Initiative  
und 2005 ihren Kohlendioxid-A  
Prozent gegenüber den Prognose

«Nebst dem Willen, die Umwe  
nötig mit schädlichen Stoffen zu b  
enormen Preisfluktuationen im  
Brennstoffe heute das Hauptmot  
men, alternative Energiequelle  
sagt die Direktorin von SSV, Mar  
sonders attraktiv erscheine die Z  
energie-Marktes, obschon heute  
7 Prozent der Energie photovolta  
sein. Ein Preisabschlag dieser E

snu. Palo Alto, im Mai

Silicon Valley, die Halbinsel südlich von San

## «Erneuerbare Energie wird immer wichtiger»

*Interview mit Bill Weihl über die kalifornische grüne Revolution*

Der Ingenieur und frühere MIT-Professor Bill Weihl ist für die Energie-Strategie von Google zuständig. In dieser Funktion war er auch die treibende Kraft bei der vor  
... Google und Intel aus  
Climate Savers

iehe Bericht im  
globale Umweltinitia-  
effizienteren Com-  
chen Beitrag zur  
bauseffekts leis-  
unsere Mitarbeiterin  
Schnyder.

Ausserhalb der USA wurde die Problematik rund um den Treibhauseffekt schon lange ernsthaft diskutiert. Auch für mich ist es seit Jahren ein Thema, das mich beschäftigt. Die Amerikaner und insbesondere die Politiker konnten sich einem Thema, das die ganze Welt mit Besorgnis erfüllt, einfach nicht mehr länger verschliessen. Sogar die Bundesbehörden in den USA nehmen die globale Erwärmung jetzt ernst.

Betrachten Sie Ihre Climate Savers Computing Initiative als eine solche internationale Anstrengung?

Zweifellos. Viel internationaler geht es nicht mehr. Der Erfolg unseres Programms wird sich daran messen lassen, ob die Kunden die im An-



«Unser Programm ist erfolgreich, wenn die Kunden die teureren, aber doppelt so effizienten Computer kaufen.»

Bill Weihl

sern. Mir war aber von Anfang an klar, dass ich meine Aufgabe in einen grösseren Zusammenhang setzen wollte. Wenn es der Firma Google gelingt, ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu verringern, ist das zwar erfreulich, aber keineswegs weltbewegend. Wenn es ihr hingegen gelingt, die Technologie zu verändern, die für den «carbon footprint» ver-

# Google™

# Outline

1. **Wir leben in einer Zeit diskontinuierlichen Wandels**
2. **Erfolgreiche Markteinführung erneuerbarer Energien**
3. **Finanzierung von erneuerbaren Energien**
4. **Schlussbetrachtungen**

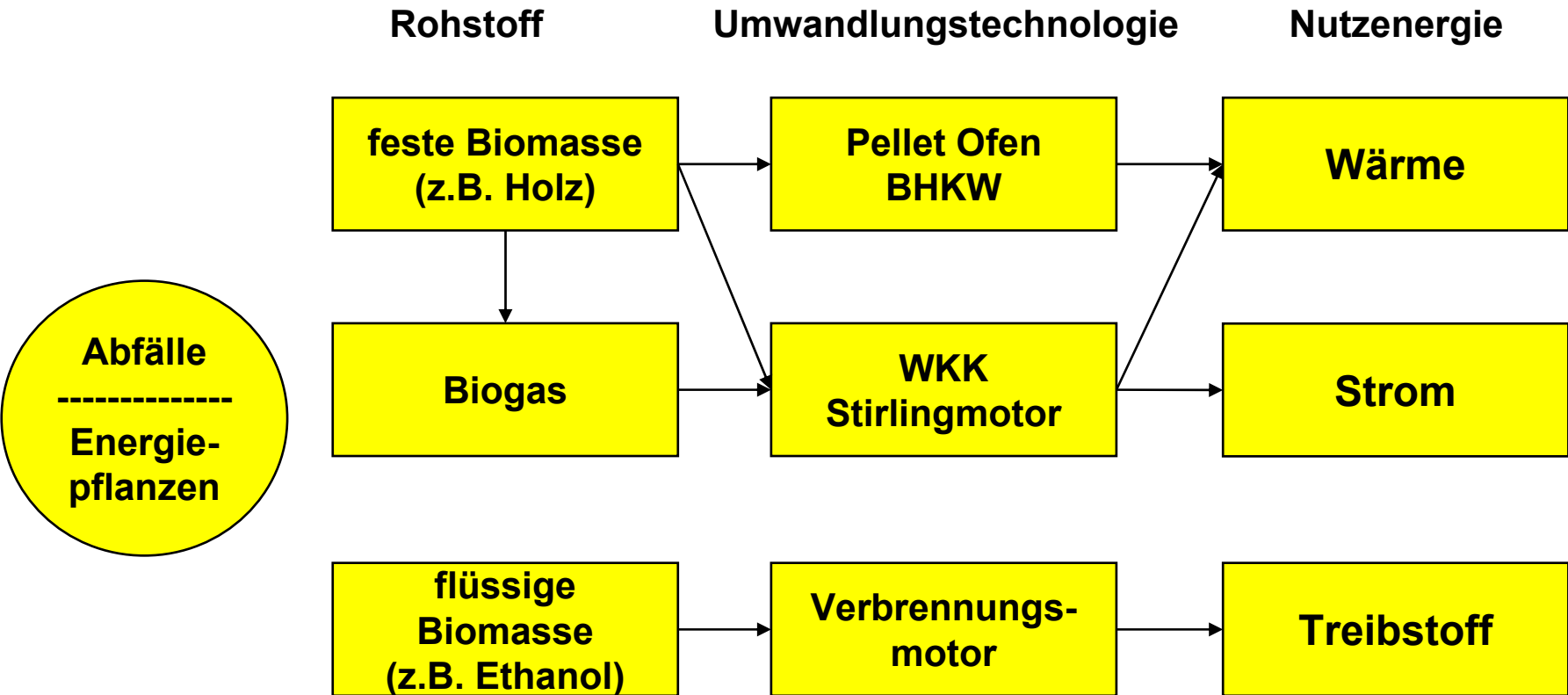
# Formen erneuerbarer Energien

- **Stromerzeugung** aus erneuerbaren Energiequellen
  - Wasserkraft
  - Windenergie
  - Photovoltaik (PV)
  - solarthermische Stromerzeugung
  - Geothermie
  - Biomasse / Biogas / Klärgas
  - Wellen- und Meeresenergie
- **Heizung und Kühlung**
  - Solarthermie
  - Geothermie
  - Wärmepumpen\*
- „Bio-“**Treibstoffe**
  - Biomasse / Energiepflanzen

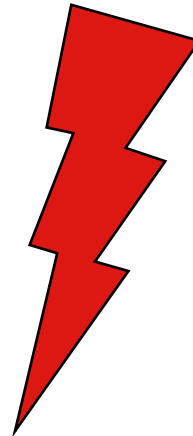
# Biomasse – das grösste Marktsegment erneuerbarer Energie weltweit



# Von Biomasse zu Nutzenergie

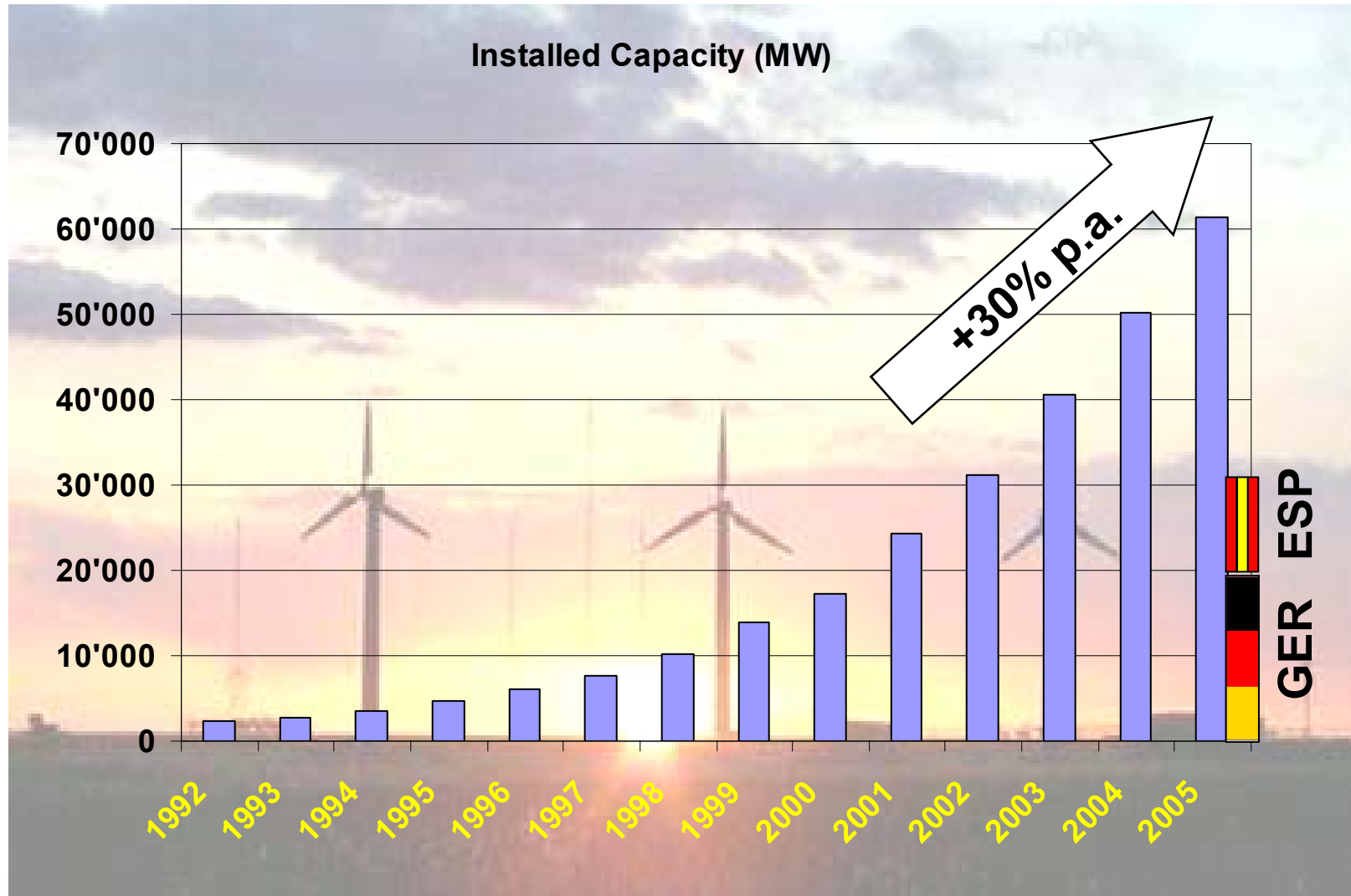


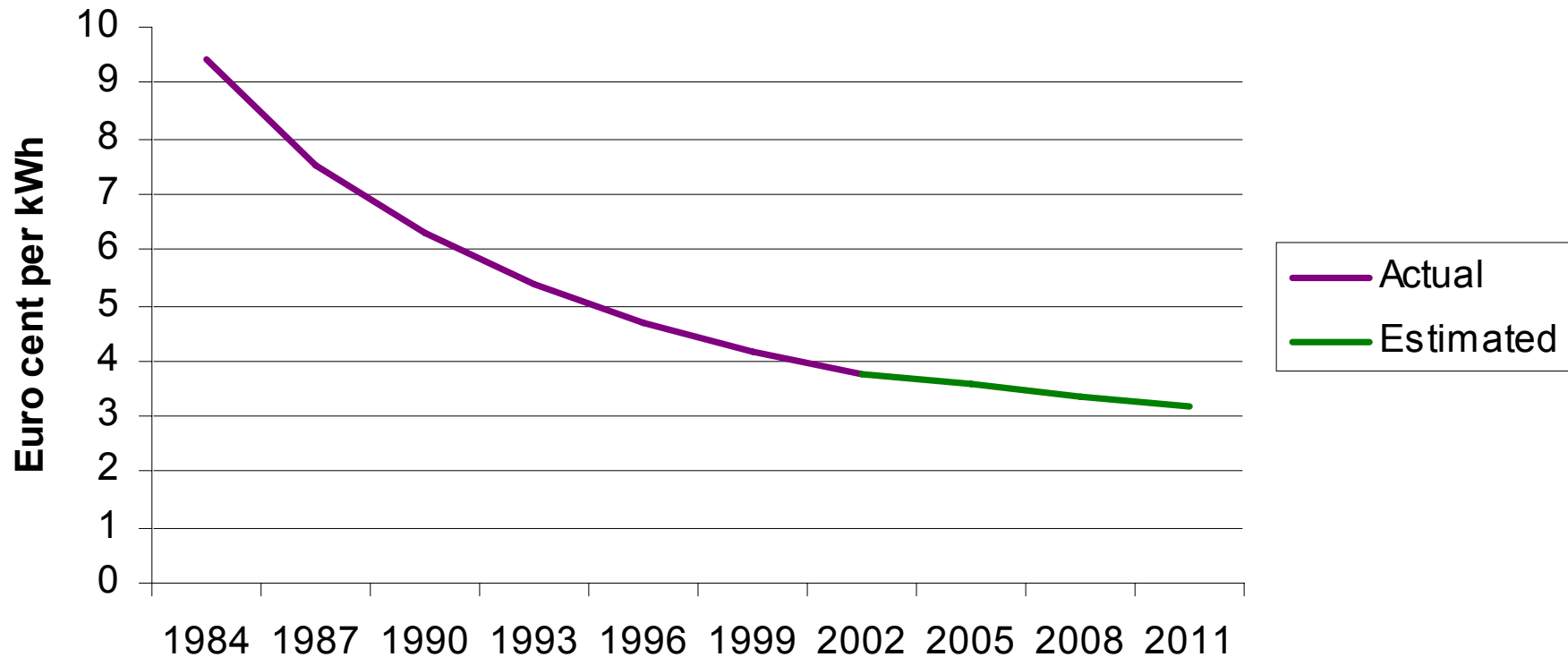
# Tortilla-Krise: Energieeffizienz ist ein Imperativ!



- Nachhaltige Investitionsstrategien nehmen Rücksicht auf ökologische und soziale Aspekte

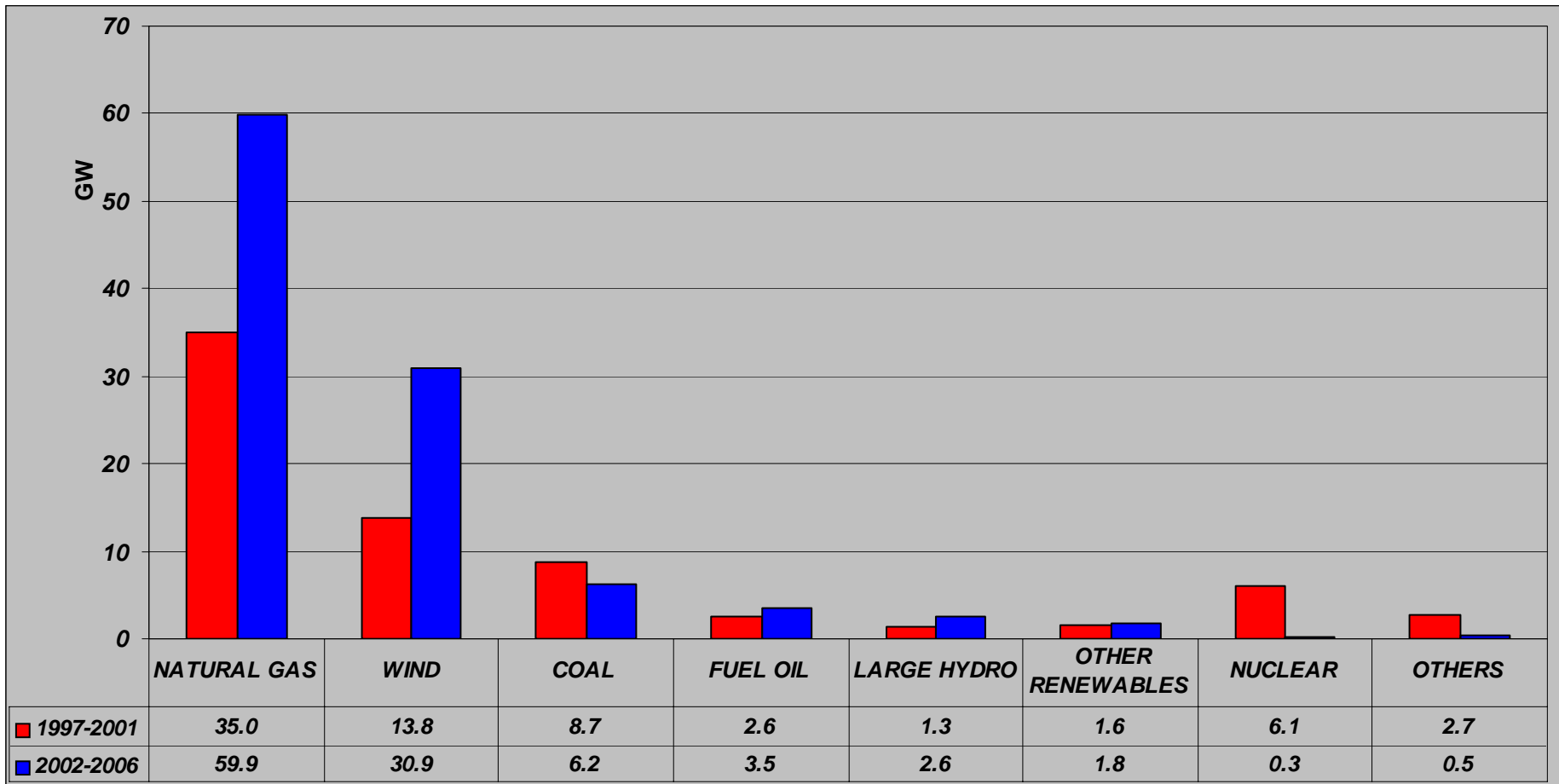
# Weltweites Wachstum der Windenergie





**An guten Küstenstandorten sind Windturbinen heute wettbewerbsfähig mit neu gebauten konventionellen Kraftwerken.**

# Investitionen in neue Kraftwerke in der EU (2002-2006): 30 % Windenergie



Source: Platts, EWEA

# Windenergie in der Schweiz: 2 MW-Turbine in Collonges (VS)

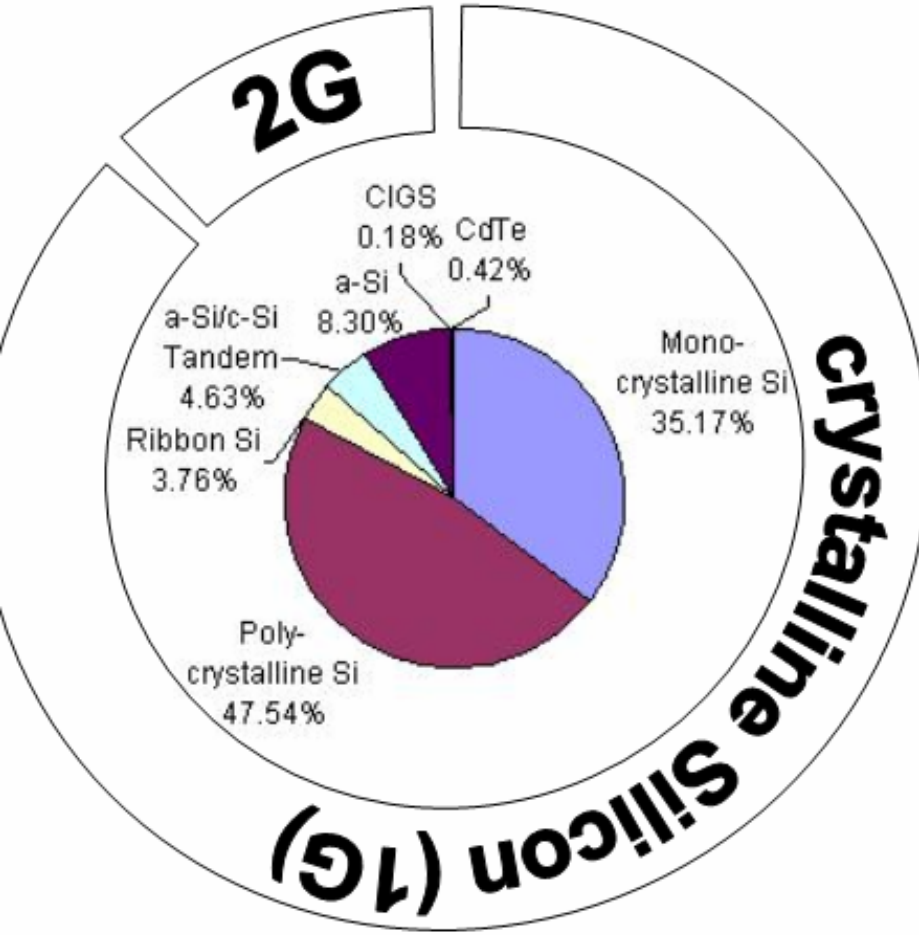


<http://www.rhoneole.ch/webcam.htm>

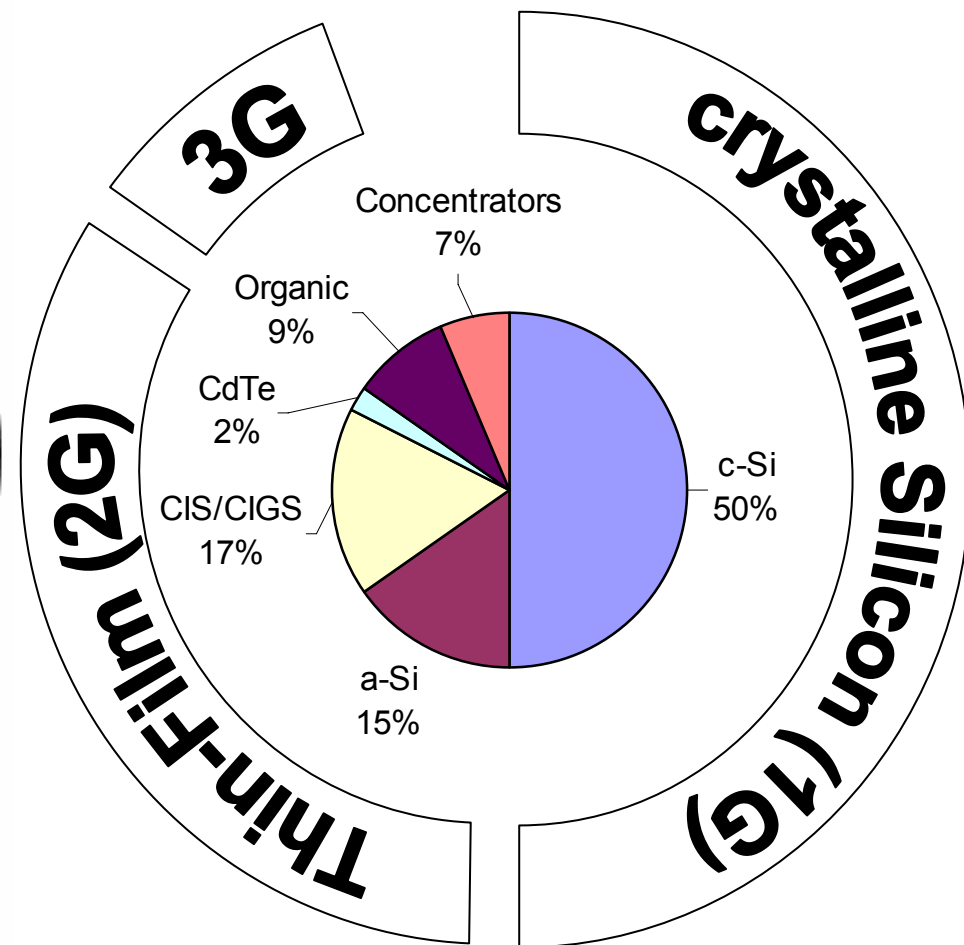
- **Rund 2000 Vollaststunden pro Jahr – vgl. beste Küstenstandorte**
- **Einbettung in ohnehin belastete Landschaft (Autobahn, Hochspannungsmasten)**

# Solar Market today dominated by Crystalline Silicon PV cells, increasing investment in new technologies

Current Market Shares (2001)



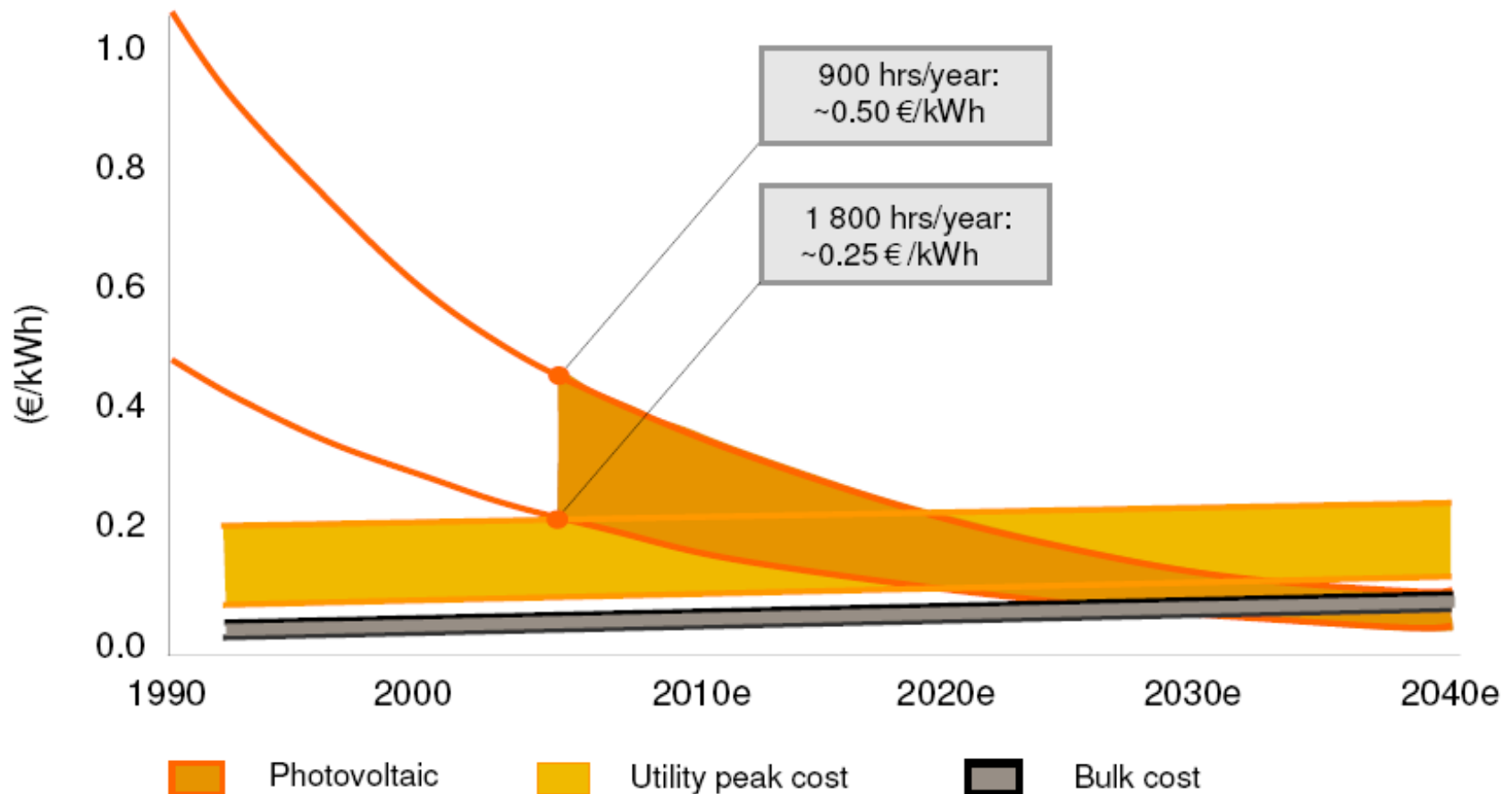
Technology Trends



# 1st Generation PV riding the learning curve

Cost competitiveness of PV electricity

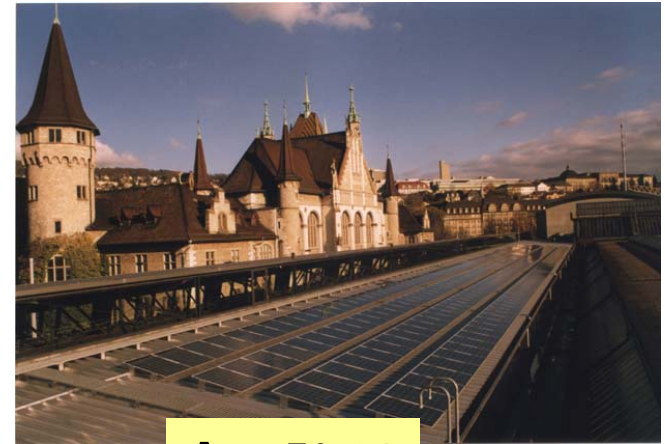
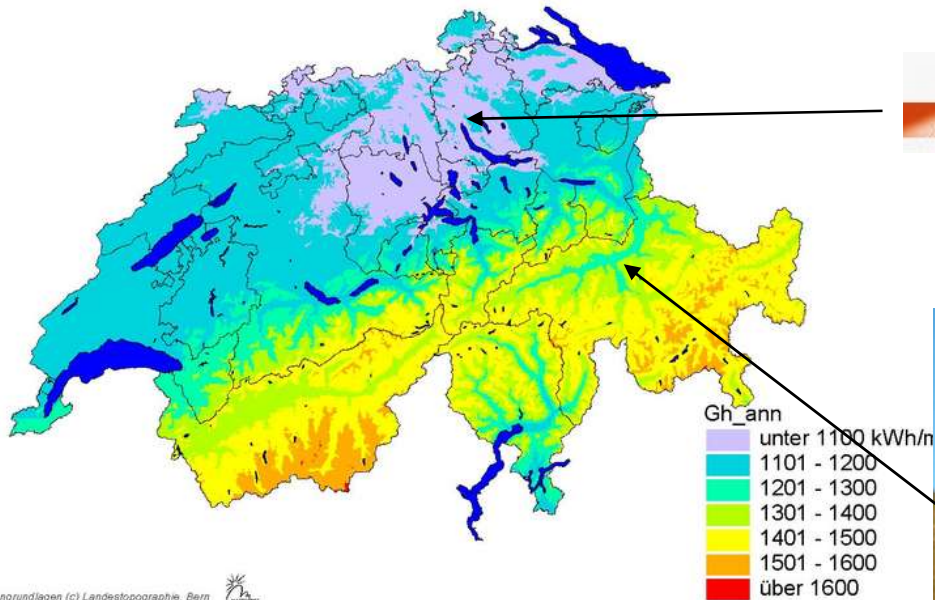
Press  
conference  
13.12.2006



Source: REC, based on EC Vision Report 2005 (EPIA: Towards an Effective Industrial policy for PV (RWE Schott Solar))

# Schweizer Topographie bringt erhebliche lokale Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit von Wind und Solarenergie mit sich

Solarstrahlung, global, horizontal



$\Delta = 50\%$

Beispiel ewz:  
50 % mehr Ausbeute von einer Solaranlage  
in Feldis GR als in der Stadt Zürich



Institut für Wirtschaft und Ökologie

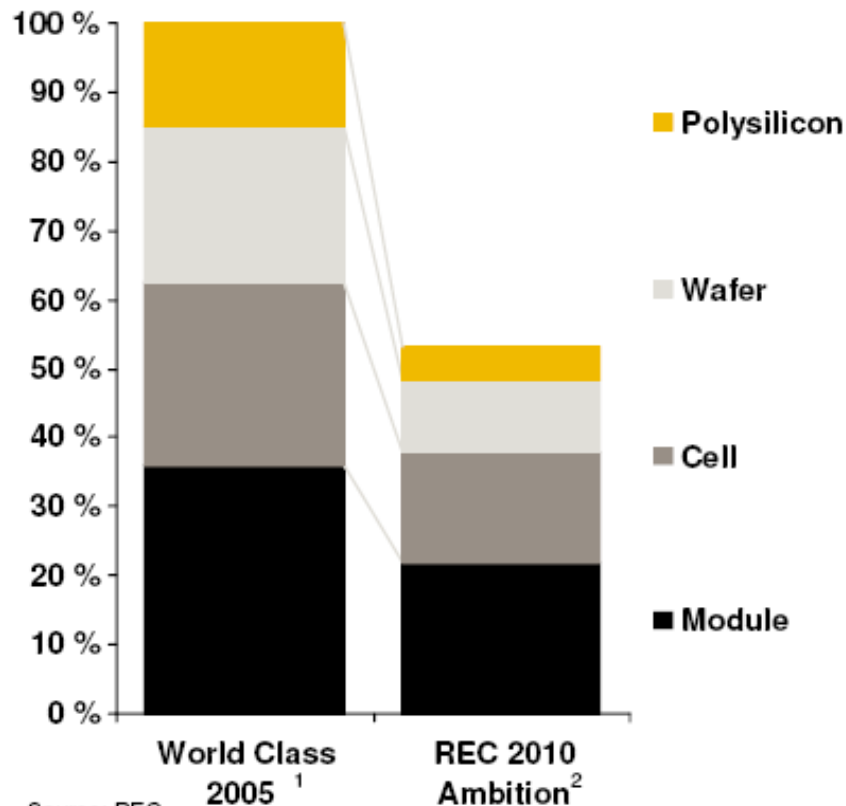
# Roadmap für PV Kostensenkung

Press  
conference  
13.12.2006

Aggressive cost reduction ambitions - "2010 roadmap"

## REC cost reduction targets

Figures in %



Note 1: Cost structure measured as cost per watt of modules, based on world class manufacturing 2005

Note 2: Cost structure measured as cost per watt of modules, relative to 2005 level

- REC targets ~50 percent unit cost reduction compared to 2005 world class manufacturing
- This is a technology race
  - Aim for cost leadership in polysilicon
  - Building on world-leading wafer process concepts
  - Ready for step change in cell production
- Control over the entire value chain is a major benefit to achieve
  - Greater cost cutting opportunities
  - Synergies in technology innovations
  - Maximum value creation

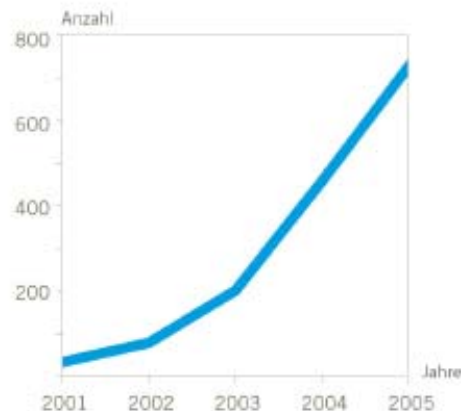


# Boomender Solarmarkt: Wachstum am Beispiel von Q-Cells AG (Deutschland)

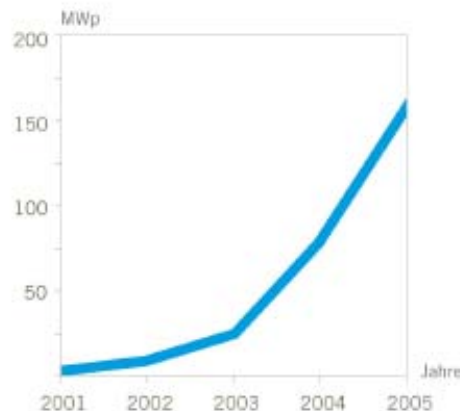


## Q-CELLS AUF EINEN BLICK

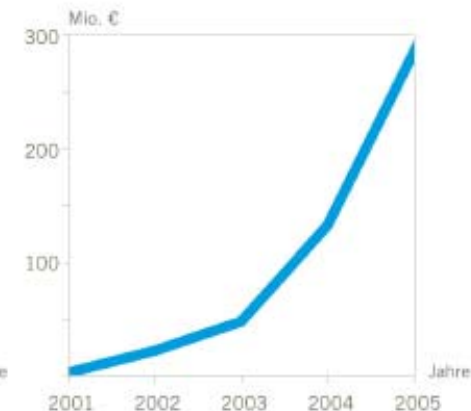
### MITARBEITER



### PRODUKTION



### UMSATZ



- Ende 1999 gegründet, startete die Q-Cells AG die Produktion von Silizium-Solarzellen im ersten Halbjahr 2001 mit nur 19 Mitarbeitern
- Zum 30. Juni 2006 arbeiteten 869 Angestellte bei Q-Cells

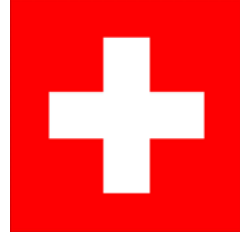


# Gebäudeintegrierte PV: «Solarsiedlung am Schlierberg»

- 50 single-family homes and a commercial building complex
- built between 2000 and 2006
- high energy efficiency plus solar roofs = net energy producing houses
- in close proximity to the Vauban district, an (almost) car-free housing estate in Freiburg i.Br. (Germany)



# Solarthermie für Heizung & Warmwasser: Grosses Potenzial in der Schweiz



Solarthermie	2003	2070
Wärmeproduktion [TWh]	0,19	4,4
Installierte Anlagen	39 000	400 000
Investitionskosten [Fr./kW]	1600	1150
Betriebskosten [Rp./kWh]	4,2	2,7
Gestehungskosten [Rp./kWh]	25,2	11,4

## SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

Quelle: SATW-Studie  
«Road Map Erneuerbare Energien Schweiz»  
Januar 2007

Kennzahlen zur Wärmeproduktion mit Sonnenkollektoren

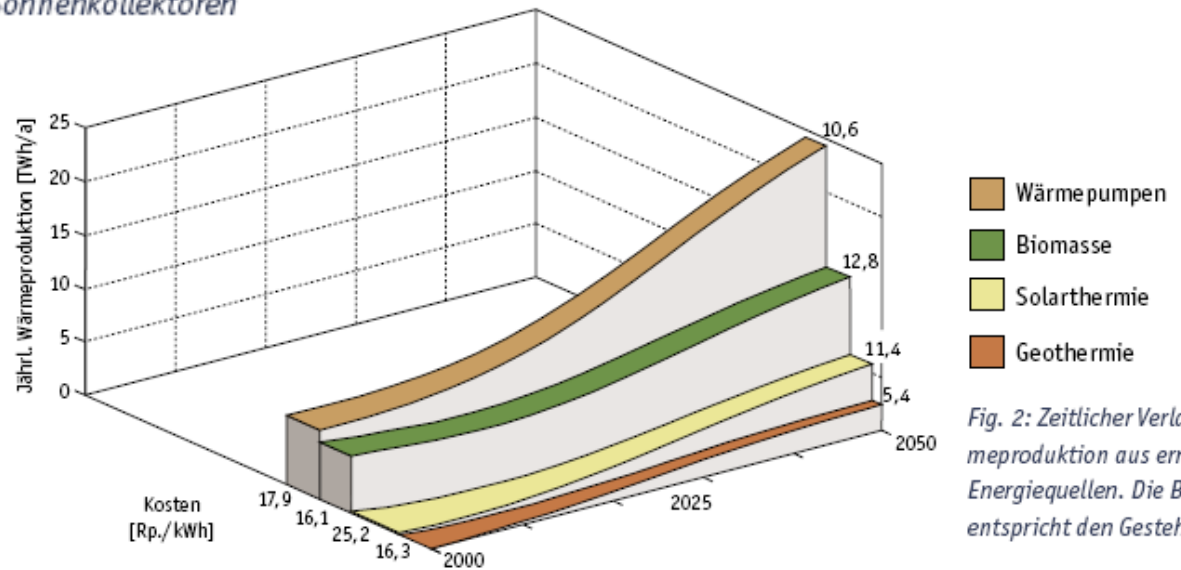
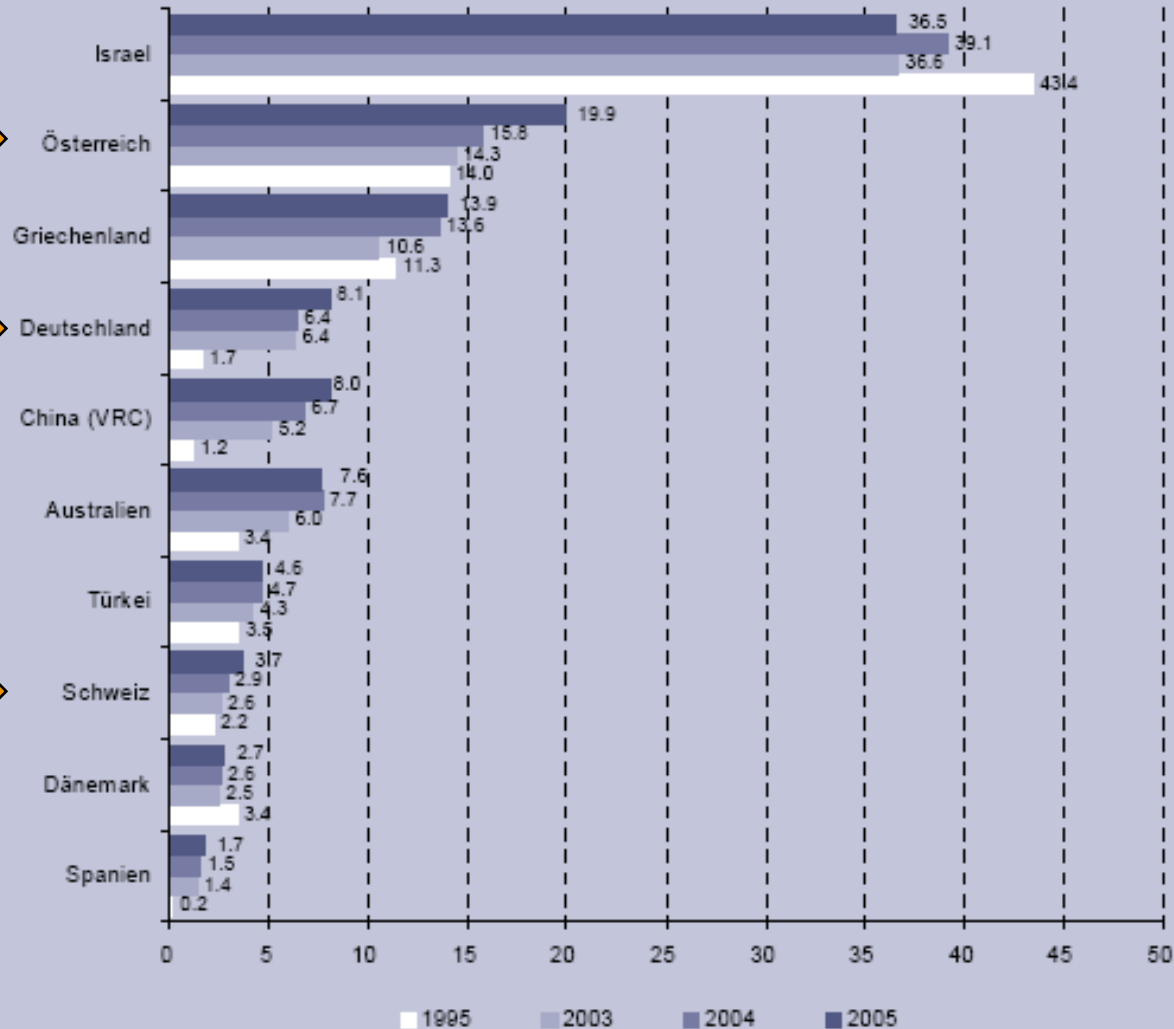


Fig. 2: Zeitlicher Verlauf der Wärme-  
meproduktion aus erneuerbaren  
Energiequellen. Die Breite der  
entspricht den Gestehungskosten

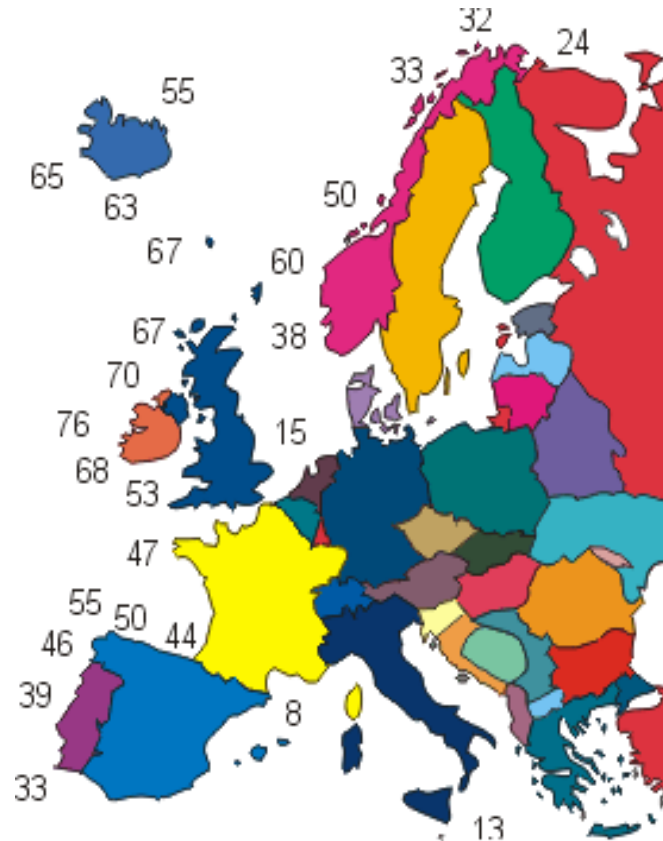


# Noch sind uns unsere Nachbarn voraus...

**Abb. 15: TopTen der Länder – Marktgrösse pro Kopf der Bevölkerung:  
Jährlich neu installierte Kollektorkapazität in kW<sub>th</sub> pro 1'000 Einwohner**



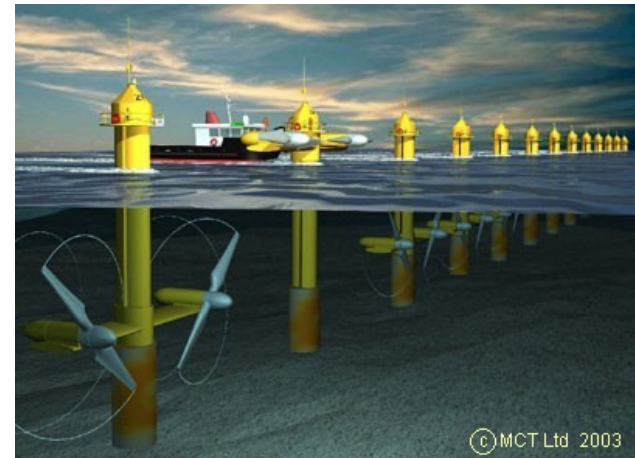
# Innovative Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie: z.B. Wellenenergie



Annual average wave power in kilowatts per metre of crest width for various European sites



[www.oceanpd.com](http://www.oceanpd.com)



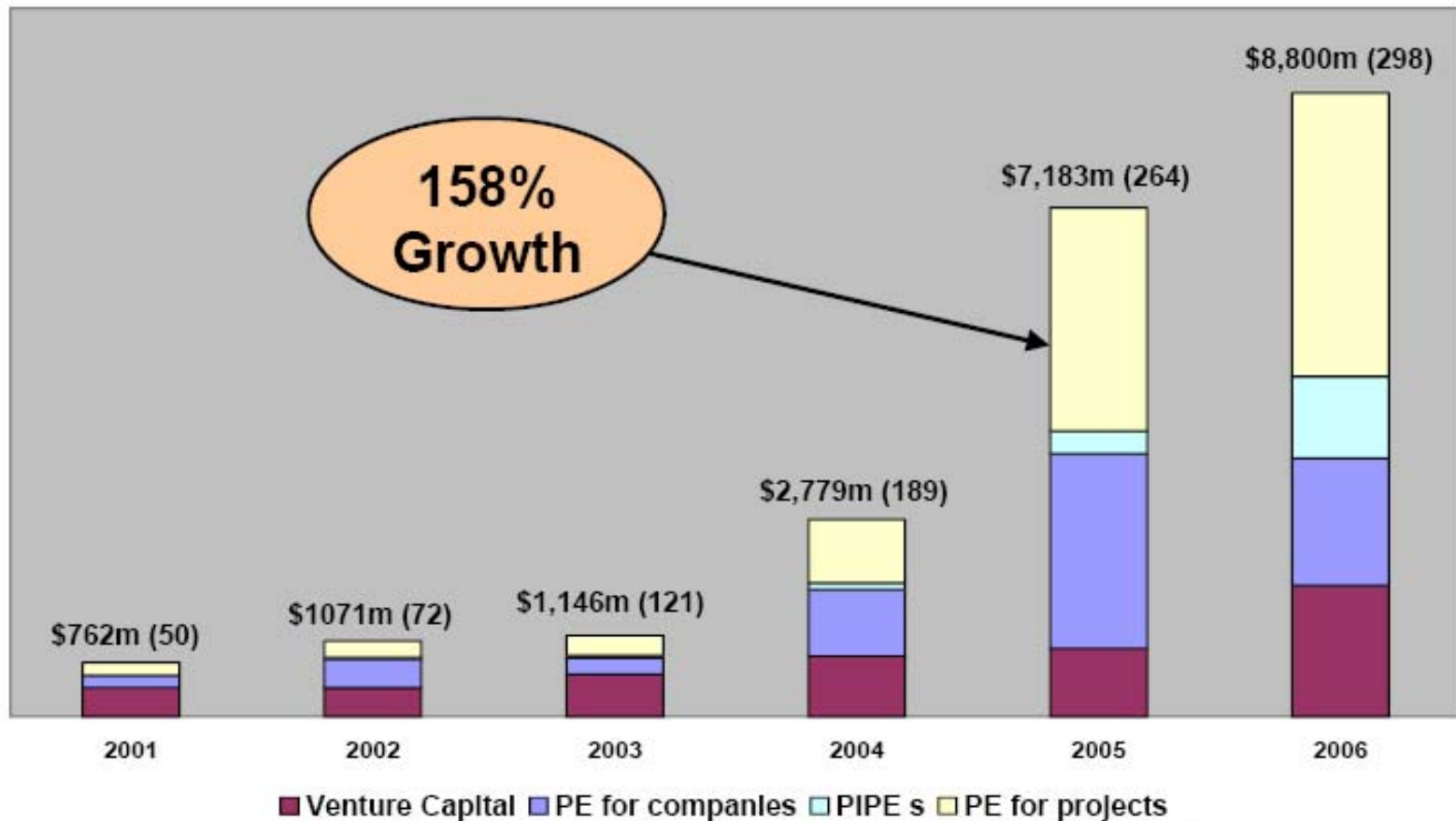
© MCT Ltd 2003

# Outline

1. **Wir leben in einer Zeit diskontinuierlichen Wandels**
2. **Erfolgreiche Markteinführung erneuerbarer Energien**
3. **Finanzierung von erneuerbaren Energien**
4. **Schlussbetrachtungen**

# Wachsender Zufluss privater Investitionen in neue Energietechnologien

## Estimated Global VC/PE Investment 2001 - 2006



Includes all VC & PE investments. Number of deals in brackets. 2006 is annualised value

Source: New Energy Finance

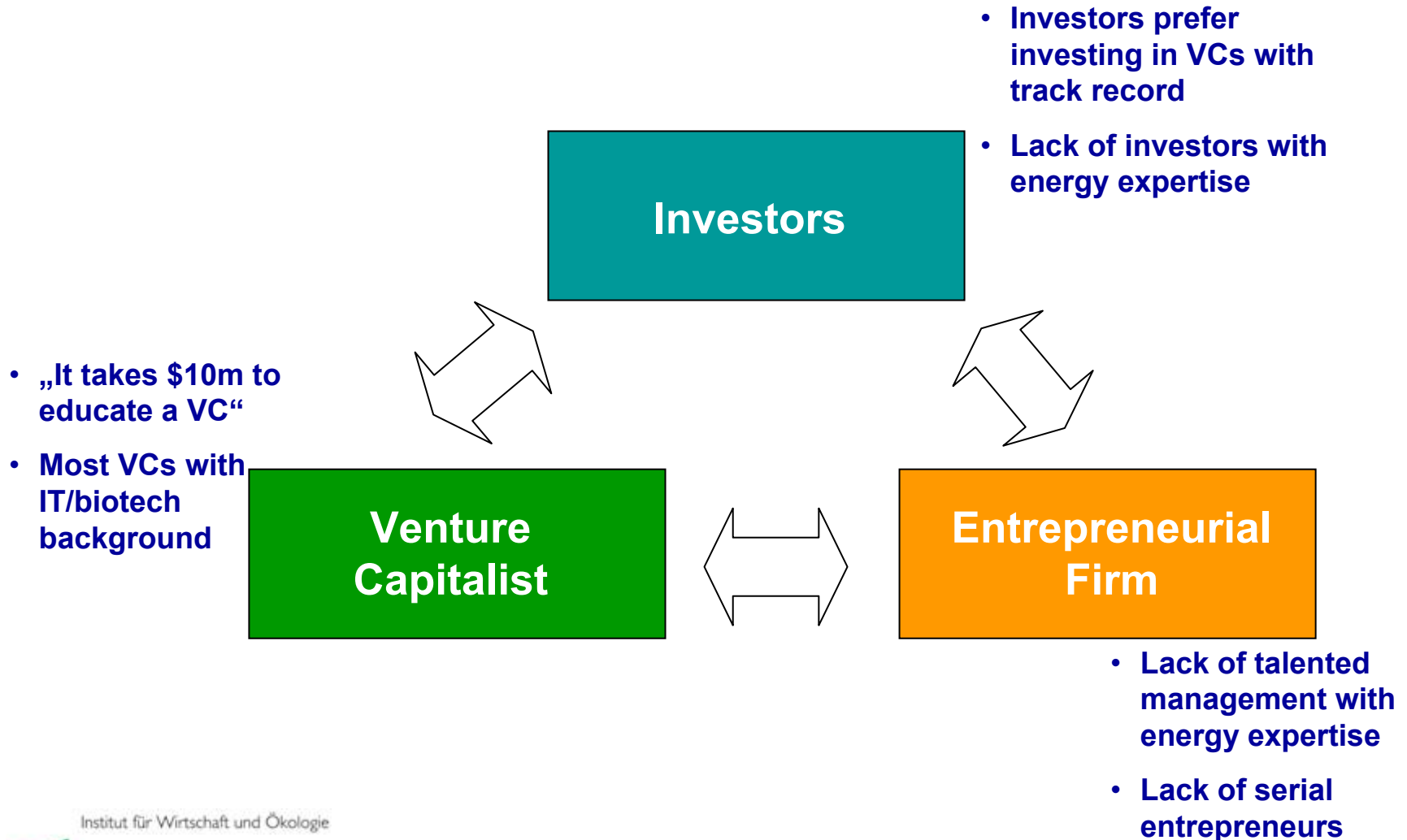
- **Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energien (2006): 100 Mrd USD, davon 9 % in China** (UNEP 2007)



## Risk: VCs perceive specific risks to be higher in energy than in IT/biotech

Risk Category	Percieved Problem	Possible Solution
Market Adoption Risk	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conservative customers</li> <li>– Infrastructure issues</li> <li>– Externalities</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– More than one „horse“</li> <li>– Clear customer benefit</li> </ul>
Exit Risk	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Few success stories</li> <li>– Utilities unlikely trade sale buyers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– AIM (London)</li> <li>– GE et al. as trade sale buyers</li> </ul>
Technology Risk	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Long lead times</li> <li>– High capital intensity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Adequate business models</li> </ul>
People Risk	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Few serial entrepreneurs</li> <li>– More administrators than innovators in industry</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Market liberalisation broadens skill base</li> </ul>
Regulatory Risk	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energy policy changes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diversification</li> <li>– Lobbying</li> </ul>

# Path Dependences on all sides of the Venture Capital value creation triangle



# Which Climate Policy is a Venture Capital Investors' Best Friend?

## Preference Order for Market-Pull Policies:

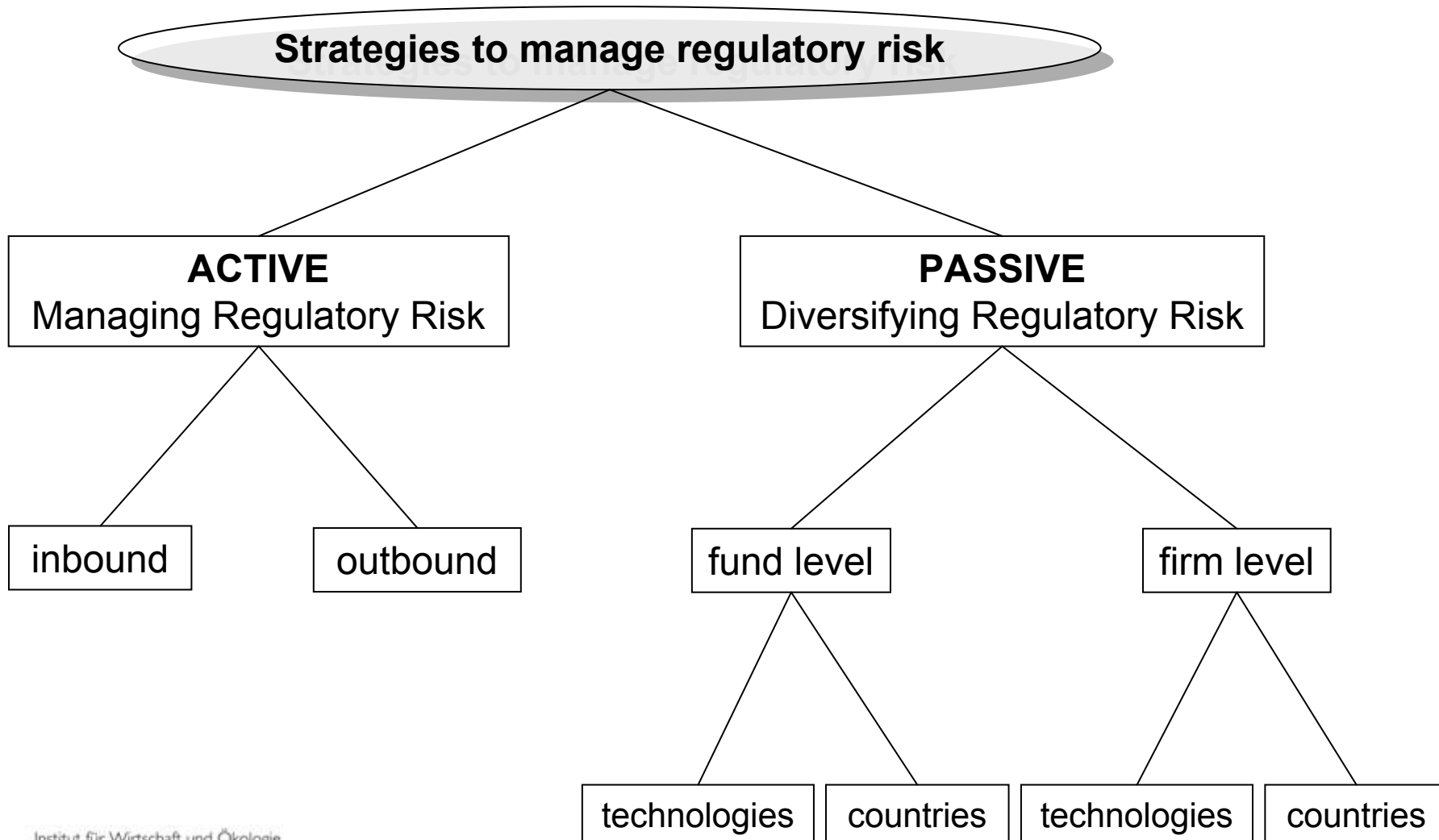
1. **Feed-in tariffs**
2. Residential and commercial tax credits
3. Technology performance standards
4. Renewable fuel standards
5. Renewable portfolio standards (RPS)
6. Production tax credit (PTC)
7. Reduction of fossil fuel subsidies
8. Government procurement
9. CO<sub>2</sub> tax
10. CO<sub>2</sub> emissions trading
11. Tradable quotas/ Green certificate trading
12. International (Kyoto) trading mechanisms

## Preference Order for Market-Push Policies:

1. Government grants of other financial support for pilot and demonstration plants
2. Doubling R&D spending for public institutions
3. Doubling R&D spending for private institutions
4. Grants for SMEs to install equipment
5. Investment subsidies for manufacturing facilities
6. Tax breaks for clean energy investors
7. Tax breaks for entrepreneurs
8. Incubators
9. Government funding for private VC funds
10. Soft support measures
11. Government VC funds

**VC investors prefer risk-minimizing market-pull policies such as feed-in tariffs for renewable energy over CO<sub>2</sub> emissions trading and certificate trading systems**

# Was können Investoren tun, um mit den Risiken umzugehen?



# Outline

1. **Wir leben in einer Zeit diskontinuierlichen Wandels**
2. **Erfolgreiche Markteinführung erneuerbarer Energien**
3. **Finanzierung von erneuerbaren Energien**
4. **Schlussbetrachtungen**

# Schlussbetrachtungen

- Wir leben in einer Zeit diskontinuierlichen Wandels. Um für künftige Überraschungen gerüstet zu sein, sollten wir unser Energiesystem zukunfts offen gestalten.
- Erneuerbare Energien (EE) sind ein boomender Wachstumsmarkt. Die Kunst liegt für Schweizer Unternehmen darin, am weltweiten Wachstum durch geeignete Geschäftsmodelle zu partizipieren.
- Das Erreichen der ehrgeizigen EE-Ziele der EU muss mit simultaner Steigerung der Energieeffizienz einhergehen, um ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit sicherzustellen (vor allem im Verkehr).
- Um das Innovationspotenzial erneuerbarer Energien auch für die Schweiz zur Entfaltung zu bringen, braucht es eine Aus- und Weiterbildungsoffensive an der Schnittstelle von Technologie und Management.
- Die Treiber des Wandels werden branchenfremde Unternehmen und ihre Kapitalgeber sein.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit –  
lassen Sie uns an einer sonnigen Zukunft arbeiten!**

