

Energieforschung – aktueller denn je.

Tony Kaiser, 8. Schweizerische Energieforschungskommission – das Konzept 2008-2011.

Meine Damen und Herren,
(Inhaltsverzeichnis einblenden)

„Energy is back“ resümierte vor ein paar Jahren ETH Prof. Ueli Suter, damals Vizedirektor für Forschung, anlässlich eines Treffens zwischen Industrie und Hochschule. Tatsächlich sind Energie und Energieforschung heute aktueller denn je. Dass die Weltbevölkerung mit ihrem Energiekonsum für den Klimawandel mitverantwortlich ist, wird heute als „sehr wahrscheinlich“ bezeichnet. Globale Phänomene wie das arktische Sommer-Eis (Bild), das sich in den letzten 25 Jahren ca. 30% zurückgebildet hat, und der Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen werden auf die Treibhausgas-Emissionen - insbesondere die CO₂- Emissionen – zurückgeführt; sie haben sich im Laufe der letzten 50 Jahre vervierfacht.

Auch in der Schweiz sind entsprechende Phänomene zu beobachten. 98% der Gletscher sind seit Jahrzehnten auf dem Rückzug - hier der Rhone-Gletscher in einem August vor 100 Jahren und heute (Bild) – oder der „Sommer 2003“, der mit seinen Temperaturen eher in ein zukünftiges, wärmeres Klima passt, wie Modellrechnungen von Prof. Schär an der ETH Zürich für die Zeit um 2100 zeigen.

Wenn man sich dann noch vergegenwärtigt, wie ungleich heute die CO₂-Emissionen – und damit auch die Energieversorgung der Bevölkerung - rund um den Globus verteilt sind (Bild), bekommt man ein Gefühl dafür, wie gross die Herausforderung ist, die weltweiten CO₂-Emissionen zu reduzieren:

Europa liegt mit 6-8 kg CO₂ pro Kopf und Jahr im Mittelfeld, Nordamerika ist mit knapp 20 kg „einsame Spitze“. Und Länder wie China und Indien, die noch relativ tiefe pro-Kopf-Emissionen haben, holen mit ihrem wachsenden Energiebedarf, der vor allem fossil gedeckt wird, schnell auf.

Nun, ich will hier nicht „Global Warming“ nachweisen, sondern nur andeuten, welche klimapolitische Motivation es gibt, uns mit Energie und der Energieforschung zu beschäftigen.

Doch es gibt auch greifbare wirtschaftliche Interessen, wenn man die Folgerungen aus dem kürzlich erschienenen Stern-Review „On the economics of climate change“ ernst nimmt. Stern hat aufgezeigt, dass für eine aktive Klimapolitik, welche die Stabilisierung des Weltklimas bei ca. +2 Grad C anstrebt, die Kosten etwa 1% des Bruttosozialprodukts betragen dürften. Weniger jedenfalls, als die Schadens- und Anpassungskosten im „business-as-usual“-Szenario (Bild).

Energieforschung muss also im Zusammenhang mit Klima-, Energie- und Wirtschaftspolitik diskutiert werden. Versorgungssicherheit, Auswirkungen auf die Umwelt, der Druck der öffentlichen Meinung und vieles mehr spielen bei der Festsetzung der Prioritäten für die Energieforschung eine Rolle.

Das Feld der Akteure und Interessenvertreter ist gross (Bild), und das Spektrum der Meinungen vielfältig. Der Bundesrat hat vor einigen Wochen die Energiepolitik in ihren Grundzügen folgendermassen umrissen (Bild):

Er setzt auf eine effiziente Nutzung, auf erneuerbare Energie, auf Grosskraftwerke und eine aktive Energieaussenpolitik.

In diesem Umfeld hat sich die CORE, deren Mandat hier kurz eingeblendet ist, auf einige Kriterien geeinigt, nach denen die Prioritäten in der Energieforschung beurteilt werden sollten (Bild).

Die Forschungsergebnisse sollen einen substantiellen Beitrag leisten zu den CORE-Zielen, auf die ich noch zu sprechen komme. Forschungskompetenz in der Schweiz und ein grosses Entwicklungspotential einer Technologie sollten ebenso gegeben sein, wie die Möglichkeit zur Umsetzung, also zur wirtschaftlichen Nutzung der Resultate. Dazu ist eine industrielle Basis in der Schweiz nötig. Das kann eine etablierte Industrie sein oder aber den Aufbau neuer Firmen bedeuten. Auch die Akzeptanz einer Technologie ist ein wesentlicher Faktor.

Doch, bevor ich zu den Schwerpunkten komme, hier ein paar Erfolgs-Beispiele von aus den letzten Jahren.

Darunter sind Preisträger des Swiss Technology Awards wie z.B.

- eine kleine Brennstoffzelle mit 500W Leistung,
- ein rotierender magnetischer Wärmetauscher mit dem Potential zu einer neuen Wärmepumpentechnik oder
- ein LED Flach-Lichtquelle mit sehr hoher Lebensdauer

Die Schweiz hat mit dem Common-Rail-Prinzip viel beigetragen zur modernen Dieselseite beim Auto (Bild)

Grosse technische und kommerzielle Fortschritte gibt es auch bei der konventionellen Wärmepumpe, sowohl für Neubauten wie auch Sanierungen (Bild)

Die Dünnschicht-Technologie für Photovoltaik-Zellen, welche im wesentlichen hier in Neuchâtel an der Uni entwickelt worden ist, wurde zum industriellen Partner transferiert, der bereits grosse Bestellungen für Produktionsmaschinen im Hause hat (Bild).

Mittlerweile vielen bekannt sind die Null-Energie Häuser unter den Minergie-Labels (Bild).

Wieder andere erfolgreiche Projekte wie „Spirit of Biel“ und „PacCarII“ hatten nicht die direkte Produktentwicklung zum Ziel, sondern wollten aufzeigen, wo die Grenzen der Technik liegen (Bild); sie sind dabei zu Weltpremieren geworden und haben Weltrekorde in der Sparsamkeit aufgestellt.

Eine andere Kategorie von Erfolgen sind die Spin-off-Firmen, die über die letzten Jahre im Bereich Energie entstanden sind (Bild).

Und als letzte Kategorie seien zwei Aktivitäten erwähnt, die sowohl „high-risk“ sind als auch sehr langfristig angelegt – die Fusion- und Plasmaforschung an der ETH Lausanne (Bild) und die industrielle Nutzung der Sonnenenergie für die H₂-Herstellung oder für Vergasungsprozesse bei sehr hohen Temperaturen. (Bild)

Nun zum neuen Konzept:

Zu Beginn des etwa 2-jährigen Entstehungs-Prozesses des Konzeptes 2008-2011, wollte die CORE besser verstehen, welche relative Bedeutung gewisse Technologien in Zukunft haben werden. Wir wollten mit einem einfachen Modell ein Gefühl dafür bekommen, was es bedeutet, auf eine 2000W-Gesellschaft hinzuarbeiten. Wir haben ein sog. „Roadmap“-Projekt durchgeführt, um abzuschätzen, welche Effizienzsteigerungen bis 2050 möglich sind und mit welchen Technologien die Schweiz das Potential der erneuerbaren Energie besser ausschöpfen könnte.

Wir haben damit auch auf eine Kritik der IEA am alten Energieforschungskonzept reagiert: Die IEA hat in einer periodisch durchgeführten Prüfung kritisiert, dass es nicht klar sei, wie mit dem Energieforschungsprogramm die Ziele der im Konzept beschriebenen Vision der 2000W-Gesellschaft zu erreichen seien.

Als Ziele des Projekts formulierten wir (Bild):

- 1) Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Bereitstellung von Wärme in Gebäuden
- 2) Halbierung des Energieverbrauchs in Gebäuden (Alt- und Neubauten)
- 3) Senkung des durchschnittlichen fossilen Fahrzeug-Flottenverbrauchs auf 3 Liter Benzinäquivalent je 100 km
- 4) Mindestens Verdreifachung der Nutzung der Biomasse als Energieträger

In einer Darstellung des Primärenergiebedarfs pro Kopf gegen den Prozentsatz erneuerbarer Energie suchten wir - unter Berücksichtigung der zur erwartenden Verbesserungen der Technologien und unter Berücksichtigung des Potentials erneuerbarer Energien in der Schweiz - Wege und die dazugehörigen Technologien, die uns ins „Zielgebiet“ bringen sollten (Bild).

Die Technologien in den 4 Szenarien, die wir analysiert haben, unterscheiden sich besonders im Grad der Dezentralisierung (z. B. beim Strom) und in ihrem Potential, fossile Energieträger zu ersetzen (Bild)

Resultat: Mit allen 4 Szenarien haben wir grundsätzlich die Ziele erreichen können; der Anteil der Erneuerbaren steigt bis 2050 dabei je nach Szenario auf 45–60% an; der CO₂-Ausstoss fällt um 40-60%; insgesamt können wir mit den 4 CORE Zielen bis 2050 etwa ein 4000W-Gesellschaft erreichen.

Im Detail hat sich auch gezeigt, was einzelne dieser Technologien zu leisten im Stande sind. Da ihre Anwendung nicht auf die Schweiz begrenzt ist, bilden sie auch die Basis für zukünftige Exportprodukte.

Diese Resultate waren ein wichtiger Input für die Diskussion des neuen Konzepts.

Wir haben die Struktur der Programme mehr oder weniger beibehalten, innerhalb der Programme aber zum Teil neue Schwerpunkte gesetzt.

Ich kann hier nur einige Schwerpunkte erwähnen, für Details möchte ich Sie auf den Konzeptentwurf verweisen.

Solarthermie (Bild): Solare Wärme als Niedertemperaturwärme für den Gebäudebereich hat ein grosses Potential; Systemaspekte, Wärmespeicherung, neue Absorbermaterialien und eine Entwicklung vom Handwerk zu einer industriellen Produktion stehen hier im Vordergrund.

Auch in der Photovoltaik sind es die industrielle Produktion - und damit verbunden – kostengünstige Produktionsverfahren und die Integration in die Gebäudetechnik, welche für einen wachsenden Einsatz wichtig sind.

Biomasse: Für eine vollständige Nutzung des Biomasse-Potentials sind eine saubere Verbrennung mit tiefer Feinstaubemission und neue Vergasungstechniken nötig.

Brennstoffzellen: Lebensdauerfragen und Kostenreduktion sind die heutigen Barrieren für den Markteintritt; sie müssen beseitigt werden, soll die Brennstoffzelle ihr Potential ausspielen können.

Im Bereich der elektrischen Netze stehen Design, Analyse, Modellierung von Netzen und ein sicheres, effizientes Netzmanagement im Vordergrund.

Wasserkraft: Bei der Wasserkraft empfehlen wir, Technologien, welche die Grosswasserkraft betreffen, wieder ins Programm einzubeziehen; Grosswasserkraft ist sowohl national wie auch als Technologie für den Export von grosser Bedeutung.

Umgebungswärme: Das technische Potential der Wärmepumpen ist noch nicht ausgereizt; neue Kreisläufe und neue Konzepte wie der magneto-kalorische Effekt versprechen weitere Fortschritte.

Mobilität: Obwohl die Schweiz keine eigene Autoindustrie hat, spielt sie als Komponentenlieferant eine wichtige Rolle. Schweizer Forscher können grosse Beiträge zu neuen Antriebssystemen leisten, wenn sie intensiv mit der Zuliefer-Industrie zusammenarbeiten.

Mit Spiegeln die Sonnenenergie zu konzentrieren und sie bei 1000 oder mehr Grad Celsius für industrielle Prozesse wie Wasserstoff-Herstellung, Kohlevergasung oder Abfallentsorgung zu nutzen, steht noch am Anfang der Entwicklung, birgt aber ein grosses Potential.

Verbrennung/KW2020 (Bild): Höhere Wirkungsgrade, Zuluern von Biogas und langfristig das Entfernen von CO₂ aus dem Rauchgas sind hier die Schwerpunkte.

Windenergie: Die Schweiz hat eine Chance, sich als Komponentenlieferant oder mit speziellem Know-how wie dem Betrieb von Windmühlen in alpinem Gebiet auf dem Weltmarkt eine Rolle zu spielen.

Geothermie: Für die „hot-dry-rock“ Technik steht sicher die Auswertung der Erfahrungen von Basel im Vordergrund.

Im Gebäudebereich sind nach wie vor hocheffiziente Wärmedämmungen ein Thema, zusammen mit der Entwicklung von Konzepten wie umweltfreundliche Kühlung und Heizung in Niedrigenergiebauten integriert werden können.

Sicherheitsforschung und die Sicherung des Ingenieur-Bedarfs bleiben in der Kernspaltung von Bedeutung. Betreffend neue Technologien betrachten wir das Verständnis der Werkstoffe und Systeme der 4. Generation für wichtig, insbesondere jener Systeme, die als inhärent sicher bezeichnet werden oder helfen, den Brennstoffkreislauf zu schliessen und die Lebensdauer der Abfälle zu verkürzen.

Von der Fusionsforschung erwarten Experten vor 2050 keinen Beitrag zur Stromversorgung. Die Schweiz hat sich aber verpflichtet, über die Teilnahme beim Projekt ITER an der internationalen Fusionsforschung mitzumachen. Die CORE-Empfehlung ist, neben der Verfolgung der wissenschaftlichen Ziele, auch möglichst die Schweizer Industrie als Zulieferer zum Projekt zu beteiligen.

Es ist mir klar, dass bei der Bewertung der Schwerpunkte nach unseren Kriterien auch ein Ermessensspielraum bleibt. Trotzdem glaube ich, dass eine Prüfung der Forschungsprojekte nach unseren Kriterien die Energieforschung in der Schweiz fokussieren kann.

Bevor ich zu den Budgetempfehlungen komme, möchte ich erste Resultate der Dissertation von Thorsten Schulz zeigen, der am PSI unter der Leitung von Prof. Wokaun und Mitarbeitern sich auch mit den CORE-Zielen beschäftigt hat.

Bis 2050 im Gebäudebereich eine 4000W-Gesellschaft (oder sogar eine 3500W-Gesellschaft) zu erreichen, ist durchaus realistisch wie diese unabhängigen Modellrechnungen zeigen (Bild). Mit guter Isolation kann viel Heizenergie gespart werden. Bei der Kombination von einem Effizienz-Ziel mit einem CO₂-Reduktionsziel – hier 10% pro Dekade für das Gesamtenergie-System Schweiz –, nehmen Ölheizungen – die blaue Fläche – rasch ab, Gasheizungen – hier in gelb – sind eine Übergangslösung und langfristig dominieren die Wärmepumpen (rot). Dies bei einem angenommenen Ölpreis von USD 75. Heizen ohne fossile Energie ist also realistisch bis 2050.

Auch im Verkehr (Bild) ergibt sich ein interessantes Bild. Erwartungsgemäss geht der Totalverbrauch wegen des Effizienz- und CO₂-Zieles zurück. Bei den Antriebstechnologien werden nach und nach Benzinmotoren (hier blau) und Dieselmotoren (violett) durch Hybridantriebe ersetzt. Die Sieger bei den Hybridantrieben sind Gashybride (gelb) und Dieselhybride (lila). Erdgas-Autos erkennt man als Übergangslösung (orange) und Elektrische Antriebe erscheinen gegen Ende der Periode, also kurz vor 2050. Auch hier ist das CORE-Ziel von 3l/100km also durchaus im Bereich des Möglichen.

Beim Strom (ohne Bild!) ist trotz des Zieles von 3500W pro Person und grosser CO₂-Reduktion kaum ein Rückgang zu sehen. Dieses Resultat ist im Einklang mit dem CORE-„Roadmap“ Projekt und den Energieperspektiven 2035, die alle – auch in den

„aggressiven“ Szenarien - eine relative Verschiebung der Energieträger zum Strom hin vorhersagen.

Die Gesamtkosten einer Entwicklung der Schweiz gemäss diesen Zielen bewegen sich im Rahmen von 1% des BIP pro Jahr; sie sind somit im Bereich, den auch der Stern-Review ermittelt hat.

Detaillierte Resultate dieser Dissertation wird das PSI an der Pressekonferenz vom 25. April bekannt geben.

Die Resultate dieser Modellrechnungen zeigen im wesentlichen, dass die CORE mit ihren eher intuitiv festgelegten Zielen und den angenommenen Technologie-Optionen einen wirtschaftlichen Weg aufgezeigt hat, den Primärenergieverbrauch der Schweiz bis 2050 auf des Niveau einer 3,5 bis 4 kW-Gesellschaft deutlich zu senken und die CO₂-Emissionen etwa zu halbieren.

Damit komme ich zu den Budgetempfehlungen.

Die CORE fordert wegen der steigenden Bedeutung der Energieforschung angesichts der nationalen und globalen Situation, dass die öffentliche Hand, deren Budget für die Energieforschung seit 1993 um mehr als ein Drittel auf gut 150 MCHF reduziert worden ist, bis 2011 wieder auf mindestens 200MCHF ansteigt. Diese Forderung betrachten wir angesichts der Bedeutung der Energieforschung für die Gesellschaft und das Klima und angesichts der allgemein steigenden Forschungsbudgets für gerechtfertigt.

Dabei erwarten wir, dass Industrie und Hochschulen Anstrengungen unternehmen, aus dem 7. EU- Rahmenprogramm Gelder für Projekte mit Schweizer Beteiligung zu „gewinnen“, so dass ein verstärkter Mittelrückfluss aus Brüssel einsetzt.

Der Trend über die letzten Jahre ist zwar steigend, aber es gibt noch Potential, vor allem wenn man bedenkt, dass die Schweiz zweimal soviel ins 7. Rahmenprogramm hineinbezahlt als sie ins 6. bezahlt hat.

Weiter empfehlen wir, auch das Budget für Pilot- und Demo-Anlagen wieder etwa auf das Niveau der 90iger Jahre anzuheben.

Auch die Energiewirtschaft ist aufgerufen, Ihre Anstrengungen zur Förderung der Forschung zu intensivieren und wo möglich das Niveau der frühen 90iger Jahr bald zu übertreffen.

Zusammenfassend findet die CORE eine stärkere Förderung der Energie-Forschung nach diesem Vorschlag (Bild, Budget pro Porgramm) mindestens im Gleichschritt mit der allgemein zunehmenden Forschungsförderung gerechtfertigt, zumal auch die Hochschulen sich mit ihren Strukturen, den Energie-Kompetenzzentren für angewandte Energieforschung und die Zusammenarbeit mit der Industrie gut positioniert haben.

Die CORE ist überzeugt, dass sie mit dem neuen Konzeptentwurf, sowohl umwelt- und wirtschaftspolitisch sinnvolle als auch akademisch interessante Wege in die Zukunft weist. Die Empfehlungen lassen bei aller Anwendungsnähe genügend Raum

für die akademische Forschungsfreiheit, die es genauso braucht für eine erfolgreiche Forschung wie eine gewisse Ausrichtung auf gesellschaftlich relevante Themen.

Mit zwei Zitaten aus dem Jugendliteratur-Wettbewerb, den das UVEK organisiert hat, möchte ich die Diskussion über das Konzept eröffnen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE

Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 - 2011



27. März 2007




Inhalt

- Energieforschung im Kontext
 - Klimawandel, Akteure, politisches Umfeld
- Kriterien für die Setzung der Prioritäten in der Energieforschung
- Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung
- Das „Roadmap“-Projekt der CORE für 2050
- Die Schwerpunkte im neuen Konzept
- Budget-Empfehlungen



1979

A satellite image of Greenland in 1979, showing a large, contiguous ice sheet covering most of the island. The ice is white, contrasting with the blue ocean and green landmasses. The image is a top-down view, showing the entire island and surrounding waters.

Sept

Reference: Bindschadler et al.

Abnahme der Sommer –

The diagram illustrates the ice dynamics and geological structure of West Antarctica. It shows ice streams flowing from the interior towards the ice shelf. Key features labeled include: ICE STREAM, ICE DIVIDE, ICE SHELF, ONSET, BEDROCK, LITHOSPHERE, and CONTINENTAL SHELF EDGE. A vertical orange line marks the ONSET of ice flow. A text box in the upper right corner contains the text 'Abnahme der Sommer –'.

Arktis im Verändern

Projected summer sea-ice extent

Projected permanent ice boundary

Present summer sea-ice extent

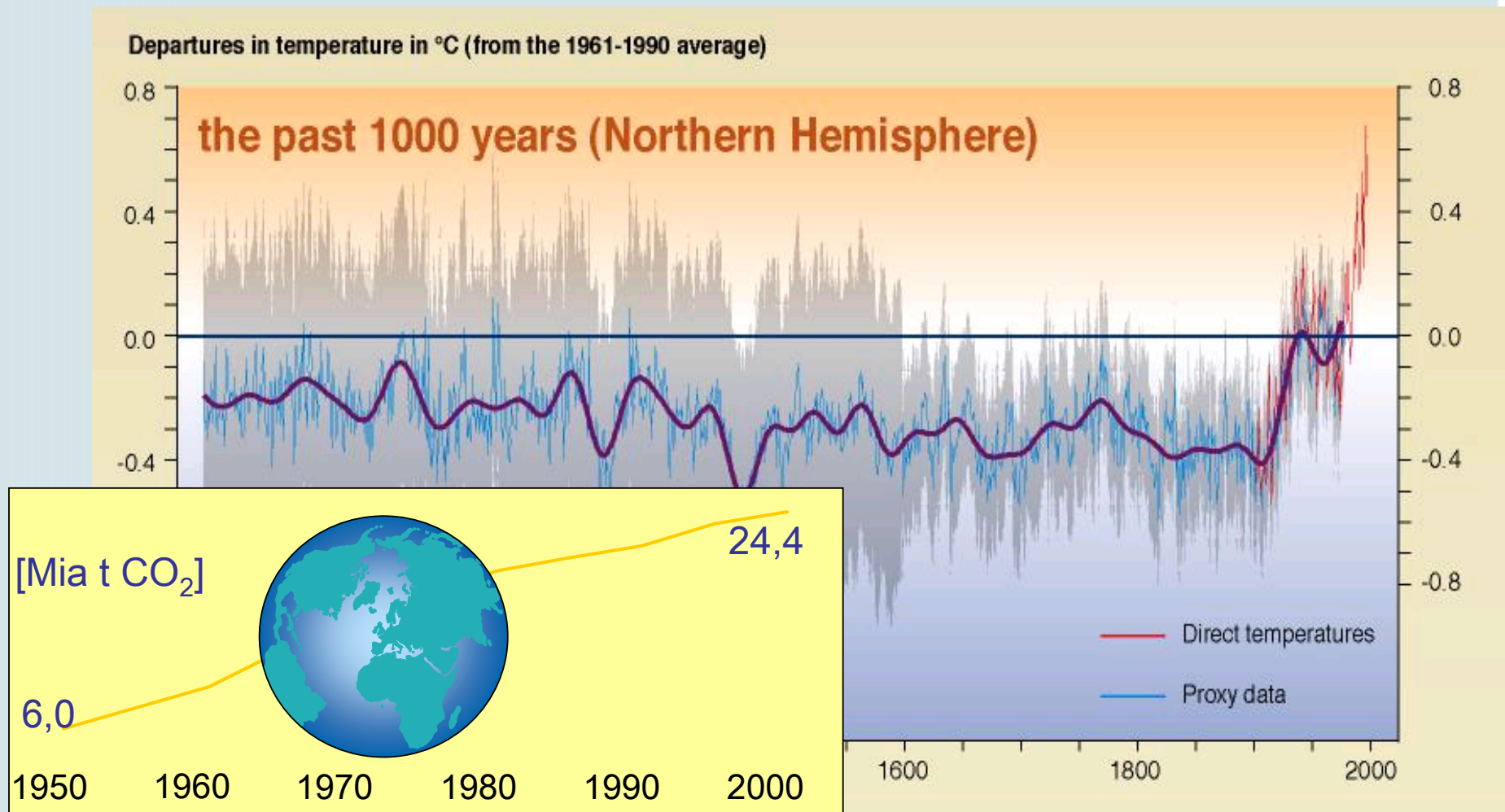
Present permanent ice boundary

Changes in summer sea-ice extent and this...

8.Schweiz. Energieforschungskonferenz • 27/28.3.07
Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 - 2011
Dr. Tony Kaiser, CORE-Präsident



Klimawandel: CO₂-Anstieg + steigende Durchschnittstemperaturen





Klimawandel in der Schweiz - Rückzug am Beispiel des Rhone-Gletschers



August 1906

Quelle: www.geo.unizh.ch



Klimawandel in der Schweiz - Rückzug am Beispiel des Rhone-Gletschers

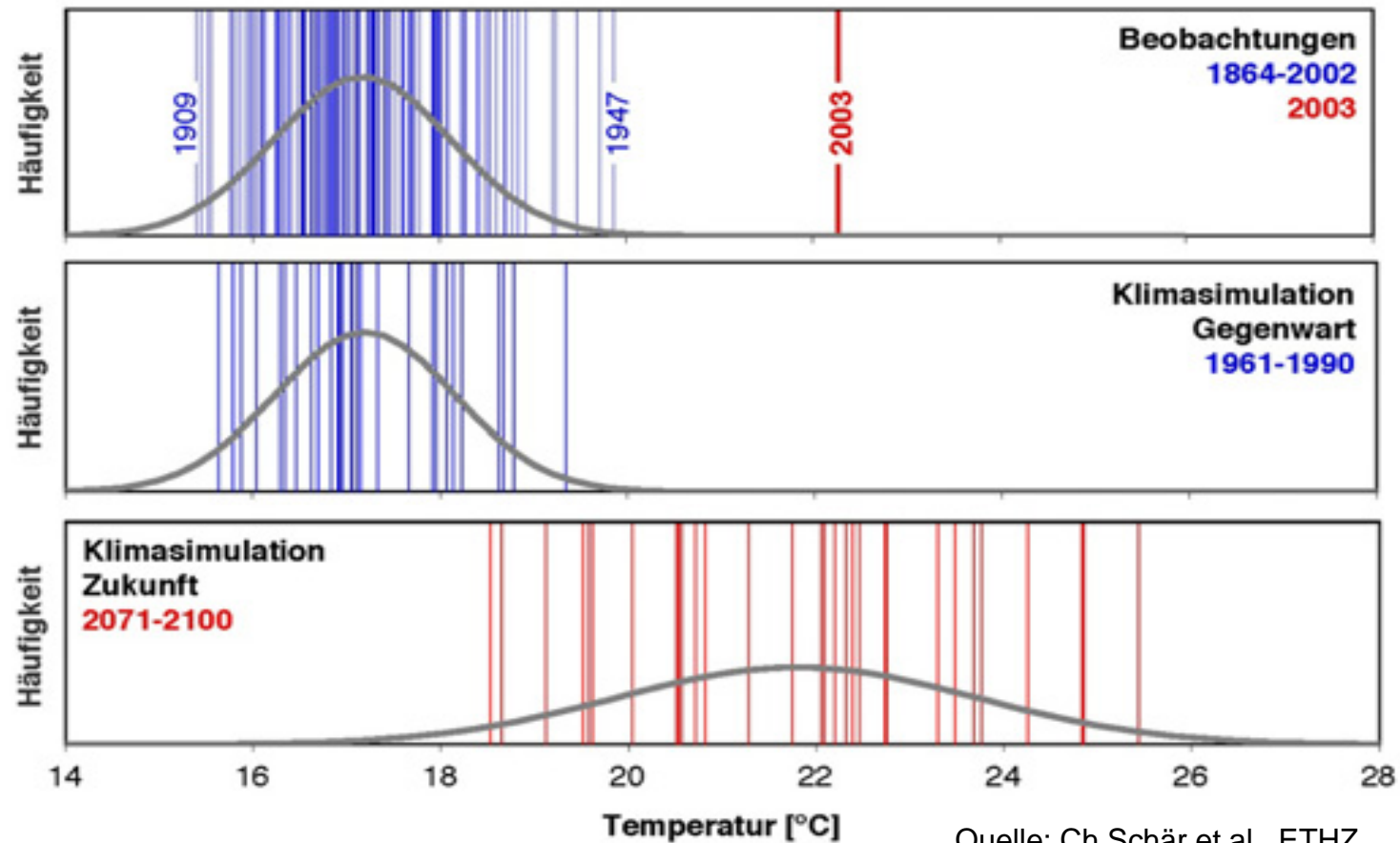


heute

Quelle: www.geo.unizh.ch



Klimawandel: Konsequenzen in der Schweiz, z.B. Sommertemperaturen

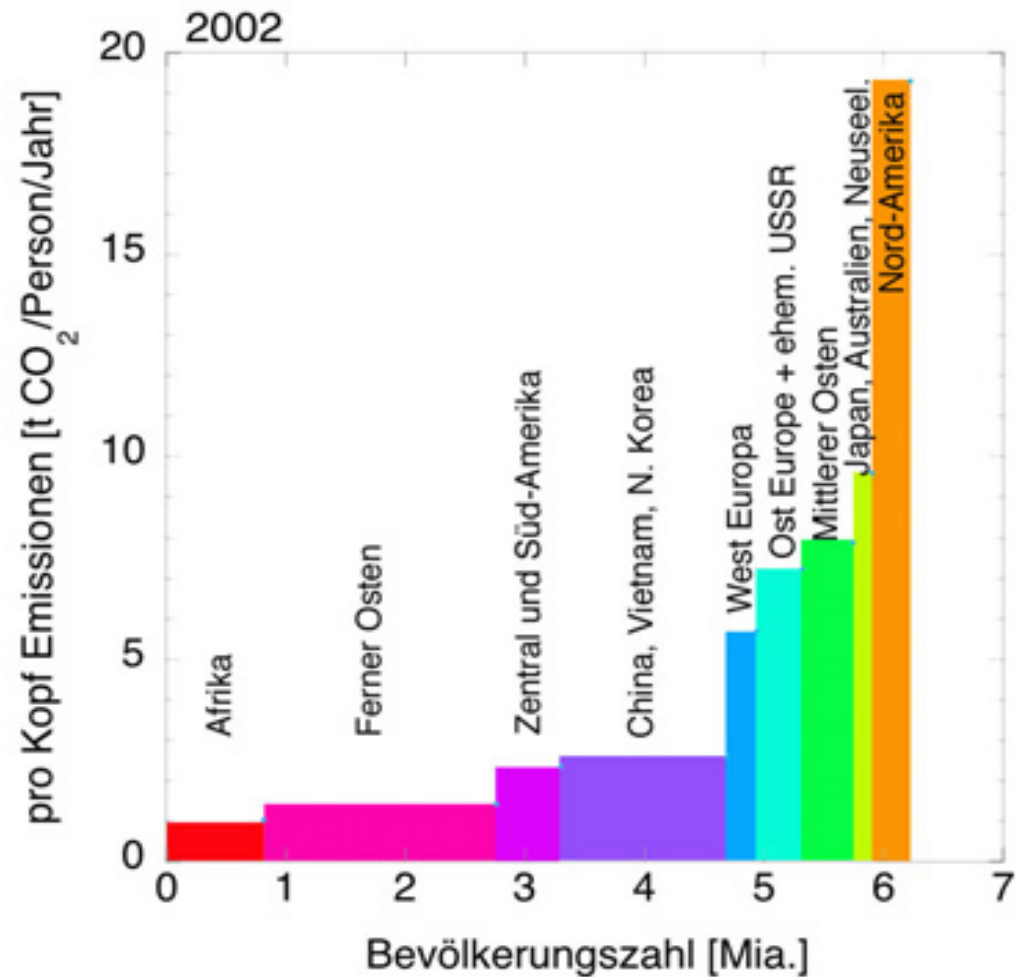




Klimawandel: Verteilung der CO₂-Emissionen nach Kontinenten/Ländern

Quelle:

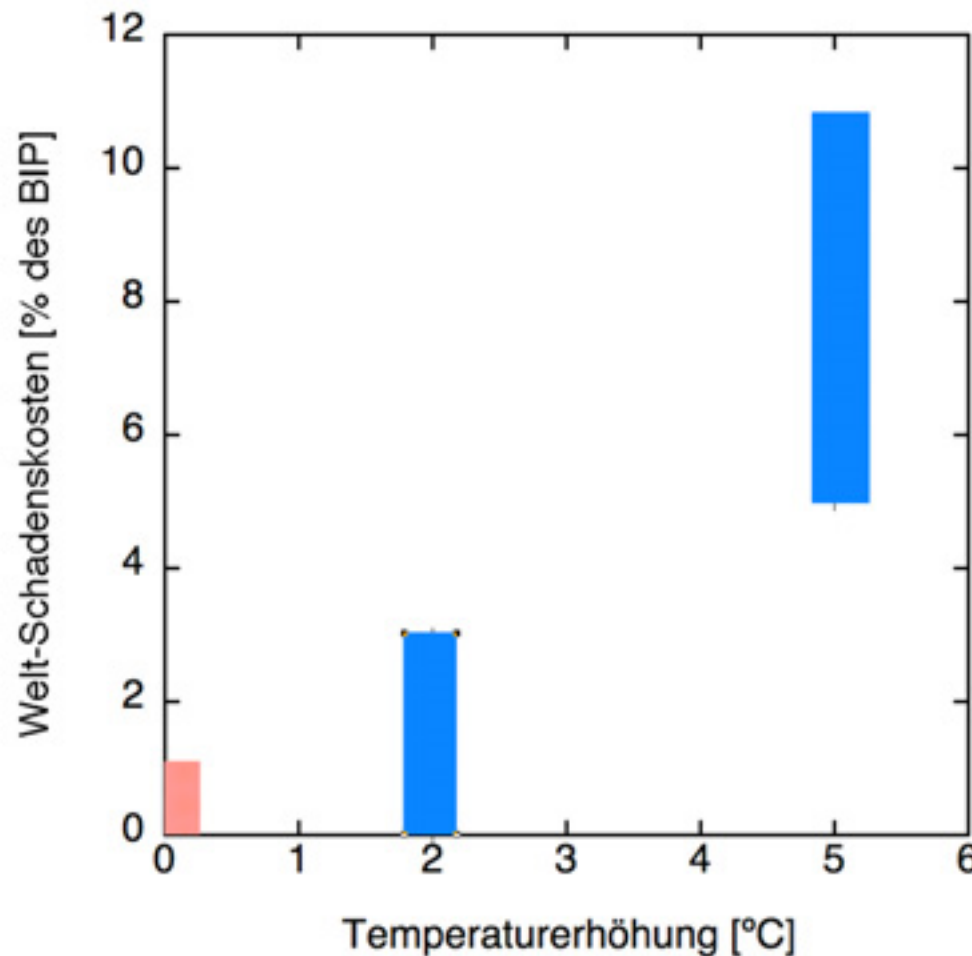
Denkschrift Akademien Schweiz –
wird demnächst publiziert





Kann die Welt sich leisten zu warten?

Kernaussage Stern-Review 2007



Schadens- und Anpassungskosten

Kosten zur Stabilisierung auf +2°C

Darstellung aus: Denkschrift der Akademien Schweiz – wird demnächst publiziert

Frühzeitiges Handeln kostet weniger als warten



Nationale Energieforschung – eingebunden in Energie- und Wirtschaftspolitik

Energie- / Umweltpolitik

- Sichere Energie- und Stromversorgung
- Rationelle Energienutzung
- Erneuerbare Energien
- Konsistenz F-Prioritäten und Politik

Wirtschaft, Gesellschaft

- Arbeitsplätze
- Wachstum
- Wohlstand
- Akzeptanz

Forschungsförderung berücksichtigt

- Technisch-wissenschaftliche Ziele,
- Volkswirtschaftlichen Nutzen und
- Umweltanliegen



Akteure und Interessen – Das Umfeld der Energieforschung

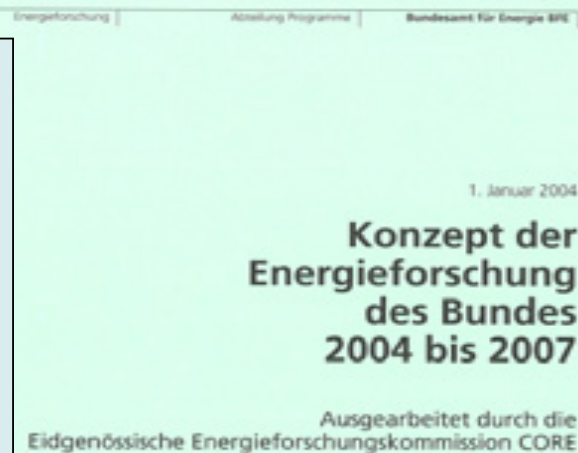
Aussenpolitik



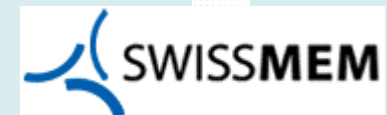
Innenpolitik



Forschungspolitik



Wirtschaftspolitik





Motivation für Energieforschung

Energiepolitische Grundsätze des Bundesrats

- Effizienzsteigerung
 - neue Technologien, Konsumverhalten, Wettbewerbsfähigkeit
- Erneuerbare Energien
 - neue Technologien für Mobilität, Wärme, Strom, Diversifizierung
- Grosskraftwerke
 - Gaskombikraftwerke und Kernenergie
- Energie-Aussenpolitik
 - Internationale Zusammenarbeit, insbesondere mit der EU



Auszug aus dem Mandat der Eidgenössischen Energieforschungskommission CORE

- Beratung von Bundesrat, UVEK und BFE in der Energieforschung
- 13 Mitglieder der wichtigsten Akteure aus Forschung, Industrie und Verwaltung,
- Erarbeiten des Konzepts des Bundes
 - in Abstimmung mit Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung
- Überprüfen der schweizerischen Energieforschungsprogramme
- Überprüfen der Ressortforschung des Bundes (Energie)
- Beurteilung der Beteiligung an internationalen Energie-Forschungsprogrammen
- Förderung der Ausbildung in der Energieforschung



Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Kriterien für Schwerpunktsetzung

1. Beitrag zu den Zielen des Konzepts - „Roadmap“-Ziele
2. Forschungskompetenzen in der Schweiz
3. Technisches Potential – Forschungsbedarf
4. Industrielle Basis und Beteiligung – Umsetzung
5. Wirtschaftliche Bedeutung – Markt, Arbeitsplätze, Export
6. Akzeptanz der Technologie



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung - Preisträger beim Swiss Technology Award

2007

Brennstoffzelle:

Leistung: 500 W, 22 Zellen

Abmessungen ca. 2.2 x 2 x 1.2 mm

Gewicht ca. 3,5 kg



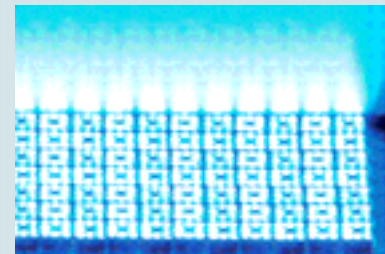
2006

Rotierender Wärmetauscher im Magnetfeld:
Kühlung und Heizung ohne FCKW, NH_3 , CO_2



2005

LED-Flach-Lichtquelle: 150 Lumen / W
ca. 30 Jahre Lebensdauer bei
täglichem Betrieb von 8 Std.





Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Erfolgreiche kommerzielle Umsetzung



1976-1992

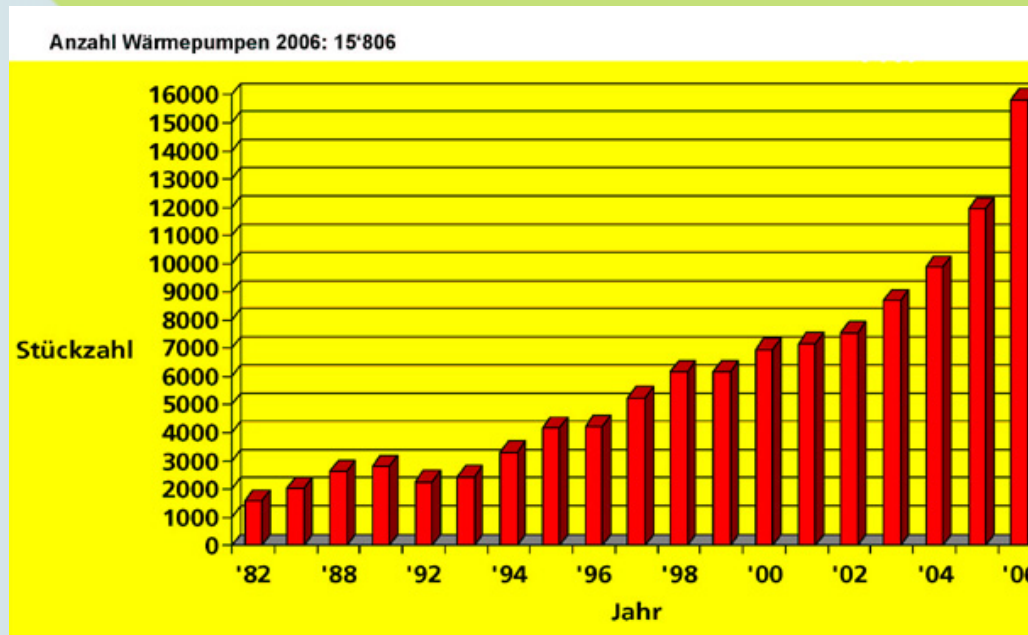
Common-Rail Einspritzung
für Diesel-Motoren

ETH-Zürich, Prof. Eberle

Bildquelle: VDO Siemens



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Erfolgreiche kommerzielle Umsetzung



1982

Stückpreis: 41'000 Fr.
Verkauf: 1500 Stück

2006

Stückpreis: 19'000 Fr.
Verkauf: 15000 Stück

Bildquelle: www.fws.ch

1982-2006

Konsequente Weiterentwicklung von Wärmepumpen-Systemen
für eine kontinuierliche Steigerung der Marktanteile

Fachhochschulen, ETH-Bereich, Privatwirtschaft



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Erfolgreiche kommerzielle Umsetzung



2003-2006

Transfer der Dünnschicht-
Photovoltaik-Technologie der
Universität Neuenburg zur
Industrie

UniNE, IMT, Prof. Shah

Dezember 2006

Oerlikon Solar erhält Auftrag über 320
Millionen Fr. für Lieferung einer
schlüselfertigen Anlage für PV-
Zellen, jährliche Produktionskapazität:
160 MW

Bildquelle: UniNE, IMT



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Erfolgreiche kommerzielle Umsetzung



Bildquelle: EAWAG

Rationelle Energienutzung in Gebäuden

Kontinuierliche F+E von **ETH-Bereich, Fachhochschulen und Privatwirtschaft** haben zu Labels Minergie, Minergie-P und Minergie-ECO geführt.

2006

Das Null-Energie-Haus: **Forum Chriesbach** hat für konsequente Umsetzung von Forschungsergebnissen vier Auszeichnungen erhalten:

- Solarpreis 2006
- Watt d'or 2007
- Swisspor Innovationspreis 2006
- Velux Tageslicht-Award 2007



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Positives Image für die Schweizer Forschung



Bildquelle: FH Biel

Neue Antriebe für Verkehr

1993

FH-Biel: *Spirit of Biel* (später *sCHooler*) erreicht Wirkungsgrad von 94.5% und verbraucht 0.17 Liter Benzin-Äquivalent pro 100 km.



Bildquelle: ETHZ

2005

ETH Zürich: *PacCar II* gewinnt Shell Eco Marathon und verbraucht 0.1 Liter Benzin-Äquivalent pro 100 km.



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Firmengründungen



1991

Sputnik Engineering:
Wechselrichter für PV-Anlagen.

1996

enecolo:
Solaranlagen

2000

HTceramix:
Brennstoffzellen-Stapel

2000

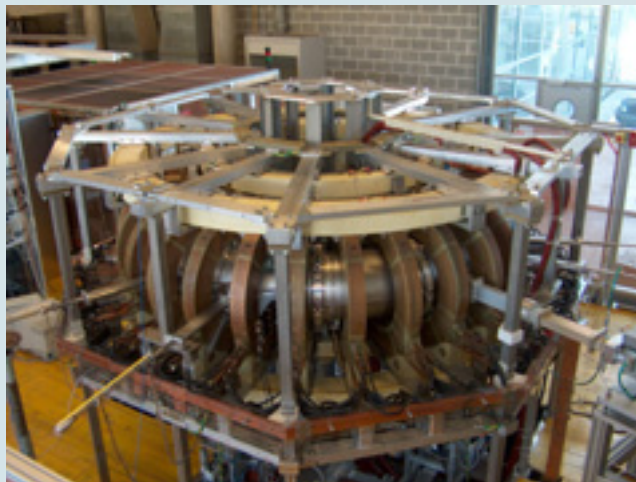
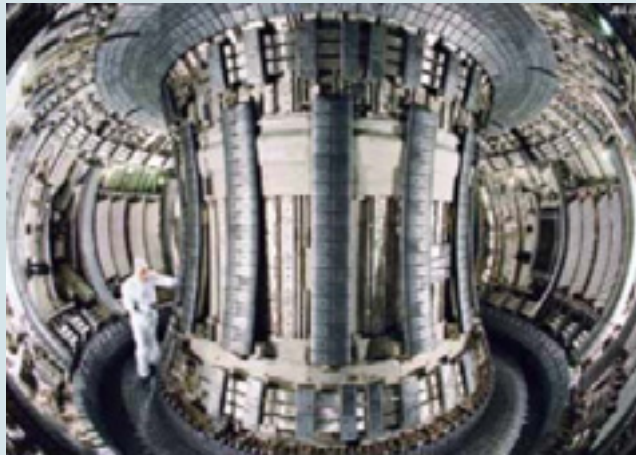
VHF-Technologies:
Dünnschicht-Solarzellen

2002

Ecospeed
Software für Stoffflüsse



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Am Anfang einer möglichen Anwendung



Seit 1986

Forschung im Bereich
Kernfusion am
CRPP der EPFL

Heutiger Direktor:
Prof. M.Q. Tran

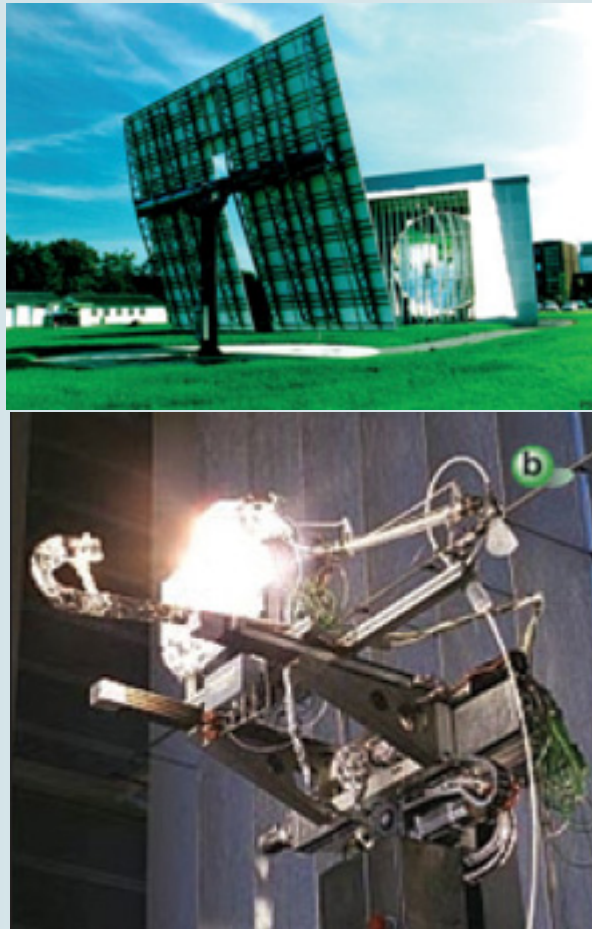
Generische Forschungsergebnisse für:

- Plasmabeschichtungen, z.B. für
Dünnschicht-Photovoltaik
- Hochtemperatur-Supraleitung
- Hochtemperatur-Materialien

Bildquelle: JET und CRPP



Ausgewählte Resultate der Schweizer Energieforschung: Am Anfang einer möglichen Anwendung



Bildquelle: PSI

Seit 1988

Forschung im Bereich solare
Wasserstoffherstellung über
Metalloxidreaktionen

PSI, ETHZ, Prof. A. Steinfeld

Generische Forschungsergebnisse für:

- Dekarbonisierung von fossilen
Energiequellen
- Dampf-Vergasung von Koks
- CO₂-Bindung aus Luft gekoppelt
mit Wasserstoffproduktion
- Kalk- und Zementbrennen
- Ammoniak-Herstellung
- Recycling von gefährlichen Abfällen



Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Technologie-“Roadmap“ der CORE für 2050

Ziel 1:

Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Bereitstellung von Wärme in Gebäuden

Ziel 2:

Halbierung des Energieverbrauchs in Gebäuden (Alt- und Neubauten)

Ziel 3:

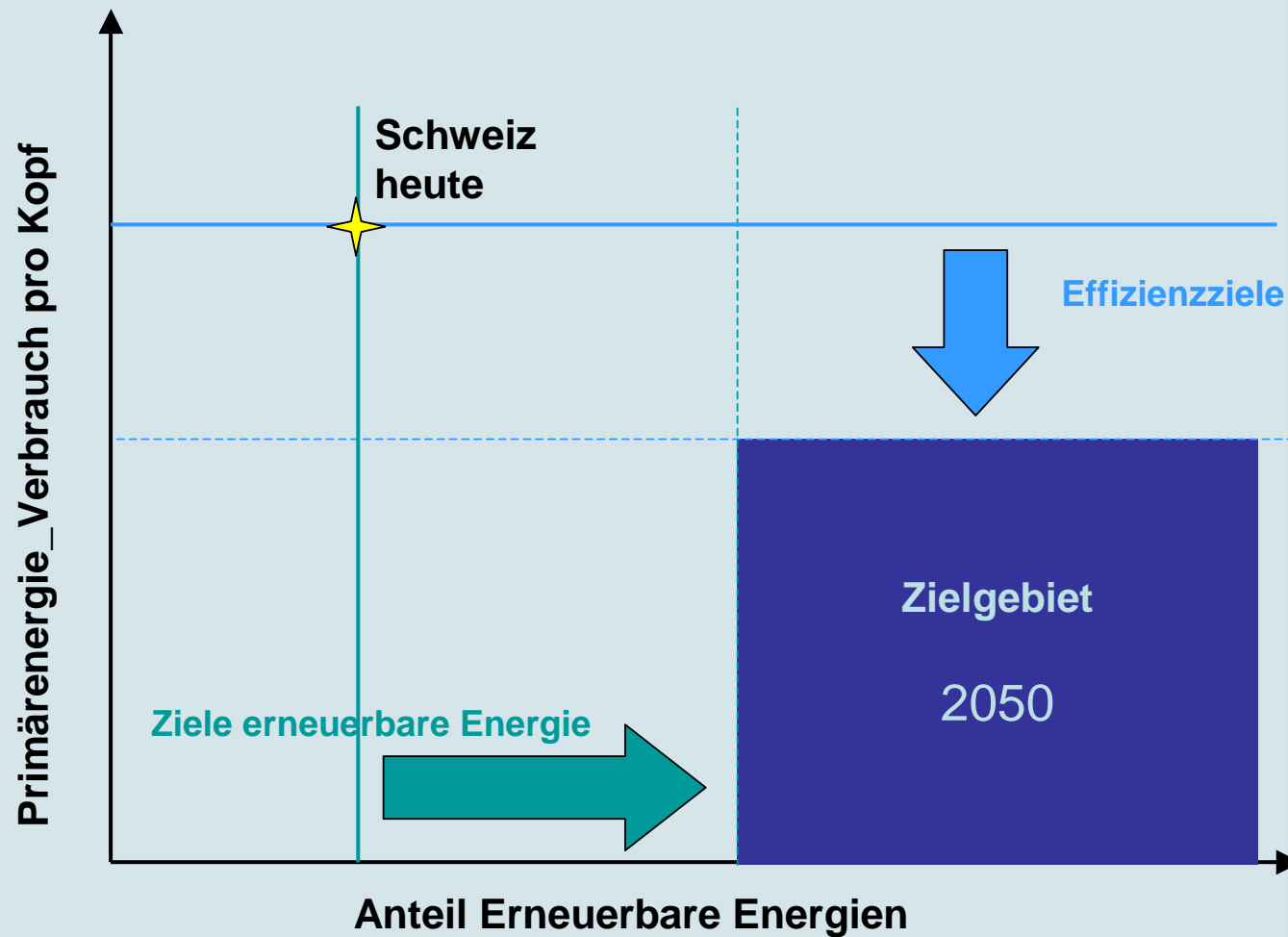
Senkung des durchschnittlichen fossilen Fahrzeug-Flottenverbrauchs auf 3 Liter Benzinäquivalent je 100 km

Ziel 4:

Mindestens Verdreifachung der Nutzung der Biomasse als Energieträger



Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Technologie-Roadmap der CORE





Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Technologie-Roadmap der CORE (wichtigste Technologien)

Szenarien	Gebäude	Mobilität	Strom
Zentral Fossil-arm	Wärmepumpen Fernwärme	Hochtemperatur-H ₂ - Herstellung Brennstoffzellen	Kernenergie
Dezentral Fossil-arm	Holzfeuerung Solarwärme (inkl. Speicherung)	Biomasse- Vergasung, synthetische Biotreibstoffe	Gebäude-integrierte Photovoltaik Biogas Wind
Zentral Fossil	Wärmepumpen Fernwärme	H ₂ -Herstellung aus Erdgas und CO ₂ - Sequestrierung	Gas- Kombikraftwerke
Dezentral Fossil	Kopplung WKK- Wärmepumpe	Hybrid-Fahrzeuge Elektro-Fahrzeuge	WKK-Anlagen in Gebäuden

Effizienz ist in allen Szenarien wichtig!



Das CORE- „Roadmap-Projekt“

Die wichtigsten Resultate für 2050 – eine 4000W-Gesellschaft

Mit allen 4 Szenarien können die CORE Ziele erfüllt werden		
Vergleich mit 2001		
Anteil Erneuerbare Energien	46 – 61 %	2.5 bis 3.5 mal mehr
Primär-Energie Verbrauch	3.5 – 4.2 kW/ Kopf	20 – 30 % weniger
CO2-Reduktion	2.4 – 4.1 t/ Kopf, Jahr	40 – 65 % weniger



Prioritäten im neuen Energieforschungskonzept – gestützt auf „Roadmap“ und allgemeine Kriterien

Technologiegebiet	Schwerpunkte	Beitrag zur Vision	F + E - Kompetenz	Industriekompetenz	Techn. Potential	Akzeptanz	Wirtsch. Bedeutung
Solarthermie / PV	Speicherung, Materialien, Systemdesign / industrielle Produktion						
Biomasse	Vergasung, saubere Verbrennung						
WKK / Brennstoffz.	Wirkungsgrad / Lebensdauer, Kosten						
Elektrizität / Netze	Motoren, Beleuchtung / Design, eff. Mananag.						
Wasserkraft	Wasserführung, Standardisierung						
Umgebungswärme	WP für Sanierung/Kühlung, neue Konzepte						
Mobilität (Akku)	Leichtbaukomp., Antriebssyst. / Zebra-Batterie						
Ind. Solarenergie/H ₂	Recycling, H ₂ -Produktion / -Speicherung	*					

* Schwierig zu beurteilen ²⁸



Prioritäten im neuen Energieforschungskonzept – gestützt auf „Roadmap“ und allgemeine Kriterien

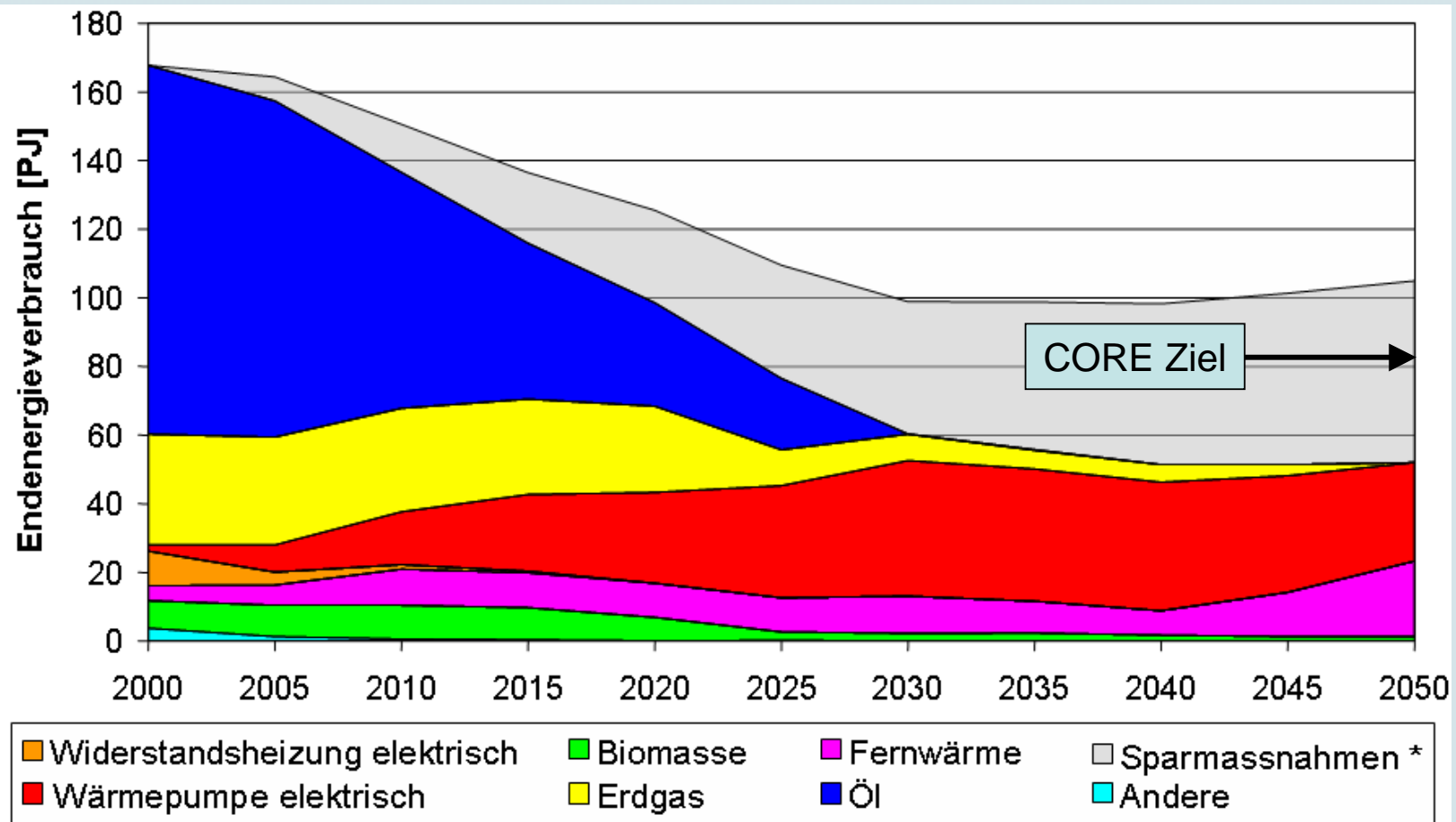
Technologiegebiet	Schwerpunkte	Beitrag zur Vision	F + E - Kompetenz	Industriekompetenz	Techn. Potential	Akzeptanz	Wirtsch. Bedeutung
Verbrennung/KW 2020	Wirkungsgrad, Emissionen, Biogas						
Windenergie	Verfügbarkeit im alpinen Klima, Komponenten						
Geothermie	Erdwärmesonden/Strukturen, „Hot-Dry-Rock“					*	*
Verfahrenst. Prozesse	Neue Prozess (z.B. Membran-Trennung)						
Gebäude	Vakuumverglasung, Stromverbrauch						
Kernfusion	Plasmaphysik, Hochtemperatur Material	*				*	*
Kerntechnik/Sicherheit	Neue inhärent sichere, abfallarme Systeme					*	

* Schwierig zu beurteilen



Raumwärme

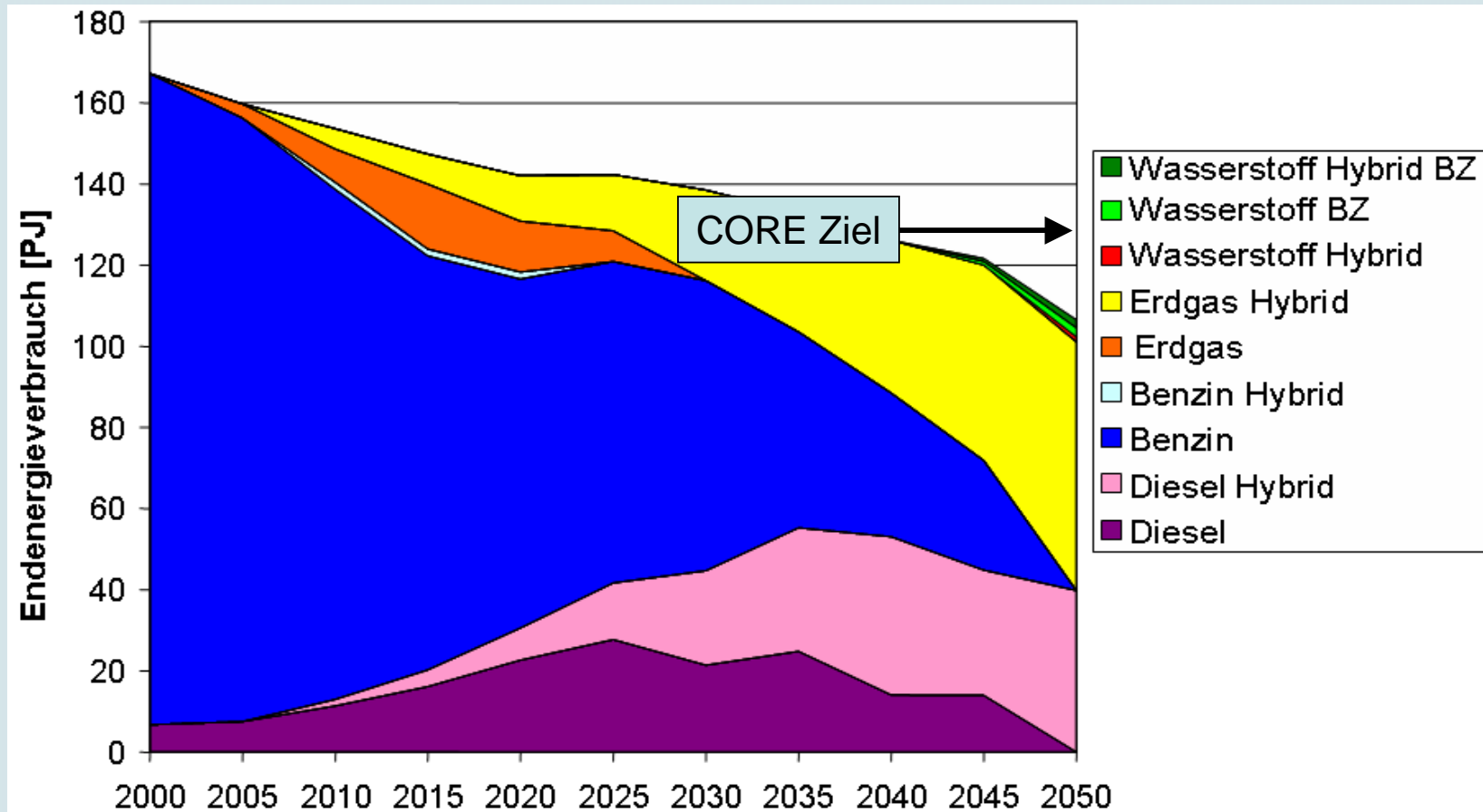
Privathaushalte in „3500kW Gesellschaft CH“ im Jahre 2050;
-10% CO₂ pro Dekade ab 2010





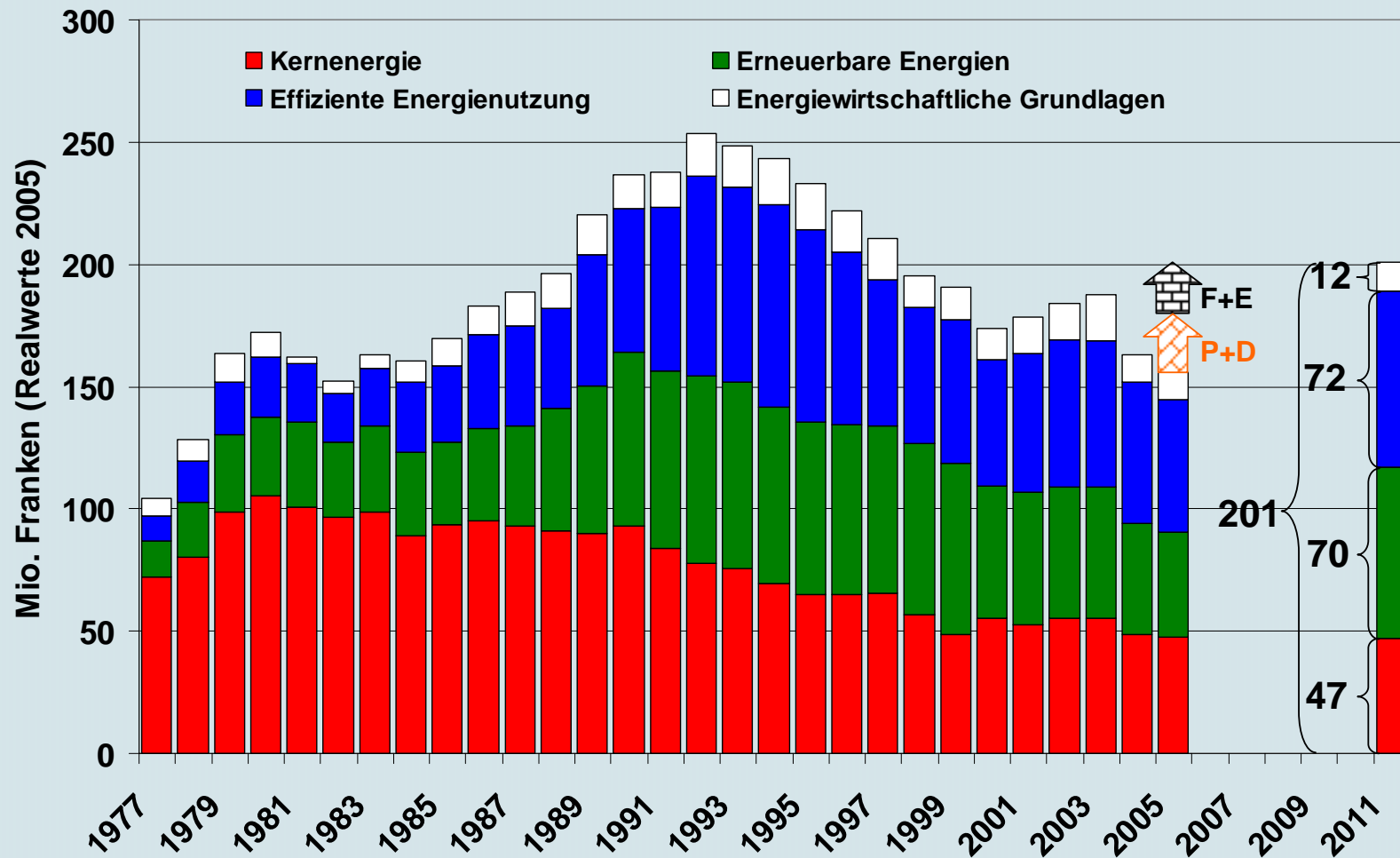
Verkehr

Privatverkehr in "3500kW Gesellschaft CH" im Jahre 2050;
-10 % CO₂ pro Dekade ab 2010



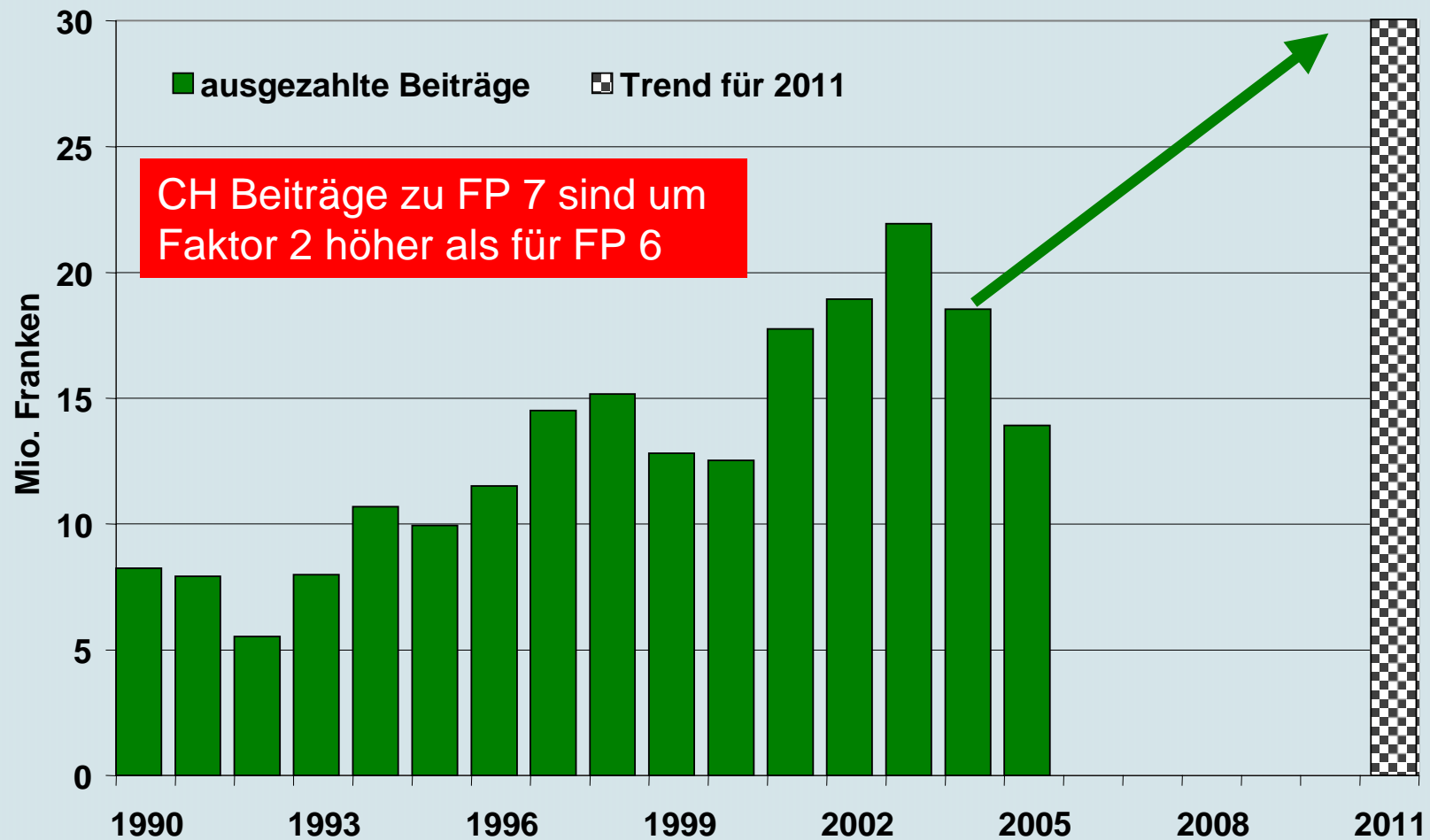


Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Budget (F+E und P+D) und Empfehlung 2011



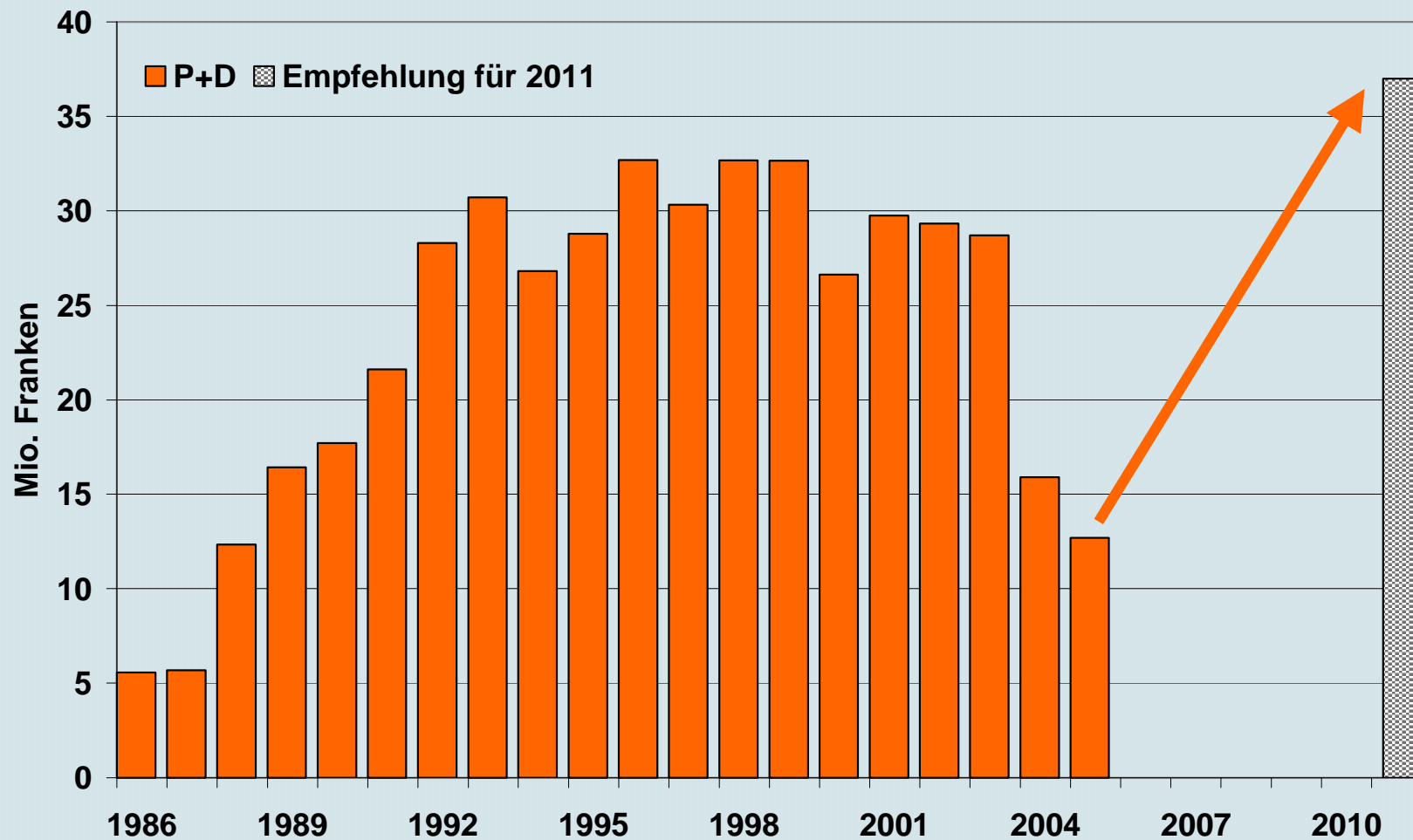


Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Beiträge durch EU-Forschungsrahmenprogramme



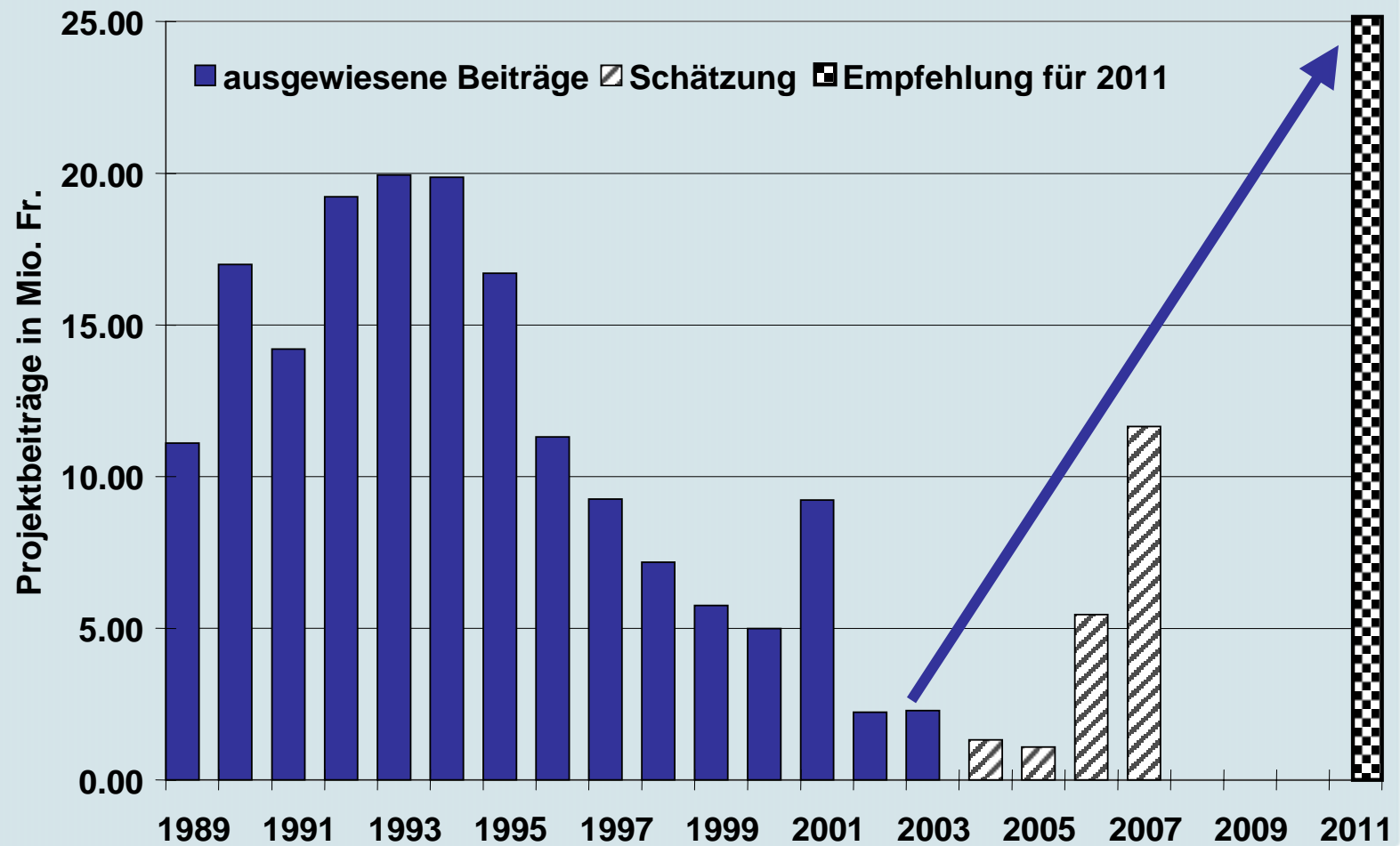


Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Budget P+D und Empfehlung 2011



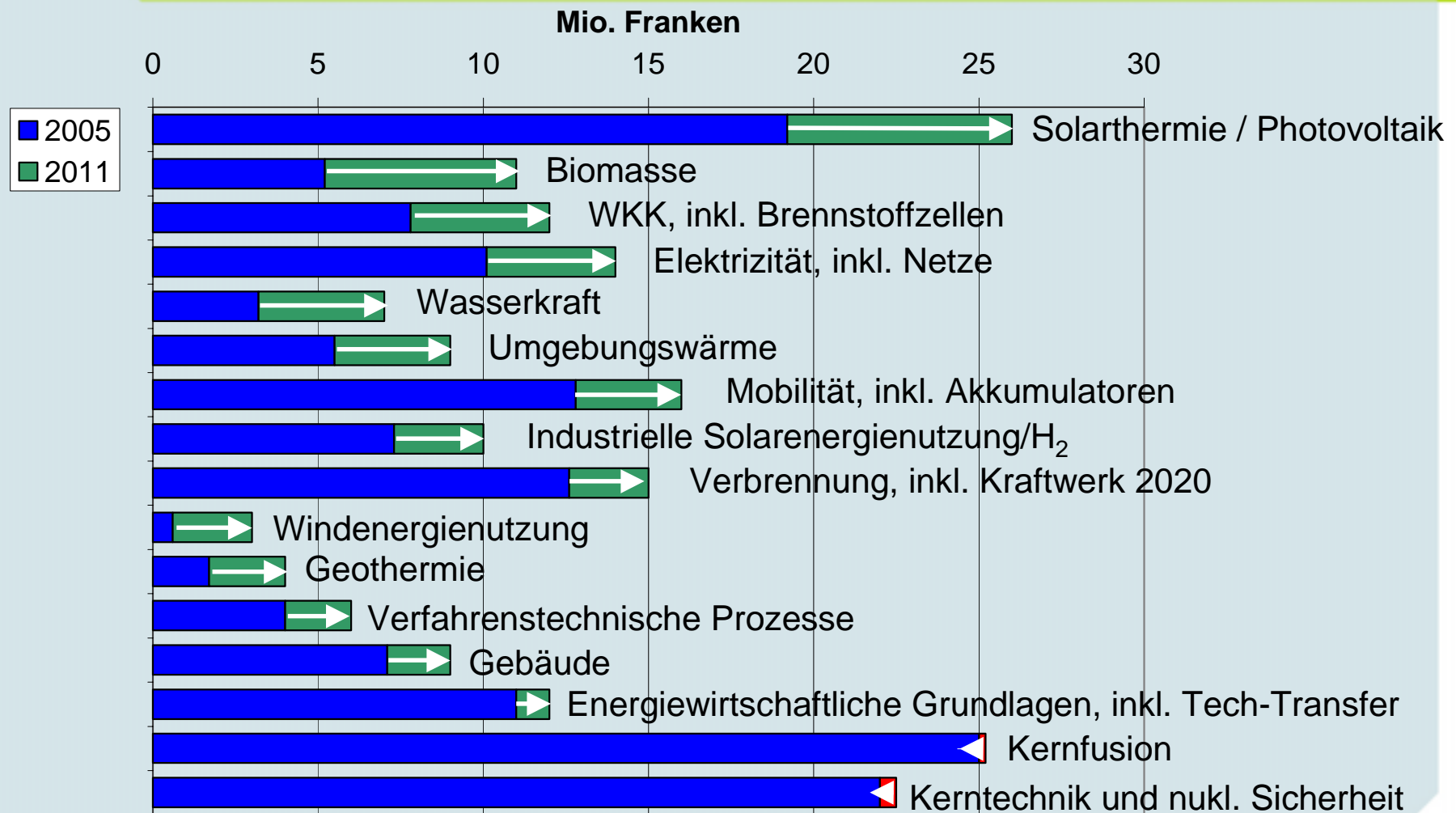


Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Budgets der energiewirtschaftlichen Forschungsfonds





Konzept der Energieforschung des Bundes 2008-2011 Budgetempfehlungen





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

„Energie betrifft uns alle. Auch in Zukunft“

(Zita Bucher)

„Mit Sparsamkeit und Forschung die Zukunft der Energie
sichern.“

(Lea Kürsteiner)

Zitate aus „Stories of the future“, Jugend-Literaturwettbewerb zum Thema
Energie, UVEK, BFE, 2006