

Dipl. Umwelt-Natw. ETH Márton Varga
e7 Energie Markt Analyse GmbH



Architektonische Lösungen zur passiven Kühlung



Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011

Planungsgrundsätze

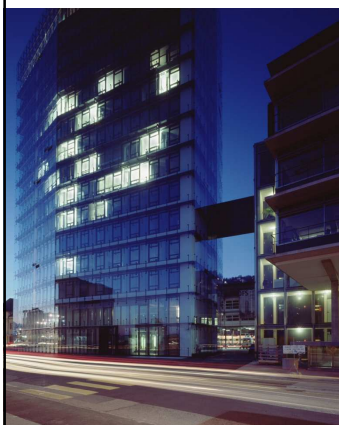


Foto: Ruedi Walti, Basel

- **Gute Komfortbedingungen schaffen mit dem geringst möglichen Energieverbrauch**
- **Zuerst den Kühlbedarf minimieren, und dann effiziente Möglichkeiten suchen, ihn zu decken**
- **Zuerst Möglichkeiten passiver Kühlung ausschöpfen, dann erst Kältemaschinen einsetzen**
- **Optimiertes Gebäudedesign und konsequenter Einsatz passiver Kühlung machen Kältemaschinen in den meisten Fällen überflüssig**



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

2/30

Faktoren, die den Kühlbedarf beeinflussen



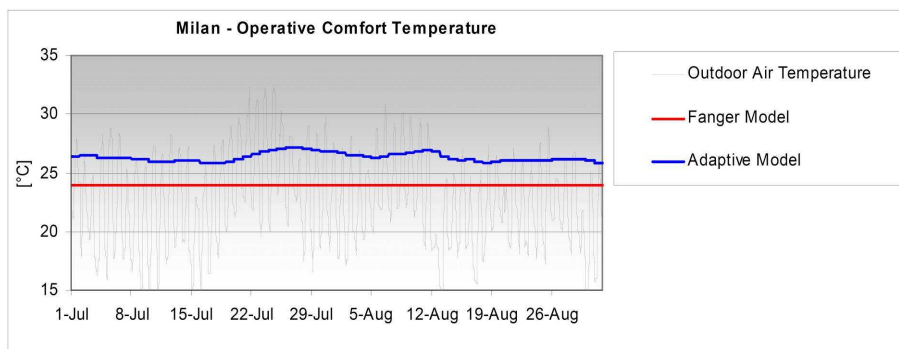
1. **Komforttemperatur**
2. **Möglichkeit individueller Anpassung**
3. **Umgebung des Gebäudes**
4. **Gebäudehülle**
5. **Thermische Speichermasse im Gebäude**
6. **Interne Wärmelasten**
7. **Möglichkeiten passiver Kühlung**
8. **Aktive Kühlung mit erneuerbaren Energiequellen**
9. **Kältemaschinen sinnvoll einsetzen**
10. **Anlagen richtig einstellen, betreiben, warten, Energieverbrauch überwachen**



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

3/30

Wo liegt die Komforttemperatur?



- bis zu 30% Energieeinsparung mit dem adaptiven Komfortmodell



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

4/30

Komfortparameter für thermische Behaglichkeit



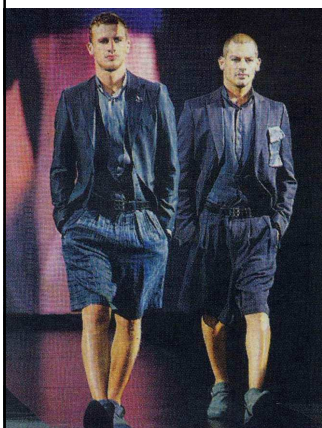
- **Wärmeabgabe eines normal gekleideten Menschen:**
 - Strahlung 46 %
 - Konvektion (Wärmeabgabe an die Luft) 33 %
 - Verdunstung 19 %
 - Atmung 2 %
- **Komfortparameter für thermische Behaglichkeit:**
 - Temperatur der raumabschließenden Flächen
 - Innenlufttemperatur
 - Differenz zwischen Lufttemperatur und der Temperatur raumabschließender Flächen
 - Luftfeuchtigkeit
 - Luftbewegung



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

5/30

Individuelle Anpassung



- **Bekleidungs Vorschriften lockern**
- **Sitzmöbel aus luftdurchlässigen Materialien**
- **Flexible Arbeitszeiten in Hitzeperioden**
- **Ausreichend Wasser trinken**
- **Luftzug durch einen Ventilator**
- **erlauben höhere Innenraumtemperaturen ohne Komfortverlust**



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

6/30



Interne Wärmelasten




- **Interne Wärmelasten machen bis zu 30% des Kühlbedarfs aus,**
- **können aber um bis zu 80% reduziert werden durch:**
 - Energieeffiziente Beleuchtung
 - Tageslichtnutzung
 - Energieeffiziente Bürogeräte, Powermanagement
 - Separation der "Wärmeschleuder"
 - ausreichende Raumhöhe

Foto: Ariane Maeschli, Basel




Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

7/30




Die Umgebung des Gebäudes



- **Naturnahe Begrünung: Verdampfungskühlung reduziert Umgebungstemperatur**
- **Beschattung durch Bäume reduziert Solareintrag**
- **Wasserflächen: Verdampfungskühlung, Wärmespeicherung**
- **Fließendes Wasser, Springbrunnen, Wassertropfen: Erhöhte Kühlwirkung**
- **Schatten-Elemente**
- **Ausrichtung des Gebäudes**
- **Gegenseitige Beschattung bei mehreren Gebäuden**

Quelle: Stiftung Natur und Wirtschaft, www.naturundwirtschaft.ch



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

8/30

Die Gebäudehülle optimieren



Foto: Ruedi Walti, Basel

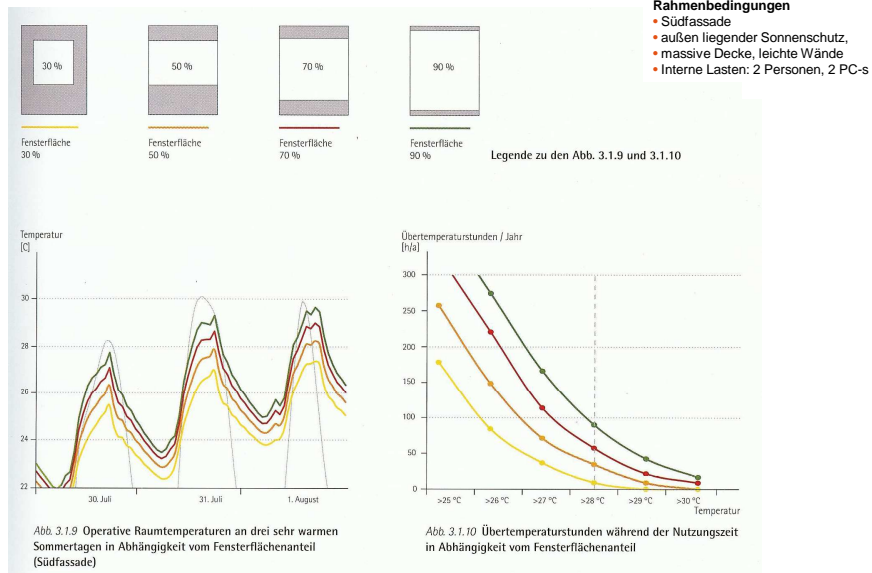
- **Glasflächenanteil**
- **Aussenliegender Sonnenschutz**
 - Innen liegender Blendschutz hat keine Auswirkung auf die sommerliche Überwärmung
 - Ost- und Westfassade: Unbedingt beweglich, automatisch gesteuert
 - Südfassade: Kann auch als feststehende architektonische Elemente ausgeführt sein
- **Dämmung, insbesondere Dachisolierung**
- **Qualität der Verglasung**



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

9/30

Glasflächenanteil

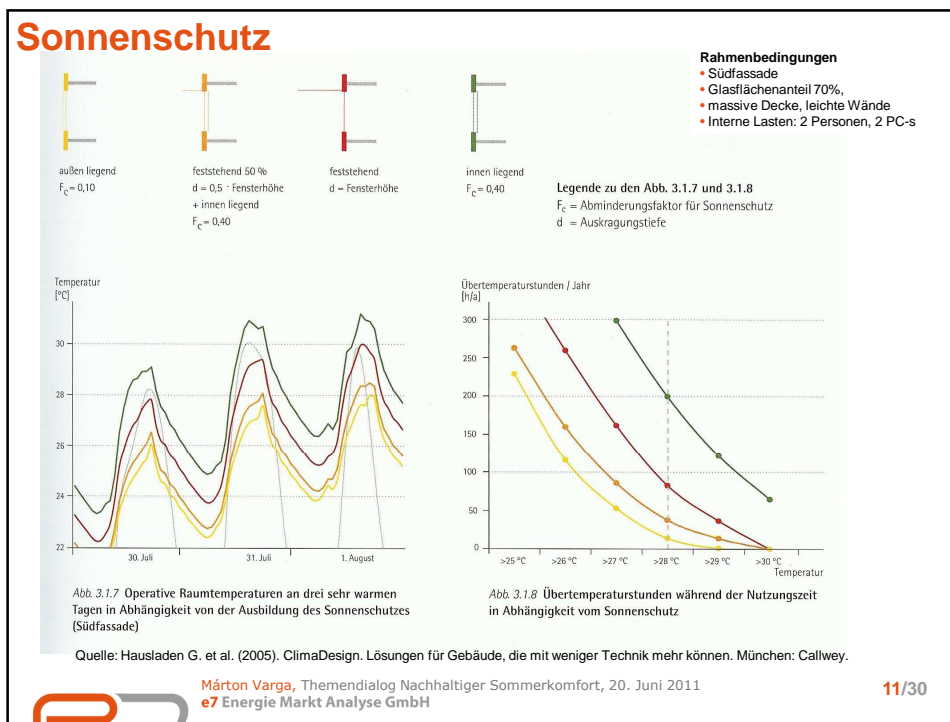


Quelle: Hausladen G. et al. (2005). ClimaDesign. Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können. München: Callwey.



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

10/30



Thermische Speichermasse





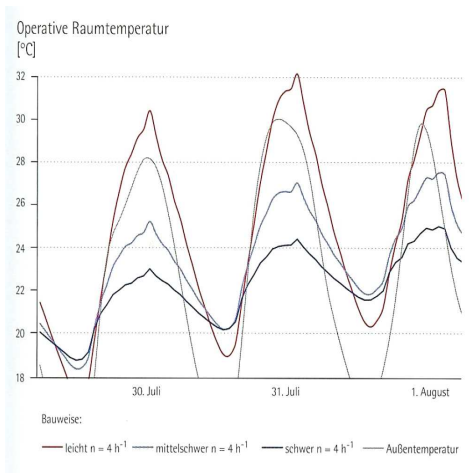
Foto: Márton Varga

- **Wirksame thermische Masse gleicht tägliche Temperaturspitzen aus**
 - Thermische Masse: Ziegel, Stein und Beton in Decken, Böden und Wänden, Wasserbecken, PCM-Materialien
 - Wirksam = Austausch mit der Raumluft
- **Zusätzlich kann thermische Masse aktiviert werden**
 - Bauteilkühlung
 - Durchlüftung innenseitig

Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

12/30

Wirkung von Speichermassen



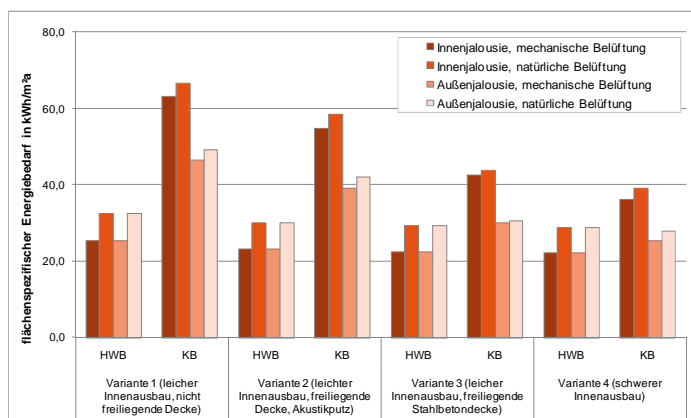
Quelle: Hausladen G. et al. (2005). ClimaDesign. Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können. München: Callwey.



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
 e7 Energie Markt Analyse GmbH

13/30

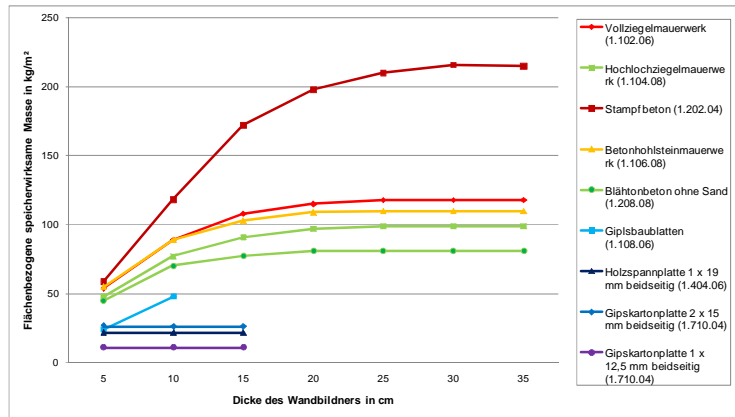
Speichermasse reduziert den Kühlbedarf



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
 e7 Energie Markt Analyse GmbH

14/30

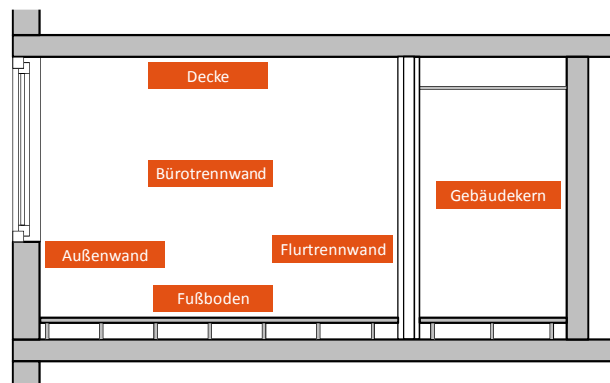
Speicherwirksame Masse unterschiedlicher Baustoffe



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

15/30

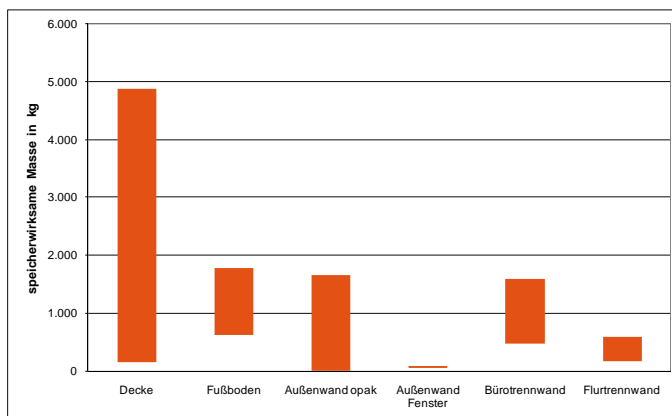
Wo sind die Speichermassen?



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

16/30

Bandbreite der speicherwirksamen Masse von raumabschließenden Flächen eines 1-Personen Zellenbüros



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

17/30

Herausforderungen durch frei liegende Decke



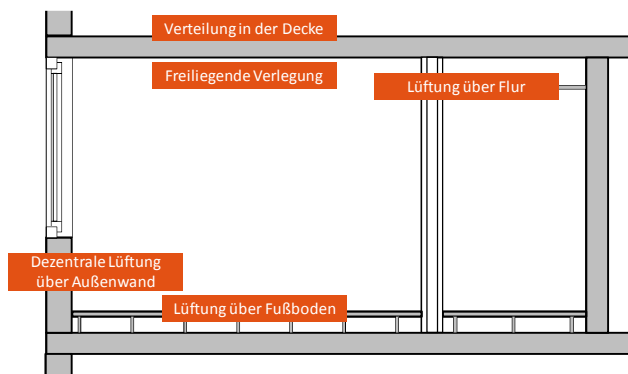
- **Be- und Entlüftung, Heizung und Kühlung:** Verteilungen und Abgabesysteme von Lüftungsanlagen, die in üblichen Bürolösungen in der abgehängten Decke enthalten sind
- **Beleuchtung:** Lage der Leitungen und Montage von Beleuchtungssystemen
- **Sprinkleranlage:** Verlegung der Sprinkleranlage, so dass dafür keine abgehängte Decke erforderlich ist
- **Raumakustik:** Verschlechterung der Raumakustik durch die freiliegende Decke



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

18/30

Be- und Entlüftung: Verlegung bei freier massiver Decke



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

19/30

Heizung und Kühlung bei freier, massiver Decke



- Flächenheizung und -kühlung in der Decke, Fußboden oder Wänden
- Heiz- und Kühlsegel oder Kühlbalken an der Decke, die nur einen geringen Teil der Decke in Anspruch nehmen
- Heizung als Brüstungsgerät (z.B. in Form von Radiatoren)



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

20/30

Beleuchtung bei freier, massiver Decke

- Verlegung der Leitungen für die Beleuchtung in der Decke (Leerverrohrungen);
- Verlegung und Montage sichtbar an der Decke;
- Stehlampen ohne erforderlicher Montage und Leitungsverlegung in der Decke.



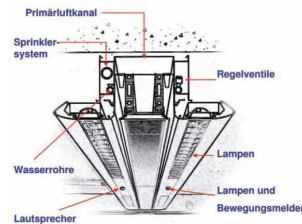
Unterstützende Lösungen für die Raumakustik

- Akustikplatten direkt an die Betondecke angebracht oder einzeln abgehängt
- Frei schwebende Akustik Elemente an der Decke
- Schallabsorbierende Beleuchtungskörper
- Akustikputz
- Akustik-Trennwände, Schallschirme
- Einrichtungsgegenstände mit Akustikplatten
- Textiler Fußbodenbelag
- Professionelle Akustikplanung wichtig!



Lösungen für Sprinkleranlagen

- Sichtbare Verlegung ähnlich wie bei Beleuchtungs- und Haustechniksystemen;
- Verlegung im Doppelboden des darüber liegenden Geschosses mit Leerverrohrung im Deckenaufbau zur Durchquerung der Decke;
- Verlegung im Flur und Integration der Sprinklerdüse in die Flurtrennwand;
- Verlegung über Integration in multifunktionale Kühlbalken.

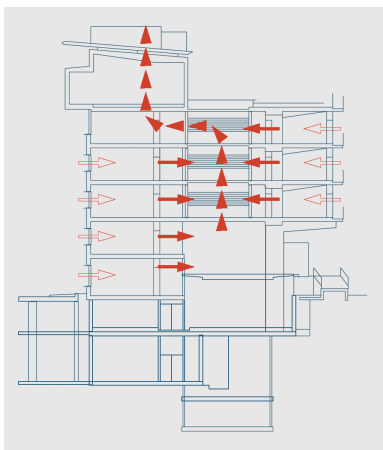


Wärmeabführung aus den Speichermassen

- **Abkühlung der Gebäudemasse durch Nachtlüftung**
 - Freie (natürliche) Nachtlüftung
 - Mechanische Nachtlüftung
- **Bauteilaktivierung**
 - Wassergeführt
 - Luftgeführt



Natürliche Nachtlüftung im Bundesamt für Statistik, Neuchâtel (Schweiz)



- **Neubau 1998, 12000 m²**
- **Natürliche Lüftung**
- **Kühlung durch Nachtlüftung**
- **Verschattung durch Balkone und Jalousien**
- **Hohe thermische Speichermasse**
- **Separate mechanische Kühlung des Rechenzentrums**
- **Solaranlage mit saisonalem Speicher**



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

25/30

Idee aus Pakistan



Foto: bauart Architekten, Bern



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

26/30

Die Lüftungskanäle




Fotos: bauart Architekten, Bern

Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

27/30

Bauteilaktivierung



- **Wasser- oder luftgeführte Rohrleitungen in der statisch neutralen Zone der Betondecke**
- **Große Heizfläche und geringe Temperaturunterschiede zwischen Vorlauf und Rücklauf**
- **Sehr gut zur Nutzung alternativer Energiequellen geeignet**
- **Hohe Behaglichkeit durch gleichmäßige Oberflächentemperaturen**
- **Geringe Investitionskosten**

Bodenbelag

Estrich

Dämmung

Bewehrung

Decke

Bewehrung



Wasser-führende Rohrleitung

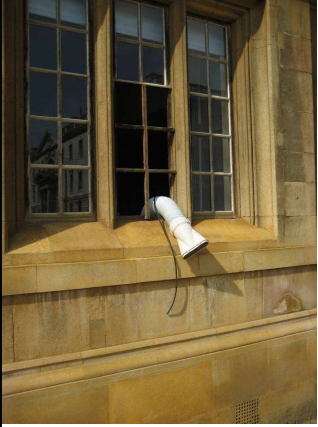


Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

28/30



Betrieb und Wartung



- **Richtig lüften!**
 - Keine offenen Fenster auf der sonnenbeschienenen Fassade
 - Nachtlüftung ermöglichen (Fenster am Abend öffnen bzw. kippen)
 - In oberen Etagen Türe zum Stiegenhaus geschlossen halten
- **Monitoring bei der Inbetriebnahme**
 - Betriebszeiten
 - Energieverbrauch
 - Komfortparameter (Temperatur, Luftqualität usw.)
 - Wichtig zur Einregulierung der Systeme
- **Kontinuierliches Energiemonitoring**
 - Hilft, kleine Griffe mit grossem Einsparpotenzial zu entdecken

Foto: Márton Varga



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

29/30



Kontakt



Márton Varga
e7 Energie Markt Analyse GmbH
Theresianumgasse 7/1/8
1040 Wien

T +43 1 907 80 26 - 52
F +43 1 907 80 26 - 10

marton.varga@e-sieben.at
www.e-sieben.at



Márton Varga, Themendialog Nachhaltiger Sommerkomfort, 20. Juni 2011
e7 Energie Markt Analyse GmbH

30/30