



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 Rahmenbedingungen
3. Klimaschutz/Energieeffizienz und Kälteanlagen
4. Gewerbliches Kälteanlagenprogramm,
Effizienzwettbewerb
5. Schlussbetrachtungen



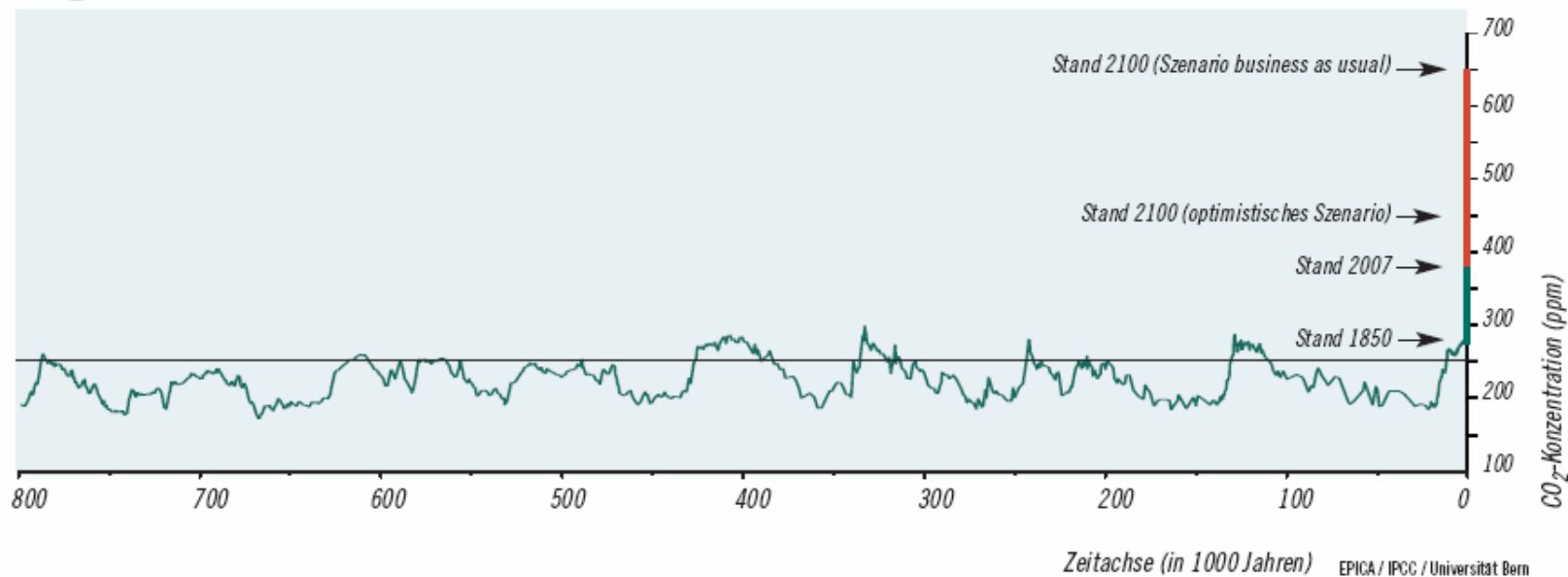
1. Klimaschutz und Ressourcenschonung



CO₂-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

CO₂-Konzentration der letzten 800 000 Jahre und der nächsten 100 Jahre

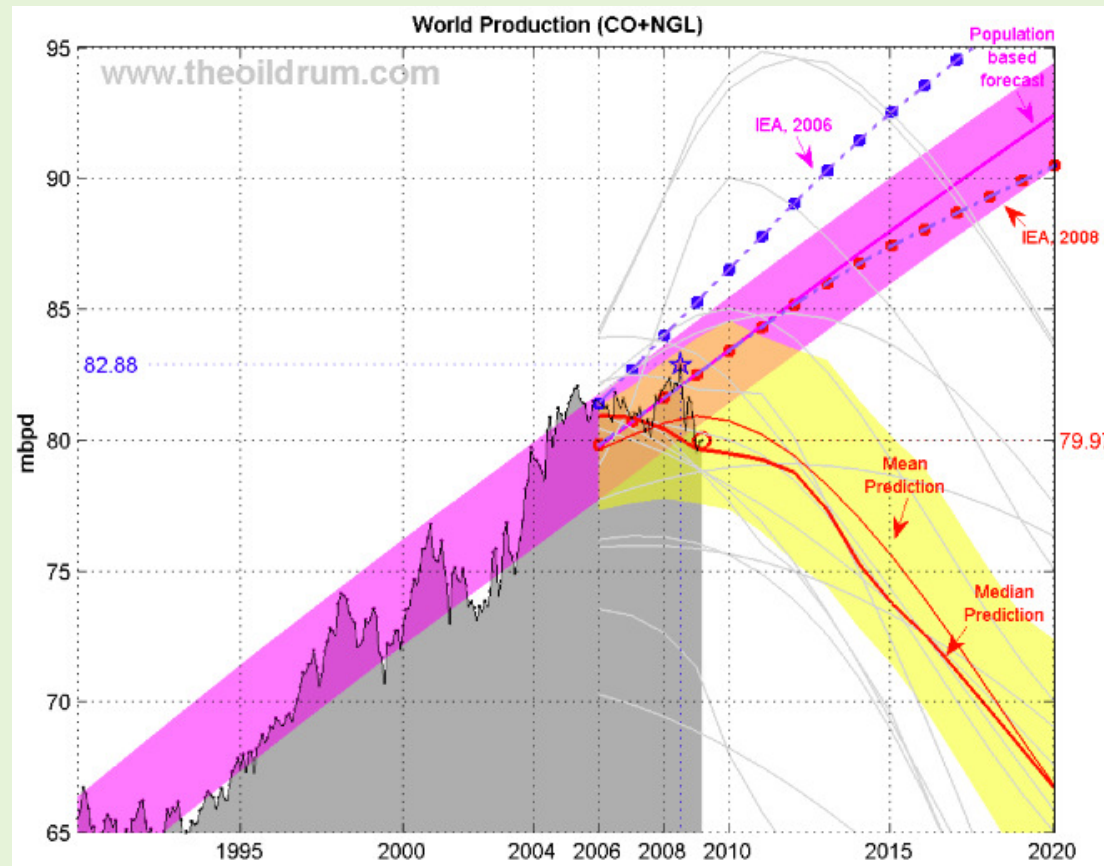




PEAK OIL

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 fluoriertener Treibhausgase



Energiepolitische Ziele im Koalitionsvertrag

- Erneuerbare Energien: Konsequenz 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





Konkrete Zielvorgaben

	Klima	Erneuerbare Energien		Effizienz		
	Treibhausgase (vs. 1990)	Anteil Strom	Anteil gesamt	Primärenergie	Energieproduktivität	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.**





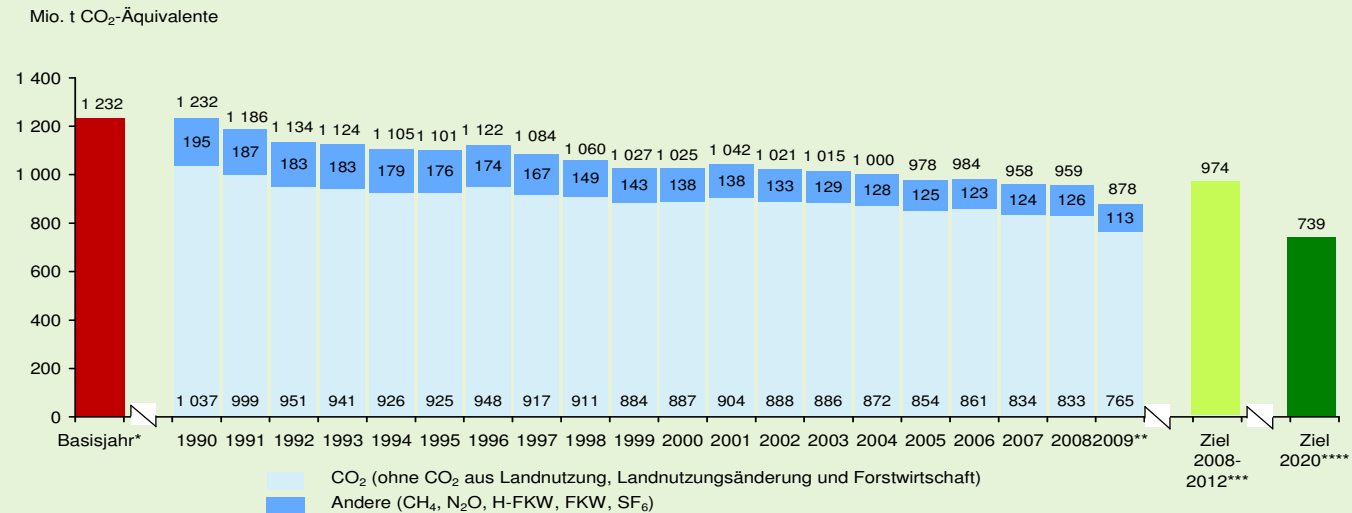
Konkrete Finanzierung

- **Umfang:**
 - je 300 Mio. € in 2011 und 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



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 CO₂-Äquivalente festgelegt.

** Nahzeitprognose, Stand 05.03.2010

*** 21 % Minderung gegenüber dem Basisjahr

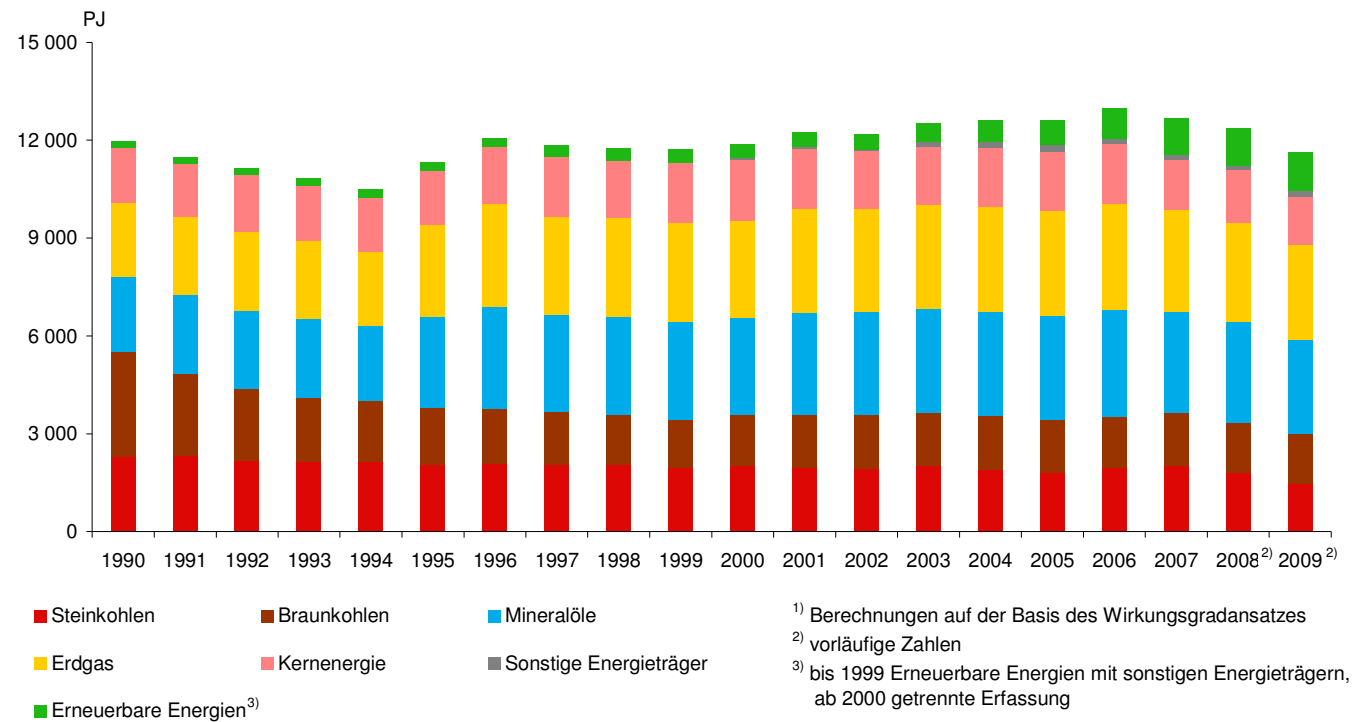
**** 40 % Minderung gegenüber 1990

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

CO₂-Emissionen nach Quellkategorien



Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland nach Energieträgern¹⁾



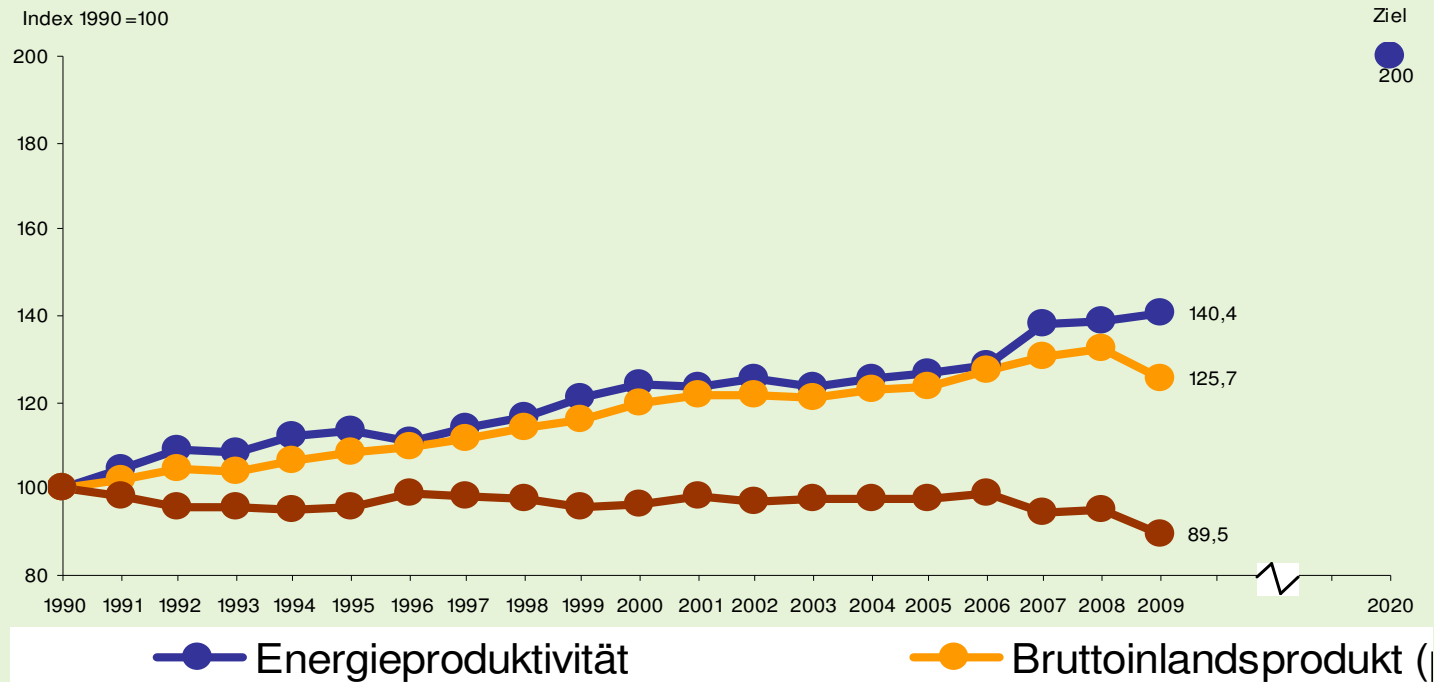
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2007, Stand 10/2009
für 2008 & 2009: Tabelle Primärenergieverbrauch für 2009, Stand 09.03.2010



EP

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

Energieproduktivität



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.)

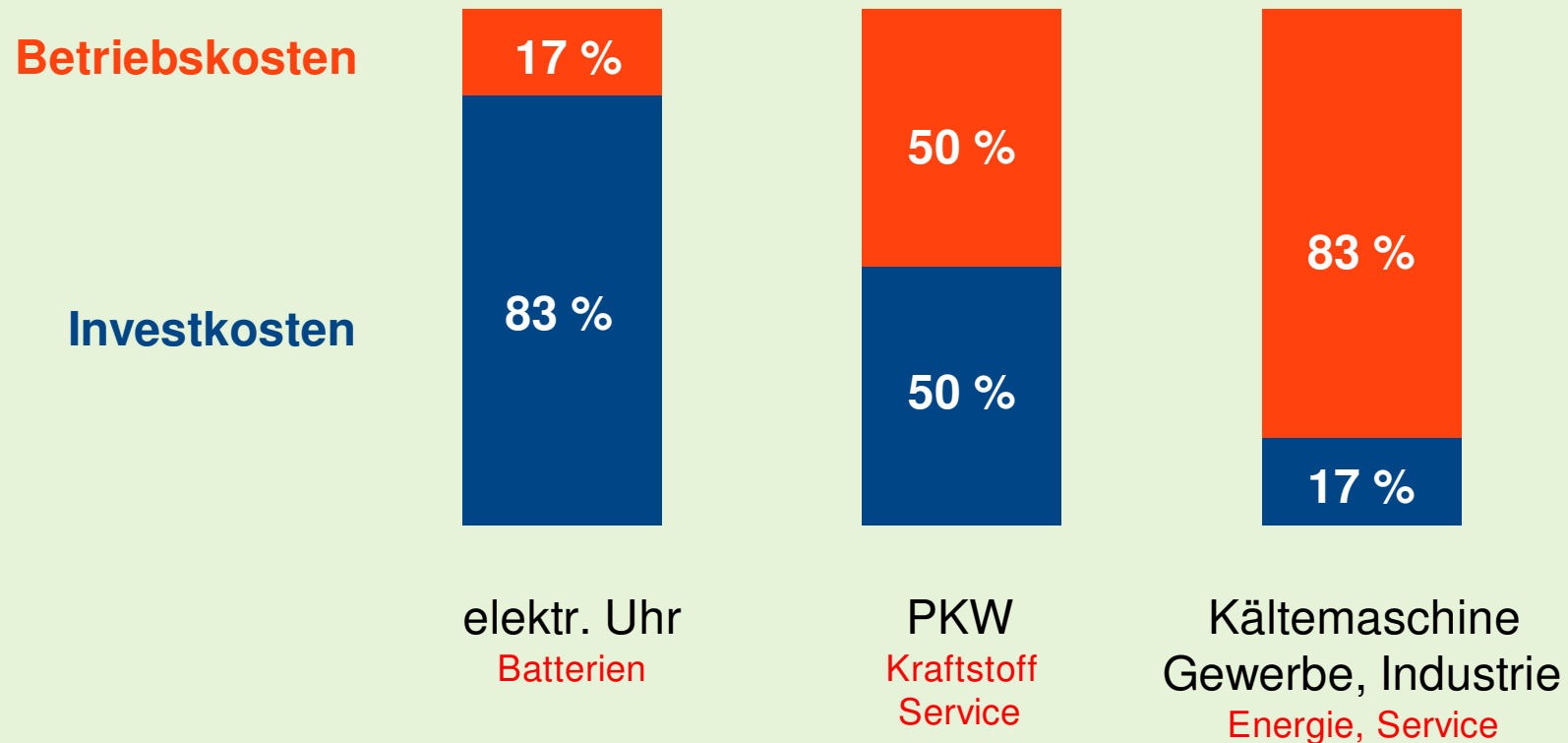
- quantifizieren die Umweltwirksamkeit technischer Systeme
 - bei Herstellung
 - Betrieb,
 - Entsorgung
- und informieren Betreiber über die Lebensdauerkosten

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 CO₂-Äquivalent]

Randbedingungen/Daten zur Berechnung/Simulation

- spez. Kraftwerksemissionen = 0,60 kg CO₂/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)

$$TEWI = GWP_{100} L n + GWP_{100} m (1 - \alpha_{rec}) + E_{el} \beta n$$
$$\equiv GWP_{100} (L n + m_{KM} (1 - \alpha_{rec})) + \sum_{\vartheta_u} \frac{\dot{Q}_o(\vartheta_u)}{COP(\vartheta_u)} \frac{\tau(\vartheta_u)}{\eta_{tot}} \beta n$$

$TEWI$	Total Equivalent warming impact	[kg _{CO₂-äq}]
GWP_{100}	Global Warming Potential	[kg _{CO₂-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

Inbetriebnahme der Kälteanlage

bis 30.6.2005	von 30.6.2005 bis 30.6.2008	nach 30.6.2008
------------------	--------------------------------	-------------------

**Kältemittel-
Füllmenge [kg]**

Kältesatz > 3

< 10

10 – 100

> 100

verbindlich nach

Leckrate [1/a]

1 %	1 %	1 %
≤ 8 %	≤ 6 %	≤ 3 %
≤ 6 %	≤ 4 %	≤ 2 %
≤ 4 %	≤ 2 %	≤ 1 %
30.6.2011	30.6.2011	31.7.2008



Jahresenergieverbrauch einer Kälteanlage erforderlich zur TEWI-Berechnung/Simulation

Einflussgrößen auf Energieverbrauch und Effizienz

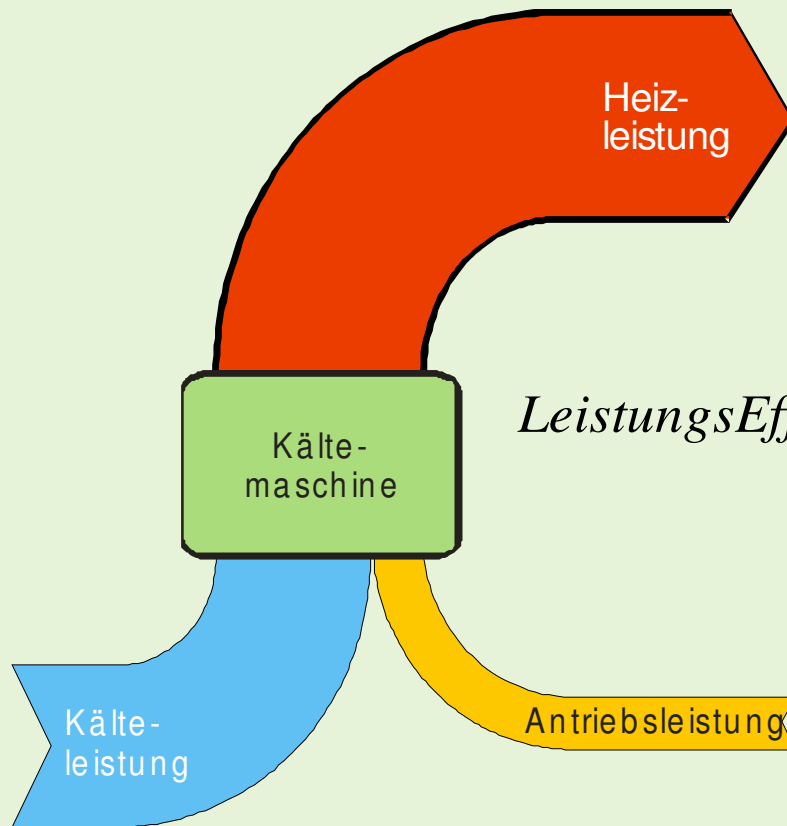
- Kältemittel
- Nutz- und Umgebungstemperaturen
- kältetechnische Komponenten + Konstruktion
- Regelung

Effizienzkennwerte

- **Leistungseffizienz**
- **Energieeffizienz**



Leistungseffizienz einer Kältemaschine vereinfachte Darstellung (ohne Zusatzverbraucher)



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

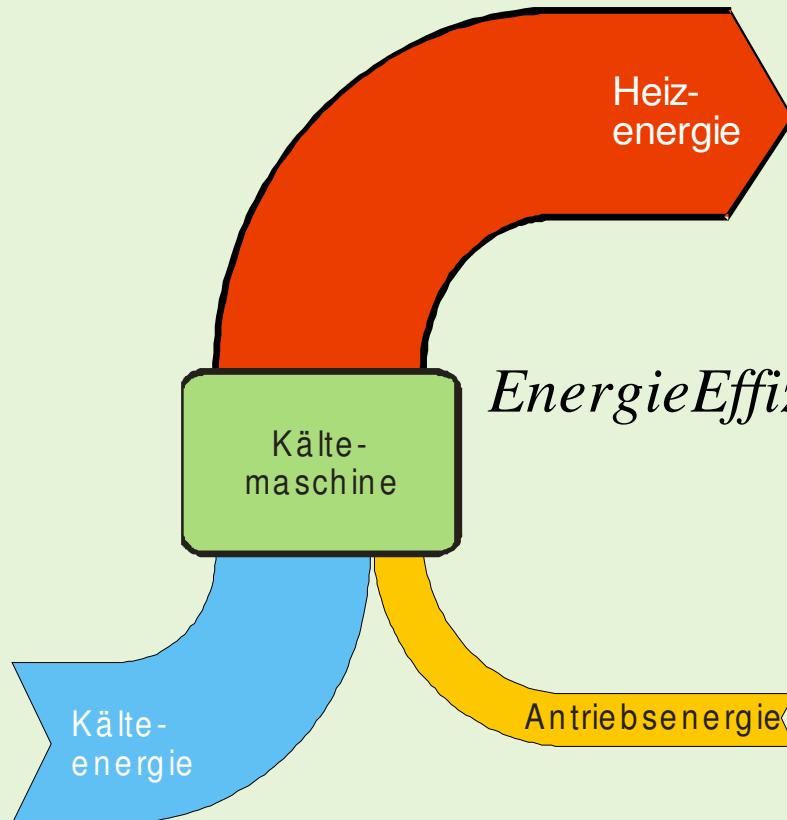
Momentanwert:
„bezogen auf 1 Sekunde“

engl.: COP = Coefficient of Performance

deutsch: ε = Kälteleistungszahl



Energieeffizienz einer Kältemaschine vereinfachte Darstellung (ohne Zusatzverbraucher)



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

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

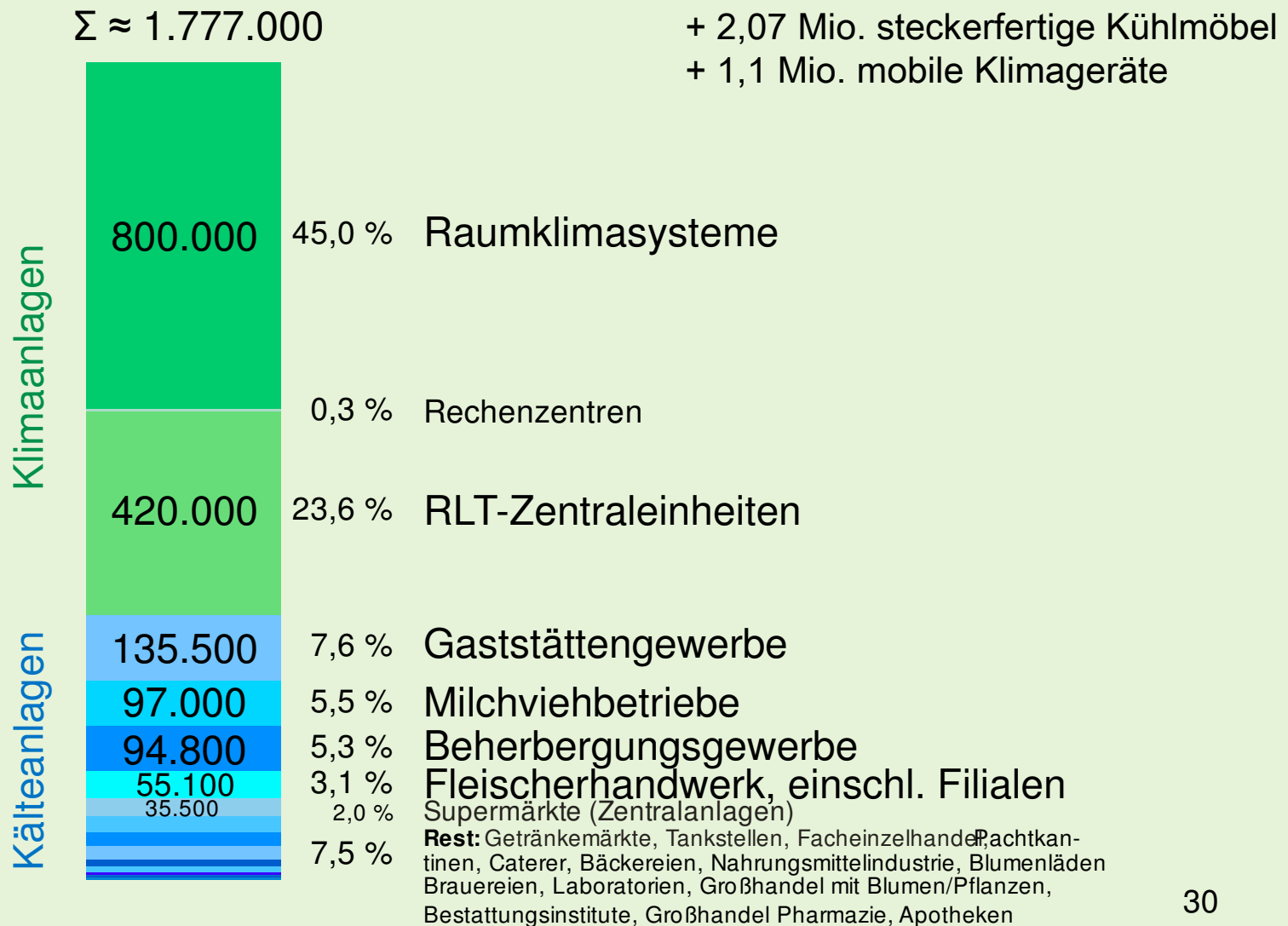


Förderprogramm gewerbliche Kälteanlagen

- 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





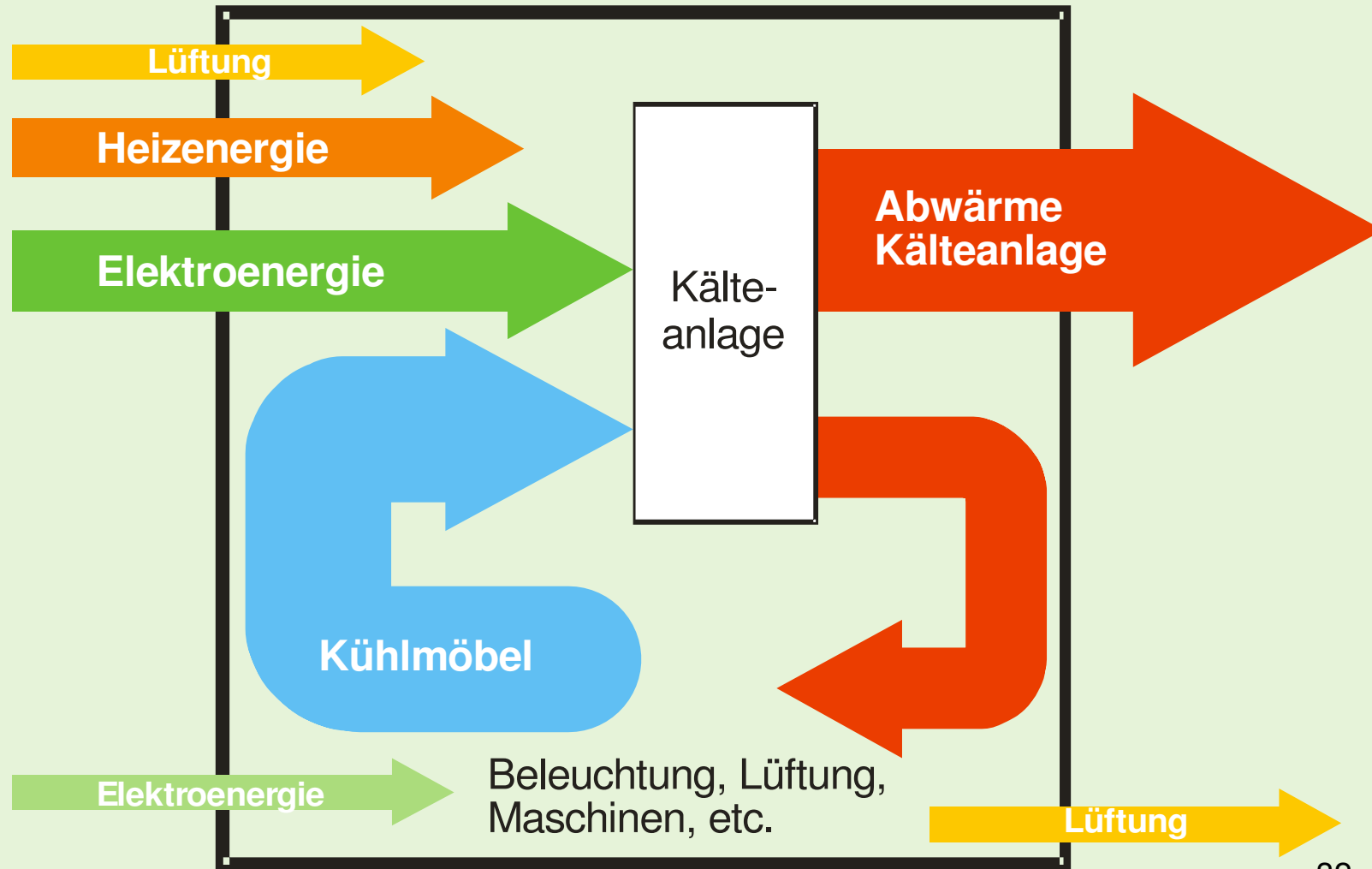
Vielfalt der Kältetechnik

R. Jakobs, IZW





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

Überlegungen:

- 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 einer 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”

