

A photograph of a waterfall cascading over mossy rocks, with the water appearing blurred due to a long exposure. The scene is lush and green, suggesting a natural, cooling environment.

Kühlen ohne Energie?

Passives Kühlen und CO₂ neutrale Gebäudekühlsysteme in der Praxis

Dipl. Ing. (FH) Martin Forstner
Architekt BYAK Architektur – Energieeffizienz - Consulting

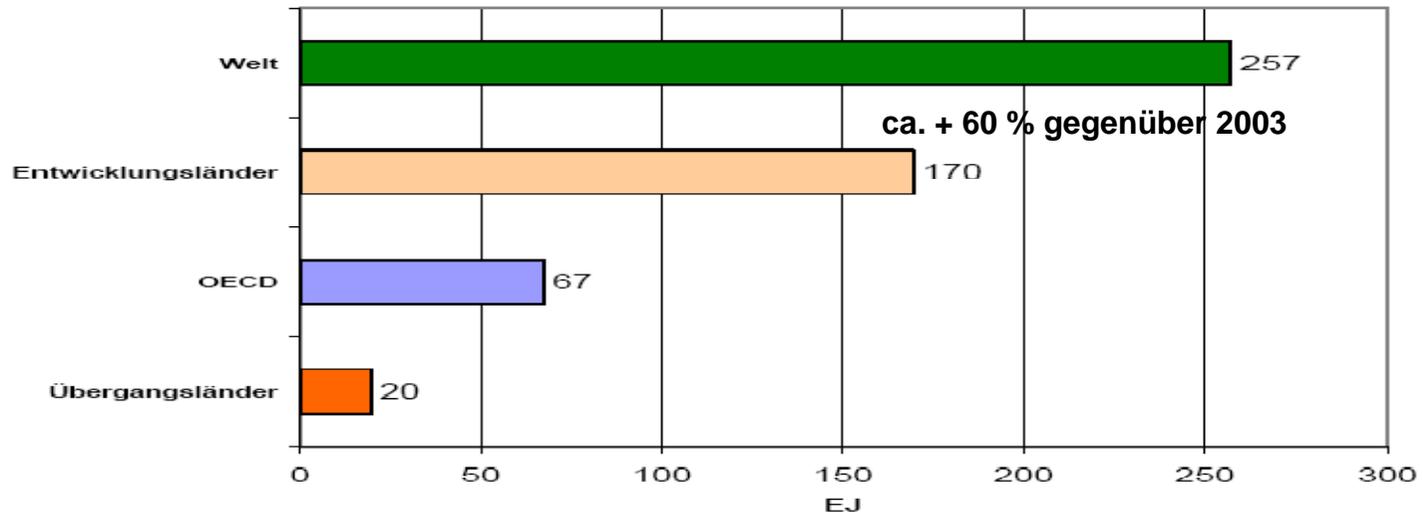
nature & Cool
The Climate Comfort System

2. Neumarkter Nachhaltigkeitskonferenz, 17.07.2009



Primärenergieverbrauch

Abb.1: Zuwachs des weltweiten Primärenergieverbrauchs bis 2030 gegenüber 2002



Quelle: IEA

- Derzeit ca. 10 % des weltweiten Energiebedarf durch Klimatisierung
- ca. 3 Mrd. t (2007) CO₂-Emissionen + 1.8 Mrd. t CO₂ (2030) durch Klimatisierung - 2030 rund 5 Mrd. t CO₂
- Kühlen global und langfristig CO₂-relevanter als Heizen



Rahmenbedingungen Deutschland

- Minus 40 % CO₂ bis 2020 in Deutschland (1990)
- Internes Kyoto-Ziel im Bereich der privaten Haushalte: **120 Mio. t CO₂ bis 2008/2012**
- Weiterer Anstieg der Energiekosten um 30% bis zum Ende des Jahrzehnts
- Umsetzung der EDL-RL (**Endenergieeinsparung von 9% in 9 Jahren**)
- Umsetzung des Aktionsplans der EU-Kommission (Ziel Passivhäuser ab 2015) und der Festlegungen des nationalen Energiegipfels, die Energieproduktivität um 20% bis 2020 zu steigern
- „EnEV 2019“ = Nullgebäude-Energiestandard (Beschluss EU-Parlament)

Erschwerende Randbedingungen:

- **Entwicklung der priv. Haushalte von 38,8 Mio. (2005) auf 40 Mio. (2015)**
- Entwicklung der Gesamt-Wohnfläche von 3,13 Mrd. m² (2005) auf 3,3 Mrd. m² (2015)



Entwicklungen Energieeffizienzstandards

1. 75 % des Gebäudebestandes

40 - 90 kg CO₂ / m² a

130 - 300 Kwh / m² a

Ø 230 Kwh / m² a

13 - 30 l Heizöl / m² a

4-9 to CO₂ p.a. / Haus (120 m² WFL)

Ø 23 l Haus

5. Passivhaus

4,5 kg CO₂ / m² a

15 Kwh / m² a

Jahresheizwärmebedarf

120 Kwh / m² a

Primärenergiebedarf

→ inkl. aller Energieverbraucher

KFW - Programme:

Jahresprimärenergie

< 40 Kwh / m² Nutzfläche

1,5 l Haus

6. Null-Heizenergiehaus

(noch mit Stromnetz-Anschluß)

1,5 - 2 kg CO₂ / m² a

5 Kwh / m² a

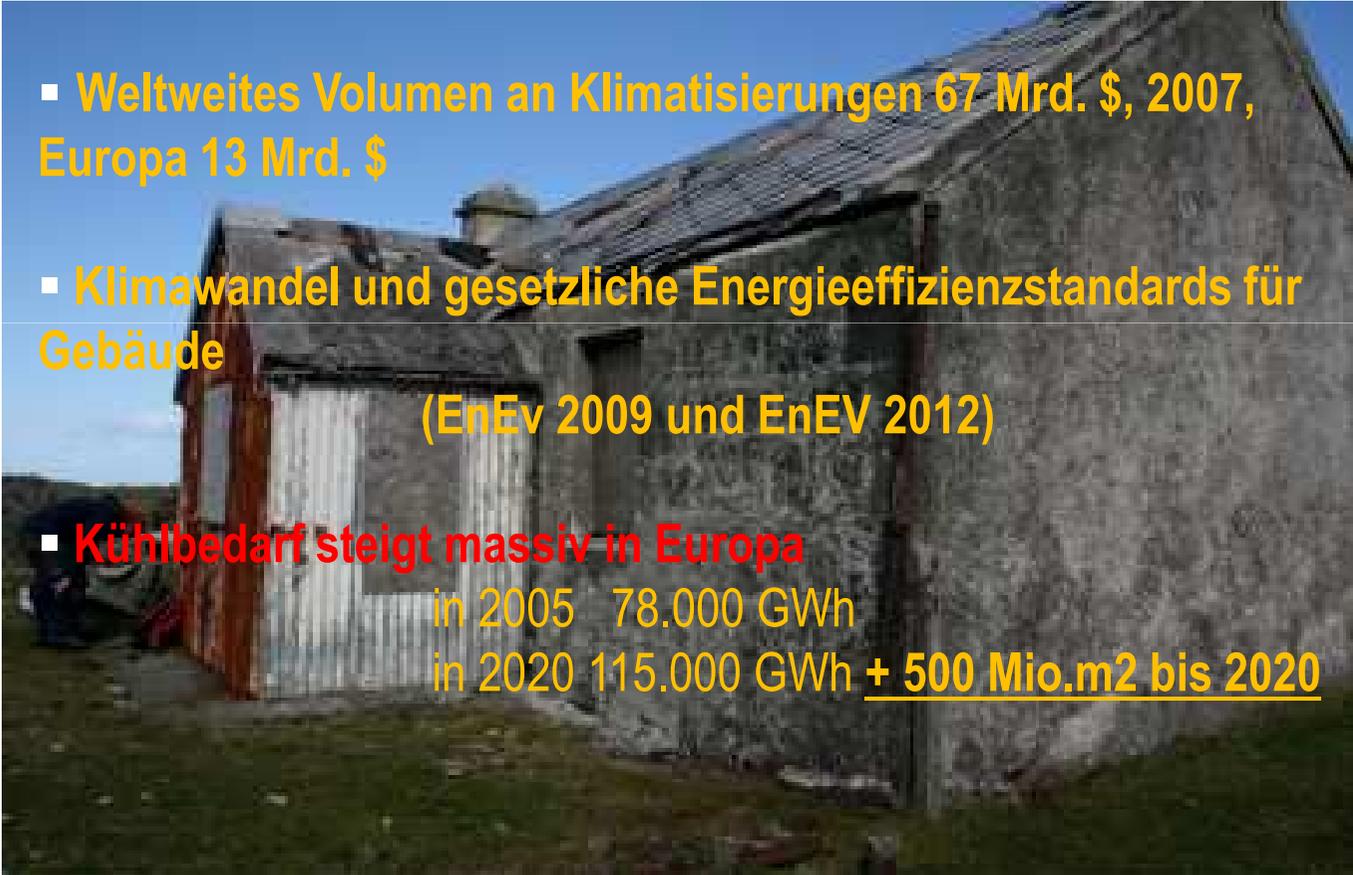
Jahres - Gesamt - Energiebedarf

(inkl. aller Energieverbraucher)

0 - 0,5 l Haus



Problem: Steigender Kühlbedarf

- 
- Weltweites Volumen an Klimatisierungen 67 Mrd. \$, 2007, Europa 13 Mrd. \$
 - Klimawandel und gesetzliche Energieeffizienzstandards für Gebäude
(EnEv 2009 und EnEV 2012)
 - **Kühlbedarf steigt massiv in Europa**
in 2005 78.000 GWh
in 2020 115.000 GWh + 500 Mio.m2 bis 2020

Klimawandel, Kühlen und EnEV

Problem Klimawandel **Reduktion des CO₂ Ausstoßes Kyoto**

Gesunder Klimakomfort trotz Extremwetter / - hitze
niedrige Energiekosten bei Klimaklasse A

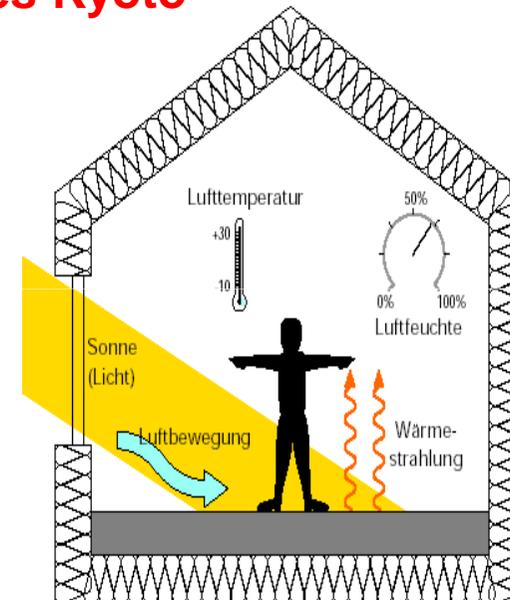
CO₂ Reduktion > 90 %,

(EnEv 2009 und EnEV 2012)

Fugendichtigkeit

gedämmte Gebäudehüllen

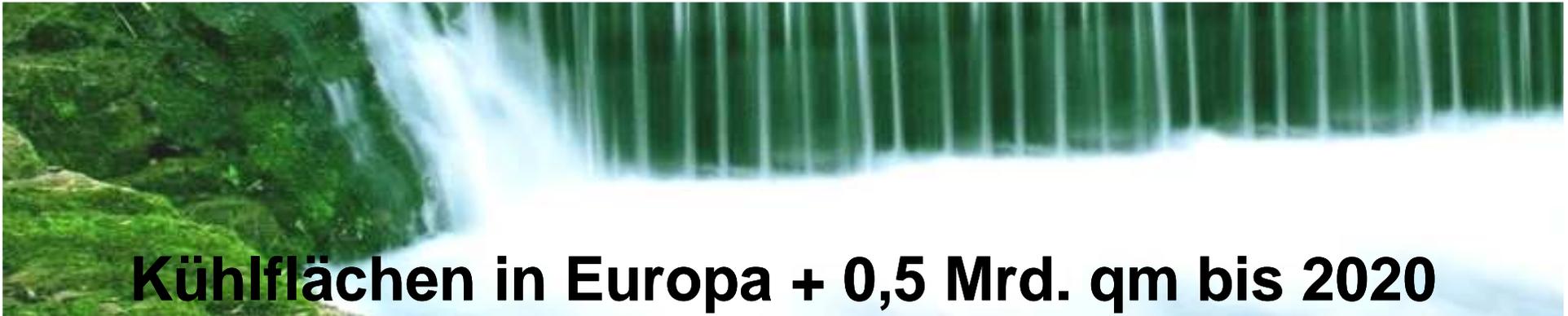
Erhöhung der Kühllasten um Faktor 5 – 7
durch Gebäudeeffizienz



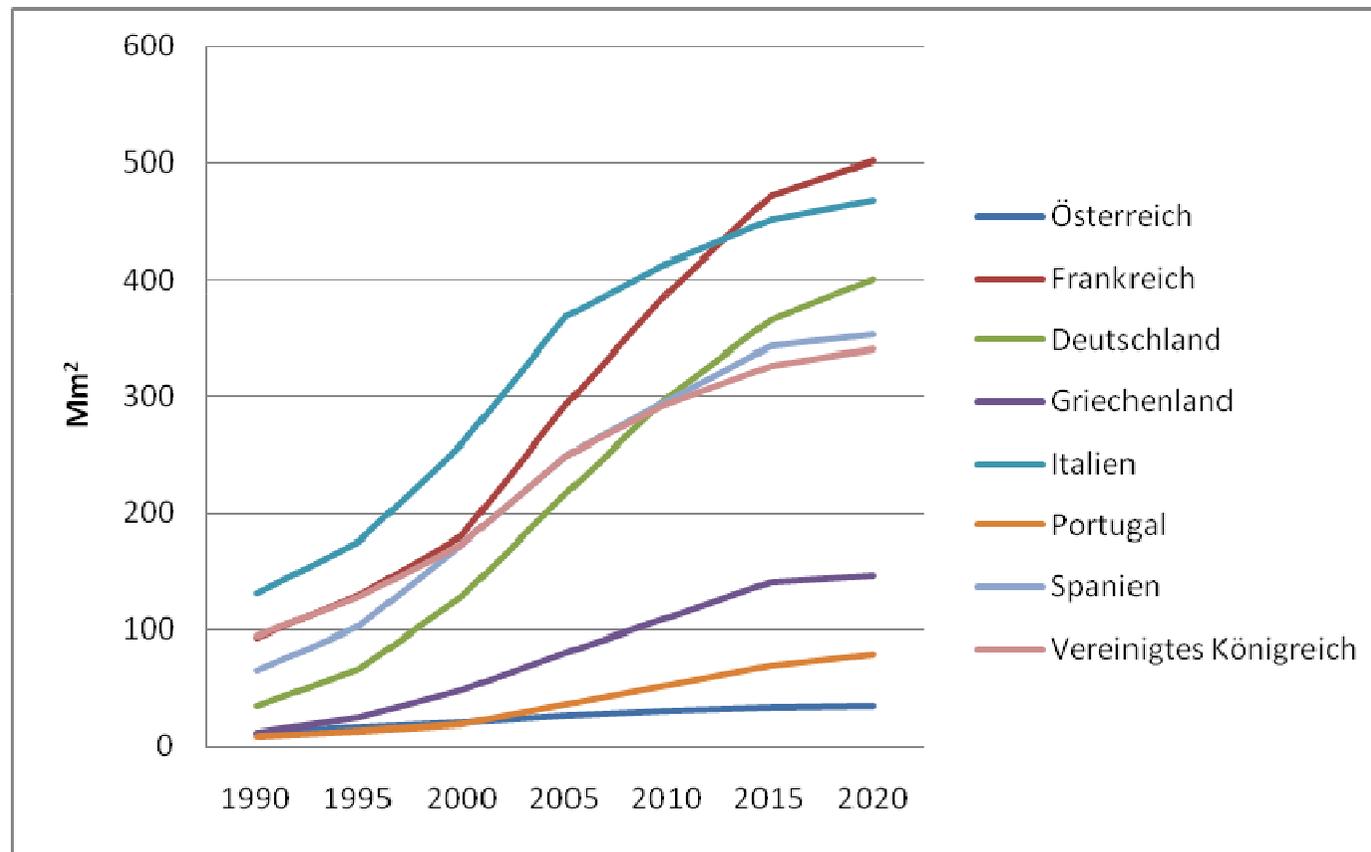
Nachhaltige Lösung Kühlproblematik(Solares Kühlen – Passives Kühlen)



Maximierte Forderung nach passiven Systemen



Kühlflächen in Europa + 0,5 Mrd. qm bis 2020





Kühlrelevante Verordnungen

- **ISO 7730** PMV-Modell.
- **DIN 1946-2** nur für Gebäude mit RLT-Anlagen.
- **ASHRAE 55** für „HVAC Buildings“ und „Natvent Buildings“.
- **ATG-Guideline** für Gebäude mit / ohne Einfluss des Nutzers auf das Raumklima.

- KEINE Komfortkriterien (keine Bereiche, nur Grenzen):
 - ASR 6** Arbeitsstättenrichtlinie zur ArbStättV.
 - VDI 2078** Auslegungstemperatur 22 °C.
 - DIN 4108-2** max. 10% Überschreitungshäufigkeit über 25 / 26 / 27 °C.
 - 26°C-Urteile** OLG Bielefeld 2003, OLG Rostock 2001 oder OLG Hamm 1995.
 - DT=6K** medizinische / physiologische Forderung : $RT_{26}^+ = AT_{32-6}^+$



Bestehende Anlagentechnik

1. Thermisch angetriebene Systeme
(Solarer Betrieb einer Kältemaschine)
2. Kühlsysteme mit Elektroantrieb
3. Grund – und Seewasserkühlung
(Oberflächennahe Grundwassersysteme)

Solares Kühlen

Energieaufwand

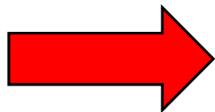
Seewasser stark korrosiv
Progressive Erwärmung des
Grundwassers

Erforderliche Genehmigung

Begrenzter Einsatz

4. Raumlüftung und Kühlleistung

Hoher energetischer Anlagenaufwand bestehender aktiver technischer Systeme



Minimierung der Energieeinträge durch passive Systeme



Vergleich und Bewertung

	Klimaanlagen	Solare Klimatisierung	Nature & Cool
Anlagekosten	+	---	+
Betriebskosten	---	+	+++
Anlagenkomplexität	+	---	+
Energieverbrauch	---	++	+++
Gesundes Raumklima	---	+	+++
CO ₂ -Emission	---	++	+++
Wartungsintensität	+	---	+++
Jahresarbeitszahl (COP)	---	+	+++
Wirtschaftlichkeit	---	--	+++

Systemvergleich (für 150 qm Kühlfläche): Klimaanlage (7 mobile Einheiten), solare Klimatisierung und Klimakomfortsystem (Einfamilienhaus)



Demonstrationsprojekt VARIOTEC



Nature & Cool
The Climate Comfort System



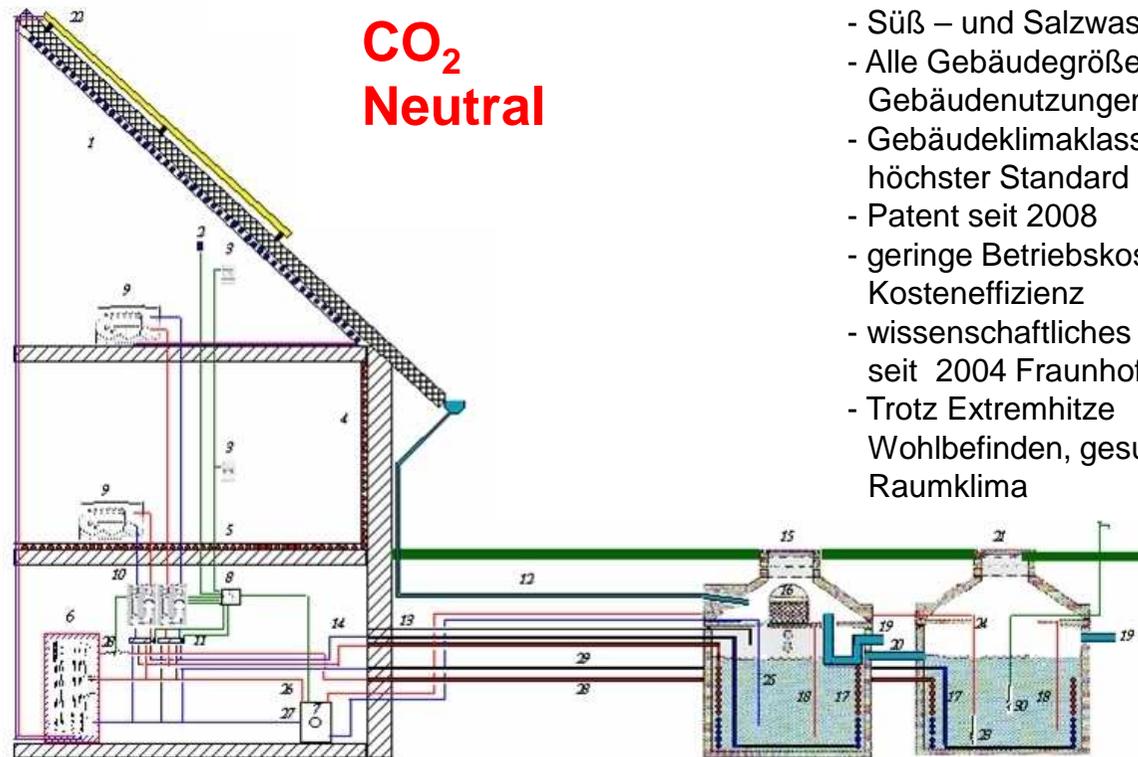
Temperaturübertragungsflächen + Anlagenkomponenten



Nature & Cool
The Climate Comfort System

Martin Forstner
www.natureandcool.com

Anlagenschema und Funktionen



- CO₂ neutrale Anlage
- Genehmigungsfrei
- Keine Grundwassererwärmung
- Süß – und Salzwassertauglich
- Alle Gebäudegrößen – und Gebäudenutzungen möglich
- Gebäudeklimaklasse A höchster Standard
- Patent seit 2008
- geringe Betriebskosten und Kosteneffizienz
- wissenschaftliches Monitoring seit 2004 Fraunhofer ISE
- Trotz Extremhitze Wohlbefinden, gesundes Raumklima



Monitorringergebnisse (ISE)

Datum	Uhrzeit	AT [°C]	Temperatur OG [°C]	Kältezisterne O [°C]	Kältezisterne M [°C]	Kältezisterne U [°C]	Q Kältezisterne [Wh]	Q Wärmezisterne [Wh]
20.06.2007	00:59	15,54	22,66	20,11	20,17	16,34	974	0
20.06.2007	01:59	15,00	22,53	20,13	20,19	16,36	949	0
20.06.2007	02:59	14,42	22,40	20,15	20,22	16,38	929	0
20.06.2007	03:59	13,92	22,29	20,17	20,24	16,40	912	0
20.06.2007	04:59	14,02	22,21	20,20	20,27	16,42	892	0
20.06.2007	05:59	14,97	22,14	20,21	20,28	16,43	870	0
20.06.2007	06:59	16,68	22,11	20,23	20,30	16,45	856	0
20.06.2007	07:59	20,71	22,02	20,25	20,32	16,47	847	0
20.06.2007	08:59	22,86	22,04	20,28	20,35	16,49	838	0
20.06.2007	09:59	25,48	22,11	20,30	20,37	16,51	836	0
20.06.2007	10:59	28,37	22,19	20,32	20,39	16,54	839	0
20.06.2007	11:59	29,80	22,31	20,35	20,41	16,56	843	50
20.06.2007	12:59	30,74	22,41	20,37	20,44	16,59	856	0
20.06.2007	13:59	31,36	22,55	20,39	20,46	16,61	866	0
20.06.2007	14:59	31,15	22,74	20,43	20,49	16,63	875	0
20.06.2007	15:59	31,41	22,99	20,46	20,52	16,66	891	0
20.06.2007	16:59	31,39	23,21	20,49	20,56	16,68	905	0
20.06.2007	17:59	32,50	23,31	20,53	20,59	16,72	928	0
20.06.2007	18:59	26,92	23,30	20,56	20,62	16,74	935	0
20.06.2007	19:59	23,48	23,09	20,59	20,65	16,76	942	0
20.06.2007	20:59	21,67	22,90	20,62	20,69	16,78	934	0
20.06.2007	21:59	20,30	22,94	20,65	20,71	16,79	916	0
20.06.2007	22:59	20,04	22,88	20,67	20,74	16,82	893	0
20.06.2007	23:59	19,42	22,77	20,69	20,77	16,83	899	0
							21425	50



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit !**

**Nature & Cool ist eines der 14 nominierten Teams (von 72) im
Businessplanwettbewerb München – Exzellenzstage
30.Juli 2009**

