

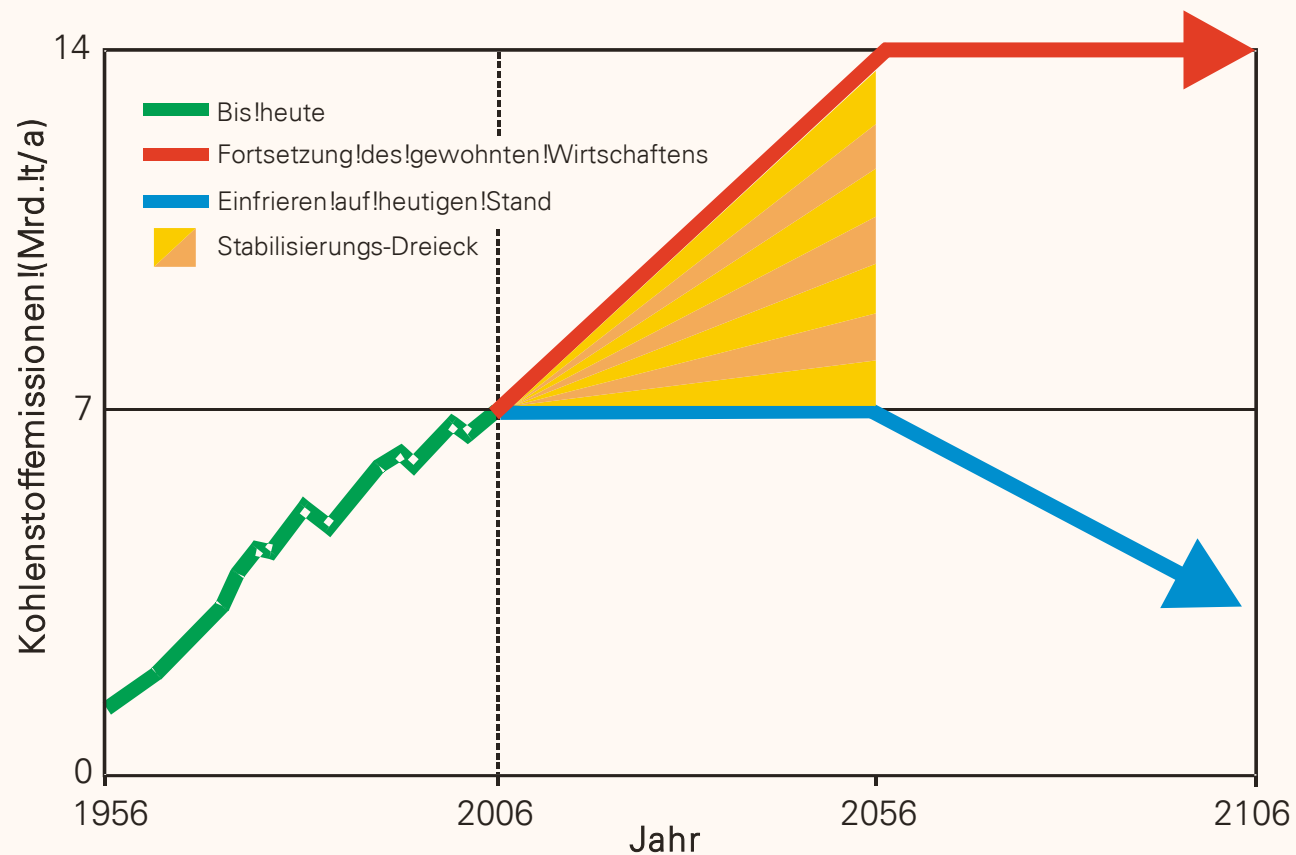
# Kälteeffizienz Netzwerk Hamburg

## Geothermische Kälte und Wärmerzeugung

# Wohin steuern wir?

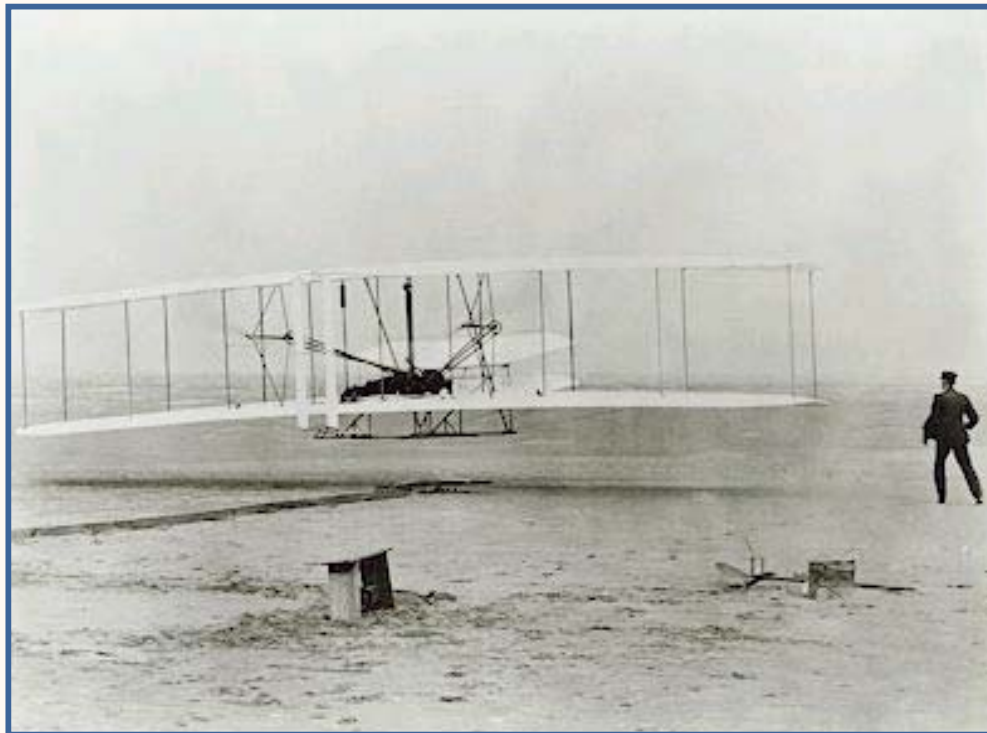
## Jährliche Kohlenstoff-Emissionen

Zwischen den beiden Emissionsmöglichkeiten befindet sich das "Stabilisierungs-Dreieck". Es stellt die gesamte Emissionsreduzierung dar, die klimafreundliche Technologien in den nächsten 50 Jahren erreichen müssen.



# Visionen verwirklichen

## Erster Motorgetriebener Flug (Gebrüder Wright)



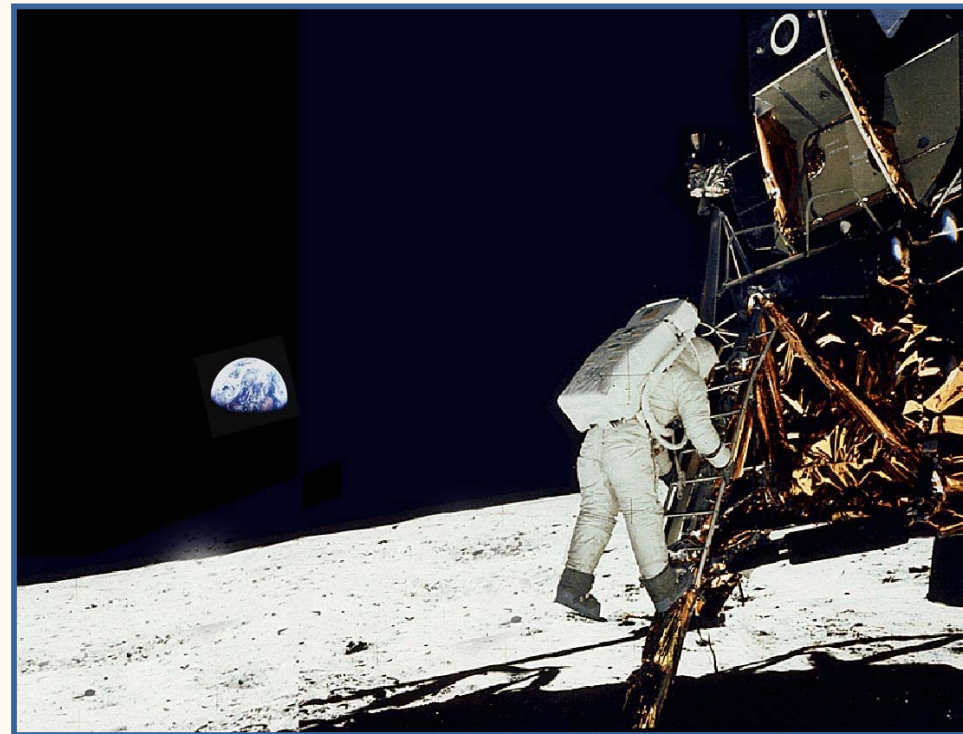
**17.12.1903**

Von dem Erstflug Wright  
bis zur Mondlandung

## Visionen verwirklichen

### Erste bemannte Mondlandung (Apollo 11)

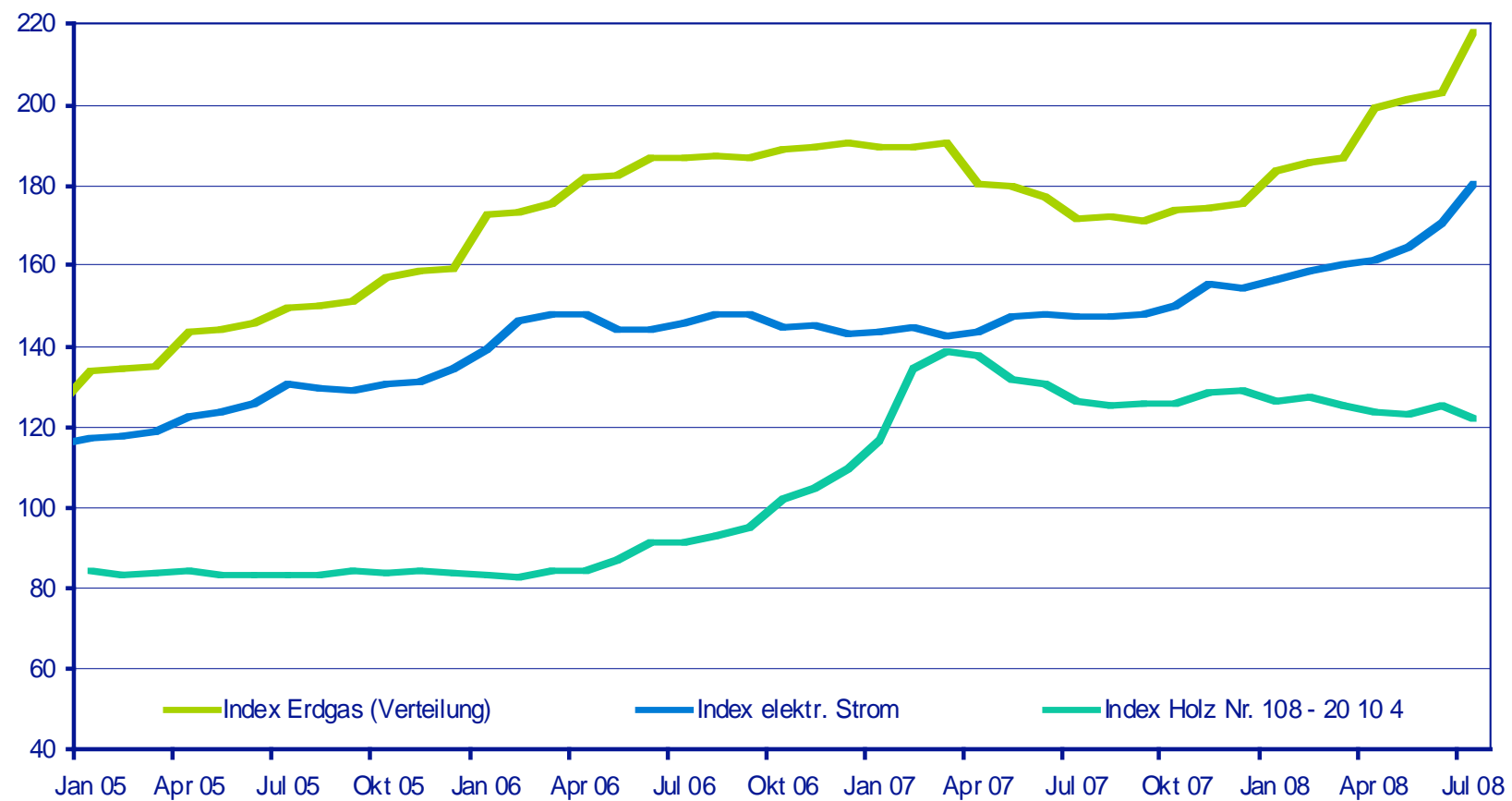
vergingen gerade einmal  
66 Jahre.



**21.07.1969**

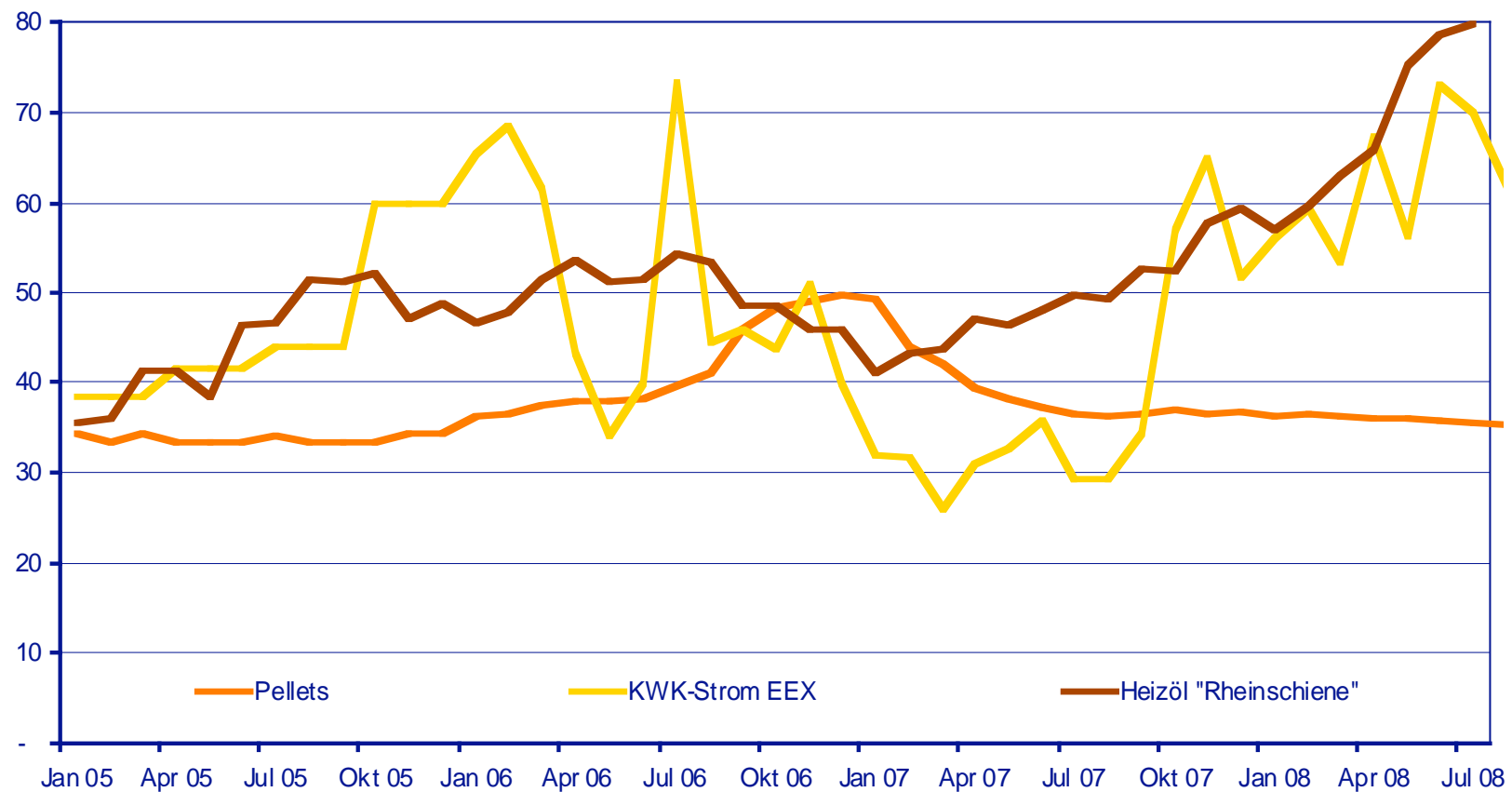
# Preisentwicklung Energie

Indexwert mit Basisjahr 2000 = 100

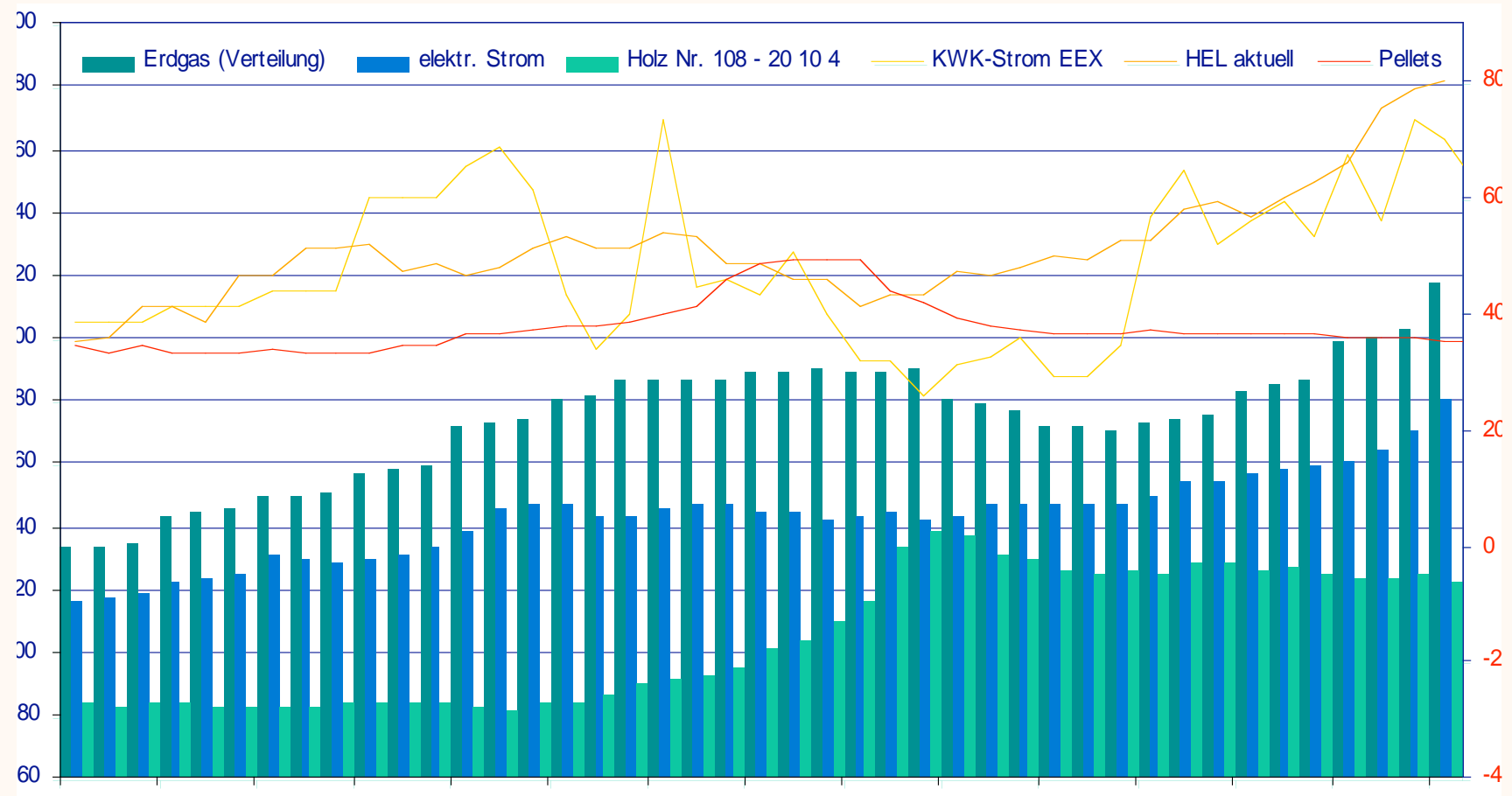


# Preisentwicklung Energie

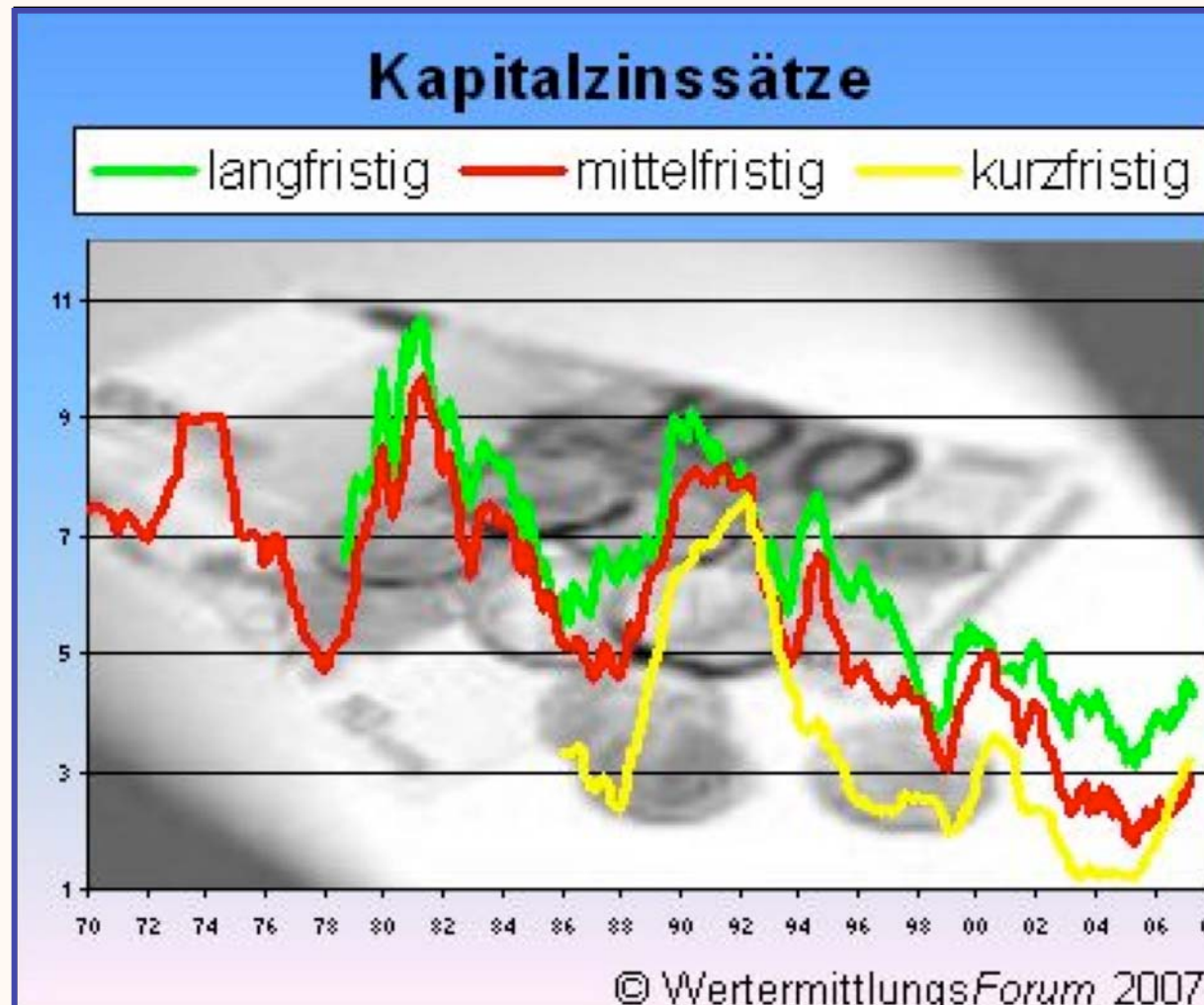
Netto-Preis in €/MWh



# Preisentwicklung Energie



# Zinskostenentwicklung





## Klimaschutz

### **20 % CO<sub>2</sub>-Einsparung bis 2020 bedeutet:**

- Ø 4,5 Mio PKW pro Jahr weniger
- Ø 4,7 Mio WE pro Jahr weniger beheizen
- Ø Beleuchtung reduzieren – in zwei Jahren auf 0

# Beispiel Handelskontor WillmannHachez



Ø Kühlung über Erdsonden

Ø Beheizung über Erdwärmespeicher

# Beispiel Lebensmittellogistik

## Bodan, Überlingen

Name des Projektes:  
**Neubau Großhandelslager für Lebensmittel mit Bürofläche, Firma BODAN, Großhandel für Naturkost GmbH**

Art bzw. Kurzbeschreibung des Projektes:  
**Innovative Planung unter Einbezug geothermischer Energie und Betonkernaktivierung für den Bau von Kühl- und Tiefkühlhäusern einschließlich Bürotrakt für die Firma BODAN, Großhandel für Naturkost GmbH, Überlingen mit einer Gesamtnutzfläche von 6.500 m<sup>2</sup> (einschl. Regenwassernutzungsanlage und gepflanzter Solaranlage mit einer Aufstellfläche von ca. 2.000 m<sup>2</sup>)**

Lage des Projektes:  
**Zum Degenhardt 26  
68662 Überlingen**

Planungs- und Ausführungszeit:  
**04/2006 – 11/2006**

Auftraggeber, Ansprechpartner:  
**Michaela Grundstücksverwaltung GmbH,  
Stuttgart  
Herr Beer, Telefon: 07553/62460**

Biblicher Leistungsumfang:  
**Alle Leistungsphasen nach HOAI / Einzelvergaben**

Wettbewerb   
Geplantes Projekt   
Realisiertes Projekt

Verantwortlichkeit für den Auftrag  
alleiniger Auftragnehmer, ARGE-Partner, ...  
**alleiniger Auftragnehmer**

Auftragskosten (TGA-Kosten) in Euro:  
**1,3 Mio €**









P:\KREMDATEN\SONSTIGE\Kottsieper\Managementcircle\1\_Pr-Titel-Unternehmensvorstellung-neu.ppt  
29.01.2009

15

# Beispiel Hess Natur



- **Umweltkühlung**
- **Umweltheizung**



## Beispiel WNF Niederlande



- zero energy concept

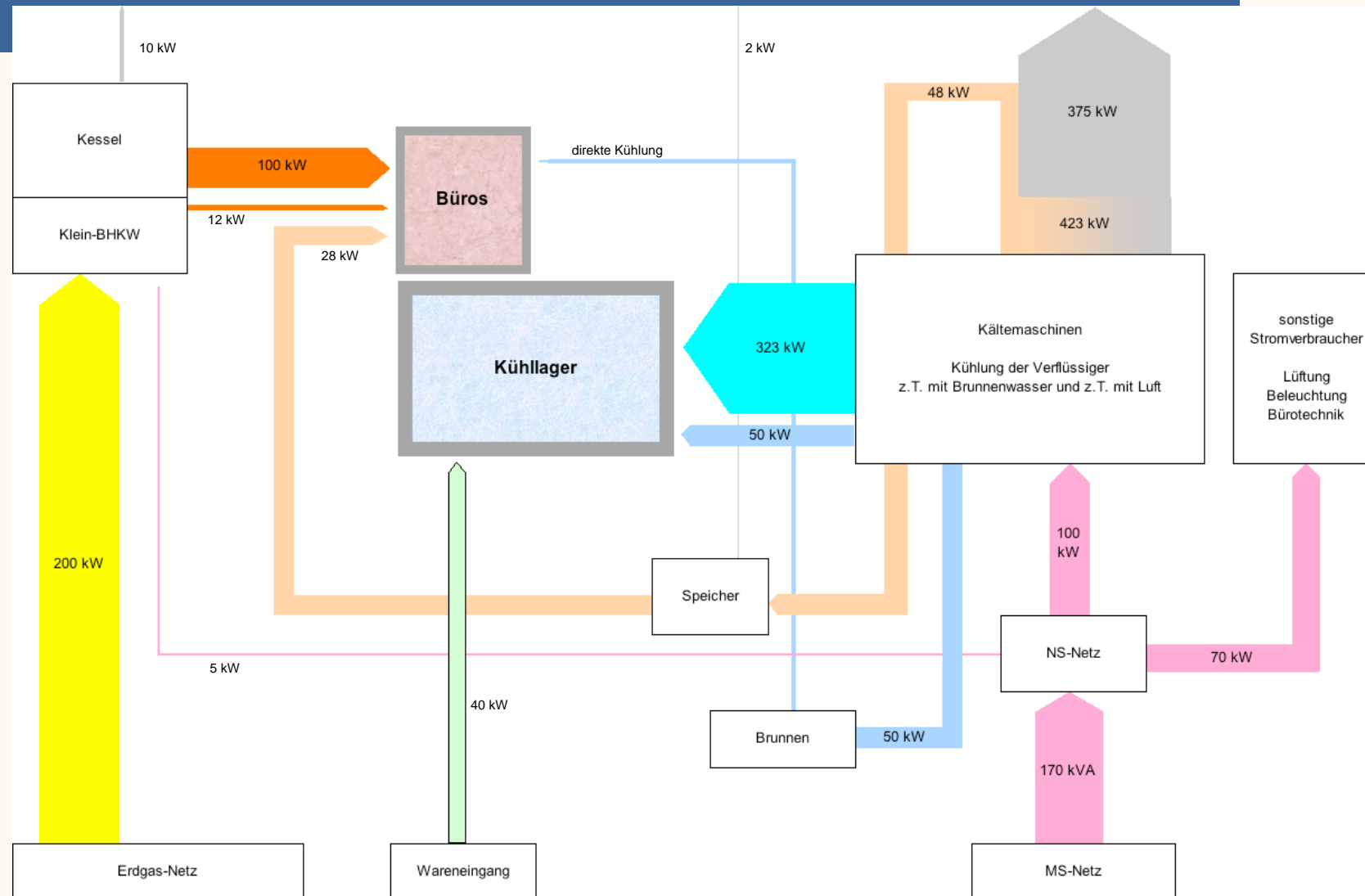
# Wärmebedarf

Wärmebedarf								
Etg.	Bezeichnung	qTspez. WB	qFL	qL	qges	Sicherheitszuschlag	spez. WB korr.	WB
		bei ta =-12°C [W/m²]	bei ta =-12°C [W/m²]	bei ta =-12°C [W/m²]	bei ta =-12°C [W/m²]		[W/m²]	[W]
Erdgeschoss	Getränke und Lebensmittel	16	0	0	16	1	16	40.249
Erdgeschoss	Obst- und Gemüse	0	0	0	0	1	0	0
Erdgeschoss	Kühlware- u. Molkereiprodukte 1	10	0	0	10	1	10	2.237
Erdgeschoss	Kühlware- u. Molkereiprodukte 2	0	0	0	0	1	0	0
Erdgeschoss	Käseraum	0	0	0	0	1	0	0
Erdgeschoss	Leergut Lager	0	0	0	0	1	0	0
Erdgeschoss	Leergut Abpacken	40	0	0	40	1	40	8.116
Erdgeschoss	Technik-R; Warene-Ein-Ausgang	40	0	0	40	1	40	4.000
Erdgeschoss	Logistiklager	10	15	0	25	1	25	20.995
Erdgeschoss	Tiefkühlager	0	0	0	0	1	0	0
Obergeschoss	Kantine	60	15	0	75	1	75	9.956
Obergeschoss	Küche	30	15	0	45	1	45	973
Obergeschoss	WC-Bereiche	40	0	0	40	1	40	1.699
Obergeschoss	Umkleidebereiche	50	0	0	50	1	50	3.093
Obergeschoss	Flur/Empfang/Großraumbüro	30	10	0	40	1	40	29.060
Obergeschoss	Besprechung/Seminar	60	15	0	75	1	75	9.731
Obergeschoss	Bürobereiche	60	15	0	75	1	75	16.372
Obergeschoss	Archiv/Lager	50	0	0	50	1	50	3.104
Obergeschoss	Garderobe/Teeküche	49	0	0	49	1	49	766
Obergeschoss	EDV	0	0	0	0	1	0	0
	↙ <b>Summe</b>							<b>150.349</b>

# Kühllast Be- und Entlüftung

Kühllast							
Etg.	Bezeichnung	äußere Kühllast		Personen		Maschinen/E DV	Kühllast
		q <sub>a</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>A</sub> [W]	Q <sub>Pmin</sub> [W]	Q <sub>Pmax</sub> [W]	Q <sub>M</sub> [W]	Q <sub>ges</sub> [W]
Erdgeschoss	Getränke und Lebensmittel		0	0	0		0
			0	0	0		0
Erdgeschoss	Obst- und Gemüse		0	0	0		0
Erdgeschoss	Kühlware- u. Molkereiprodukte 1	110	24.604	0	0		24.604
Erdgeschoss	Kühlware- u. Molkereiprodukte 2	110	29.660	0	0		29.660
Erdgeschoss	Käseraum	110	1.609	0	0		1.609
Erdgeschoss	Leergut Lager		0	0	0		0
Erdgeschoss	Leergut Abpacken		0	225	375		375
Erdgeschoss	Technik-R; Warene-Ein-Ausgang		0	0	0		0
Erdgeschoss	Logistiklager		0	750	1.125		1.125
Erdgeschoss	Tiefkühlager	160	24.890	0	0		24.890
Obergeschoss	Kantine	20	2.655	1.500	3.000		5.655
Obergeschoss	Küche	20	432	0	0		432
Obergeschoss	WC-Bereiche		0	0	0		0
Obergeschoss	Umkleidebereiche		0	0	0		0
Obergeschoss	Flur/Empfang/Großraumbüro	20	14.530	375	1.125		15.655
Obergeschoss	Besprechung/Seminar	20	2.595	450	3.000		5.595
Obergeschoss	Bürobereiche	20	4.366	1.125	1.125		5.491
Obergeschoss	Archiv/Lager		0	0	0		0
Obergeschoss	Garderobe/Teeküche		0	0	0		0
Obergeschoss	EDV		0	0	0		0
	<b>Σ Summe</b>						<b>115.091</b>

# Energiefluss-Schema





alle Kosten netto	Variante 0	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
	Standardlösung	Brunnenwassernutzung	erweiterte Brunnenwassernutzung	Abwärmenutzung aus Kältemaschine	Kraftwärmekopplung	Wärmepumpe	Solarenergienutzung
<b>Beschreibung</b>	geringste Investitionssumme	direkte Kühlung für den Bürobereich	Kühlung der Kältemaschine mit Brunnenwasser	Nutzung der Abwärme einer Kältemaschine	zusätzlich zum Gaskessel 1 oder 2 Klein-BHKW	Ersatz des Gaskessels durch Wärmepumpe (bzw. Kältemaschine)	Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung
<b>energetische Charakterisierung</b>	Kompressionkälte (Strom) Heizkessel (Erdgas)	erhöhter Komfort bei geringem Mehraufwand	höhere Effizienz der Kälterzeugung	höhere Gesamt-Effizienz	höhere Effizienz der Wärmeerzeugung durch KWK	Nutzung von Erdreichwärme und gespeicherter Abwärme	erneuerbare Energie für Wärme
<b>Anteile am Energieverbrauch</b> - aus Gaskessel - aus Strom - aus Abwärme - aus BHKW - aus Solarenergie							
<b>Probleme, ungeklärte Fragen</b>		Leistungsfähigkeit Brunnen	wie stark darf das Grundwasser aufgeheizt werden? Genehmigungspflicht?	Speicher und Speicherzeiträume	geringer Wärmebedarf begrenzt die Laufzeit	Speichermöglichkeit im Erdreich	Konkurrenz zu anderen Systemen (Varianten 2, 3, 4)
<b>Investitionssumme ohne Förderung</b>	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €
<b>Förderung</b>	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €
<b>Investitionssumme abzgl. Förderung</b>	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €	XXX.000 €
<b>jährliche Kosten mit Förderung</b>	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €	XX.000 €
<b>relativ zur Referenzvariante</b>	100%	?? %	?? %	?? %	?? %	?? %	?? %
<b>Wärmepreis in €/MWh</b> Kapitalkosten Betriebskosten Verbrauchskosten Stromvergütung							
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen (als Äquivalente)</b>	?? t/a	?? t/a	?? t/a	?? t/a	?? t/a	?? t/a	?? t/a
<b>relativ zur Referenzvariante</b>	100%	?? %	?? %	?? %	?? %	?? %	?? %

## Moderne Baustoffe

- Sparen vor Versorgen
- ZIELE definieren ( Temperatur und Feuchte )
- Speichermassenoptimierung
- Feuchtereulation
- Einsatz von Lehm als Stampfwandkonstruktion, PCM

# Beispiel Geothermische Kühlung Solingen

<b>Verwaltung und Server Solingen</b>			
ohne Allgemeinstrom			
ohne Wärme- und Kälteverteilung, ohne WWB			
Kosten und Preise o. MwSt.			
		Variante 1	Variante 2
Heizen		Gaskessel	Wärmepumpe
Kühlen		Kältemasch.	Wärmepumpe
<b>Energiebedarf</b>			
Wärme, Leistung	kW	74	74
Wärme, Arbeit	kWh/a	96.200	96.200
Kälte, Leistung	kW	70	70
Kälte, Arbeit	kWh/a	49.000	49.000
<b>Auslegung</b>			
Gaskessel, Leistung	kW	74	
Gaskessel, Arbeit	kWh/a	96.200	
Wärmepumpe, Leistung	kW		74
Wärmepumpe, Arbeit	kWh/a		96.200
Kältemaschine/Leistung	kW	70	70
Anteil freie Kühlung	%		58
Kältemaschine/Arbeit	kWh/a	49.000	20.580

# Wirtschaftlichkeit

<b>Nutzungsgrade/Arbeitszahlen</b>			
Gaskessel	-	0,90	
Wärmepumpe	-		4,00
Kältemaschine	-	3,00	5,50
<b>Energieeinsätze</b>			
Gas	kWh/a	106.889	
Strom(bezug)	kWh/a	16.333	27.792
<b>Investitionen (1. Abschätzung)</b>		1,1	
Gasanschluss	€	5.000	
Gaskessel	€	24.420	
BHKW	€		
Wärmepumpe incl. Erdsonden	€		216.522
Kältemaschine	€	38.500	incl.
Förderung	€		20.000
Gesamtinvestitionen	€	67.920	196.522
<b>Kapitaldienst</b>			
Nutzungsdauer	a	15	15
Kalkulationszins	%/a	5,0	5,0
Kapitalkosten	€/a	6.544	18.933

# Wirtschaftlichkeit

<b>Wartung- u. Instandhaltung</b>			
Gaskessel	% d. Inv.	1,00	
Wärmepumpe	% d. Inv.		1,00
Kältemaschine	% d. Inv.	2,00	
W&I-Kosten	€/a	1.014	2.165
<b>Energiepreise</b>			
Erdgas, Grundpreis	€/a	241	
Erdgas, Arbeitspreis (Hu)	€/kWh	0,0663	
Strom allg., Grundpreis	€/a	-	-
Strom allg., Arbeitspreis	€/kWh	0,1592	0,1592
Strom WP, Arbeitspreis	€/kWh		0,0991
<b>Energiekosten</b>			
Erdgas	€/a	7.331	
Strom, allg.	€/a	2.600	596
Strom, WP	€/a		2.383
Energiekosten, gesamt	€/a	9.932	2.979
<b>Kosten, gesamt</b>		<b>€/kWh</b>	<b>17.489</b>
			<b>24.078</b>
Primärenergieeinsatz		kWh/a	165.432
			79.405
CO <sub>2</sub> - Produktion		kg/a	33.820
			13.896

## Regional lighthouse project



## Beispiel: Klimatisierung mit Erdsonden

- Projekt Hafen City Hamburg
  - Büroklimatisierung mit sorptiever Entfeuchtung
  - Regeneration des Sorptionsrades durch Erdwärme
  - Sonden mit 75 m
- Einsparziel
  - Potenzial 30% Einsparung des Klimatisierungsaufwandes
  - Ziel: Entfeuchtungsleistung reduzieren
- Projektträger
  - TU Hamburg
  - Volumen ca. 1,2 Mio. Euro
  - Beispiele in Rendsburg, Bad Ohenhausen

# DEC-Kälteverfahren

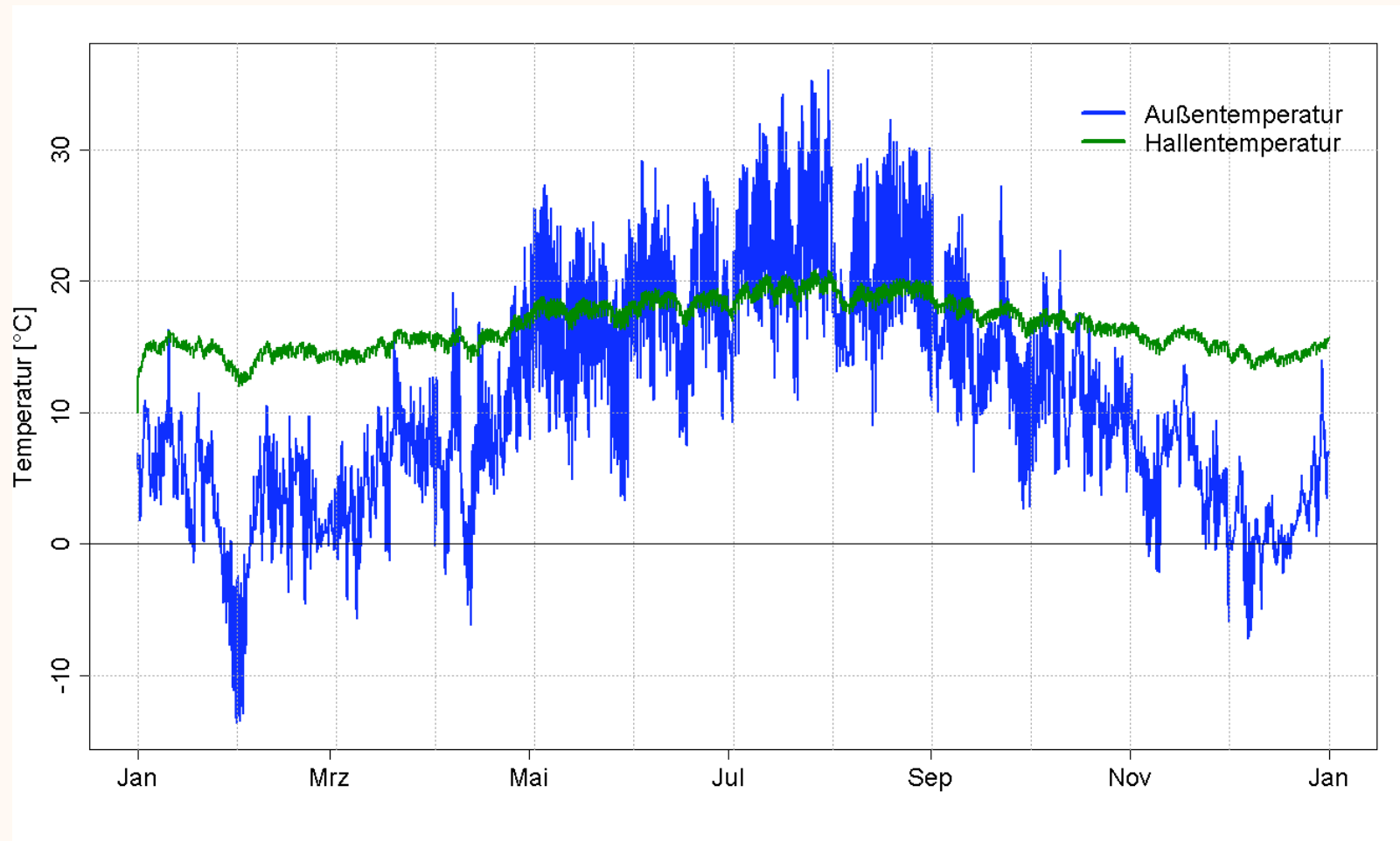




## DEC-Merkmale

- Nutzung von Abwärme und Solarwärme möglich
- Keine Gefahrstoffe (Kältemittel), d.h. keine besonderen Anforderungen an Sicherheitstechnik u. Installationsweise
- Keine hohen Drücke
- Nur praxiserprobte Bauteile
- Kein Rückkühlwerk erforderlich
- Wg. Rotationsrädern 20% höhere Baugröße als konventionelle Klimageräte
- Höhere Ventilatorleistung
- Wasseraufbereitung u. Kontrolle der Wasserqualität erforderlich
- $z_K = 0,6 \dots 0,9$

# Temperatursimulation



## Beispiel CRH Umformtechnik – Hammerstein



# Geothermie Zusammenfassung

## Quelleneffizienz

- Abwärme
  - aus industriellen Prozessen
  - Aus Abwasser
- Grundwasser ( 7-12 C )
  - höchste Jahresarbeitszahl
- Erdwärme
  - Erdreich Flachkollektor ( 3 fache Fläche -5 bis +13 C, 20 W )
  - Sonde ( 20-60 W / m -2 bis + 10 C )
  - Pfähle ( 20-50 W / m )
- Luft
  - Außenluft mit +20 bis -20 C
  - Geringe Jahresarbeitszahl

## Effizienzvergleich der Kältesysteme (ohne Nebenaggregate)

Effizienzkennwert	Verfahren			
	Kompression	Absorption	Adsorption	DEC
<b>Arbeitszahl</b>	<b>2,5...4,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Wärmeverhältnis</b>	<b>-</b>	<b>0,7...1,3</b>	<b>0,45...0,65</b>	<b>0,6...0,9</b>
<b>Nutzungsgrad der Antriebsenergieerzeugung</b>	<b>0,35</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>
<b>Kältezah</b>	<b>0,88...1,40</b>	<b>0,6...1,10</b>	<b>0,38...0,55</b>	<b>0,51...0,76</b>