Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

3. Runder Tisch Supermarktkälte

Wolfgang Müller
Bundesumweltministerium
Berlin

Kältetechnik im Kontext der Klima- und Energiepolitik der Bundesregierung

BMU Bonn
10. Februar 2011

Vorstellung

- Aktionsprogramm Energieeffizienz im Rahmen des Energiegipfelprozesses, das zu den Eckpunkten für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm fortentwickelt wurde.
- Novelle des KWK-Gesetzes
- Energiedienstleistungsgesetz
- Kampagne „Klima sucht Schutz“
- Entwicklung und Durchführung von Förderprogrammen für Klimaschutzmaßnahmen wie z.B. Mini-KWK- und gewerbliche Kälteanlagen sowie soziale Effizienzinitiative des BMU
- Mitglied in Aufsichtsrat und Beirat der Nationalen Organisation für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW)

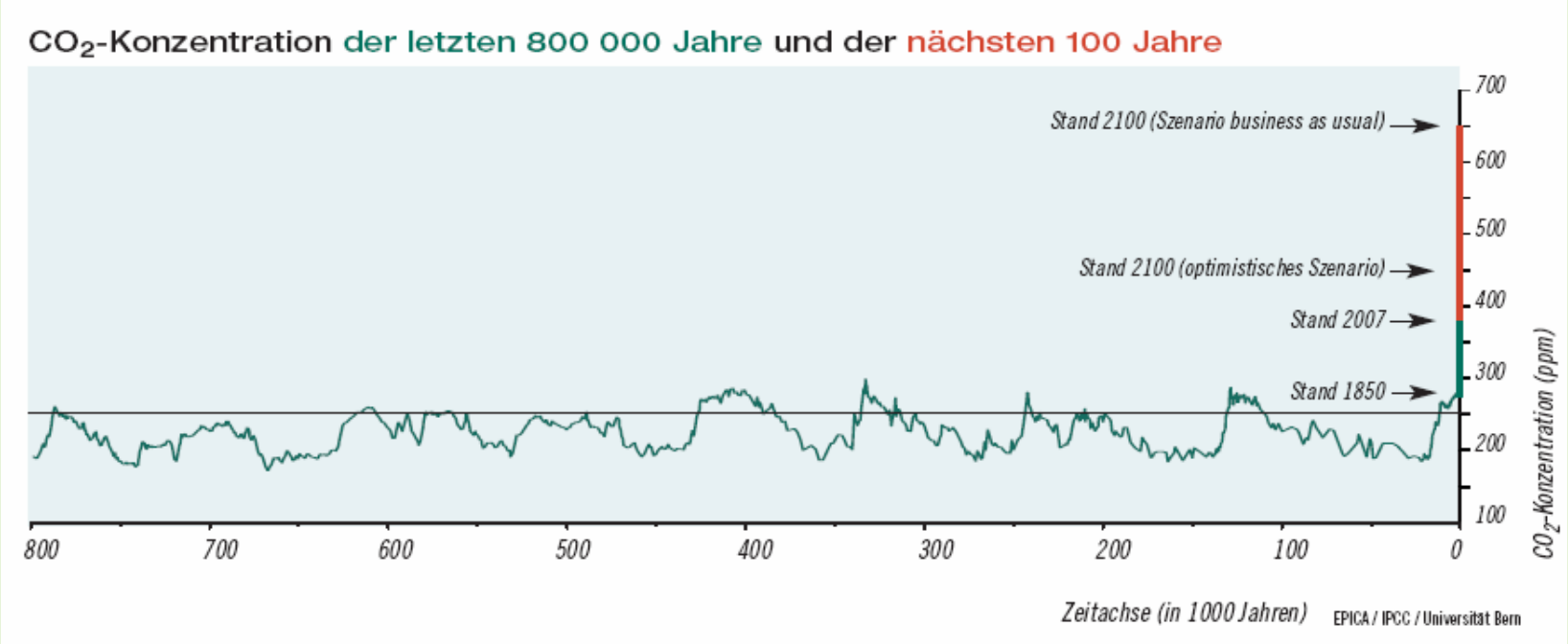
Inhalt

1. Klimaschutz und Ressourcenschonung
2. Politische Rahmenbedingen
3. Klimaschutz/Energieeffizienz und Kälteanlagen
4. Gewerbliches Kälteanlagenprogramm, Effizienzwettbewerb
5. Schlussbetrachtungen

1. Klimaschutz und Ressourcenschonung

CO_2-Konzentration und Eiszeiten

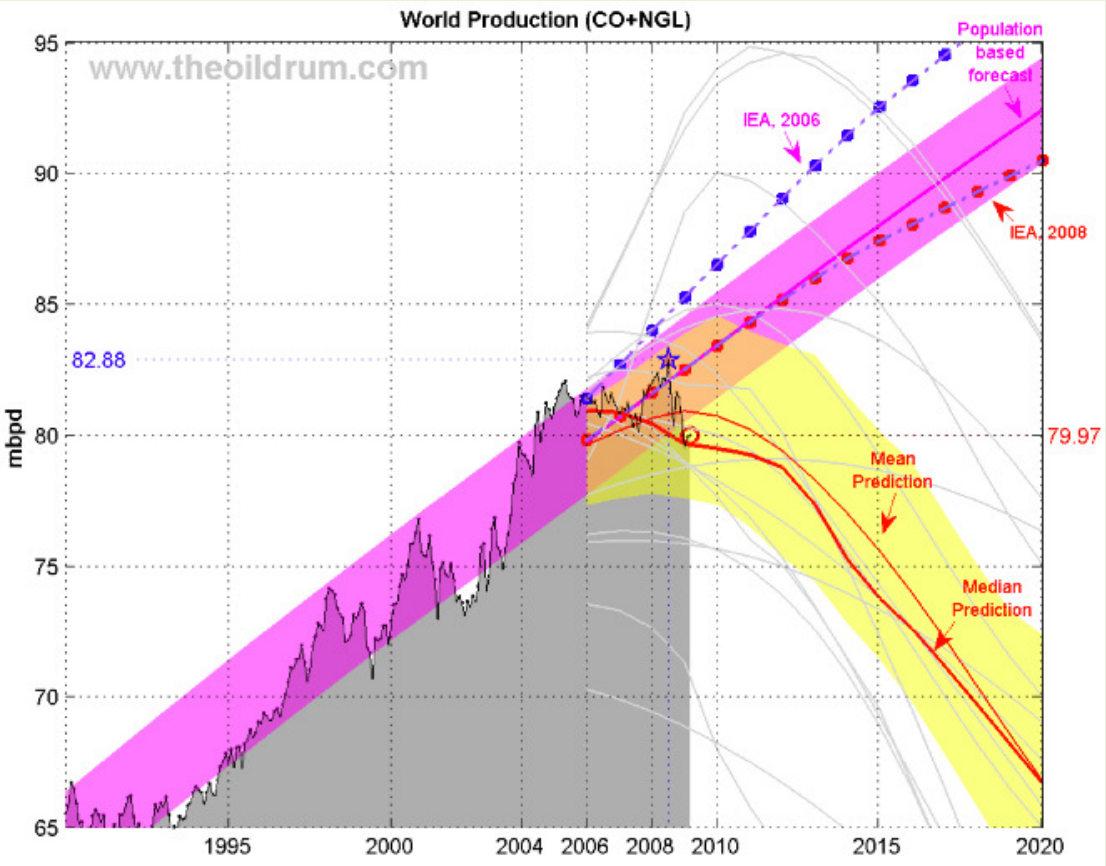
Günz-Eiszeit	640-540 Tsd. Jahre
Mindel-Eiszeit	480-430 Tsd. Jahre
Riß-Eiszeit	240-180 Tsd. Jahre
Würm-Eiszeit	120- 10 Tsd. Jahre



PEAK OIL

15 Studien sagen den Peak Oil vor 2020 voraus

(Quelle: Studie der Bundeswehr)



2. Politische Rahmenbedingen

Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung

(29 Maßnahmen)

Novelle des KWK-Gesetzes

→ Ziel: Verdopplung des Anteils an KWK-Strom auf ca. 25 % bis 2020

Novelle des EE-Gesetzes

EEWärmeGesetz

→ Ziel: 14% EE-Anteil bis 2020 am Wärmemarkt

Intelligente Messverfahren für Stromverbrauch (EnWG)

Förderprogramme für Klimaschutz und Energieeffizienz (außerhalb von Gebäuden), hier Förderprogramm für gewerbliche Kälteanlagen

Energieeinsparverordnung

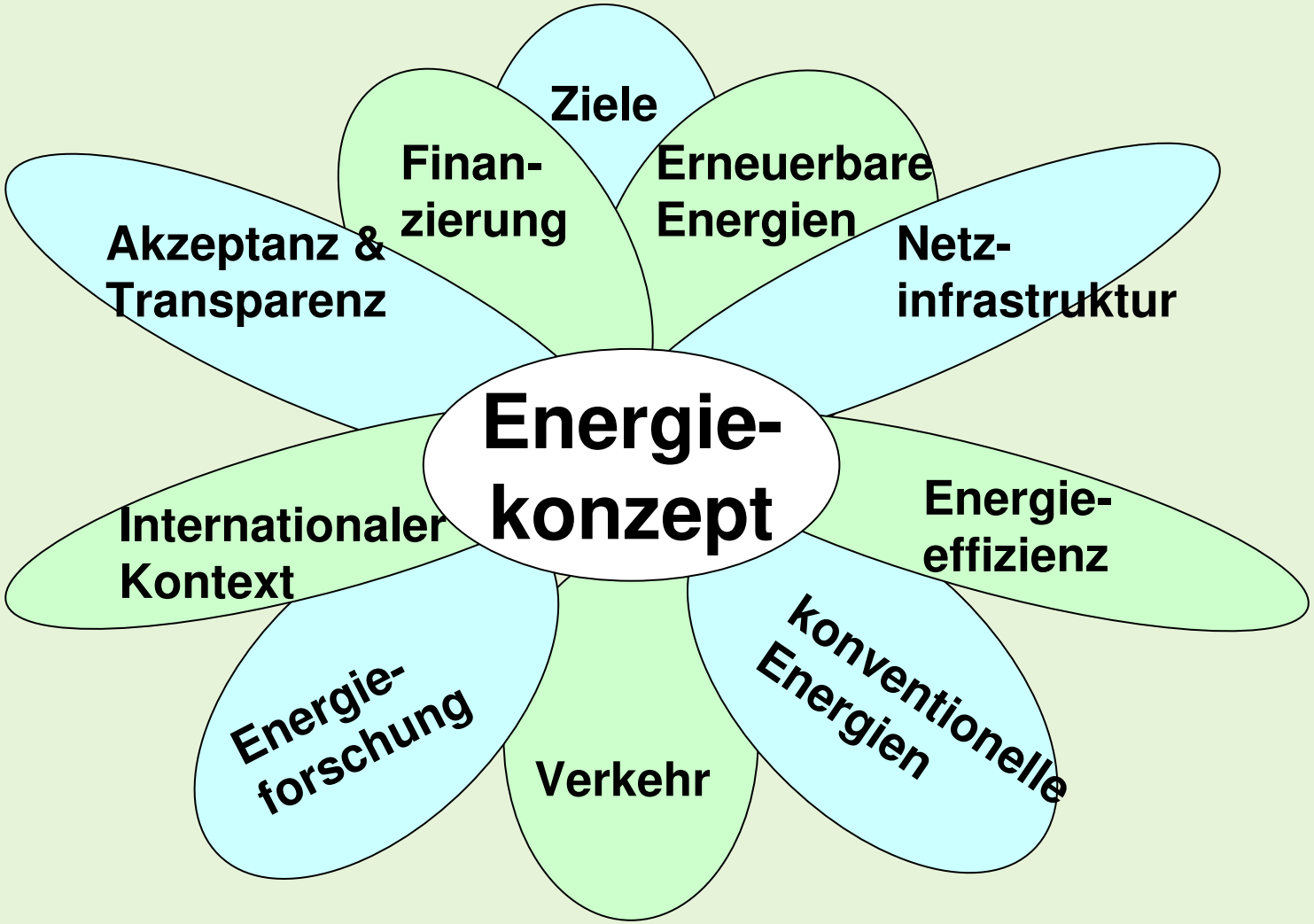
CO2-Gebäudesanierungsprogramm

Reduktion der Emission fluorierter Treibhausgase

Energiepolitische Ziele im Koalitionsvertrag

- Erneuerbare Energien: Konsequent ausbauen
- Energieeffizienz: Weiter erhöhen und „enorme Potenziale heben“
- Maßnahmen des IEKP in 2010 auf Wirksamkeit überprüfen und nachsteuern (Monitoring läuft)
- Energiekonzept
  > ideologiefreie, technologieoffene und marktorientierte Energiepolitik angekündigt
  > Ziel: Leitlinien für eine umweltschonende, sichere und bezahlbare Energieversorgung bis zum Jahre 2050 formulieren

Umfassender Ansatz



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Konkrete Zielvorgaben

	Klima	Erneuerbare Energien		Effizienz		
	Treibhaus-gase (vs. 1990)	Anteil Strom	Anteil gesamt	Primär-energie	Energie-produktivität	Gebäude-sanierung
2020	- 40 %	35%	18%	-20% Dazu Strom – 10%	steigern auf 2,1%/a	Rate verdoppeln 1% -> 2%
2030	- 55 %	50%	30%			
2040	- 70 %	65%	45%			
2050	- 80-95 %	80%	60%	- 50%		

Konkrete Maßnahmen

Über 100 Maßnahmen in den Handlungsfeldern:

- Erneuerbare Energien & Stromnetze
- Energieeffizienz
- Gebäudesanierung
- Konventionelle Kraftwerke

→ verlässliche Rahmenbedingungen für alle Akteure

Energieeffizienz als Schlüsselfrage

- **Ziel: Halbierung des PEV bis 2050**
- **Maßnahmen:**
  - Weiterentwicklung der Energiedienstleistungen
  - Ausweitung des Energiemanagements
  - Effizienzfonds (bis zu 300 Mio €/a)
  - Stärkung der Nationalen Klimaschutzinitiative

Potentiale erschließen, Energiekosten sparen, Umwelt entlasten.

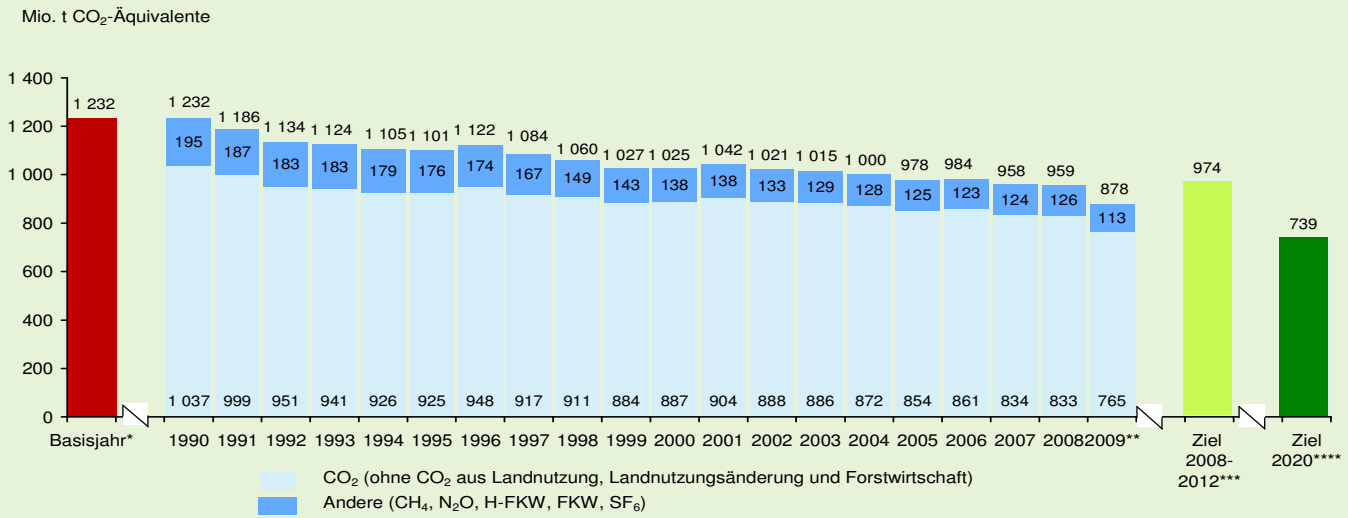
Konkrete Finanzierung

- **Umfang:**
  - je 300 Mio. € in 2011und 2012
  - 2,5 Mrd. € ab 2013
- **Verwendung:**
  - Erneuerbare Energien
  - Energieeffizienz
  - nationaler & internationaler Klimaschutz
  - Umweltprojekte u. Forschung
- **Herkunft der Mittel:**
  - Abschöpfung der Zusatzgewinne aus der Laufzeitverlängerung
  - Ab 2013: Erlöse aus dem Emissionshandel
  - Sondervermögen-Budget

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

THG-Emissionen

Emissionen der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase in Deutschland



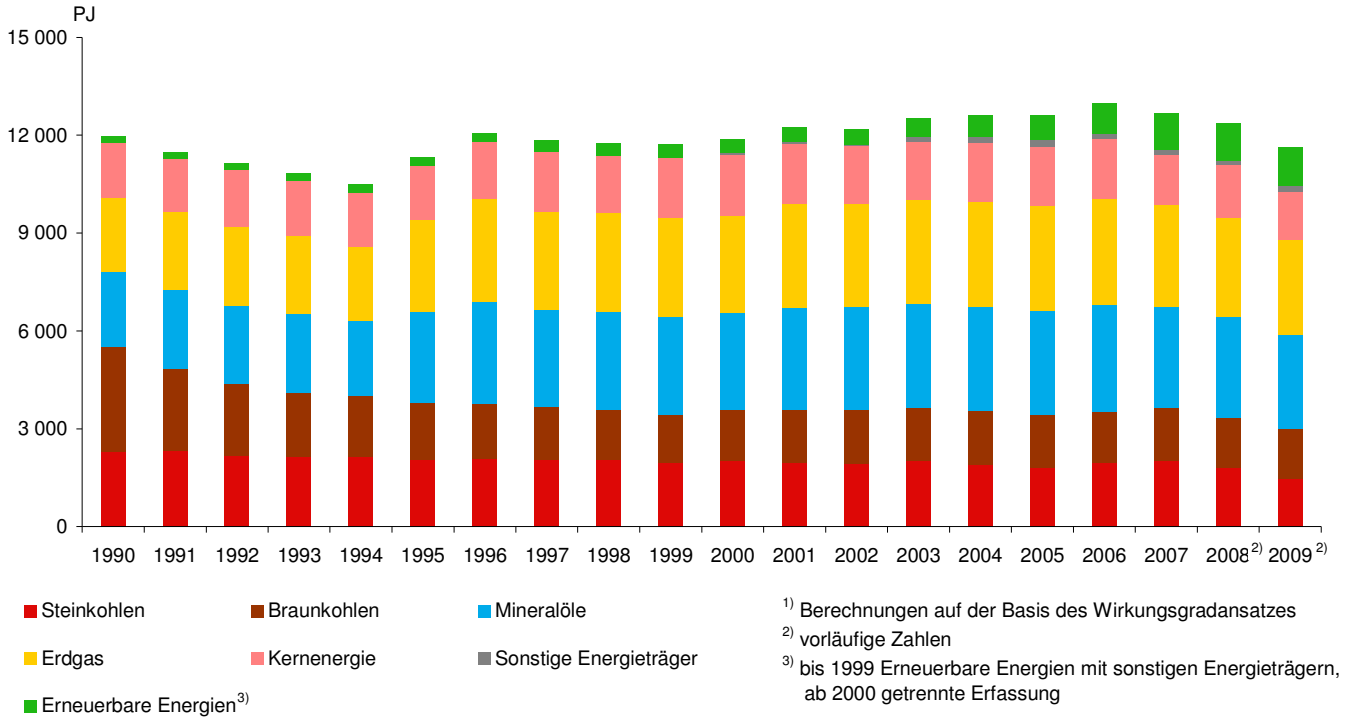
* Die Bezugsgröße für die Minderungsverpflichtung des Kyoto-Ziels wurde auf 1 232 429,543 Tsd. t CO_2-Äquivalente festgelegt.
** Nahzeitprognose, Stand 05.03.2010
*** 21 % Minderung gegenüber dem Basisjahr
**** 40 % Minderung gegenüber 1990

Quelle: Umweltbundesamt, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2010. Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2008. EU-Submission, Dessau-Roßlau 15.01.2010 und Presseinformation Nr. 13/2010 vom 05.03.2010

CO_2-Emissionen nach Quellkategorien

PEV

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland nach Energieträgern[1)]

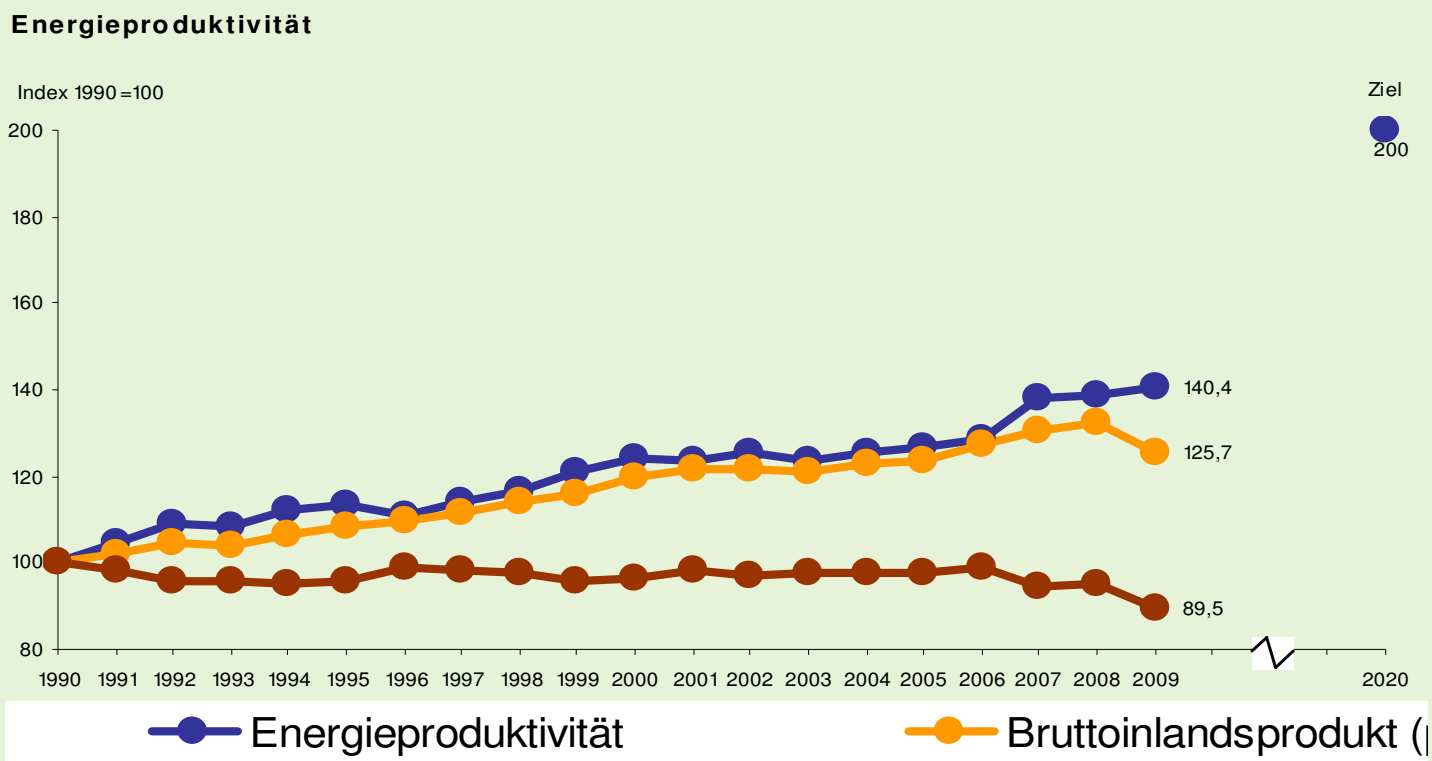


1) Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes
2) vorläufige Zahlen
3) bis 1999 Erneuerbare Energien mit sonstigen Energieträgern, ab 2000 getrennte Erfassung

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2007, Stand 10/2009
für 2008 & 2009: Tabelle Primärenergieverbrauch für 2009, Stand 09.03.2010

EP

bisher: 1,8 %/a; notwendig: 2,1 %/a



Quelle: Bruttoinlandsprodukt - Statistisches Bundesamt (Stand 05/2010); Primärenergieverbrauch - AG Energiebilanzen Auswertungstabellen Stand 10/2009 und Tabelle Primärenergieverbrauch 2009 Stand 09.03.2010

3. Klimaschutz/Energieeffizienz und Kälteanlagen

Lebenszyklusbetrachtungen

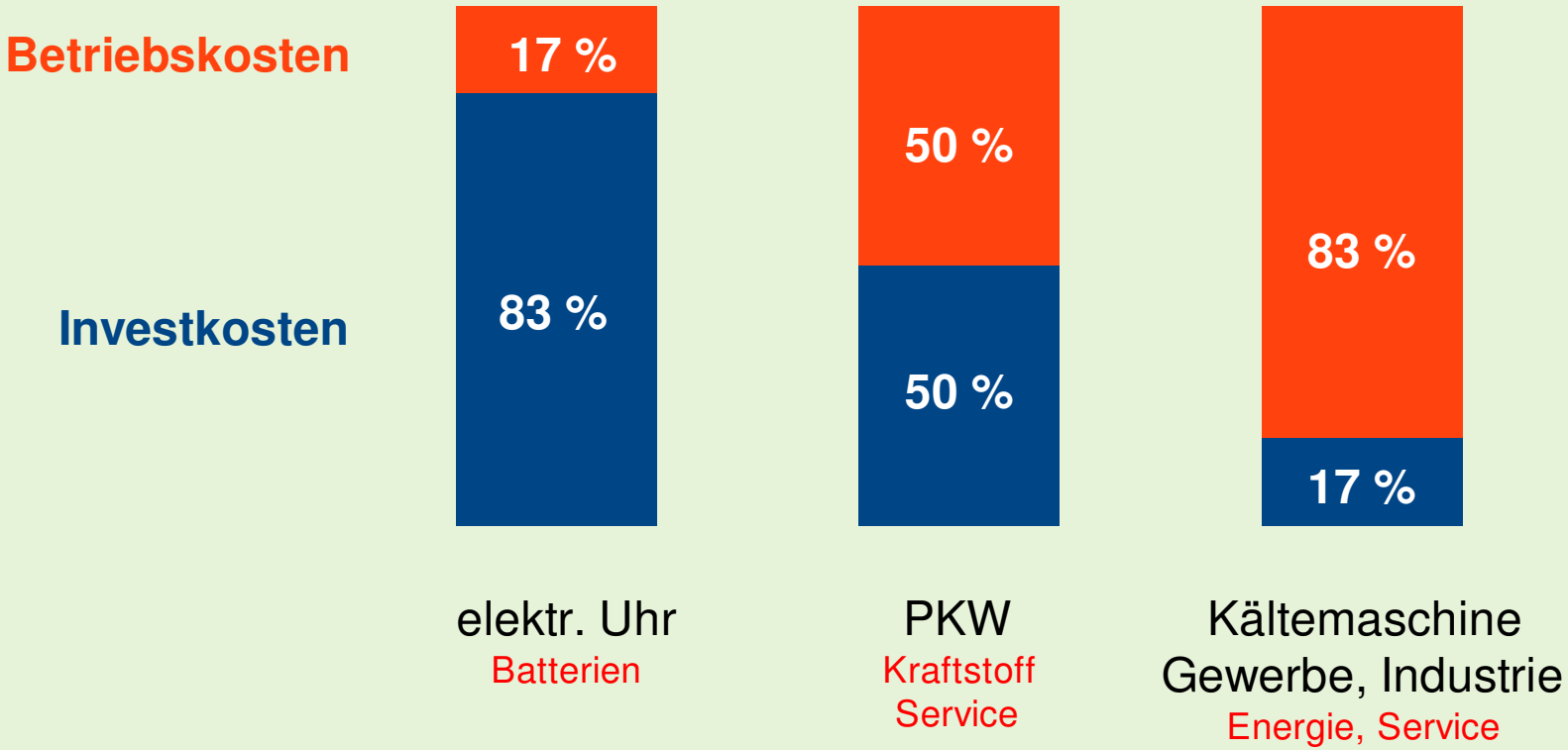
Lebenszyklusbetrachtungen (allg.)

- quantifizieren die Umweltwirksamkeit technischer Systeme
  - bei Herstellung
  - Betrieb,
  - Entsorgung
- und informieren Betreiber über die Lebensdauerkosten

bei Kälteanlagen

  - ist Herstellungsanteil vernachlässigbar gering
  - Lebenszyklusbetrachtungen beinhalten Betrieb + Entsorgung

Lebenszyklus-Kosten
(Beurteilungskriterium für Betreiber/Investor)



Umweltwirksamkeit einer Kälteanlage bei Betrieb u. Entsorgung = TEWI

TEWI = Total Equivalent Warming Impact

- indirekte Emissionen bei Elektroenergieerzeugung
- direkte Emissionen aufgrund ungewollter Kältemittel-Leckagen
- direkte Emissionen bei Befüllung/Entsorgung
- technische Einheit: [t CO_2-Äquivalent]

Randbedingungen/Daten zur Berechnung/Simulation

- spez. Kraftwerksemissionen = 0,60 kg CO_2/kWh_{el}
- Lebensdauer Kälteanlage = 15 Jahre
- Leckrate gemäß ChemKlimaschutzV
- Global Warming Potential (GWP) des Kältemittels nach IPCC
- **Jahresenergieverbrauch der Kälteanlage** inkl. Zusatzverbraucher (Pumpen, Ventilatoren, …)

TEWI gemäß DIN EN 378-1 (2000 und 2008)

$$TEWI = GWP_{100} \cdot L \cdot n + GWP_{100} \cdot m(1-\alpha_{rec}) + E_{el} \cdot \beta \cdot n$$

$$= GWP_{100}\left(L \cdot n + m_{KM} \cdot (1-\alpha_{rec})\right) + \sum_{\vartheta_u} \frac{\dot{Q}_o(\vartheta_u)}{COP(\vartheta_u)} \cdot \frac{\tau(\vartheta_u)}{\eta_{tot}} \cdot \beta \cdot n$$

$TEWI$	Total Equivalent warming impact	[$kg_{CO2\text{-}äq}$]
GWP_{100}	Global Warming Potential	[$kg_{CO2\text{-}äq}/kg_{KM}$]
L	Leckrate	[kg/a]
n	Betriebszeit der Anlage	[a]
m_{KM}	Kältemittelfüllmenge	[kg]
α_{rec}	Rückgewinnungsanteil	[-]
E_{el}	Energieaufnahme	[kWh/a]
β	spez. Kraftwerksemission	[kg CO_2/kWh_{el}]
ϑ_u	Umgebungstemperatur	[°C]
$\dot{Q}_o(\vartheta_u)$	Kälteleistung in Abhängigkeit von ϑ_u	[kW]
$COP(\vartheta_u)$	Kälteleistungszahl in Abhängigkeit von ϑ_u	[-]
$\tau(\vartheta_u)$	jährliche Betriebsstunden in Abhängigkeit von ϑ_u	[h/a]
η_{tot}	Gesamtwirkungsgrad des Antriebs	[-]

ChemKlimaschutzV beschränkt zulässige Leckraten von Kälteanlagen

Kältemittel-Füllmenge [kg]	Inbetriebnahme der Kälteanlage: bis 30.6.2005	von 30.6.2005 bis 30.6.2008	nach 30.6.2008
	Leckrate [1/a]		
Kältesatz > 3	1 %	1 %	1 %
< 10	≤ 8 %	≤ 6 %	≤ 3 %
10 – 100	≤ 6 %	≤ 4 %	≤ 2 %
> 100	≤ 4 %	≤ 2 %	≤ 1 %
verbindlich nach	30.6.2011	30.6.2011	31.7.2008

Jahresenergieverbrauch einer Kälteanlage erforderlich zur TEWI-Berechnung/Simulation

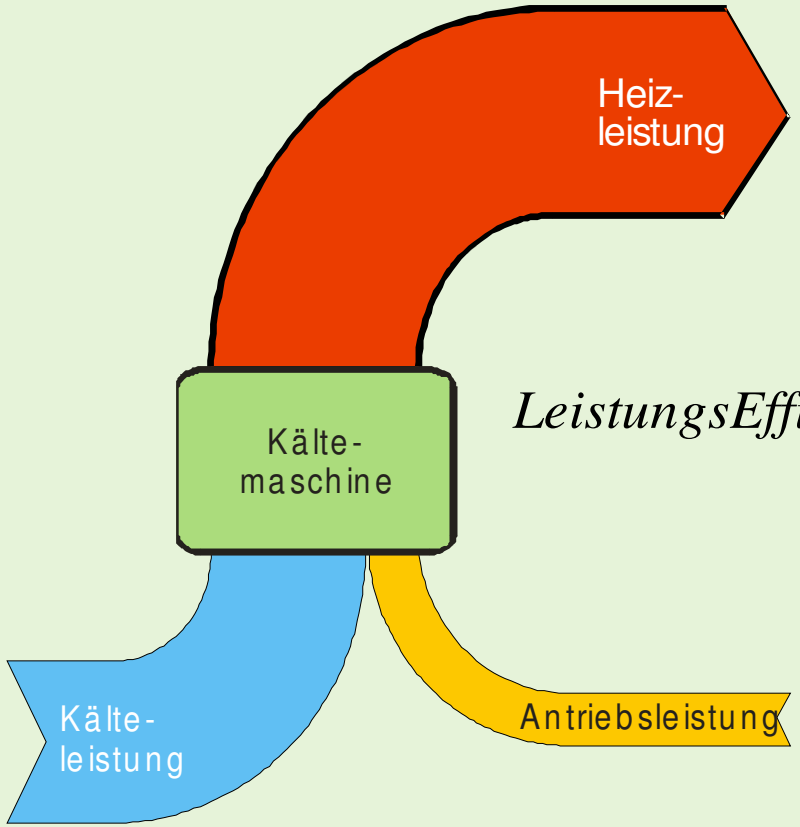
Einflussgrößen auf Energieverbrauch und Effizienz

- Kältemittel
- Nutz- und Umgebungstemperaturen
- kältetechnische Komponenten + Konstruktion
- Regelung

Effizienzkennwerte

- **Leistungs**effizienz
- **Energie**effizienz

Leistungseffizienz einer Kältemaschine
vereinfachte Darstellung (ohne Zusatzverbraucher)



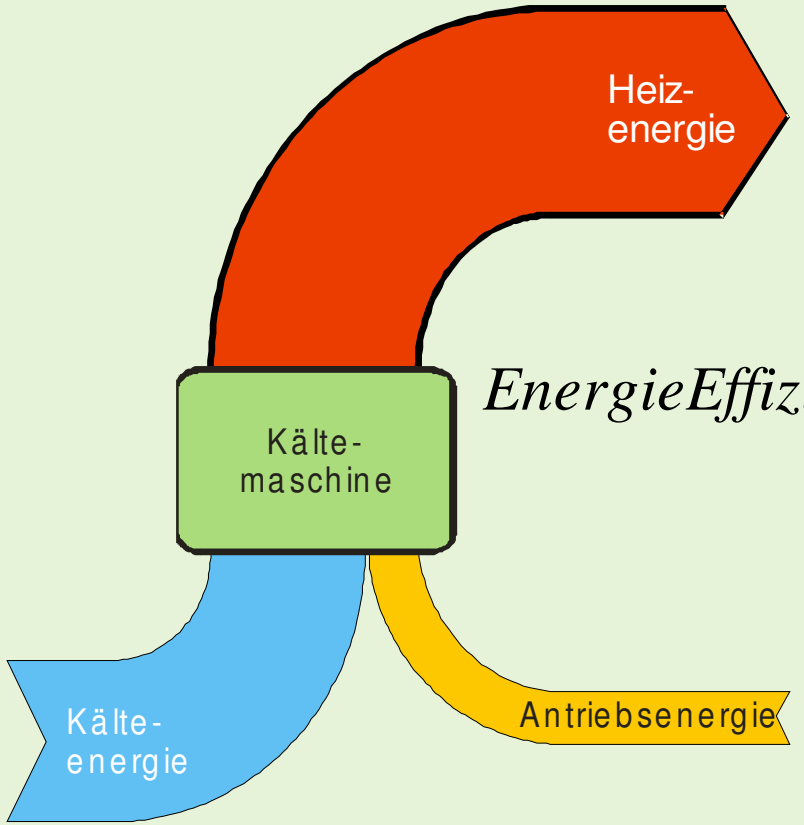
$$LeistungsEffizienz = \frac{Kälteleistung}{Antriebsleistung} \left[\frac{kW}{kW}\right] = \left[\frac{kJ/s}{kJ/s}\right]$$

Momentanwert:
„bezogen auf 1 Sekunde“

engl.: COP = Coefficient of Performance

deutsch: ε = Kälteleistungszahl

Energieeffizienz einer Kältemaschine
vereinfachte Darstellung (ohne Zusatzverbraucher)



$$EnergieEffizienz = \frac{Kälteenergie}{Antriebsenergie} \left[\frac{kJ/a}{kJ/a} \right]$$

Langzeitwert:
„bezogen auf 1 Jahr (oder 1 Saison)“

engl.: Energy Efficiency Ratio = EER
deutsch: Arbeitszahl; z.B. Jahresarbeitszahl

TEWI

- ist Maß für Umweltwirksamkeit des Kälteanlagenbetriebs
- kann nicht gemessen werden
- kann bestimmt werden durch Berechnung bzw. Simulation
- ist für Kälteanlagen-Betreiber/Investor ein abstrakter Wert

4. Gewerbliches Kälteanlagenprogramm, Effizienzwettbewerb

Förderprogramm gewerbliche Kälteanlagen

- Jahresenergieverbrauch mindestens 50 % des Gesamtenergieverbrauchs (für Statuscheck-Forderung BMWi)
- Mind. 150.000 kWh/a bzw. neue Anl. 100.000 kWh/a
- Mind. 35 % Minderungspotenzial
- Bonus: nicht elektrischer Antrieb, Nutzung von Abwärme – aber nicht Sorption und nur Stand der Technik (Forderung BMWi)

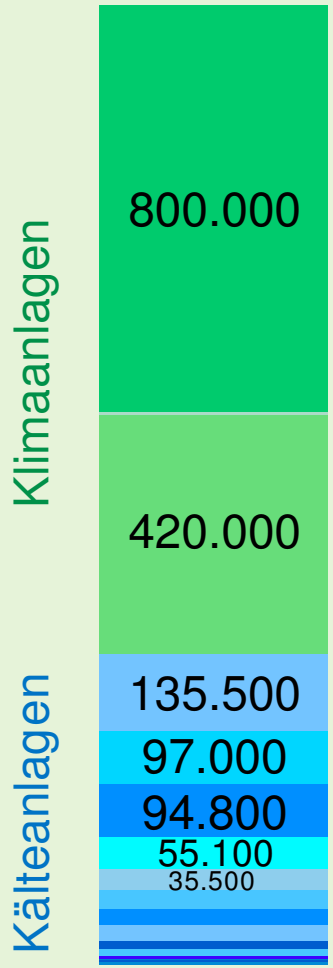
- Fortführung 2011/12 auf (mindestens) bisherigem Niveau

- Die Programme des BMU sind auf „Kern"-Bereiche (große Anlagen) gerichtet. Alle 16 „Kälte"-Branchen sollen profitieren können. Sie sollen aber auch auf kleinere Anlagen und andere Branchen, die gleiche Effizienzkomponenten nutzen, ausstrahlen.

Schätzung: Anzahl installierter Kälte-/Klimaanlagen in D, VDMA 2009

Σ ≈ 1.777.000

+ 2,07 Mio. steckerfertige Kühlmöbel
+ 1,1 Mio. mobile Klimageräte



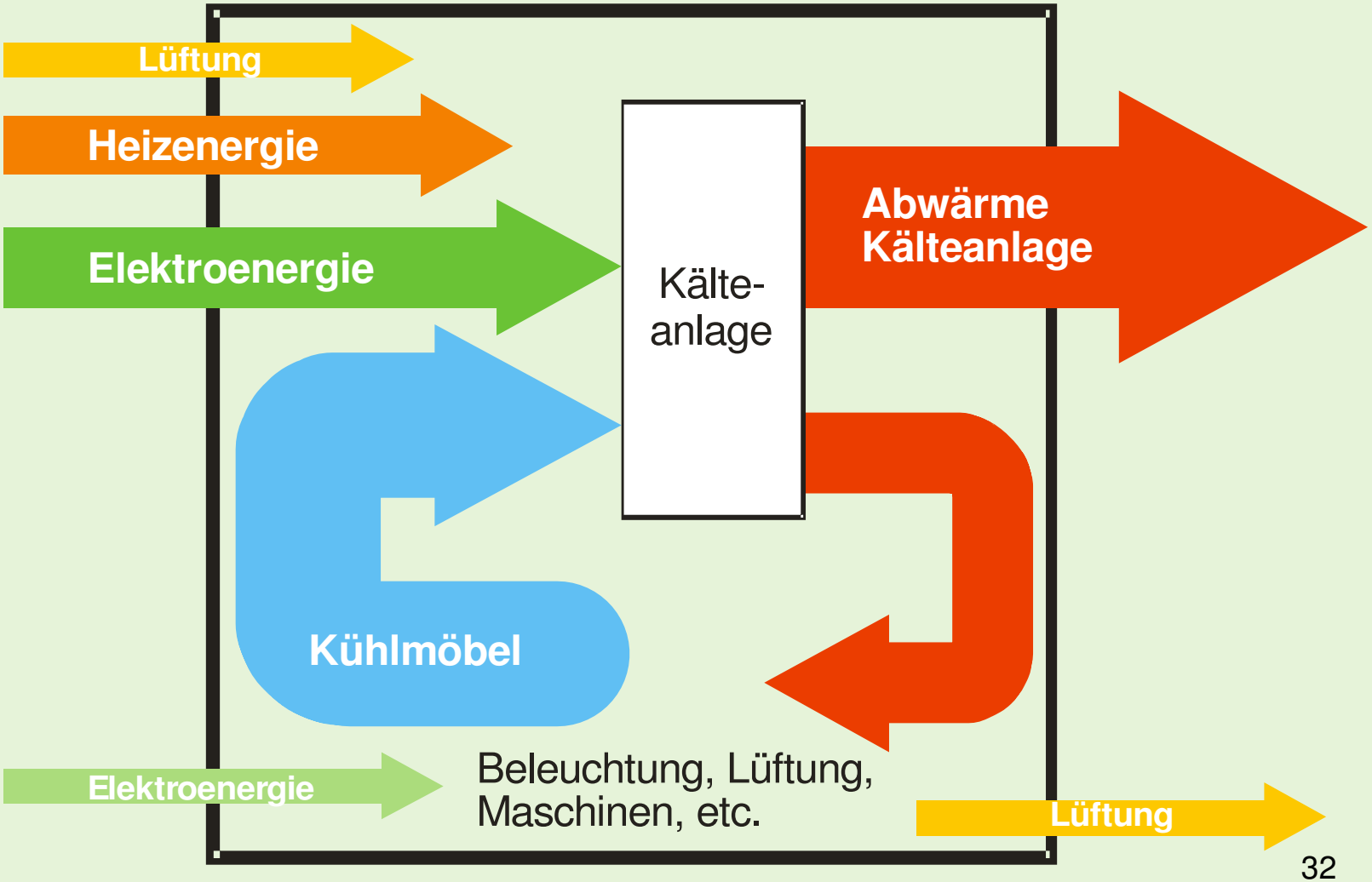
800.000	45,0 %	Raumklimasysteme
	0,3 %	Rechenzentren
420.000	23,6 %	RLT-Zentraleinheiten
135.500	7,6 %	Gaststättengewerbe
97.000	5,5 %	Milchviehbetriebe
94.800	5,3 %	Beherbergungsgewerbe
55.100	3,1 %	Fleischerhandwerk, einschl. Filialen
35.500	2,0 %	Supermärkte (Zentralanlagen)
	7,5 %	**Rest:** Getränkemärkte, Tankstellen, Facheinzelhandel, Pachtkantinen, Caterer, Bäckereien, Nahrungsmittelindustrie, Blumenläden Brauereien, Laboratorien, Großhandel mit Blumen/Pflanzen, Bestattungsinstitute, Großhandel Pharmazie, Apotheken

Vielfalt der Kältetechnik

R. Jakobs, IZW

Gewerbekühlung
Tiefkühlkost
Chemie
Kühlfahrzeuge
Container
Kühlschrank
Weiße Ware
Schlachthöfe
Maschinenkühlung
Transport
Eisbereiter
Drucklufttrockner
Prozesskälte
Klein- und Großkälte
Eisdielen
Wärmepumpen
Pharma
Bäckereien
Weinherstellung
Floristen
Getränkekühler
Eisbahnen
Hotels
Lebensmittel
Gaststätten
Industrie
Kosmetika
Holztrocknung
Fischverarbeitung
Brauereien
Molkereien
Milcherzeugung
Kühlzellen
Schaltschrank-
kühlung
Kühlhäuser
Abwärmenutzung
Wärmerückgewinnung
Supermarkt
Wäschetrockner
Fleischereien
Landwirtschaft
Konditoren
Fernwärme
und -Kälte

Außerordentliche Gesamt-Effizienz-Potenziale bei Nutzung der Abwärme



Überarbeitung

- Erfolgt im Lichte des Energiekonzeptes und der Leitideen der nationalen Klimaschutzinitiative (z.B. innovativ, an langfristigen Klimaschutzzielen orientieren)
- Ziel: insbesondere Anreize für die Sanierung bestehender Kälteanlagen

<u>Überlegungen:</u>

- Förderung von Neuanlagen (EuP-Richtlinie, Grundlagen, z.B. Benchmarks), nur Sorptionskälte?
- Absenkung der Größenklassen, künftig auf Leistungsaufnahme beziehen?
- Kombination mit KWK-Anlagen
- TEWI oder Energieeinsparung, nicht COP oder Leistungszahl
- Beratung durch Sachkundigen (auch Umsetzung EDL-Richtlinie/Gesetz)
- Administrierbarkeit
- Datenerfassung/-bewertung (Energiesparkonto? online?)
- Andere Umweltziele wie der Rückgang der Schädigung der Ozonschicht sind zu beachten.

Effizienzwettbewerb (Bewerbungsfrist: 25.02.2011)

3. Auflage des Deutschen Kältepreises 2011 ausgelobt

- Ziel: Zusätzliche Impulse für die Entwicklung, Anwendung und Kombination hocheffizienter Komponenten, klimafreundlicher Kältemittel und innovativer Konzepte.
- Mit insgesamt 52.500 € dotiert.
- Je ein erster bis dritter Preis für
  - klimafreundliche Klimatisierung eines Gewerbegebäudes,
  - klimafreundlicher Einsatz von Kältemaschinen in der Lebensmittelproduktion und
  - klimafreundliche kältetechnische Sonderanwendungen.
- Die Ausschreibung steht unter www.bmu.de oder www.co2online.de als Download zur Verfügung.
- Überreichung im Rahmen eine Fachkonferenz am 22.03.2011.

5. Schlussbetrachtungen

Fazit

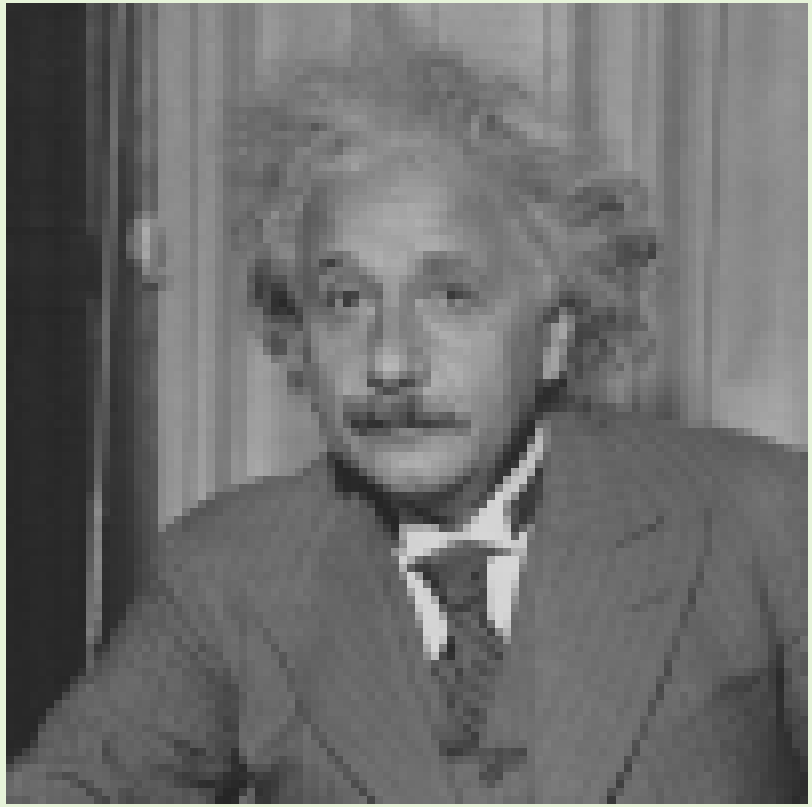
- Die Kälte- und Klimatechnik ist für die Verbesserung menschlicher Lebensbedingungen sowie technischer und industrieller Prozesse von großer Bedeutung und für moderne Industriegesellschaften unverzichtbar.
- Der Energiebedarf wächst ungebrochen. Dem muss entgegengewirkt werden.
- Die Kältebranche kann und muss wichtigen Beitrag zum Erreichen der Ziele leisten.
- Es existieren ca. 125 Mio. Kältemaschinen vom Kühlschrank bis zur Industrieanlage.
- 1.100 Produktionsbetriebe mit mehr als 100.000 Beschäftigten sind am Markt tätig.
- Allein der Umsatz bei „Industriekälte“ beträgt mehr als 9 Mrd. € pro Jahr.
- Darüber hinaus arbeiten 2.500 Kälte-/Klima-Fachbetriebe mit ca. 20.000 Beschäftigten und einem Umsatz von mehr als 3 Mrd. € im Bereich Installation und Wartung.
- Klimaschutz eröffnet hier vielfältige Marktchancen.
- Bei Supermärkten: Nicht nur Energieeffizienz der Kälteanlage sondern Markt insgesamt (KWK, Heizwärme, Klimatisierung, Sorptionskälte etc.)

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Mehr Informationen erhalten Sie unter: www.bmu.de

Kontakt: wolfgang.mueller@bmu.bund.de

☎ + 49 (0) 30 183053661; 🖷 + 49 (0) 30 18 10 305 3661

"Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt"