



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Centre for Energy Policy and Economics
Department of Management, Technology
and Economics

Die Bedeutung der Sommerkühlung für die Elektrizitätsnachfrage in der Schweiz

Dr. Bernard Aebischer, CEPE/ETHZ, 14. März 2006



Inhalt

- Elektrizitätsnachfrage für Raumkühlung (Klimatisierung) im Dienstleistungssektor (Aebischer/Catenazzi, 2006)
 - Heute und bis 2035 ohne Klimaerwärmung (= Referenz)
 - Bis 2035 mit stetiger Klimaerwärmung
- Ergänzungen
 - Raumkühlung in den Sektoren HH, Industrie, Verkehr
 - Bedeutung von extremen Ereignissen (Sommer 2003)
- Schlussfolgerungen
 - Adaptation wird wichtig
 - Wärmeschutz bleibt in der Schweiz prioritär

Raumkühlung im DL-Sektor: Referenzentwicklung

- Energie = (Gekühlte Fläche) * (spezifischer Verbrauch)
- Gekühlte Fläche? (SERVE04)
 - Hochtechnisierte Gebäude = vollklimatisiert
 - Mittel technisierte Gebäude = teilklimatisiert
- Spezifischer Verbrauch (Kälteprod., Be-/Entfeuchtung, Verteilung)?
 - Heute: wie 100 Bürogebäude (A+W/CEPE; Weber, 2002)
 - Vollklimatisiert: 96 MJ/m².Jahr (27 kWh/m².Jahr)
 - Teilklimatisiert: 23 MJ/m².Jahr (6.3 kWh/m².Jahr)
 - Andere Gebäudetypen proportional zu Simulationsrechnungen von Adnot (2003)
 - Zukunft: - 0.5%/Jahr (technischer Fortschritt)

Raumkühlung im DL-Sektor: Referenzentwicklung

Beispiele
von wenig,
mittel und
hoch tech-
nisierten
Gebäuden
=
nicht, teil
und voll
klimatisier-
te Gebäude

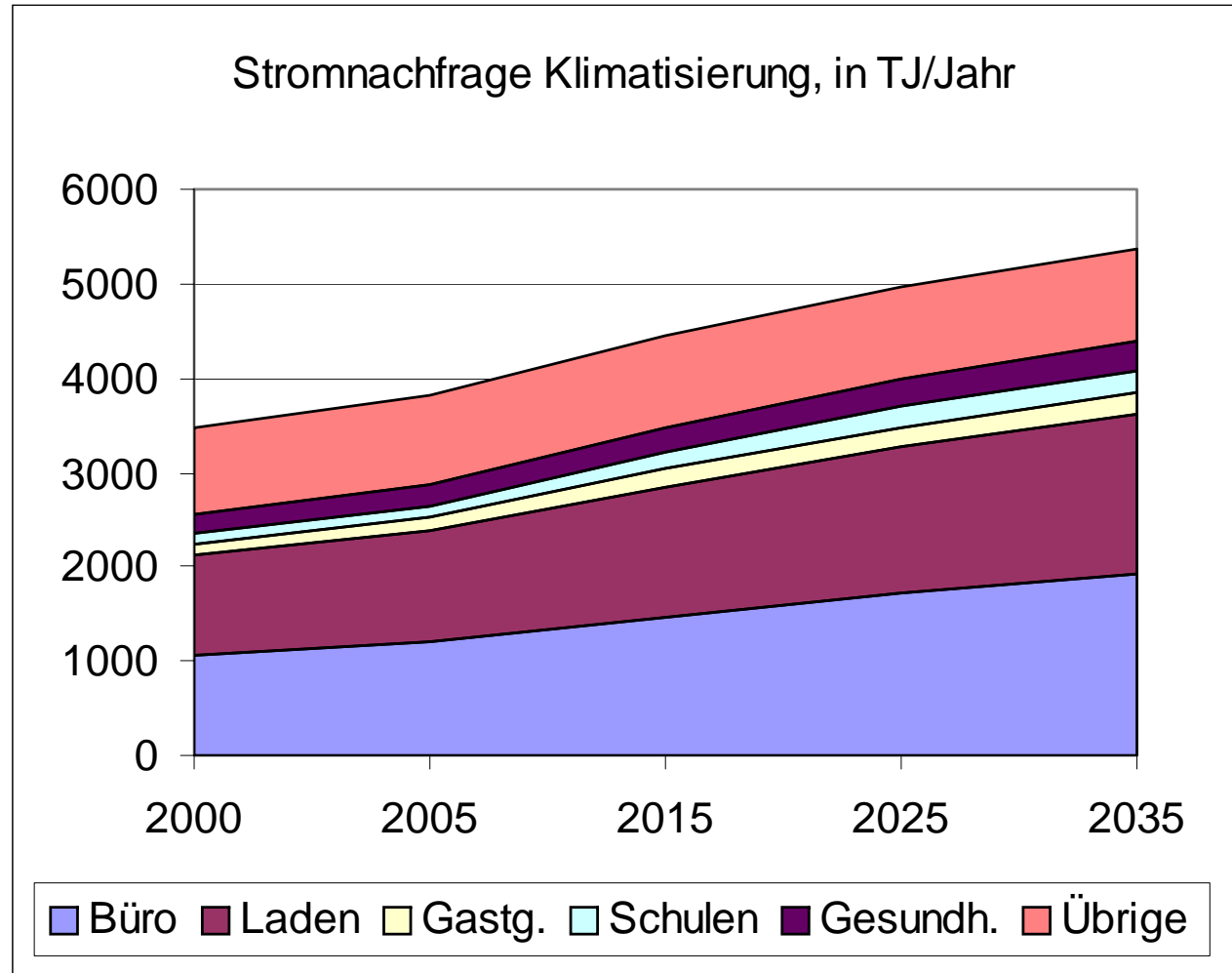
	2000	2005	2015	2025	2035
	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF
Bürogeb.					
nicht klim.	47%	43%	33%	23%	14%
teil-klim.	31%	35%	41%	48%	55%
voll-klim.	22%	23%	26%	29%	32%
Läden					
nicht klim.	50%	47%	41%	35%	30%
voll-klim.	50%	53%	59%	65%	70%
DL-Sektor insgesamt					
nicht klim.	61%	59%	54%	49%	44%
teil-klim.	20%	22%	25%	27%	30%
voll-klim.	19%	19%	21%	23%	25%

Raumkühlung im DL-Sektor: Referenzentwicklung

Wachstum Stromnachfrage für Klimatisierung
 2005-2035: + 40%
 + 1.1%/Jahr

Anteil Klimatisierung an Stromnachfrage insgesamt:
 6% (2005), 7% (2035)

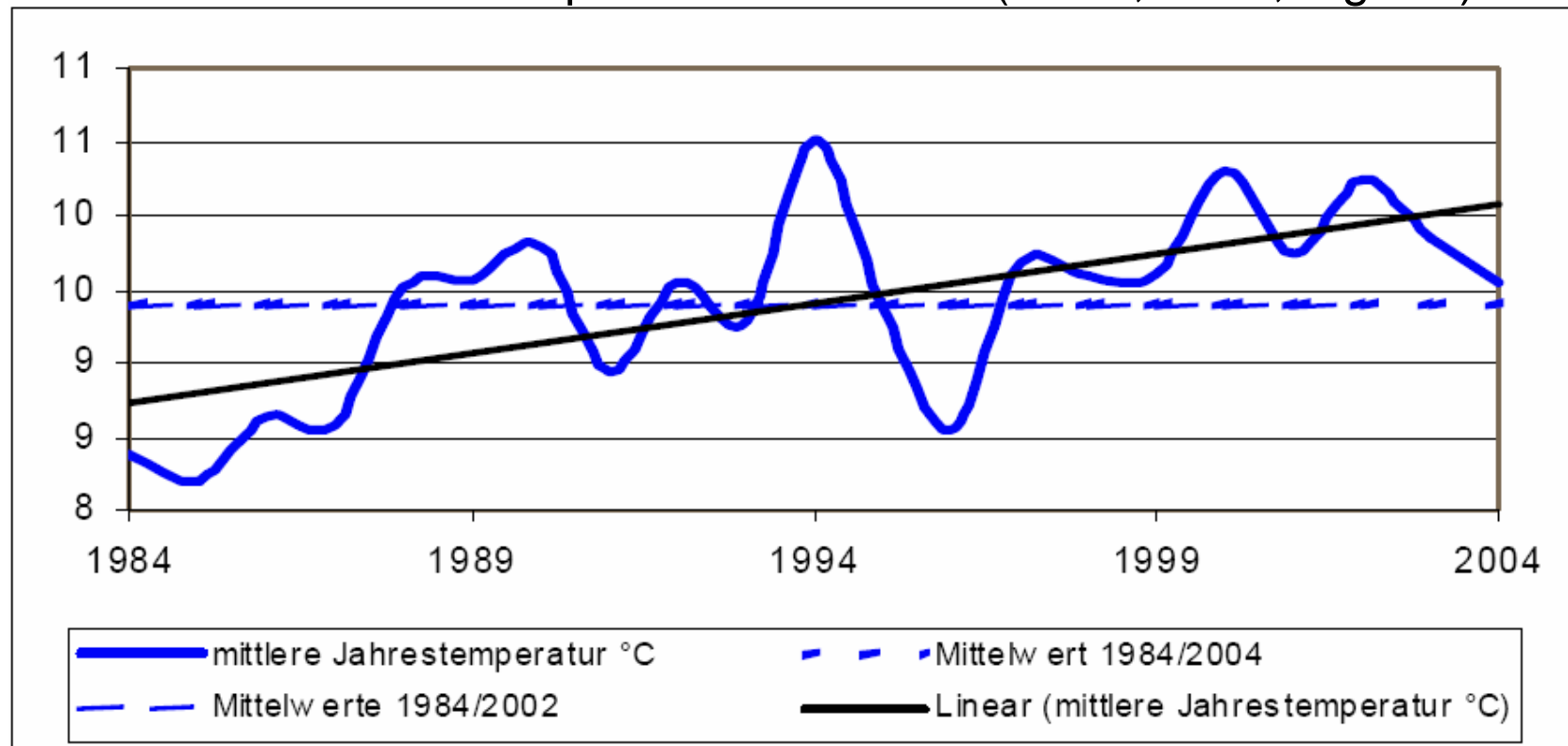
Anteil Klimatisierung an Stromnachfrage Klima/Lüftung:
 24% (2005), 26% (2035)



Annahme zur Klimaerwärmung 2005-2030

- +1 °C in den Monaten September bis Mai,
- +2 °C in den Monaten Juni bis August,
- +5% Strahlung

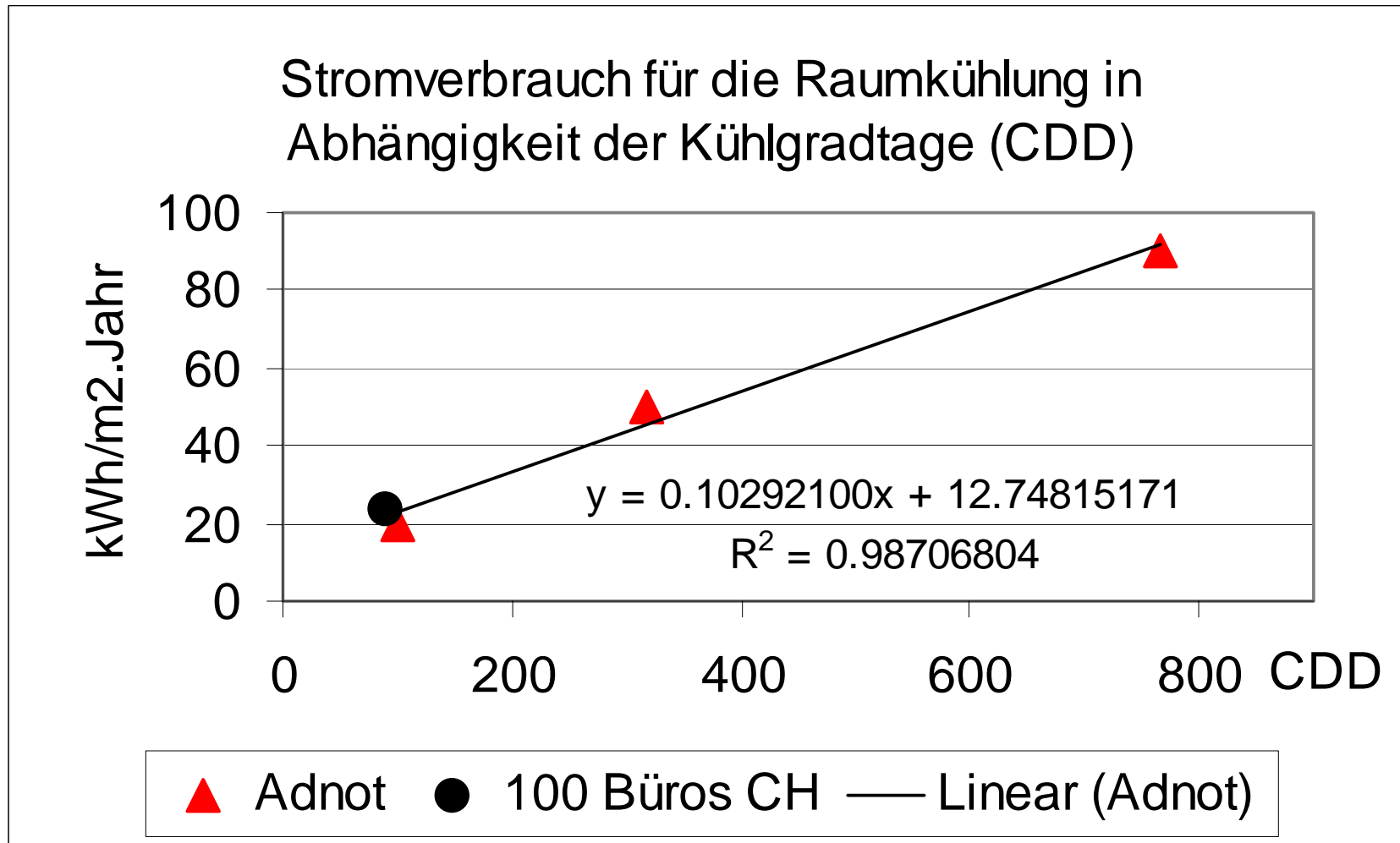
Mittlere Jahrestemperatur 1984-2004 (Hofer, 2005, Fig. 5E)



Raumkühlung im DL-Sektor bei Klimaerwärmung

- „Alles Andere“ bleibt sich gleich (ceteris paribus), insbesondere Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Verhalten
- Klimatisierte Flächen 2035 bei Klimaerwärmung
 - 50% wenig technisiert = teilklimatisiert
 - 50% mittel technisiert = vollklimatisiert
- Spezifischer Stromverbrauch bei Klimaerwärmung
 - Kühlgradtage (CDD mit Basistemperatur 65 °F = 18.3 °C) im Jahre 2035: +100% (Hofer, 2005; Henderson, 2005)
 - Spez. Stromverbrauch = $0.102921 * CDD + 12.748152$, in kWh/m².Jahr (Adnot, 2003; Henderson, 2005; Aebischer, 2005/2)

Raumkühlung im DL-Sektor bei Klimaerwärmung

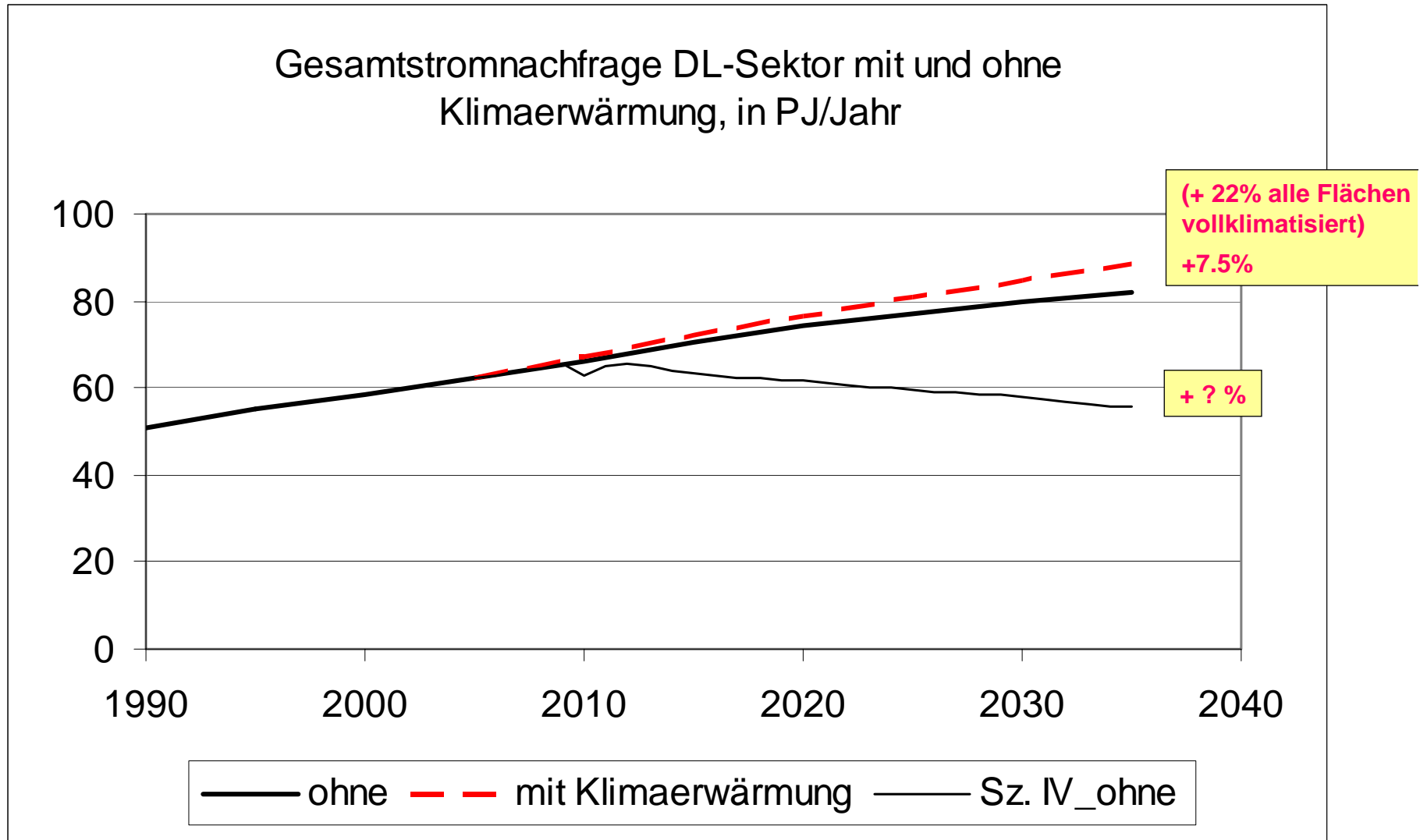


Raumkühlung im DL-Sektor bei Klimaerwärmung

Zunahme Stromnachfrage für Klimatisierung in 2035 infolge Klimaerwärmung

- Im DL-Sektor insgesamt: + 115% (+ 2.6%/Jahr)
 - davon Temperaturerhöhung: + 40%
 - davon Wachstum gekühlte Flächen: + 60%
- In einzelnen Branchen
 - Büro + 116%
 - Läden + 53%
 - Gastgewerbe + 163%
 - Schulen + 270%
 - Gesundheitswesen + 252%
 - Übrige + 119%
- Extremfall: alle Flächen vollklimatisiert: + 330%

Raumkühlung im DL-Sektor bei Klimaerwärmung



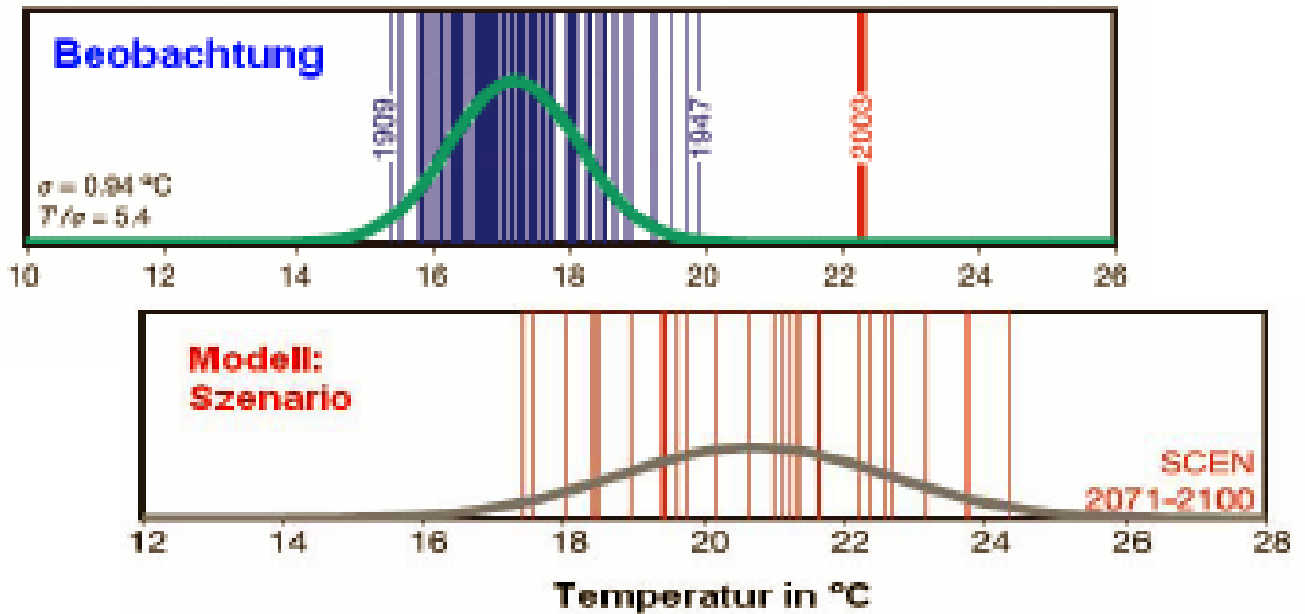
Raumkühlung in den Sektoren HH, Industrie, Verkehr

Zunahme Stromnachfrage in 2035

- Private Haushalte: + 7.1% (Hofer, 2005)
 - Hofer, 2005, S. 107: Der Ausstattungsgrad der Wohnungen/Haushalte mit Klimageräten steigt von heute unter 1% bis 2035 auf 50%
 - Hofer, 2005, S. 88: Klimatisierung mit überwiegender Mehrheit dezentral über Kompakt- oder Splitanlagen (mit Luft- oder Wasserkühlung)
- Industrie: + 0.5% (Baumgartner et al., 2005)
- (Verkehr: + 0.4% Treibstoffverbrauch PWs (Keller, 2005))

Bedeutung von extremen Ereignissen (Sommer'03)

- Häufung Extremereignisse (Sommer'03) → sehr schnell flächendeckend Kühlgeräte – in Büros, Krankenhäusern, Gastgewerbe, ...
- In der zweiten Hälfte des laufenden Jahrhunderts wird ein Sommer'03 kein Extremereignis sein (Schär et al., 2004)



Schlussfolgerungen

- Im Energiebereich haben sich Forschung, Ausbildung und Politik bezüglich der Klimaerwärmung bisher fast ausschliesslich mit „Abschwächung/Vermeidung“ (**mitigation**) beschäftigt.
- Die Anpassung (**adaptation**) an neue Rahmenbedingungen infolge Klimaerwärmung wird im Gebäudebereich wichtig.
- Wärmeschutz bleibt aber in der Schweiz weiterhin prioritär, denn die Potentiale für eine Reduktion der Energienachfrage und der CO₂-Emissionen sind hier am grössten.
- In südlichen Regionen Europas (und punktuell vielleicht auch in der Schweiz) liegen die Prioritäten beim Hitzeschutz.

Relative Veränderung der CO2-Emissionen infolge Klimaerwärmung für Raumheizung, Warmwasser und Raumkühlung in verschiedenen Klimaregionen in Europa in Abhängigkeit der CO2-Intensität der Stromproduktion und des Anteils Elektroheizungen

Legende

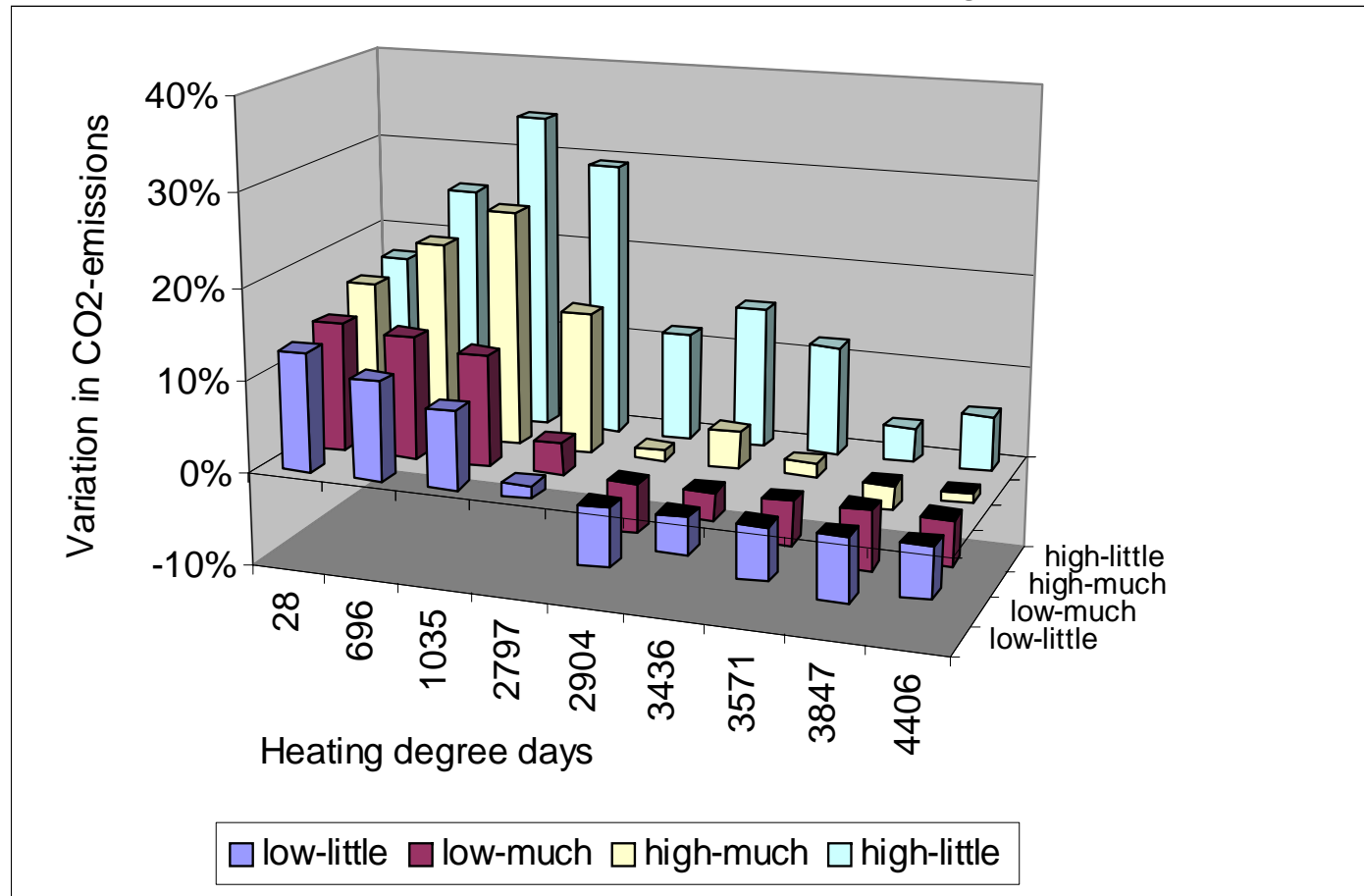
1. Stromproduktion

- high = CO₂ intensiv
- low = 90% CO₂ frei

2. Anteil Elektroheizung

- much = hoch
- little = niedrig

Quelle: Aebischer et al., 2006)



Literaturhinweise

- Adnot et al., 2003. Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC). A study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U., Paris, September
- Aebischer B. et al., 2006. Impact of climate change on energy demand in the Swiss service sector - and application to Europe. To be published in Proceedings of IE ECB'06 Conference, Frankfurt, April
- Aebischer B., G. Catenazzi, 2006. Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft. Ergebnisse der Szenarien Ia und Ib und Entwurf der Ergebnisse von Szenario II. BFE, Bern, Januar
<http://www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/statistikperspektiven/34.pdf>
- Baumgartner W. et al., 2005. Energieverbrauch Industrie Ergebnisse der Szenarien Ia und Ib. BFE, Bern, Juli
<http://www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/statistikperspektiven/32.pdf>
- Henderson G., 2005. Cooling degree days, communication per E-Mail, 12. Juni
- Hofer P., 2005. Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 1990 – 2035. BFE, Bern, Juli
<http://www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/statistikperspektiven/33.pdf>
- Keller M., 2005. Energieverbrauch Sektor Verkehr. Ergebnisse der Szenarien Ia und Ib (inkl. Sensitivitäten). BFE, Bern, Juli <http://www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/statistikperspektiven/35.pdf>
- Schär Ch., 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. Nature Vol. 427, 22 January
- Weber L., 2002. Energie in Bürogebäuden. Verbrauch und energierelevante Entscheidungen. vdf Verlag, Zürich (ISBN 3 7281 2819 8)