BETONSUISSE

5. Schweizer Betonforum

Architektur- und Energiekonzepte mit Beton

Fachtagung für Architekten, Ingenieure und die Bauwirtschaft

2. Mai 2011, ETH Zürich, Zentrum

Foto: Frank Kaltenbach

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

DARCH gta
Institut für Geschichte und Theorie der Architektur
Departement Architektur, ETH Zürich

Inhalt

Vorwort 5

Roche Diagnostics Administrationsgebäude Bau 5, Rotkreuz
Andreas Hell
Dipl.-Ing. Architekt TU, Burkhardt+Partner, Architekten und Generalplaner, Basel 7

BOB – Balanced Office Building
Dr. Bernhard Frohn
Dr.-Ing., VIKA Ingenieur GmbH, Aachen 19

Beton für ZeroEmission Architecture?
Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut
Professur für Gebäudetechnik ETH Zürich, Amstein+Walthert AG, Zürich 31

Das Betontragwerk als Form- und Raumgestalter
Prof. Astrid Staufer
EPF Lausanne, Staufer & Hasler Architekten AG, Frauenfeld 49

Beton in Verbindung mit Innenraumkomfort und Gebäudetechnik
Markus Koschenz
Dipl. HLK-Ing. FH, Dipl. Wirtschaftsing. FH, Reuss Engineering AG, Gisikon 61

Energieeffizienz und Emissionsreduktion
Adrian Altenburger
Dipl. HLK-Ing. HTL, MAS Arch. ETH, Amstein+Walthert AG, Zürich 71

Vorwort

Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch über den Baustoff Beton stehen im Mittelpunkt des jährlichen Schweizer Betonforums. Dieses Jahr richten wir den Fokus auf das Thema «Architektur- und Energiekonzepte mit Beton».

Der Gebäudebereich gehört zu den grössten Energieverbrauchern und CO_2-Emittenten Europas. Um die Forschung und Entwicklung zum Thema «Thermische Bauteilaktivierung» voranzutreiben, wurde im Jahr 2010 in Österreich, in Deutschland und in der Schweiz der Innovationspreis «Energiespeicher Beton» ausgeschrieben. Am Betonforum werden drei ausgezeichnete Objekte – zwei Gewinner, ein Nominee – vorgestellt. Dabei wird aufgezeigt, wie das Konzept «Energiespeicher Beton» funktioniert: Je nach Bedarf können in den Betonbauteilen der Gebäudestruktur Wärme (Winter) oder Kälte (Sommer) gespeichert werden. Massive Bauwerke können so mit geringen Energiemengen und damit mit geringen Kosten umweltfreundlich beheizt wie auch gekühlt werden.

Das Forum will darüber hinaus aufzeigen, wie die energetisch benötigten Komponenten – beispielsweise Betonspeicher, Erdspeicher, Hybridkollektoren – in einem Gesamtsystem zusammenwirken und dabei im architektonischen Konzept ihren Platz finden.

Zusätzlich sollen Aspekte der modernen Gebäudetechnik in konkrete Beziehung zum Innenraumkomfort gesetzt werden.

Einige Professoren des Departementes Architektur der ETH Zürich fordern eine Abkehr von den strengen Minergie-Dämmvorschriften. Ihre «Zero-Emmissions Architecture» fokussiert stattdessen auf die CO_2-Reduktion (Paradigmenwechsel vom Energiesparen zur Emissionsfreiheit). Diese Ausgangslage bietet Gewähr für eine interessante und angeregte Podiumsdiskussion.

Den Autoren danken wir für ihre wertvolle Arbeit. Mit ihrer Bereitschaft, am diesjährigen Betonforum ihre Erfahrungen mit ausgeführten Objekten zu veranschaulichen, tragen sie dazu bei, den Wissenstransfer in die Praxis zu unterstützen. Wir hoffen, mit dem 5. Schweizer Betonforum einen Beitrag zur Umsetzung zukünftiger Energiekonzepte in Bauten mit Beton leisten zu können.

Prof. Dr. Joseph Schwartz, Tagungsleiter
Jörg Berli, Geschäftsführer BETONSUISSE

Zürich, im Mai 2011

Roche Diagnostics Administrationsgebäude Bau 5, Rotkreuz

Andreas Hell
Dipl.-Ing. Architekt TU
Burckhardt+Partner, Architekten und Generalplaner, Basel

Lebenslauf

Andreas Hell, Dipl.-Ing. Architekt TU
Burckhardt+Partner, Architekten und Generalplaner, Basel

1960	geboren in München
1982 – 1989	Architekturstudium TU Berlin, Diplom 1989
1989 – 1992	Mitarbeit bei HWP Architekten, Berlin
1992 – 1997	Associate bei Foster+Partners, London/Berlin
1997 – 2003	Managing Architect bei Murphy/Jahn, Chicago/Berlin
seit 2006	Assoziierter Mitarbeiter bei Burckhardt+Partner, Basel

Beteiligung bei realisierten Bauten

1992 – 1997	Umbau des Reichstagsgebäudes zum Sitz des Deutschen Bundestages, Berlin Projektleitung technische Koordination Foster+Partners
1997 – 2000	Sony Center, Berlin stv. Projektleitung Murphy/Jahn
2000 – 2003	PostTower, Bonn Projektleitung Murphy/Jahn
2008 – 2011	Administrationsgebäude Roche Diagnostics, Rotkreuz Projektleitung Burckhardt+Partner

Roche Diagnostics Administrationsgebäude Bau 5, Rotkreuz

Andreas Hell

Das Administrationsgebäude der Roche Diagnostics in Rotkreuz vereinigt unterschiedliche neue Technologien mit einem klaren architektonischen Ausdruck. Das Innere des Baukörpers wird geprägt durch das Wechselspiel von kargen Sichtbetonflächen, warmen Holzoberflächen und der Präzision der Gebäudehülle aus einer Aluminiumelementfassade.

Die Kerne sind in mit Pigmenten aufgehelltem Sichtbeton in Kletterschalung ausgeführt. Durch die geringfügig rauhe Schaltafel werden störende Farbunterschiede und Unebenheiten vermieden.

Je nach Tageslicht und Blickwinkel lässt die Fassade die über vier Geschosse spannende Tragstruktur aus Betonfertigteilstützen deutlich hervortreten. Die einzelnen Rauten setzen sich aus einer Kombination aus A- und V-Stützen zusammen. Sie sind sämtlich aus Weisszement mit einem hohen Bewehrungsanteil gefertigt. Durch die Verwedung einer liegenden Stahlschalung konnten die Unregelmässigkeiten minimiert werden.

Weitgehend unsichtbar bleibt die Haustechnik, die durch die Kombination von natürlicher Lüftung überdezentrale Fassadenlüftungsgeräte und der Nutzung von interner Abwärme durch Wärmepumpen mit nur geringer Zuführung äusserer Energie auskommt.

Bei der Umsetzung des nachhaltigen Energiekonzepts spielen die Betondecken und Betonkerne eine grosse Rolle. Die Decken sind über TABS aktiv, die Kerne als Speichermasse passiv in das Energiekonzept eingebunden. Zusätzlich zum Einbau der TABS wurde ein vom Fraunhofer Institut, Stuttgart, entwickeltes, in die Decke eingelegtes Absorberstreifensystem erstmals eingesetzt. Dadurch wird eine Kombination von thermoaktiver und schallabsorbierender Decke erreicht.

Roche Diagnostics
Administrationsgebäude Bau 5
Rotkreuz, Schweiz

BETONSUISSE
5. Betonforum, ETH Zürich
02.05.2011

Referent:
Andreas Hell
Dipl.Ing. Architekt TU
Assozilierter Mitarbeiter
Burckhardt+Partner AG
Architekten und Generalplaner Basel

burckhardtpartner

Administrationsgebäude Bau 5 Roche Diagnostics AG, Rotkreuz, Schweiz

burckhardtpartner

Umgebung Roche-Areal Rotkreuz

burckhardtpartner

Eckdaten

- 16 + 1 Geschosse oberirdisch, Höhe: 67.37 m
- 2 Geschosse unterirdisch, Tiefe: - 8.46 m
- BGF total: 17'236 m²
- HNF Geschoss: 667 m² / 49 AP = 13.61 m² / AP
- rund 625 Arbeitsplätze
- Primärenergieverbrauch nach thermodynamischer Simulation: 82 kWh/m²*a

burckhardtpartner

Notizen

Kriterien der Nachhaltigkeit von Bürogebäuden

harte Faktoren

- Optimierung der statischen Konstruktion
- intelligente Gebäudehülle
- geringer Energieverbrauch durch gesamtheitliches Energiekonzept
- natürliche Lüftung
- niedrige Betriebskosten

weiche Faktoren

- behagliches Raumklima durch Speichermassen
- Raumakustik im Grossraum

burckhardtpartner

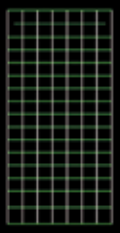
Statisches System

Netzstruktur / Rautenstruktur, Rauten 4-geschossig, h = 14.50 m, b = 5.40 m

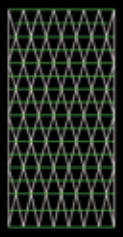
burckhardtpartner

Statisches System

Konzepte Tragstruktur



Variante 1
Aussteifung über Kernwände, Fassadenstützen vertikal



Variante 2
Aussteifung über Kombination aus Kernwänden und Fassadenstützen diagonal
Lastverteilung Kern/Fassade 60%/40%

Kernwanddicken
d = 60 - 80 cm

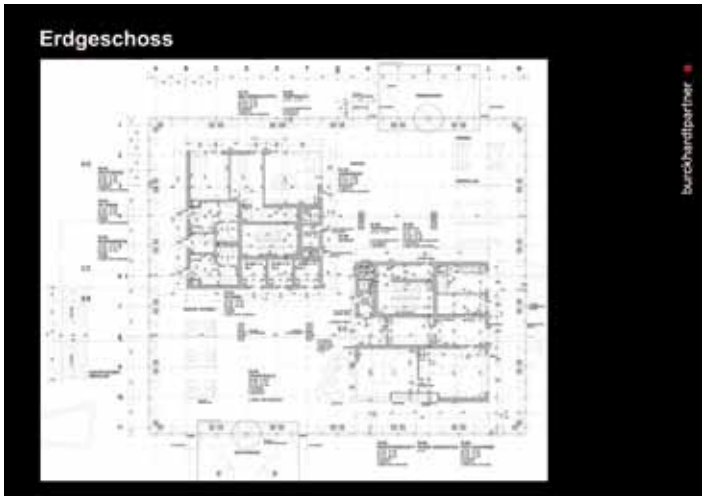
Kernwanddicken
d = 25 - 30 cm
Fassadenstützen
d = 40 cm

burckhardtpartner

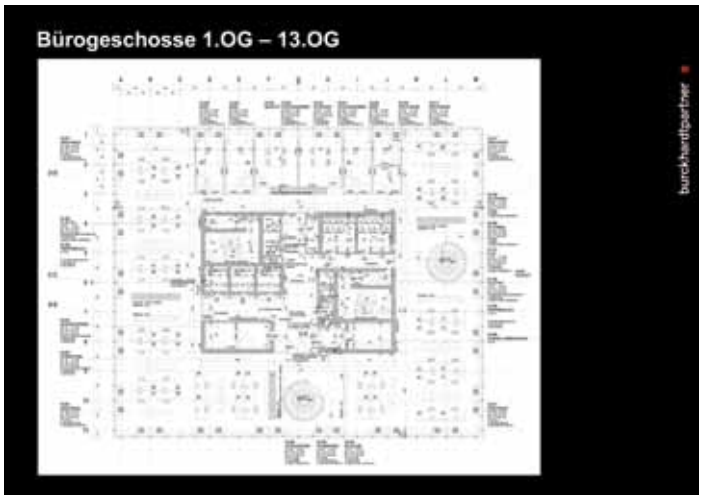
Statisches System

Fertigteilstützen

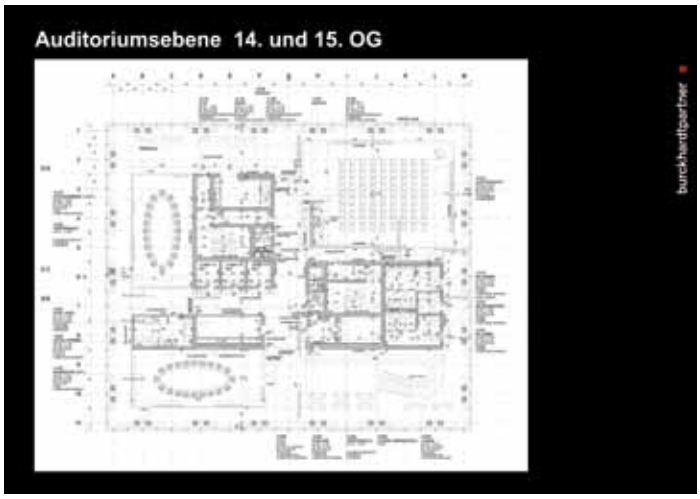
burckhardtpartner

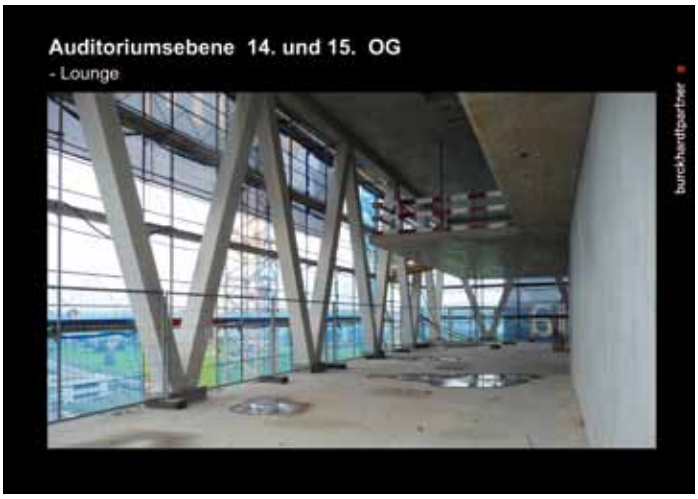

Erdgeschoss
burckhardtpartner

Natürliche Materialien
- Stein: Kernwände in Sichtbeton
burckhardtpartner


Bürogeschosse 1.OG – 13.OG
burckhardtpartner

Natürliche Materialien
- Stein: Kernwände in Sichtbeton
burckhardtpartner


Auditoriumsebene 14. und 15. OG
burckhardtpartner


Auditoriumsebene 14. und 15. OG
- Lounge
burckhardtpartner

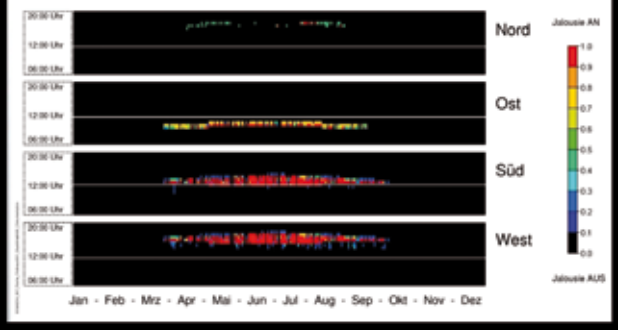
Intelligente Gebäudehülle
als Ganzglasfassade
- Elementfassade mit konditioniertem Zwischenraum („CCF")
- Aussenseite: 1-fach, Innenseite: 3-fach Isolierverglasung
- Wärmedurchgang / Ucw = 0.84 W/m²*K
- Energiedurchlass / g – Wert = 45%
- transparenter Sonnenschutz mit 10% Lochanteil
- Energiedurchlass / g – Wert = 11%
- Integration in MSR
burckhardtpartner

Transparenz
- 2 x Low-E Soft Coating (Interpane)
- Keine Sonnenschutz-beschichtung
burckhardtpartner

Sonnenschutzsteuerung

> **Betriebszeit der Jalousie im Jahresverlauf (Verglasung 3 plus 1)**

> Jalousie bei Blendung bzw. ab 80 W/m² max. zulässiger Raumkühllast geschlossen



burckhardtpartner

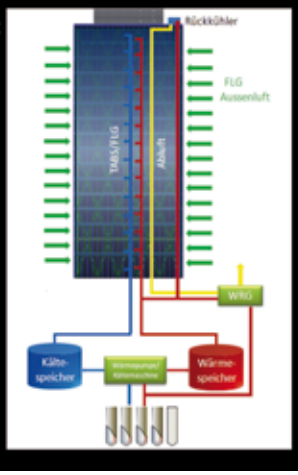
Gesamtheitliches Energiekonzept

- Wärmepumpe / Kältemaschine
- Natürliche Lüftung über Fassaden-lüftungsgeräte
- Energiebezug aus Erdsonden
- Nutzung der Abwärme durch WRG

- **Winterfall:**
- Wärmebedarf: 10 W/m²

- Bei Nutzung: Bezug 100% aus Abwärme
- Ohne Nutzung: Bezug 100% aus Erd-sonden

- Bereitstellung über TABS, durchgehend temperiert auf 20 Grad
- Frischluft über Fassadenlüftungsgeräte, über Konvektor auf 20 Grad temperiert
- integrale Steuerung durch MSR



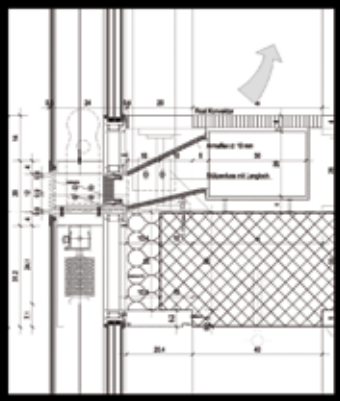
burckhardtpartner

Gesamtheitliches Energiekonzept

- **Sommerfall:**
- Kühlbedarf max. 85 W/m²

- **Bei Nutzung:**
- TABS 40%
- Fassadenlüftungsgeräte 60% Frischluft über Konvektor gekühlt
- Free Cooling in Übergangszeit (6 Monate)
- integrale Steuerung durch MSR
- Sonnenschutzsteuerung in MSR integriert

- **Ohne Nutzung:**
- TABS 100% (35 W/m²)
- Sonnenschutz gesteuert auf 35 W/m²



burckhardtpartner

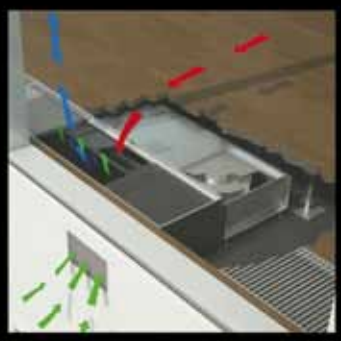
Gesamtheitliches Energiekonzept

Primärenergiebedarf pro Jahr und m²: 82 kWh

zum Vergleich:

- Zielwert Roche: 100kWh/m²*a
- durchschnittlicher Primär-energiebedarf Neubauten Roche 2006: 140 - 160 kWh/m²*a
- 90er Jahre: bis zu 500 kWh/m²*a

Primärenergiebedarf = tatsächlich anfallender Bedarf (Kostenträger) d.h. ohne WRG, Free Cooling etc.



burckhardtpartner

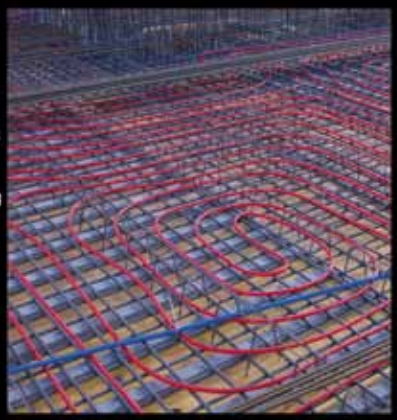
Weiche Faktoren

- Behagliches Raumklima durch Speichermassen in Sichtbetonkernen und Decken

burckhardtpartner

Behagliches Raumklima

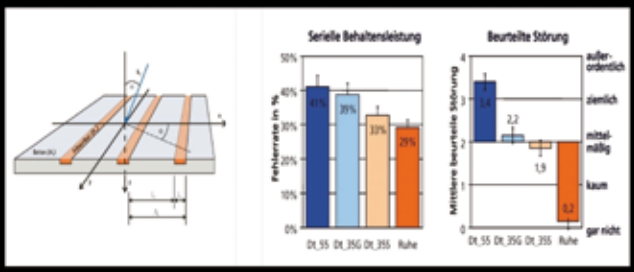
- Betonkernaktivierung in den Decken
- gleichmässige Temperierung unabhängig von Nutzungs-zeiten
- Vermeidung von Überhitzung durch Wärmelastspitzen



burckhardtpartner

Raumakustik

Studie Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart
Testaufbau im InHaus, Duisburg



Absorberstreifen in Betondecke Abhängigkeit Schallpegel / Sprachverständlichkeit

burckhardtpartner

Raumakustik

Absorberstreifen - Glasschaum in Faserzementschale - eingelegt in Betondecke
b = 50 mm, h = 35 mm, Achsabstand periodisch 270 mm
3-lagiger Akustikdeckputz, d = 5 mm

burckhardtpartner

BOB – Balanced Office Building

Dr. Bernhard Frohn
Dr.-Ing.
VIKA Ingenieur GmbH, Aachen

Lebenslauf

Dr. Bernhard Frohn, Dr.-Ing., VIKA Ingenieur GmbH, Aachen

1963 geboren in Aachen

Qualifikation	Maschinenbauingenieur/ Energietechnik
Diplom	Maschinenbau/Energietechnik RWTH Aachen
Promotion	Thema Photovoltaik RWTH Aachen

Berufslaufbahn

1989 – 1993	wissenschaftlicher Mitarbeiter RWTH Aachen
1994 – 1996	selbständig: Ingenieurbüro für Energietechnik
seit 1997	Geschäftsführer VIKA Ingenieurgesellschaft mbH
seit 2003	Geschäftsführer Balanced Office Building GmbH

Funktionen

seit 2009	Arbeitskreisleiter VBI/BDU zum Thema Interdisziplinäre Beratung
seit 2007	Vorstand Energy Hills e.V., Internationales Energienetzwerk

Referate

Diverse Vorträge und Seminare u.a. für Energieagentur NRW, VDI Bildungswerk, Technische Akademie Wuppertal, Architektenkammer NRW, Architektenkammer Hessen, Zentrum für Umwelt und Energie Oberhausen, kommunale Studieninstitute, RWTH Aachen, FH Aachen, FH Köln, Centrum duurzaam bouwen Heerlen NL, Centrum duurzaam bouwen Heusden Zolder B, chambre de metiers Luxembourg

Spezialgebiete

Energie- und Ressourceneffizienz im Immobilienbereich:
- Nachhaltiges Bauen
- Integrale Gebäudekonzepte
- Lebenszykluskostenanalysen
- Natürliche Klimatisierung
- Energieberatung

Veröffentlichungen

- Natürliche Klimatisierung; Ranft, Frohn; Birkhäuser Verlag 2004; ISBN 3-7643-6939-6
- Energie- und kosteneffizient Lüften und Klimatisieren, Energieagentur NRW 2003
- Leitfaden zur Projektabwicklungsform Contracting, Ministerium Verkehr, Energie und Landesplanung NRW 2002
- Der Landwirt als Energiewirt, Energieagentur NRW, 2002

BOB – Balanced Office Building

Dr. Bernhard Frohn

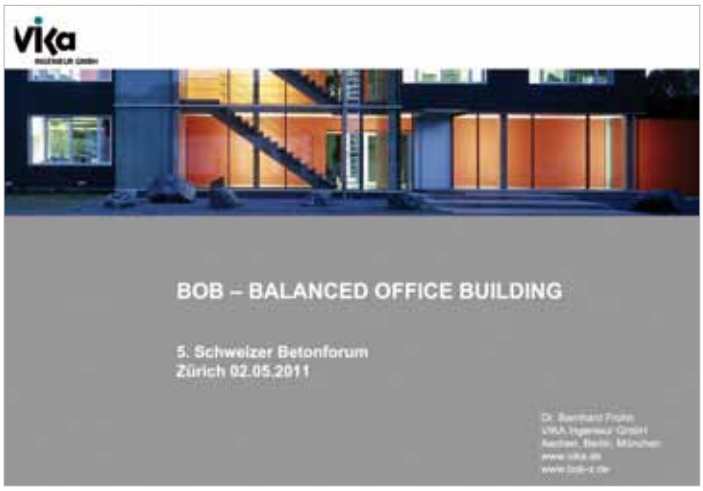
Energie ist eine Schlüsselgröße unseres Lebens und unseres Wirtschaftens. Durch die Entdeckung von Energieträgern mit hoher Energiedichte, wie Öl, Erdgas oder Kohle war und ist es uns möglich, unser Leben mit zahlreichen Annehmlichkeiten zu bereichern. Nun ist absehbar, dass diese Ressourcen knapp und deshalb teuer werden.

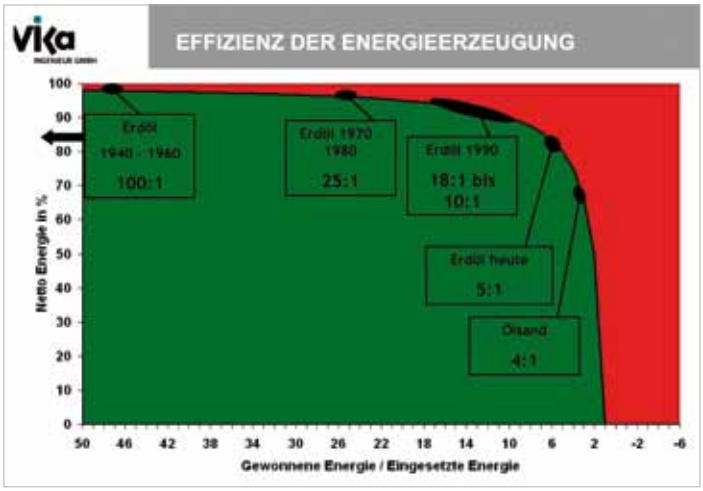
Die regenerativen Energieträger, die sich hier als langfristige – heute würde man sagen nachhaltige – Lösung anbieten, sollen und müssen das fossile Zeitalter ablösen. Dies ist eine wünschenswerte Vision, die jedoch nicht preiswert werden wird. Um Energie zu ernten, muss Energie investiert werden. Während Erdöl mit sehr geringem Energieaufwand gefördert und aufbereitet wird, ist bei den regenerativen Energieträgern zirka 10 – 20 Mal mehr Energie notwendig, um dieselbe Energiemenge zu produzieren. Genau dies wird den Preis der zukünftigen Energieerzeugung maßgeblich bestimmen.

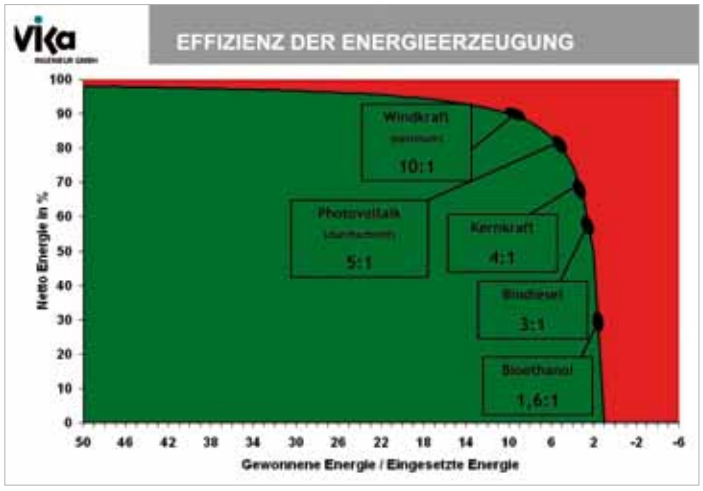
Gebäude müssen daher so energieeffizient wie irgend möglich konzipiert werden. Erst dann, wenn alle Maßnahmen ausgeschöpft sind, wird der geringe Restenergiebedarf durch regenerative Energieträger gedeckt. Nun könnte man meinen, dass dieses Vorgehen selbstverständlich ist. Der Autor des Vortrags weiß jedoch aus zahlreichen nachgemessenen Projekten, dass dies bei weitem nicht so ist. Sowieso ist es eine überraschende Tatsache, dass beinahe jeder PKW über einen intelligenten Bordcomputer verfügt, während das Standardgebäude Beleuchtungsstrom von Allgemeinstrom nicht unterscheiden kann; von anderen Energieformen ganz zu schweigen.

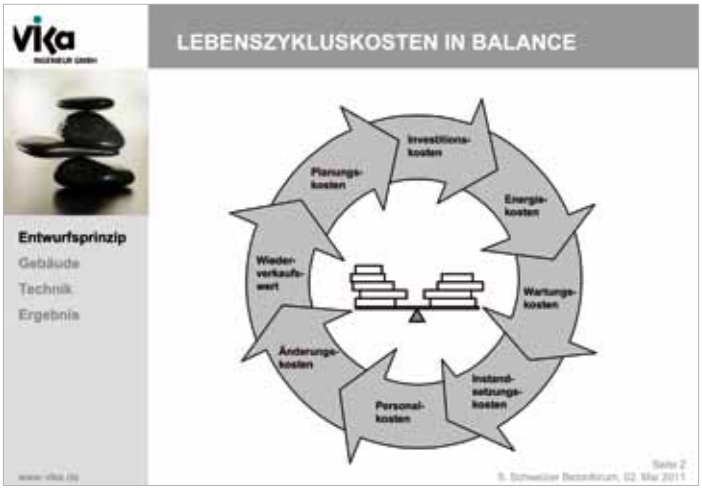
Das Balanced Office Building, kurz BOB genannt, ist aufgrund dieser Philosophie eines der energieeffizientesten Bürogebäude Deutschlands. Dies wurde in einem offiziellen Messprogramm des deutschen Bundeswirtschaftsministeriums nachgewiesen. BOB nutzt den Beton als Speichermasse durch den Einbau einer Betonkerntemperierung. Dies führt zum einen zu hoher Behaglichkeit, da der Einsatz von Speichermasse ein bauphysikalisches Konzept bedingt, das ein dynamisches Gebäudeverhalten vermeidet. Zum anderen bietet die Speichermasse die Möglichkeit, die Energielieferung von der Energienutzung zu entkoppeln. So kann BOB dann gekühlt oder geheizt werden, wenn gerade regenerative Energie aus Photovoltaik oder Windenergie angeboten wird. Die Zukunft der Nutzung von regenerativen Energieträgern wird maßgeblich von Speichersystemen entschieden werden.

BOB wurde zum Produkt weiterentwickelt und wird jetzt an verschiedenen Standorten mit Festpreisgarantie, Bauzeitgarantie und Energiegarantie angeboten. Dabei werden die ersten drei Jahre Energiekosten vollständig durch die Entwickler übernommen. Da BOB konsequent anhand von Lebenszykluskosten optimiert wurde, sind auch alle weiteren Folgekosten minimiert.

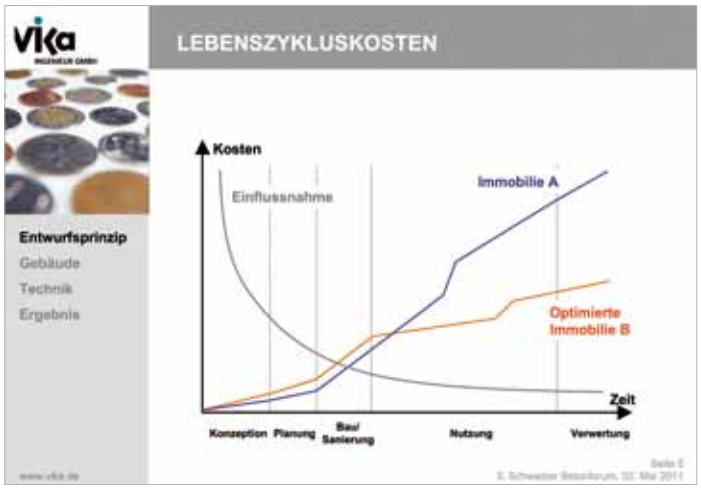

BOB – BALANCED OFFICE BUILDING
5. Schweizer Betonforum
Zürich 02.05.2011


EFFIZIENZ DER ENERGIEERZEUGUNG
Netto Energie in %
Erdöl 1940 - 1960 100:1
Erdöl 1970 1980 25:1
Erdöl 1990 18:1 bis 10:1
Erdöl heute 5:1
Ölsand 4:1
Gewonnene Energie / Eingesetzte Energie


EFFIZIENZ DER ENERGIEERZEUGUNG
Netto Energie in %
Windkraft 10:1
Photovoltaik 5:1
Kernkraft 4:1
Biodiesel 3:1
Bioethanol 1,6:1
Gewonnene Energie / Eingesetzte Energie

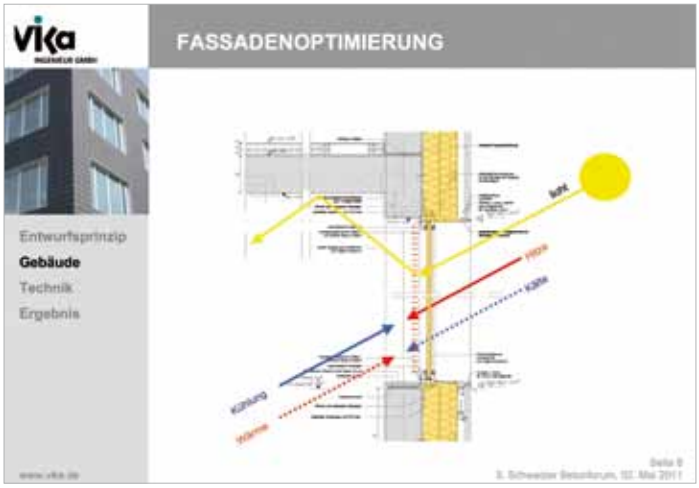

LEBENSZYKLUSKOSTEN IN BALANCE
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
Investitionskosten
Energiekosten
Wartungskosten
Instandsetzungskosten
Personalkosten
Änderungskosten
Wiederverkaufswert
Planungskosten

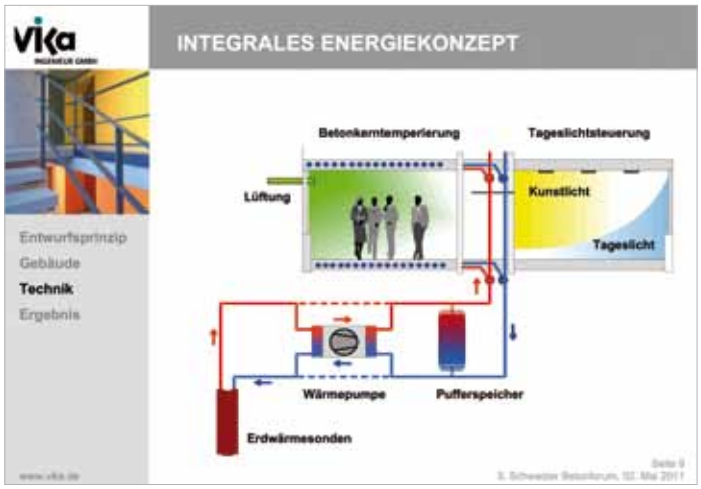
Notizen


LEBENSZYKLUSKOSTEN
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
Kosten
Einflussnahme
Immobilie A
Optimierte Immobilie B
Zeit
Konzeption
Planung
Bau/ Sanierung
Nutzung
Verwertung

GRUNDRISS
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
kompakte Grundform
vertikale Erschließung
öffentliche Erschließung
Technikverteilung
Nutzungsspektrum

FLEXIBILITÄT
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis


FASSADENOPTIMIERUNG
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis

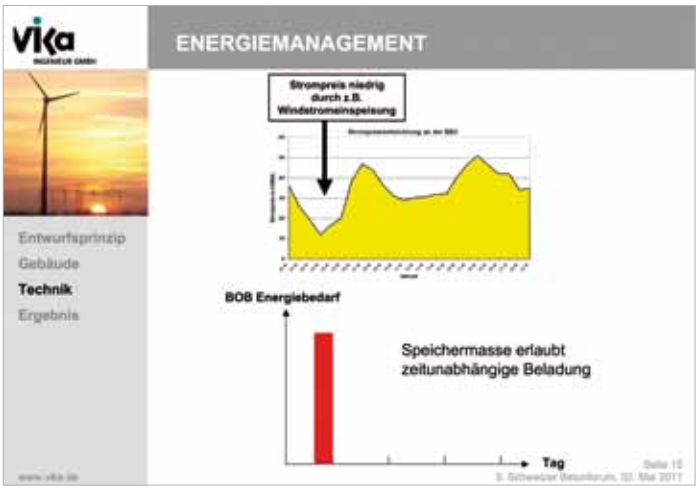

INTEGRALES ENERGIEKONZEPT
Betonkerntemperierung
Tageslichtsteuerung
Lüftung
Kunstlicht
Tageslicht
Wärmepumpe
Pufferspeicher
Erdwärmesonden
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis

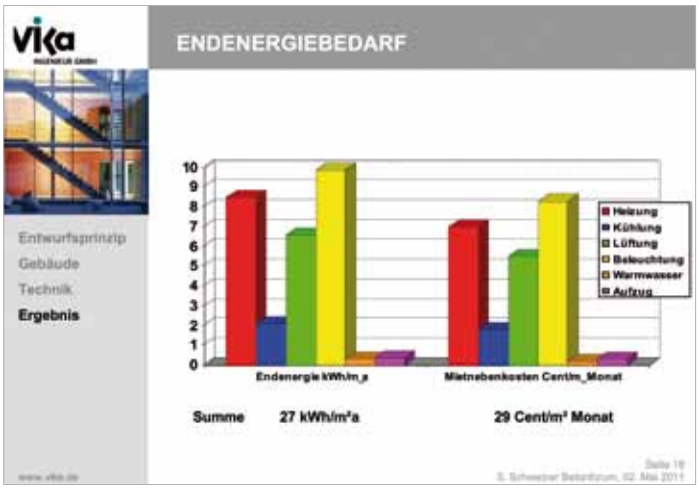
BETONKERNAKTIVIERUNG
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
• Kühl- und Heizflächen in einem System
• Wärmeverschiebung zw. Süd und Nord
• sehr kleine Vorlauftemperaturen, sehr energiesparend
• hoher behaglicher Strahlungsanteil
• Energiespeicherung möglich

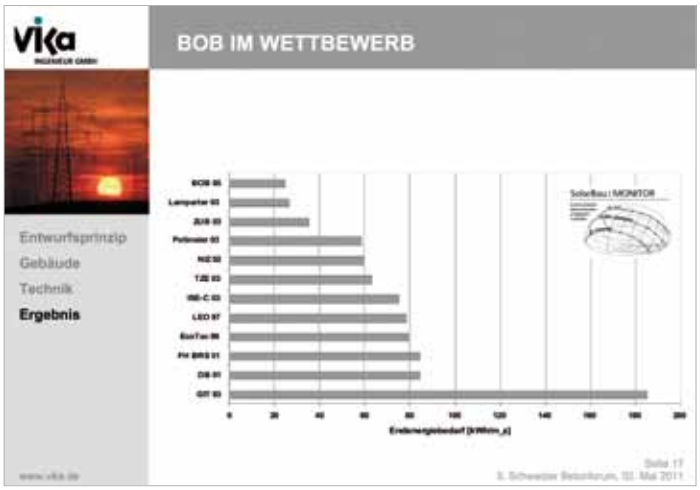
TAGESLICHTNUTZUNG
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis

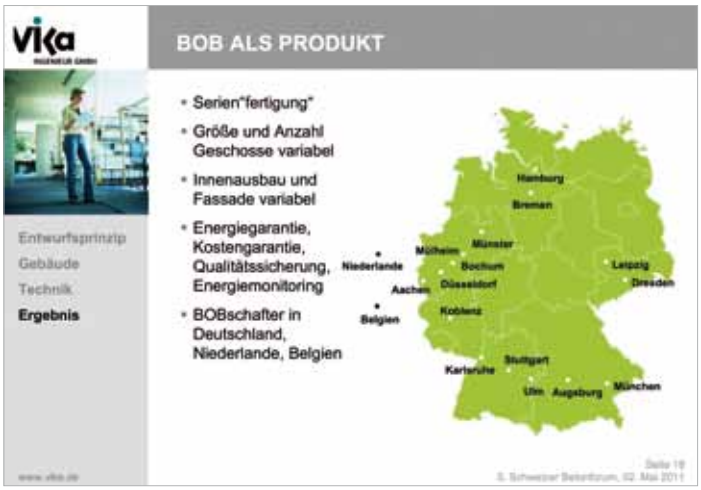
GEBÄUDELEITTECHNIK
Zentrale Steuerung und Regelung von
• Heizung
• Kühlung
• Lüftung
• Beleuchtung
Visualisierung des Energiebedarfs
Umnutzung durch Umprogrammierung
Bedienung per Intranet
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis

REGELUNG
Regelgröße
• Energiebedarf der Decke (Süd-, Nord-, Mittelzone)
• eigener Algorithmus für BOB entwickelt
Regelzustände
• Heizen
• Kühlen
• Wärmeverschiebung Süd-Nord
• Stillstand
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis


ENERGIEMANAGEMENT
Strompreis niedrig durch z.B. Windstromeinspeisung
BOB Energiebedarf
Speichermasse erlaubt zeitunabhängige Beladung
Tag
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis


ENDENERGIEBEDARF
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Heizung
Kühlung
Lüftung
Beleuchtung
Warmwasser
Aufzug
Endenergie kWh/m_a
Mietnebenkosten Cent/m_Monat
Summe
27 kWh/m²a
29 Cent/m² Monat
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis


BOB IM WETTBEWERB
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
Endenergiebedarf [kWh/m_a]


BOB ALS PRODUKT
• Serien"fertigung"
• Größe und Anzahl Geschosse variabel
• Innenausbau und Fassade variabel
• Energiegarantie, Kostengarantie, Qualitätssicherung, Energiemonitoring
• BOBschafter in Deutschland, Niederlande, Belgien
Entwurfsprinzip
Gebäude
Technik
Ergebnis
Hamburg
Bremen
Mülheim
Münster
Bochum
Niederlande
Aachen
Düsseldorf
Belgien
Koblenz
Leipzig
Dresden
Karlsruhe
Stuttgart
Ulm
Augsburg
München

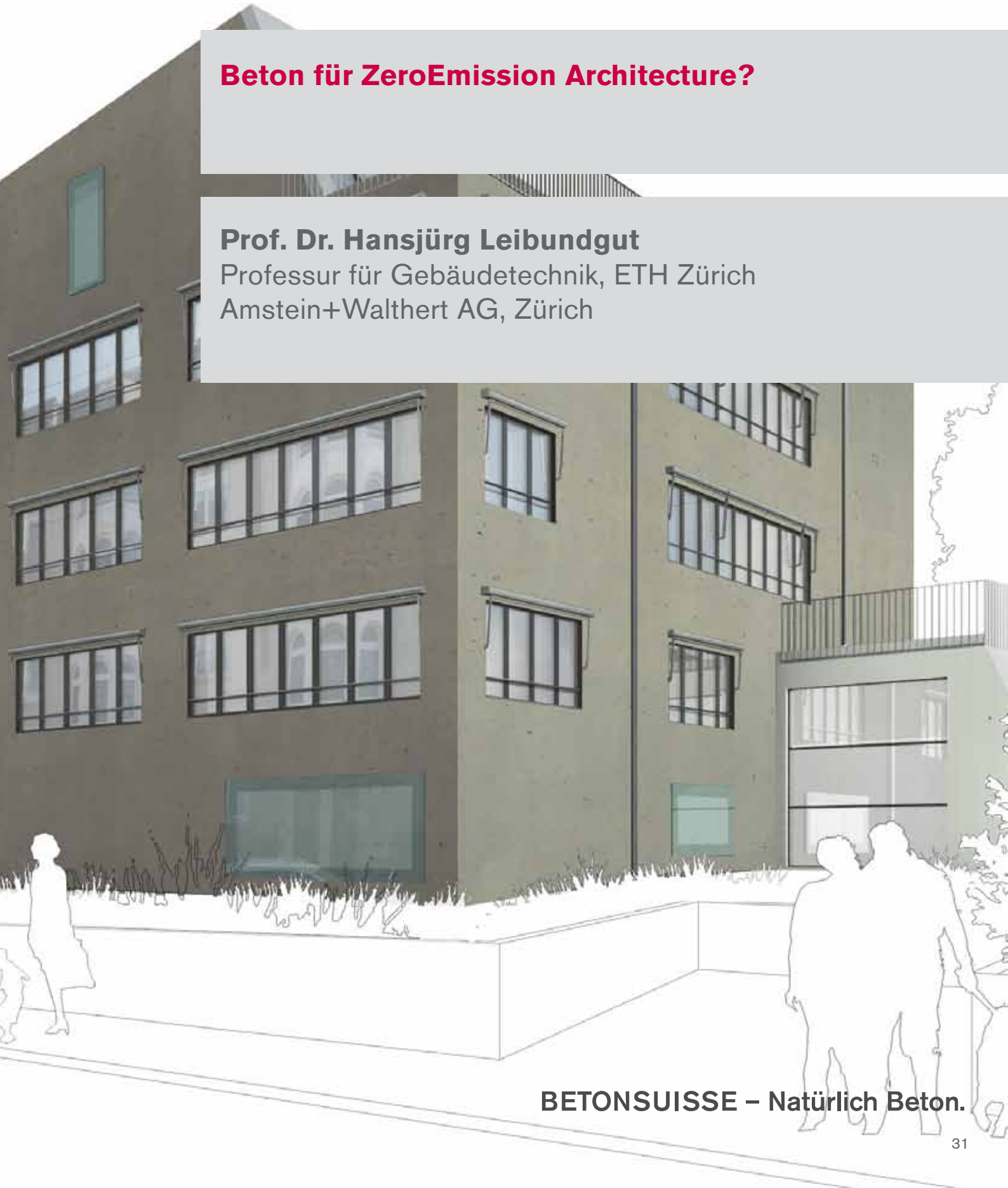
BOB KARLSRUHE

BOB BREMEN

BOB – BALANCED OFFICE BUILDING

Beton für ZeroEmission Architecture?

Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut
Professur für Gebäudetechnik, ETH Zürich
Amstein+Walthert AG, Zürich



Lebenslauf

Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut, Professur für Gebäudetechnik, ETH Zürich, Amstein+Walthert AG, Zürich

Hansjürg Leibundgut ist seit September 2005 Professor für Gebäudetechnik am Institut für Hochbautechnik der ETH Zürich. Das Institut ist dem Departement Architektur eingegliedert. Er ist Mitinhaber und Präsident der Firma Amstein+Walthert AG in Zürich.

1949 in Rüegsau (BE) geboren, studierte er Maschinenbau an der ETH Zürich mit den Vertiefungsrichtungen Reaktortechnik und Fluiddynamik. Innerhalb seiner Tätigkeit als wissen schaftlicher Assistent am Institut für Lebensmittelwissenschaften vertiefte er sich in die Gebiete Solartechnik und Absorptionstechnik. Er schloss seine Zeit an der ETH mit einer Dissertation in diesen beiden Spezialgebieten ab.

Nach vier Jahren Industrieerfahrung im F+E Bereich der Absorptionskältetechnik wechselte er in die Verwaltung des Kantons Zürich und war rasch verantwortlicher Chefbeamter für die Bereiche Energie, Lufthygiene und Technik der 1500 Staatsgebäude.

1989 wechselte er zurück in die Privatwirtschaft und wurde Mitinhaber und Chefingenieur der Amstein+Walthert AG. Er baute innerhalb dieser Firma die Fachbereiche HLKSE, Facility-Management, Dynamische Gebäudesimulation etc. auf und betreute mehr als 100 Projekte verschiedenster Architekten.

In Ermangelung geeigneter Bauelemente entwickelte er zusammen mit Schweizer Industriepartnern diverse neue Produkte für eine dezentrale Gebäudetechnik. Dieses Engagement wurde Schwerpunkt seiner ETH-Forschung.

Beton für ZeroEmission Architecture?

Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut

Die Ankündigung des Departementes Architektur der ETH Zürich, sich auf den Weg «Towards ZeroEmission Architecture» zu begeben, erhält nach dem Reaktorunglück von Fukushima im März 2011 eine neue Dimension. Sie wird noch wichtiger. Die Kernenergie hat mit der neuesten Katastrophe nach Tschernobyl und Harrisburg einen weiteren schweren Schlag erhalten.
Die Technologie galt vielerorts als Ausweg aus dem Klimaproblem, das unter anderem durch die Freisetzung von CO_2 bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und in der Zementproduktion erzeugt wird. Die Zementproduktion trägt weltweit mit zirka sechs Prozent zur CO_2-Fracht von zirka 27 Milliarden Tonnen CO_2/a bei.

Ist Beton klimaverträglich?
Im Neubau B35 in Zürich mit 830 m² beheizter Nutzfläche wurden total rund 470 m³ Beton verbaut.

Boden und Decken	1000 m²	240 m³
Kern (5-geschossig)		80 m³
Fassade	400 m²	120 m³
Diverses (u.a. Erdsonde)		30 m³
Total		470 m³

Dazu wurden zirka 150 Tonnen Zement benötigt, die eine CO_2-Emission von zirka 100 Tonnen auslösten (600 kg CO_2/Tonne Zement).

Pro Quadratmeter EBF wurden somit 120 kg «graues CO_2/m²» einmalig emittiert. Die Verwendung von Beton und Anhydritestrich mit einer sehr guten Wärmeleitfähigkeit von 2W/mK für die Decken ermöglichte es, grossflächige Flächenheizsysteme (TABS und FBH) zu realisieren, die im Durchschnitt der Heizsaison mit 26 °C Vorlauftemperatur betrieben werden können.

Ein Kubikmeter Spezialbeton wurde benötigt, um die zwei Erdsonden mit zusammen 680 m Länge thermisch an zirka 40 000 Tonnen Erdreich zu koppeln. Dank diesen einbetonierten Wärmetauschern wird es möglich, Wärme von mehr als 10 °C aus dem Erdreich der Wärmepumpe zuzuführen. Die Wärmepumpe erreicht wegen den zwei Konstruktionen mit Beton in den Decken und dem Erdreich eine Jahresarbeitszahl von mehr als sieben. Der Strom für die Wärmepumpe kann emissionsfrei mittels Photovoltaik auf dem eigenen Dach erzeugt werden kann. Das Gebäude B35 ist im Betrieb absolut emissionsfrei.

Die tragende Innenhülle der Fassade und des Dachs aus armiertem Beton weist eine Fläche von rund 600 m² und eine durchschnittliche Dicke von 20 cm auf. Die Tragstruktur ist vollständig mit einer mindestens 12 cm dicken Dämmschicht ($R > 4$ m²K/W) umgeben und damit vor der Witterung geschützt. Die äussere 400 m² grosse Fassadenschicht in Sichtbetonqualität wird durch 9 cm faserarmiertem Misaporbeton gebildet.

Die Rohbaukonstruktion in Beton umschliesst das baurechtlich grösstmögliche Volumen auf dieser Parzelle, die Nutzflächen sind stützenfrei, die Raumhöhe mit 2.65 m ausreichend für Menschen mit 1.95 m Körpergrösse. Schallmässig entspricht das Gebäude den höchsten Anforderungen. Das bedeutet, dass dem Rohbau aus Beton eine Lebensdauer von über 500 Jahren attestiert werden kann.

Die 120 kg/m² «graues CO_2» können damit zu 0.24 kg CO_2/m²a umgerechnet werden. Dieser Wert kann in Relation zu den Betriebsemissionen von 9 kg CO_2/m²a gesetzt werden, die durch ein Minergie P-Haus mit Ölheizung emittiert werden dürfen.

Die zweischalige Fassadenkonstruktion mit 12 cm Kerndämmung weist ein besonderes thermisches Speicherverhalten auf. Die innere 16 cm dicke Schale oszilliert in der Temperatur nur sehr schwach mit 22 °C ± 4°C. Die äussere 9 cm

dicke Misapor-Betonschale speichert absorbierte Solarstrahlung des Tages und oszilliert mit einer Amplitude bis zu 20 °C. Die Wärmespeicherung in der Aussenschale bewirkt in der kalten Nacht eine Reduktion der treibenden Temperaturdifferenz. Der Wärmefluss durch die Wand wird folglich reduziert. Im Vergleich zu einer Kompaktfassade mit drei Millimeter Putz oder einer gut hinterlüfteten Blech- oder Eternitfassade ist die zweischalige diffusionsoffene Konstruktion eine enorme Qualität.

Konsequent weiter entwickelt ist das mehrschalige Betonhaus mit diffusionsoffener Aussenschale eine zukunftsweisende Konstruktion.

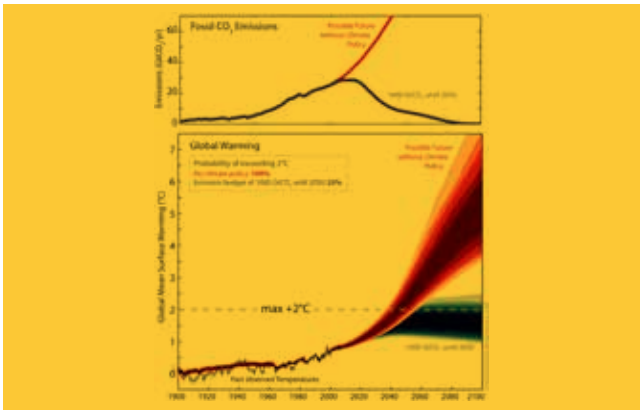
LowEx Gebäude B35, Zürich

Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut
Professor für Gebäudetechnik, Institut für Technologie in der Architektur, ETH Zürich
5. Schweizer Betonforum: Architektur- und Energiekonzepte mit Beton
02.05.2011

Einführung

Grundlegender Wandel!

Warum ist er notwendig?



Warum ist er notwendig?

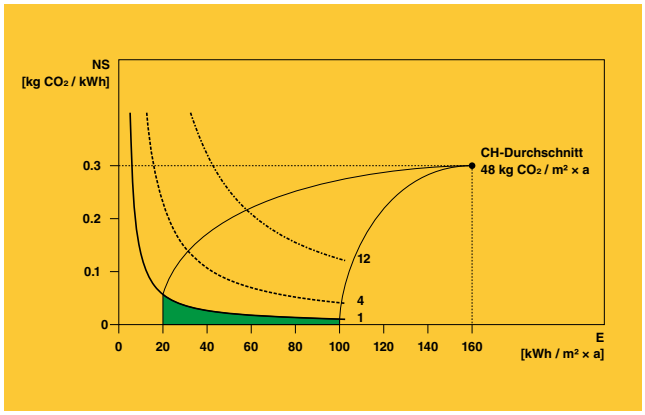
Notizen

ZeroEmission Architecture?

nearly ZeroEmission Architecture!

LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/06

Strategie für Gebäude



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/07

Strategie für Gebäude

Die drei wichtigsten neuen Bauteile sind:

- Der Hybridkollektor
- Der Erdspeicher
- Die Niederhub-Wärmepumpe

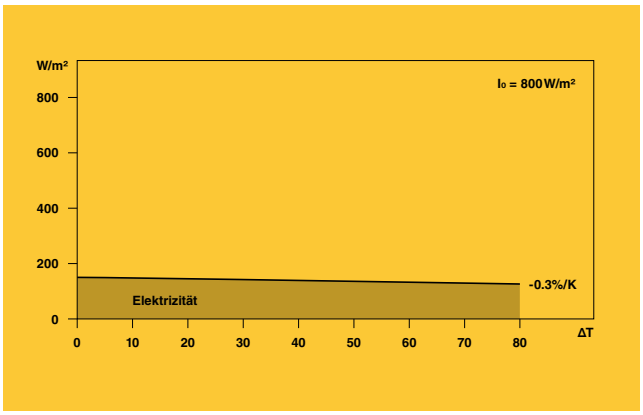
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/08

Strategie für Gebäude

Der Hybridkollektor

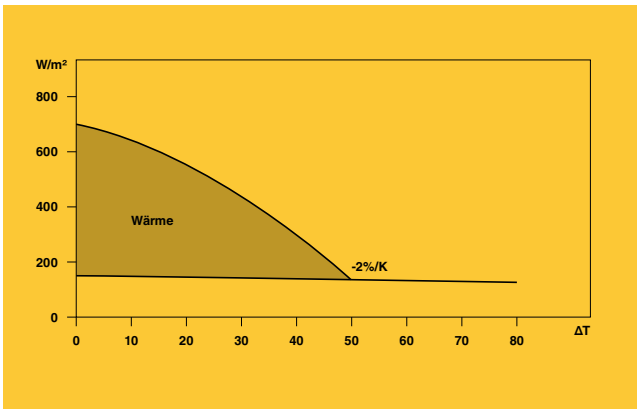
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/09

Der Hybridkollektor



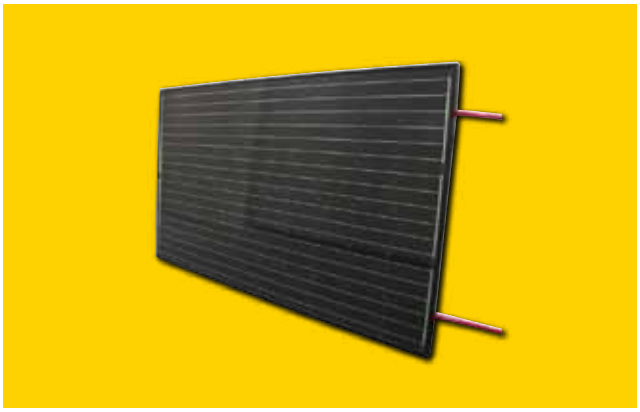
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/10

Der Hybridkollektor



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/11

Der Hybridkollektor



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/12

Der Hybridkollektor

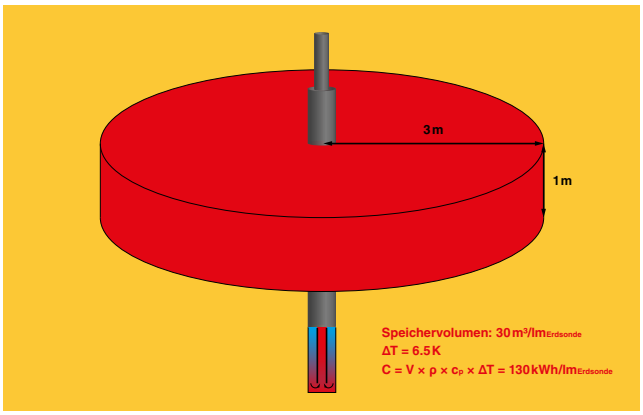
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/12

Strategie für Gebäude

Der Erdspeicher

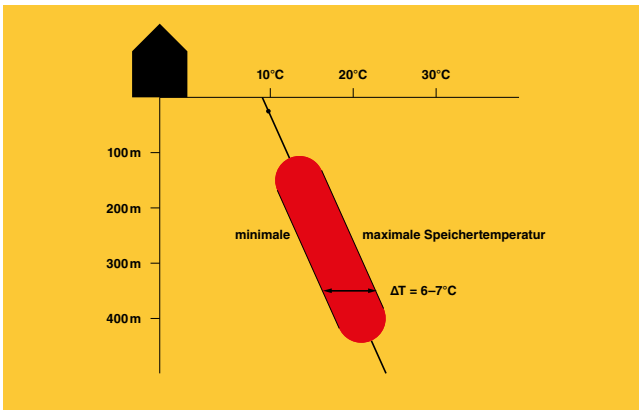
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/13

Der Erdspeicher



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/14

Der Erdspeicher



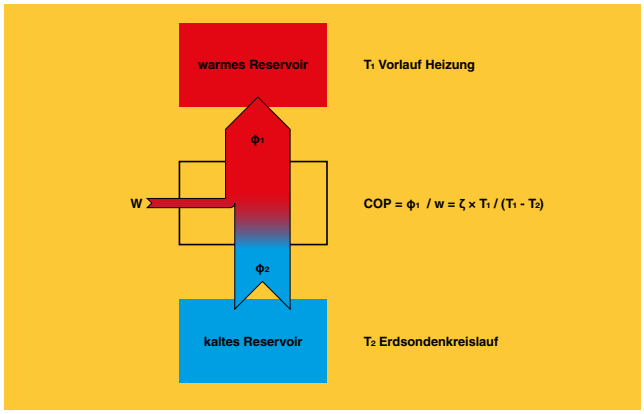
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/15

Strategie für Gebäude

Die Niederhub-Wärmepumpe

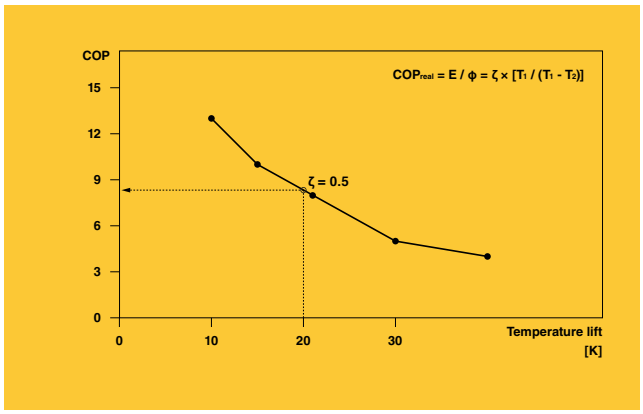
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/16

Die Niederhub-Wärmepumpe



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/17

Die Niederhub-Wärmepumpe



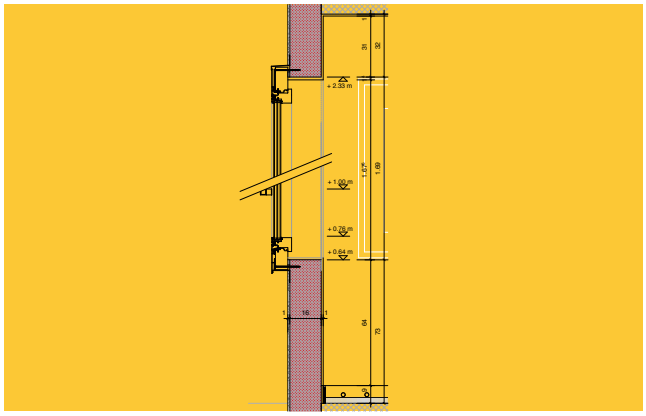
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/18

Strategie für Gebäude

Die LowEx-Fassade

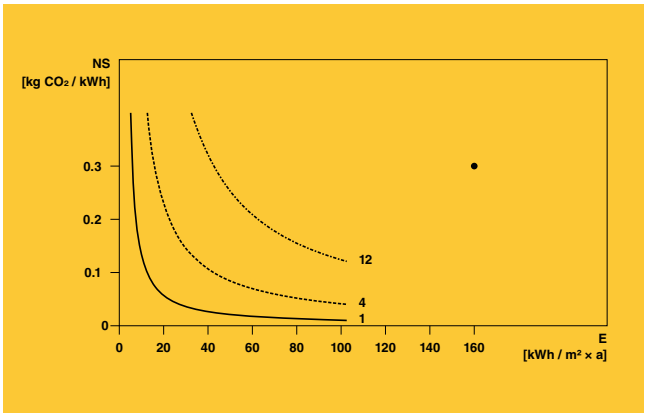
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/19

Die LowEx-Fassade: ohne Isolation



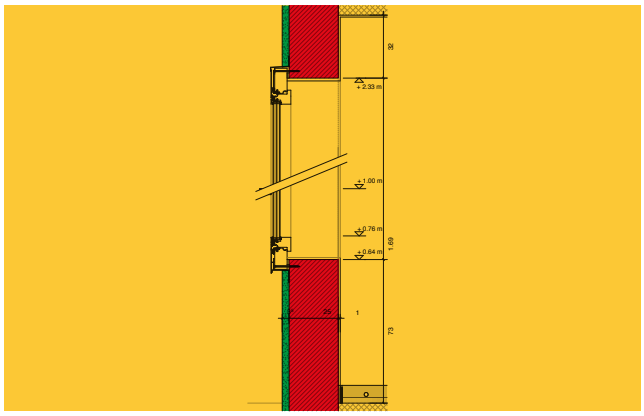
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/20

Die LowEx-Fassade: ohne Isolation



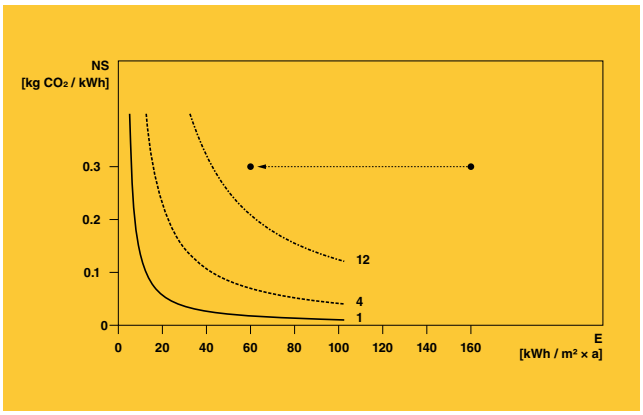
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/21

Die LowEx-Fassade: mit minimaler Isolation



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/22

Die LowEx-Fassade: ohne Isolation

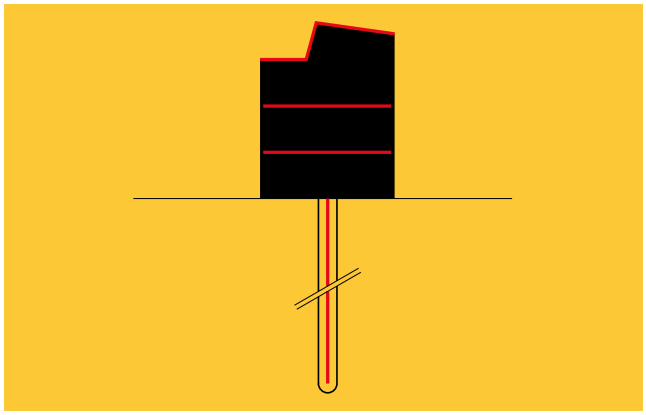


LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/23

Beton: Thermische Aktivierung

LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/24

Beton: Thermische Aktivierung

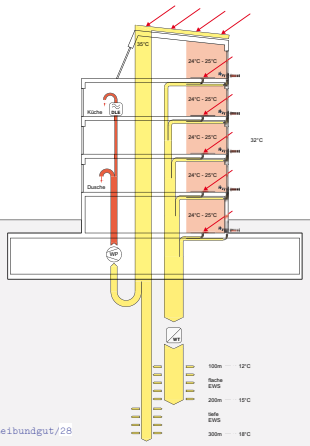


LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/26

Energieflüsse im Gebäude

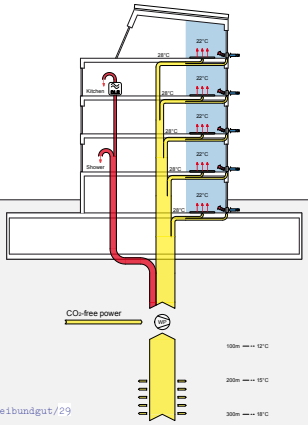
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/27

Energieflüsse im Gebäude



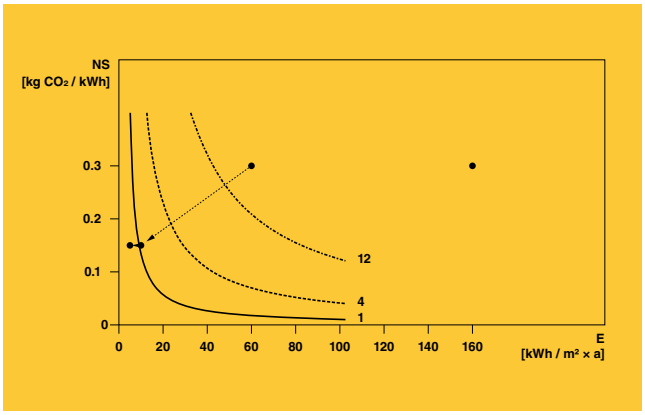
LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/28

Energieflüsse im Gebäude



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/29

Energieflüsse im Gebäude



LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/30

Graue Emissionen im Zement

0.6kg CO_2 / kg Zement

LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/31

Lebensdauer von Zement?

LowEx Gebäude B35, Zürich/Leibundgut/33

Lebensdauer von Zement?

> 500 Jahre

Graue Emissionen im Zement

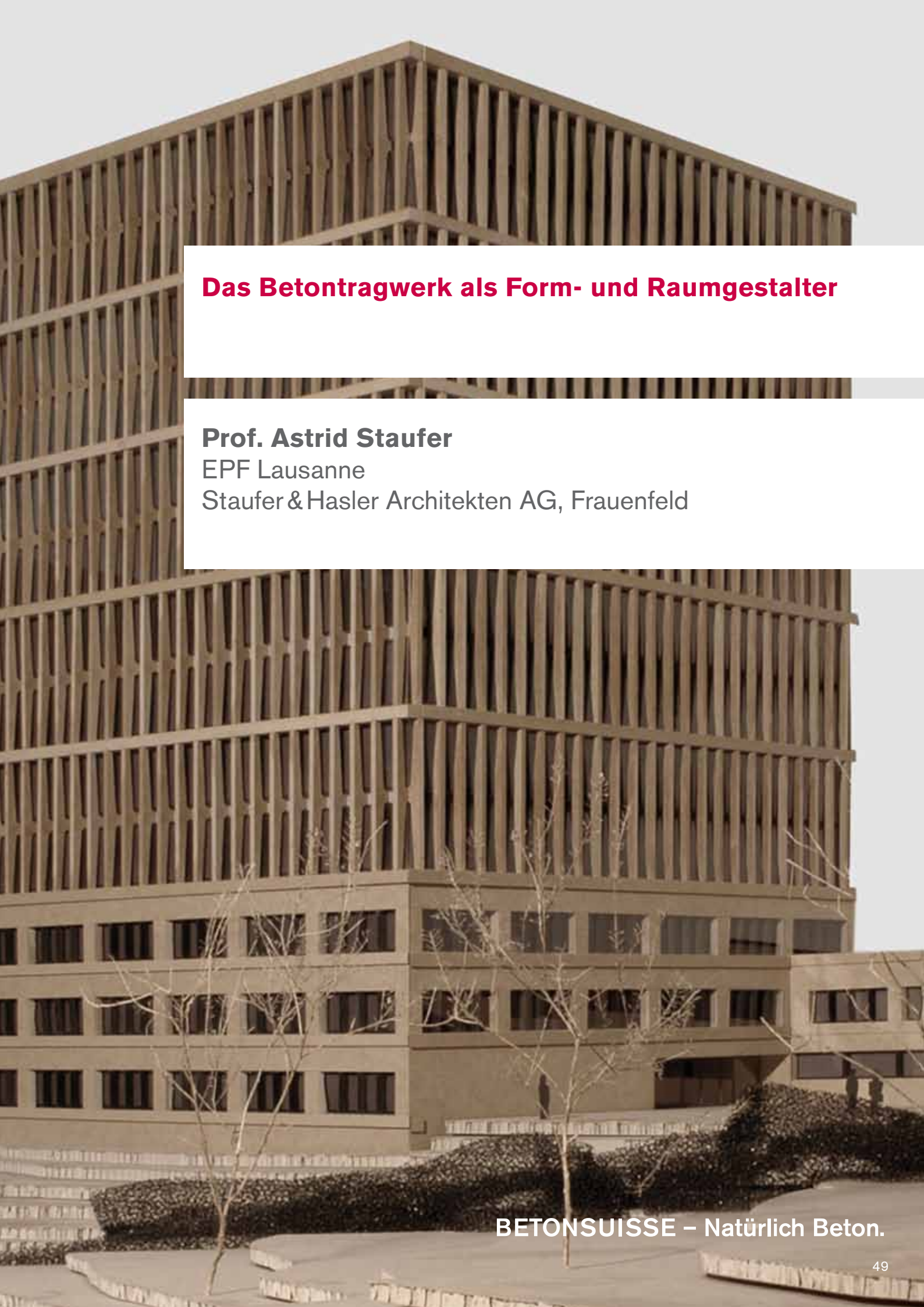
0.2kg CO_2 / m^2 × a

Strategie für Gebäude

- Schön bauen
- Wenig abreissen
- Langsam bauen

ZeroEmission LowEx Architecture

www.viaGialla.ch



Das Betontragwerk als Form- und Raumgestalter

Prof. Astrid Staufer
EPF Lausanne
Staufer & Hasler Architekten AG, Frauenfeld

Lebenslauf

Prof. Astrid Staufer, EPF Lausanne, Staufer & Hasler Architekten AG, Frauenfeld

1963	geboren in Lausanne
1983 – 1989	Architekturstudium an der ETH Zürich, Diplom 1989
1988 – 1990	Forschungsarbeit: Untersuchungen zum Werk des Mailänder Architekten Luigi Caccia Dominioni
1990 – 1992	Mitarbeit bei Meili, Peter Architekten, Zürich
seit 1993	selbständige Tätigkeit, ab 1994 Büropartnerschaft mit Thomas Hasler
1995 – 1996	Assistentin am Lehrstuhl Prof. Flora Ruchat-Roncati, ETH Zürich
1997 – 2001	Dozentin für Entwurf und Konstruktion an der Zürcher Hochschule Winterthur ZHAW, Studiengang Architektur
2002 – 2004	Gastdozentin für Architektur an der ETH Zürich
2002 – 2008	Mitglied Stadtbildkommission Winterthur
2004 – 2007	Leiterin Zentrum Konstruktives Entwerfen ZKE und Dozentin im Master, Zürcher Fachhochschule Winterthur ZHAW
2007 – 2011	Professorin an der ETH Lausanne (EPFL, Fakultät ENAC, Studiengang Architektur, LABEX Laboratoire de l'expression)
seit 2009	Präsidentin Redaktionkommission Werk, Bauen und Wohnen
seit 2011	Professorin an der TU Wien (Fachbereich Hochbau und Entwerfen)

Das Betontragwerk als Form- und Raumgestalter

Prof. Astrid Staufer

Form hat weder Gestalt noch Dimension,
Form hat ein Wesen, etwas Charakteristisches,
Form hat untrennbare Teile.
Nimmt man einen Teil weg, wird die Form zerstört.
Das ist es, was Form ist.
Der Entwurf bringt die Form zum Leben.
Form ist existent, aber nicht präsent.
Was existiert, hat geistige Gegenwart,
und der Entwurf macht die Dinge berührbar.
Wenn man eine Strukturzeichnung machen kann,
die das Wesen der Sache enthält, dann lässt es
sich zeigen.

Louis J. Kahn, «Talks with Students», in «Architecture at Rice», Nr. 26, 1964, deutsch in «Die Architektur und die Stille», Birkhäuser Verlag, Zürich 1993, S. 29

Am Beispiel des neuen Bundesverwaltungsgerichtes, einem 13-geschossigen, im «Core and Shell»-Verfahren erstellten Bauwerk, soll das Potenzial des Betontragwerks als Beitrag zu einer ausdrucksstarken äusseren und inneren Baugestalt festgemacht werden.

Ein strukturelles Regelwerk mit gestapelten zweigeschossigen Stockwerkfolgen generiert hier ein durchgehendes konstruktives Motiv. Die Fassade erscheint als nach aussen gekehrtes Tragwerk aus Beton. Dieses prägt – mit der Inszenierung des «Nach-hinten-Greifens» der Stützen – die plastische Erscheinung des Baukörpers und verleiht dem inneren Raumgefüge einen identitätsstiftenden Halt.

BETONSUISSE

Das Betontragwerk als Form- und Raumgestalter

Prof. Astrid Staufer

Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 1
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE

Situationsplan

Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 2
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE

Modell 1:50 Sockel Generalsekretariat mit fünf darüber gestapelten zweigeschossigen Pools

Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 3
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE

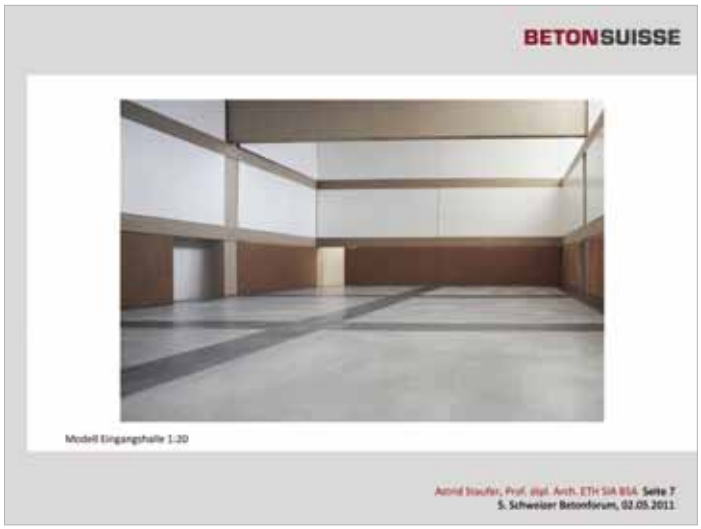
Modell 1:50, Zugang Seite Bahnhof

Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 4
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

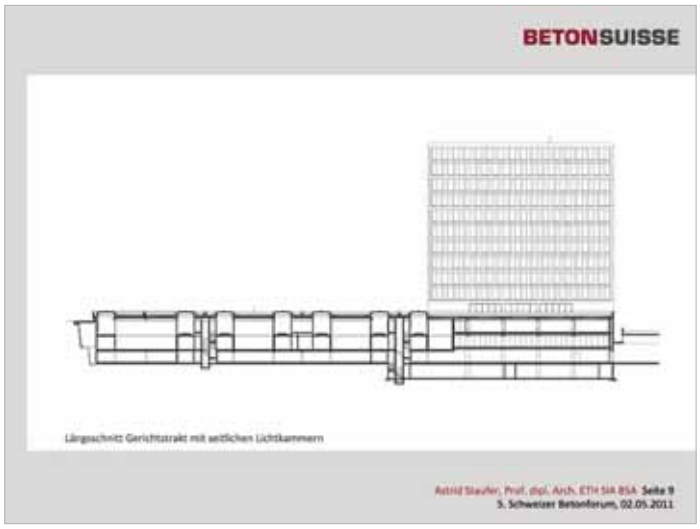
Notizen

BETONSUISSE
Modell 1:50, Zugang Seite Feldli
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 5
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

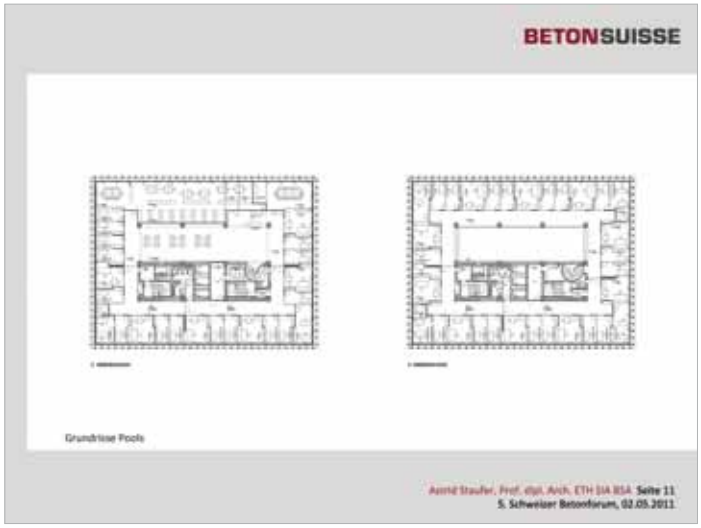
BETONSUISSE
Modell Tragstruktur (Aufsicht)
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 6
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Modell Eingangshalle 1:20
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 7
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

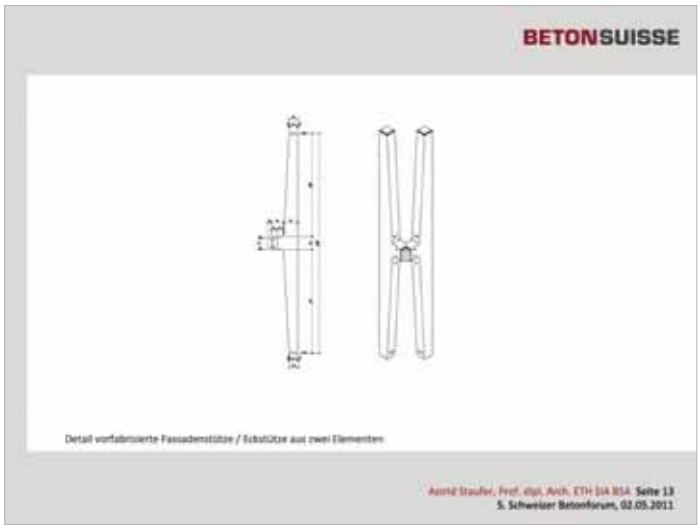
BETONSUISSE
Modell Poolhalle 1:20
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 8
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Längsschnitt Gerichtstrakt mit seitlichen Lichtkammern
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 9
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Grundriss Erdgeschoss mit Eingangshalle, Cafeteria und Gerichtsflügel
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 10
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Grundrisse Pools
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 11
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Schnittperspektive Betontragwerk
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 12
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Detail vorfabrizierte Fassadenstütze / Eckstütze aus zwei Elementen
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 13
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Rendering Eingangshalle 1
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 14
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

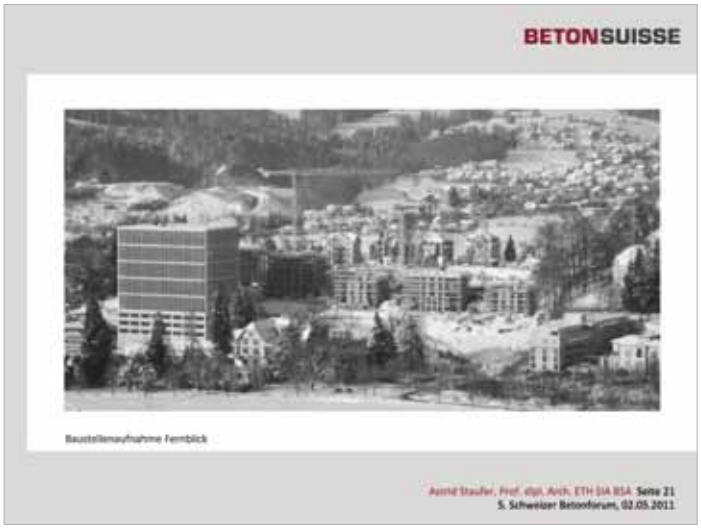
BETONSUISSE
Rendering Cafeteria
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 16
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Rendering Poolhalle
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 17
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Rohbau innen mit Stützen
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA RSA Seite 18
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Aufrichten Eckstütze
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA RSA Seite 19
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Detail Stützenraster
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA RSA Seite 20
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Baustellenaufnahme Fernblick
Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA RSA Seite 21
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE

Bundesverwaltungsgericht St. Gallen

Bauherrschaft:	Hochbauamt Kanton St. Gallen
Wettbewerb:	2005 / 1. Preis
Realisierung:	Planung ab 2006 / Ausführung 2008 – 2012
Verantwortliche Mitarbeit:	Rico Lauper (PL), Christian Mösli, Emil Häberlin, Walter Bretscher, Susanne Plaas
Konzeptingenieur:	Conzett Bronzini Gartmann AG, Chur, Jürg Conzett
Leistungsumfang S&H:	Projekt, Kostenplanung, GU-Submission Core & Shell, Ausführungsplanung, Oberbauleitung

Astrid Staufer, Prof. dipl. Arch. ETH SIA BSA Seite 22
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

Beton in Verbindung mit Innenraumkomfort und Gebäudetechnik

Markus Koschenz
Dipl. HLK-Ing. FH, Dipl. Wirtschaftsing. FH
Reuss Engineering AG, Gisikon

Lebenslauf

Markus Koschenz, Dipl. HLK-Ing. FH, Dipl. Wirtschaftsing. FH
Reuss Engineering AG, Gisikon

1967	geboren in Kloten
1983 – 1987	Ausbildung zum Lüftungszeichner, Steger AG, Aadorf
1989 – 1992	Ausbildung zum Heizungs-, Lüftungs- und Klimaingenieur FH, Hochschule Luzern
1995	Forschungsaufenthalt, Lawrence Berkeley National Laboratories, Berkeley USA
1999 – 2001	Nachdiplom zum Wirtschaftsingenieur FH, PHW, Zürich
2005 – 2009	Leiter Technologie, Reuss Engineering AG
Seit 2009	Vorsitzender der Geschäftsleitung, Reuss Engineering AG Projektleiter Nachhaltigkeit Implenia

Spezialgebiete
- Nachhaltiges Bauen, 2000-Watt-Gesellschaft im Bauwesen
- Thermoaktive Bauteilsysteme

Publikationen
- Buch «Potenzial Wohngebäude, Energie- und Gebäudetechnik für die 2000-Watt-Gesellschaft», Faktor Verlag 2005
- Buch «Thermoaktive Bauteilsysteme tabs», Empa 2000

Mitgliedschaft bei Fachverbänden
- Energiekommission SIA
- SWKI-Altpräsident

Beton in Verbindung mit Innenraumkomfort und Gebäudetechnik

Markus Koschenz

Der Mensch verbringt in europäischen Grossstädten zirka 90 Prozent seiner Zeit im Innenraum. Damit kommt dem Raumkomfort eine hohe Bedeutung zu. Ebenso beansprucht der Schweizer Gebäudepark rund 50 Prozent des Energieverbrauchs und 40 Prozent des CO_2-Ausstosses der Schweiz. Es sind Lösungen gefragt, welche sowohl eine grosse Behaglichkeit und Gesundheit der Raumbenutzer sicherstellen, den ästhetischen Ansprüchen genügen und haushälterisch mit der Energie und den Ressourcen umgehen.

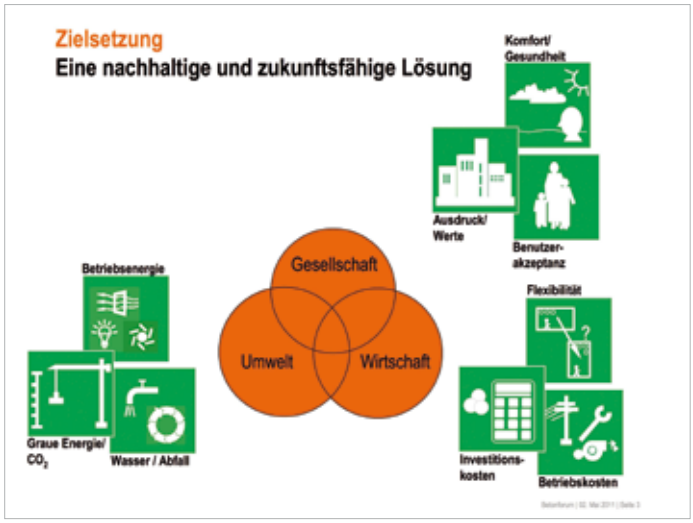
Bis Ende der 80er Jahre wurden Dienstleistungsgebäude vorzugsweise mit Luft gekühlt und geheizt. Auftretende Zugserscheinungen und ein ineffizienter Energietransport via Luft führten zur Suche nach alternativen Lösungen. Der Wärmehaushalt der Menschen ist im Wesentlichen durch den Energieaustausch mit der ihnen umgebenden Luft durch Konvektion sowie durch Wärmestrahlung mit den Umschliessungsflächen geprägt. Der gleiche Ansatz wird mit «Kühldecken» verfolgt, wo der Wärmeaustausch ebenfalls über Konvektion und Wärmestrahlung stattfindet. Daraus entstand der umgangssprachliche Begriff der «Strahlungskühlung». Im Gegensatz zu den eher kleinen Luftgittern waren nun aber metallische Kühlflächen in den Räumen nötig, welche einen grossen Einfluss auf das Erscheinungsbild der Räume hatten.

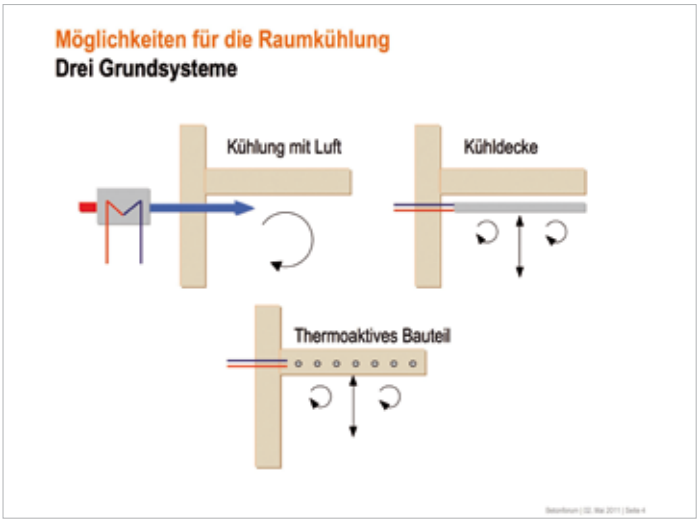
Dies führte einerseits zu Überlegungen, welche Möglichkeiten zur Verbesserung der Ästhetik vorhanden sind und andererseits mit welchen Massnahmen der Energieeinsatz von nicht erneuerbaren Quellen weiter reduziert werden kann. Mit der Integration der Kühlleitungen in die Betonstruktur entstand ein neues System. Durch die Integration in die Struktur bleiben die Raumflächen frei von Installationen und der Wärmeaustausch funktioniert weiterhin über die behaglichen Mechanismen der Konvektion und Strahlung. Mit dem Einbezug der Betonstruktur in den Wärmehaushalt entsteht ein System mit einem Energiespeicher. Dieser wird durch den kontinuierlichen Lade- und Entladevorgang im Tagesrhythmus betrieben – es entsteht das «Thermoaktive Bauteilsystem (tabs)». Zur Konditionierung dieses Speichersystems können bevorzugt erneuerbare Energien wie beispielsweise Grundwasser eingesetzt werden. Durch den stark verbesserten Wärmeschutz der Gebäude werden die Räume mit demselben System geheizt, womit die ökonomische Attraktivität weiter steigt. Thermoaktive Bauteilsysteme haben aber auch Einschränkungen. Die dem Raum zuführbare beziehungsweise entziehbare Energie ist durch die Energietransportmechanismen an den Raumflächen beschränkt. Bei einer ausreichend gedämmten Gebäudehülle und einem geeigneten Sonnenschutzsystem kann mit dem thermoaktiven Bauteilsystem der Raumkomfort aber sichergestellt werden. Durch die Energieaufnahme des Speichersystems «Betonstruktur» verändert sich dessen Temperatur, was zu Temperaturschwankungen im Raum führt. Diese bleiben bei geeigneter Dimensionierung aber innerhalb der Komfortzone, und die Behaglichkeit für den Menschen bleibt erhalten, was auch die unzähligen Anlagen im Betrieb zeigen.

Thermoaktive Bauteilsysteme kombinieren die gesellschaftlichen, ökonomischen und wirtschaftlichen Aspekte bezüglich der Raumkonditionierung in einer ausgewogenen Form und leisten damit einen Beitrag zu nachhaltigen und damit zukunftsfähigen Bauten.

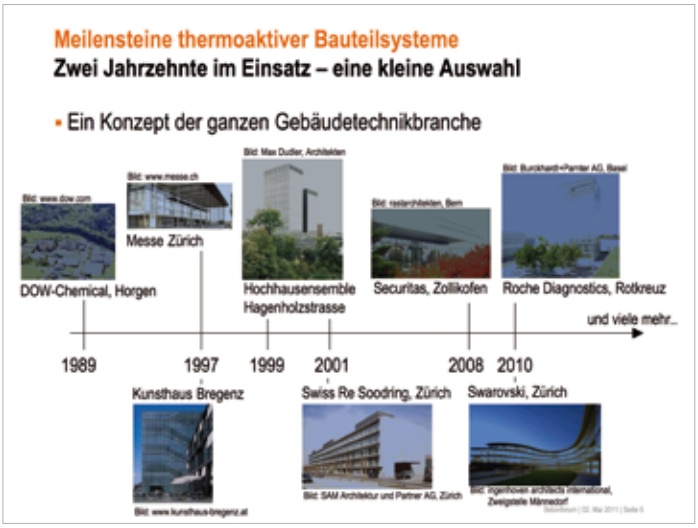
Beton in Verbindung mit
Innenraumkomfort und Gebäudetechnik
Zürich, 02. Mai 2011
REUSS Engineering

Inhalt
Zielsetzung
Möglichkeiten der Raumkühlung
Meilensteine
Funktionsweise
Beispiele
Zusammenfassung

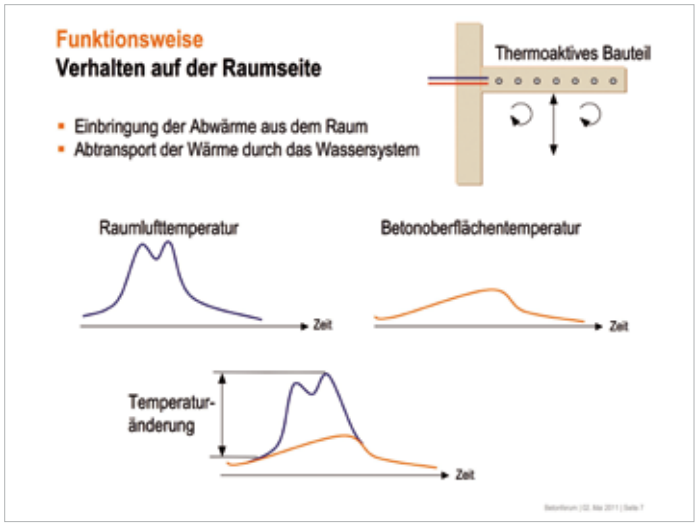

Zielsetzung
Eine nachhaltige und zukunftsfähige Lösung
Komfort/ Gesundheit
Ausdruck/ Werte
Benutzer-akzeptanz
Betriebsenergie
Gesellschaft
Umwelt
Wirtschaft
Flexibilität
Graue Energie/ CO_2
Wasser / Abfall
Investitions-kosten
Betriebskosten

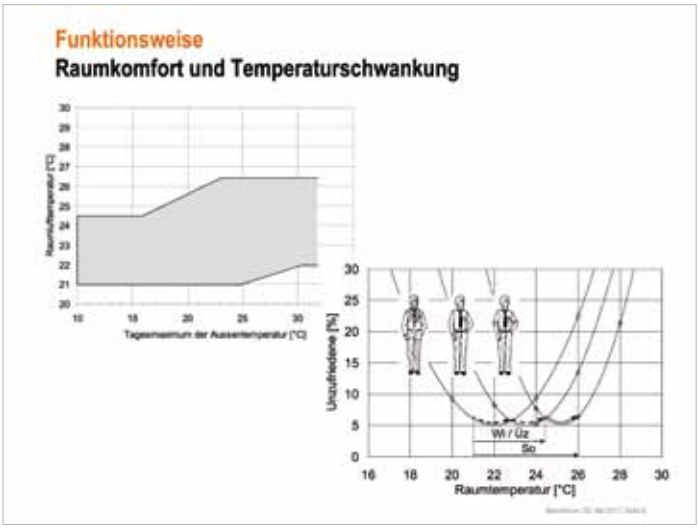

Möglichkeiten für die Raumkühlung
Drei Grundsysteme
Kühlung mit Luft
Kühldecke
Thermoaktives Bauteil

Notizen


Meilensteine thermoaktiver Bauteilsysteme
Zwei Jahrzehnte im Einsatz – eine kleine Auswahl
Ein Konzept der ganzen Gebäudetechnikbranche
DOW-Chemical, Horgen
Messe Zürich
Hochhausensemble Hagenholzstrasse
Securitas, Zollikofen
Roche Diagnostics, Rotkreuz
und viele mehr...
1989
1997
1999
2001
2008
2010
Kunsthaus Bregenz
Swiss Re Soodring, Zürich
Swarovski, Zürich

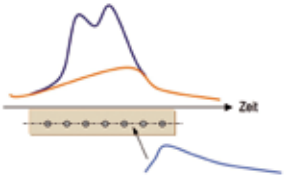
Meilensteine thermoaktiver Bauteilsysteme
Zwei Jahrzehnte im Einsatz – zahlreiche Publikationen
TABS Control
THE BUILDING ENVIRONMENT


Funktionsweise
Verhalten auf der Raumseite
Thermoaktives Bauteil
Einbringung der Abwärme aus dem Raum
Abtransport der Wärme durch das Wassersystem
Raumlufttemperatur
Betonoberflächentemperatur
Zeit
Temperatur-änderung

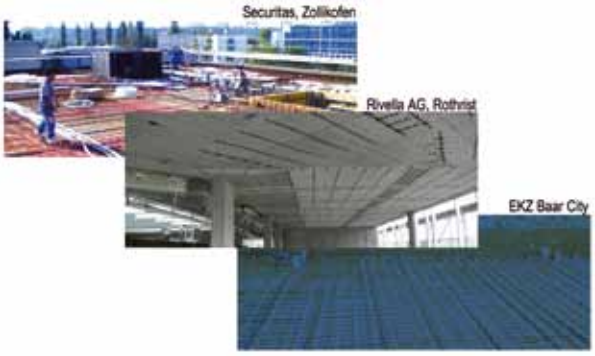

Funktionsweise
Raumkomfort und Temperaturschwankung
Tagesmaximum der Aussentemperatur [°C]
Unzufriedene [%]
Raumtemperatur [°C]
Wi / Uz
So

Funktionsweise
Wärmeabtransport

- Grundwasser
- Erdsonden
- Mechanische Kühlung



Verschiedene Systemlösungen
Integriert oder aufgeklebt



Werkzeuge
Sichere Dimensionierung

Thermische Simulationen

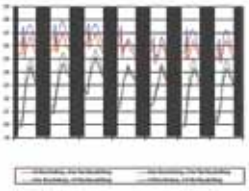


Bild: Reusa Engineering AG

Luftströmungssimulation

Bild: Reusa Engineering AG

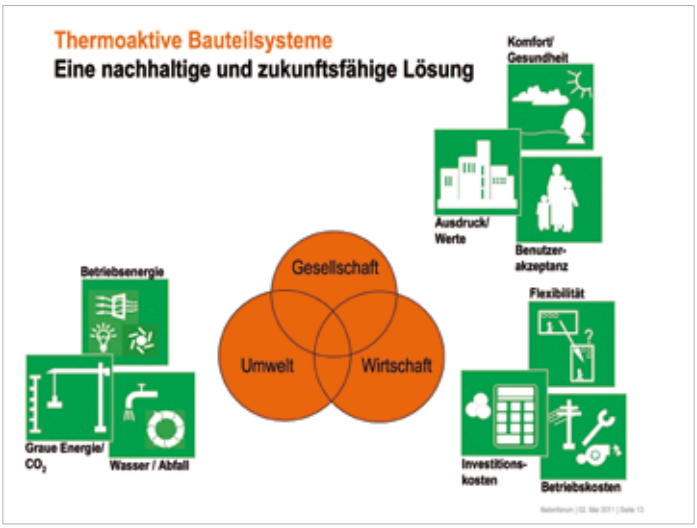
Labormessung

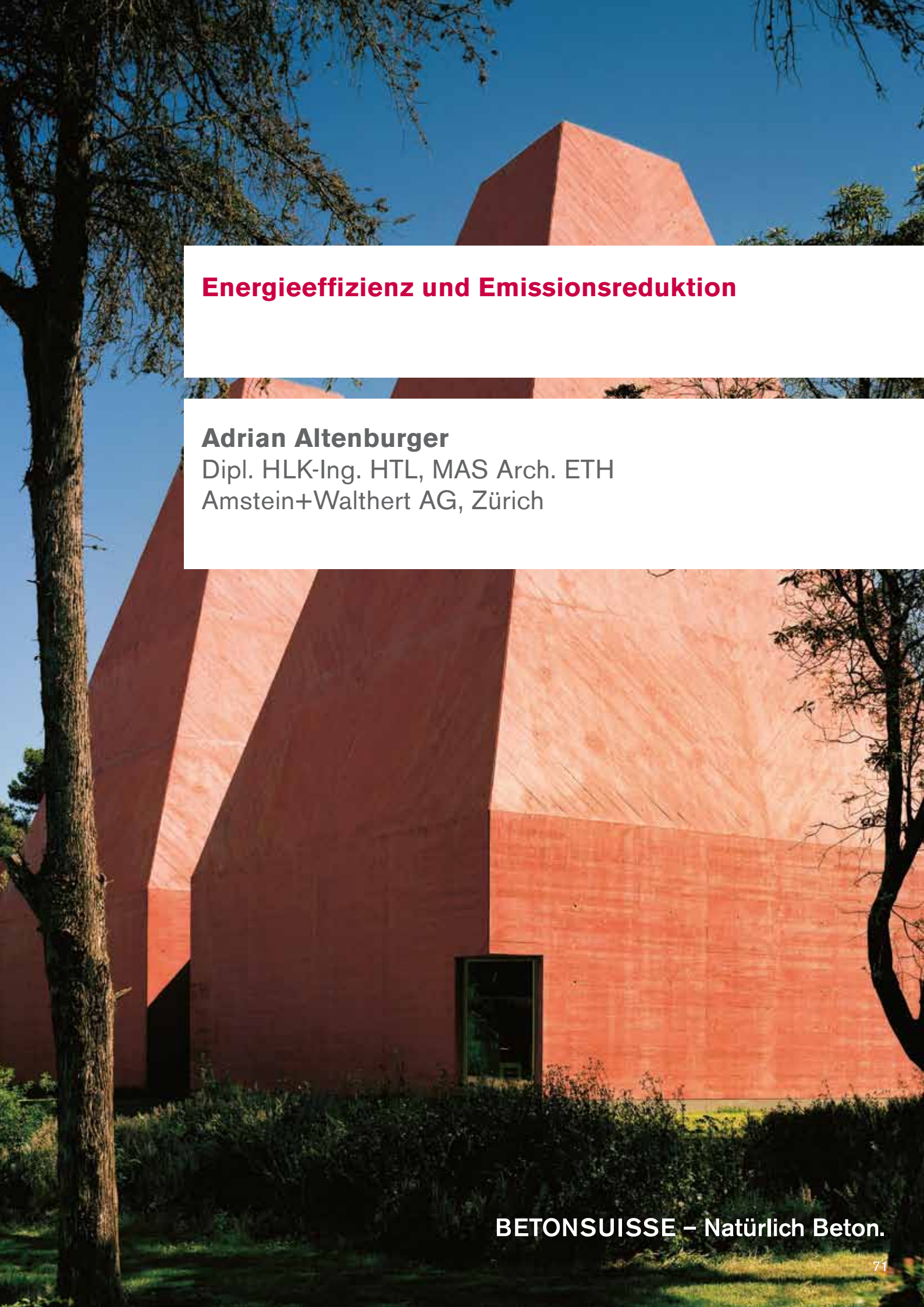
Bild: MWH Barcol-Air AG

Zusammenfassung
Eine Lösung für nachhaltige Bauten

Ein bewährtes Raumkonditionierungssystem
- Freie Gestaltung der Raumflächen
- Nutzung vorhandener Strukturen
- Einsatz erneuerbarer Energiequellen
- Kühlen und heizen
- Kühlleistung 30-40 W/m²

Kompletlösungen vorhanden
- Werkzeuge zur Dimensionierung
- Vorfertigung
- Massnahmen zum Schallschutz
- Steuerung / Regelung


Thermoaktive Bauteilsysteme
Eine nachhaltige und zukunftsfähige Lösung
Komfort/ Gesundheit
Ausdruck/ Werte
Benutzer-akzeptanz
Gesellschaft
Umwelt
Wirtschaft
Betriebsenergie
Graue Energie/ CO_2
Wasser / Abfall
Flexibilität
Investitions-kosten
Betriebskosten



Energieeffizienz und Emissionsreduktion

Adrian Altenburger
Dipl. HLK-Ing. HTL, MAS Arch. ETH
Amstein+Walthert AG, Zürich

Lebenslauf

Adrian Altenburger, Dipl. HLK-Ing. HTL, MAS Arch. ETH
Amstein+Walthert AG, Zürich

geboren am 17. September 1963

Ausbildung

1989	Dipl. HLK-Ingenieur HTL Hochschule Luzern, Diplom Technik + Architektur

Weiter-/Zusatzbildung

1995	NDS Unternehmensführung HWV Luzern
2000	MAS Master of Advanced Sciences in Architektur ETH Zürich, Abt. Architektur und Baurealisation

Beruf

Seit 1999	Amstein+Walthert AG, Zürich; Partner, Geschäftsleitungs- und Verwaltungsratsmitglied
1996 – 1997	Electrowatt Engineering Ltd., Bangkok, Thailand
1989 – 1998	Electrowatt Engineering AG, Zürich

Mitgliedschaften

SWKI	Schweizer Verband der Wärme- und Klimaingenieure (Präsident 2007 – 2009, Altpräsident 2009 – 2011)
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Member TC 9.9)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Direktionsmitglied, Präsident ZNO und Energiekommission)
FEZ	Forum Energie Zürich (Mitglied)
ETH Alumni	Mitglied Ortsgruppe Zürich
HAUSTECH	Redaktioneller Beirat der Fachzeitschrift «HAUS TECH»
HSLU	Hochschule Luzern, Technik+Architektur (Mitglied des Beirats)
ASPO	Association for the Study of Peak Oil (Mitglied)
TWC	Trend Watch Group (Mitglied)

Energieeffizienz und Emissionsreduktion

Adrian Altenburger

Ausgangslage – Angebot und Nachfrage
Das Angebot an «dynamischer» Energie (Solar, Geothermie) ist grundsätzlich um Faktoren grösser als die gesamte Nachfrage. Trotzdem basiert heute die Energieversorgung praktisch ausschliesslich auf dem Abbau «statischer» Energie.

Mit dem Abbau dieser endlichen statischen Ener gieträger (Kohle, Gas, Öl, Uran) sind aber zunehmend Probleme vorhanden, welche sich mit der modernen Gesellschaft nicht vereinbaren lassen, beziehungsweise irreversible Schäden verursachen können.

Analyse – Abhängigkeit und Status Hochbau
Die Analyse der aktuellen Situation zeigt, dass die Welt zu zirka 85 Prozent und die Schweiz zu zirka 75 Prozent von diesem «Speicherabbau» abhängig ist und diese nicht erneuerbaren Energieträger zu einem grossen Teil auch geografisch ausserhalb der Verbrauchszonen liegen.

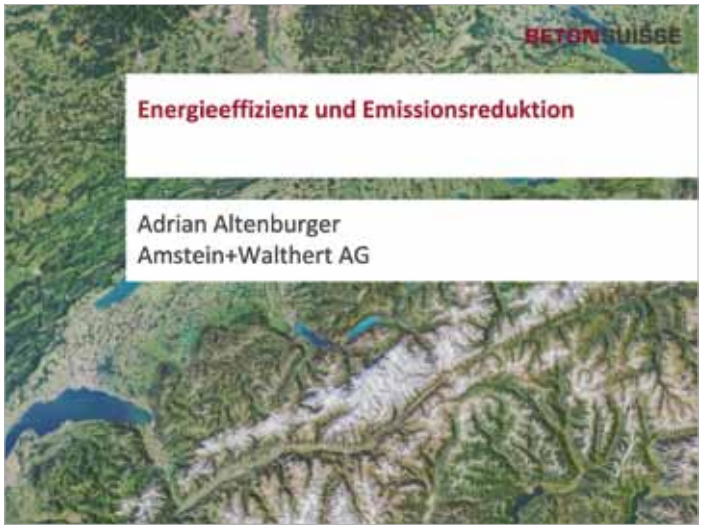
Die Analyse des schweizerischen Hochbaubestands zeigt zudem, dass die Gebäude in den letzten 100 Jahren bis ins Jahr 2000 zu zirka 80 Prozent auf fossiler Wärmeerzeugung basieren. Seit dem Jahr 2000 nimmt der nicht fossile Anteil an Wärmeerzeugungssystemen im Neubau stetig zu und hat im Jahr 2008 die 50-Prozent-Marke erreicht.

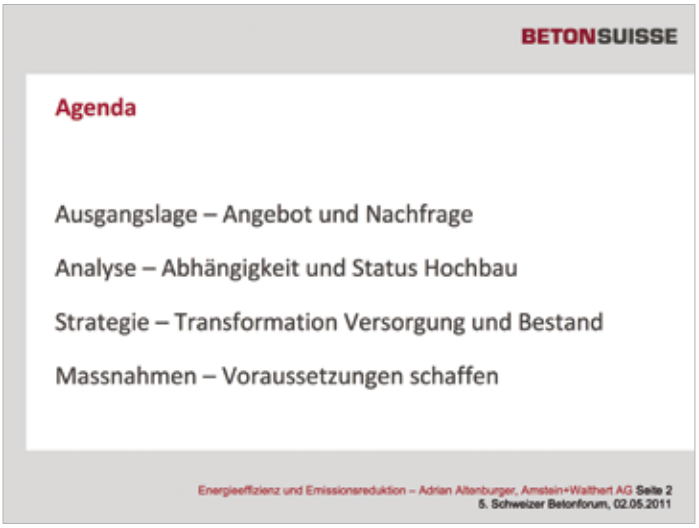
Strategie – Transformation Versorgung und Bestand
Die Energieversorgung muss den Speicherabbau beenden und eine Rückbaustrategie ist einzuleiten. Die «dynamische» Versorgung mit erneuerbaren Energien ist lokal, national aber auch international auszubauen. Dabei stehen geeignete «Ernteplätze» für erneuerbare Energien zur Stromerzeugung und der geschickte Verbund der Erzeuger und Verbraucher im Vordergrund.

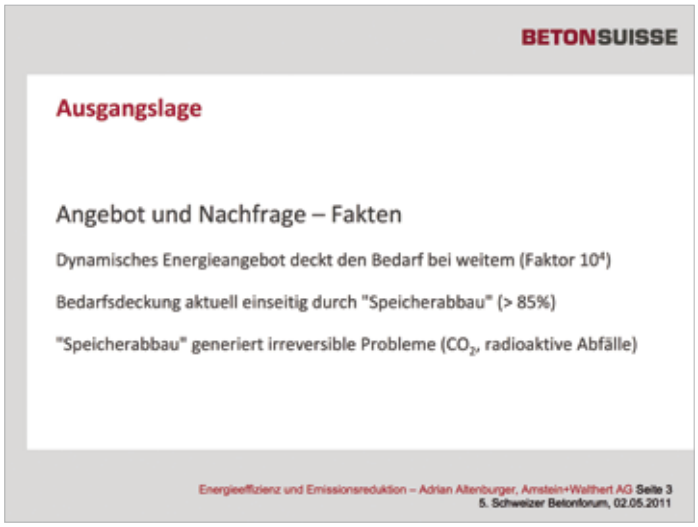
Neubauten sind CO_2-frei zu betreiben und im Bezug auf den Energiebedarf gesamtheitlich zu optimieren. Die Gebäudeerneuerung ist mit einem zielorientierten Transformationspfad von heute 160 kWh/m²a und 48 kgCO_2/m²a auf ein nachhaltiges Mass von 1 kgCO_2/m²a und $<$100 kWh/m²a (Ökonomie, Ökologie, Baukultur) zu beschleunigen.

Massnahmen – Voraussetzungen schaffen
Die Massnahmen, welche unmittelbar in den Bauten umzusetzen sind, lassen sich in Primärmassnahmen (Bedarfsreduktion) und Sekundärmassnahmen (LowEx-, ZeroEmission- und Off-Modus-Konzepte) aufteilen.

Dabei steht die gesamtheitliche Betrachtung (Energieeffizienz und Emissionen), wie sie zum Beispiel mit dem SIA Effizienzpfad Energie abgebildet wird, im Vordergrund. Die fokusierte Betrachtung wie sie in den sogenannten Erstgenerationenlabels abgebildet wird, genügt den Ansprüchen eines nachhaltigen Bauwerks nicht.

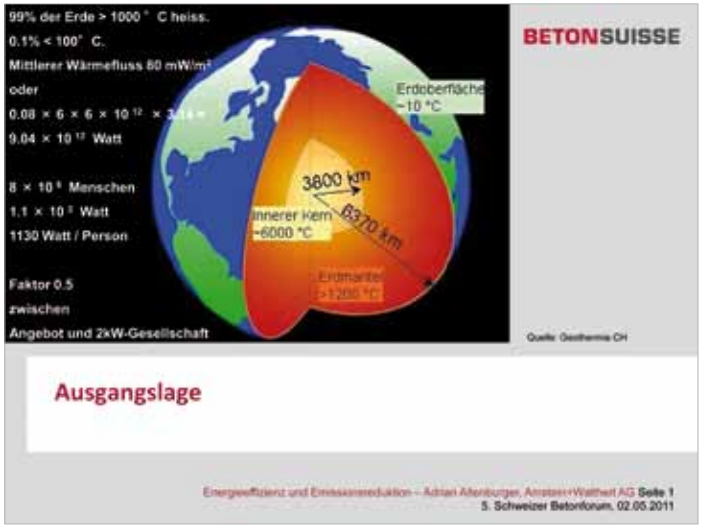

BETONSUISSE
Energieeffizienz und Emissionsreduktion
Adrian Altenburger
Amstein+Walthert AG

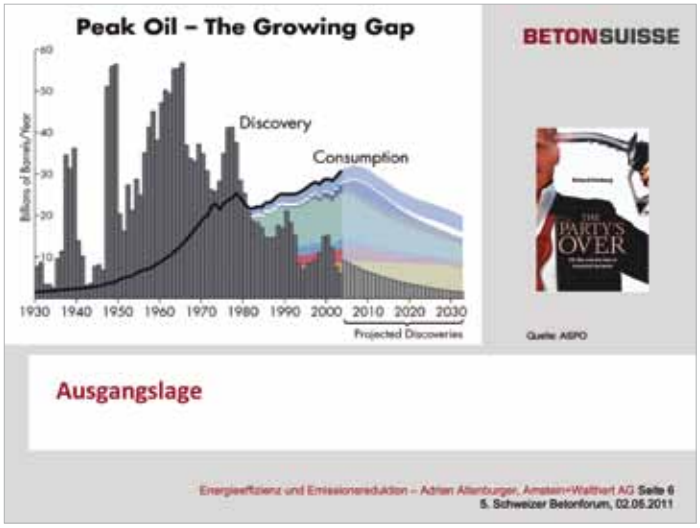

BETONSUISSE
Agenda
Ausgangslage – Angebot und Nachfrage
Analyse – Abhängigkeit und Status Hochbau
Strategie – Transformation Versorgung und Bestand
Massnahmen – Voraussetzungen schaffen
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 2
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

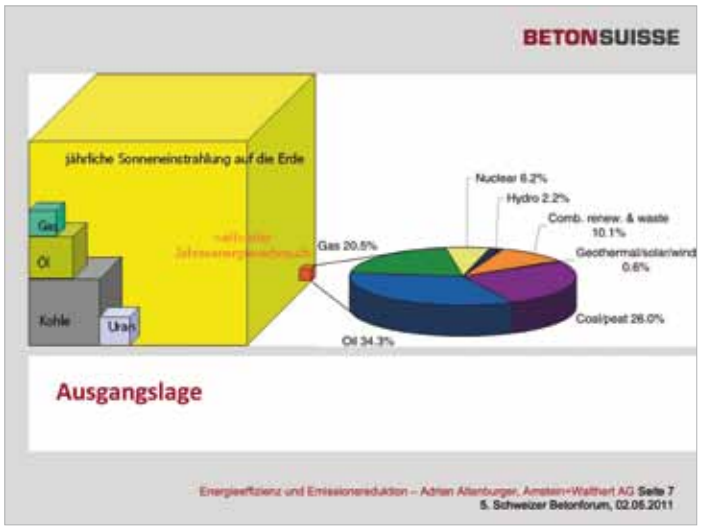

BETONSUISSE
Ausgangslage
Angebot und Nachfrage – Fakten
Dynamisches Energieangebot deckt den Bedarf bei weitem (Faktor 10⁴)
Bedarfsdeckung aktuell einseitig durch "Speicherabbau" (> 85%)
"Speicherabbau" generiert irreversible Probleme (CO2, radioaktive Abfälle)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 3
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
1430 W/m²
Faktor 10'000
zwischen
Angebot und 2kW-Gesellschaft
Quelle: ETH
Ausgangslage
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 4
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

Notizen


99% der Erde > 1000 ° C heiss.
0.1% < 100° C.
Mittlerer Wärmefluss 80 mW/m²
oder
0.08 × 6 × 6 × 10 12 × 3.14 =
9.04 × 10 12 Watt
8 × 10 9 Menschen
1.1 × 10 3 Watt
1130 Watt / Person
Faktor 0.5
zwischen
Angebot und 2kW-Gesellschaft
Erdoberfläche
~10 °C
3800 km
innerer Kern
~6000 °C
6370 km
Erdmantel
~1200 °C
BETONSUISSE
Quelle: Geotherme CH
Ausgangslage
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 1
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


Peak Oil – The Growing Gap
Billions of Barrels/Year
Discovery
Consumption
1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 2030
Projected Discoveries
BETONSUISSE
THE PARTY'S OVER
Quelle: ASPO
Ausgangslage
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 6
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
jährliche Sonneneinstrahlung auf die Erde
Gas
Öl
Kohle
Uran
Nuclear 6.2%
Hydro 2.2%
Comb. renew. & waste 10.1%
Geothermal/solar/wind 0.6%
Gas 20.5%
Coal/peat 26.0%
Oil 34.3%
Ausgangslage
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 7
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

Rhonegletscher
1940
1956
1801
BETONSUISSE
Analyse
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 8
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE

Analyse

Abhängigkeit und Status Hochbau

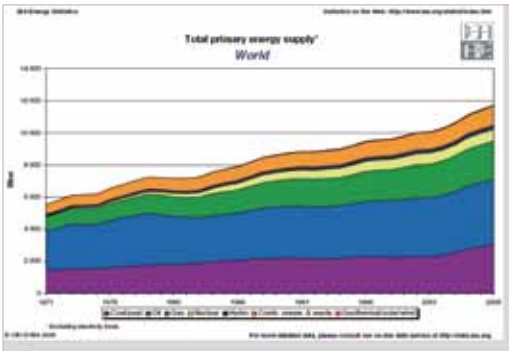
Der Energiebedarf wird zu ca. 85% (Welt) bzw. ca. 75% (CH) mit "Speicherabbau" gedeckt

Die "Speichervorräte" sind endlich und geographisch konzentriert

Der Hochbaubestand CH ist bis Baujahr 2000 zu ca. 80% fossil beheizt

Der Anteil an nicht fossilen Wärmeerzeugern ist erst seit 2008 > 50% (Neubau)

Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG **Seite 9**
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011



BETONSUISSE

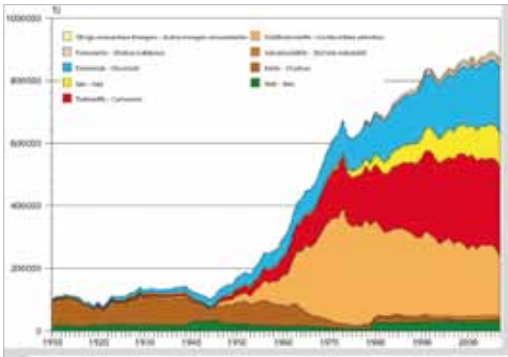
1971–2006
+ 110%

Anteil Fossil
> 80%

Quelle: IEA

Analyse

Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG **Seite 10**
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011



BETONSUISSE

1971–2007
+ 40%

Anteil Fossil
> 65%

Quelle: BFE

Analyse

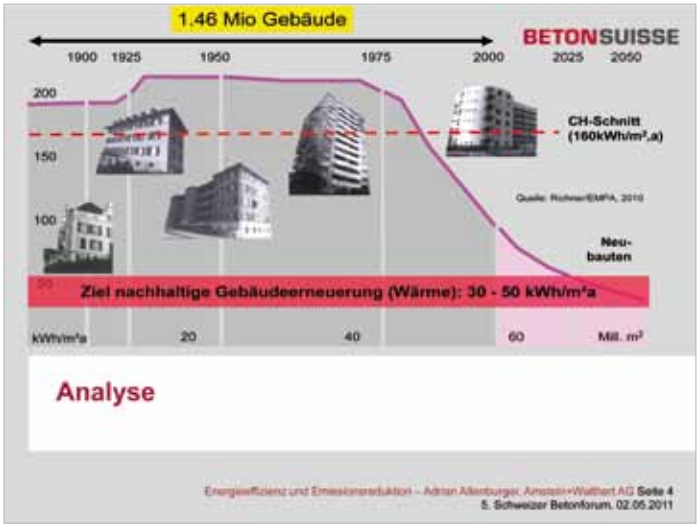
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG **Seite 11**
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

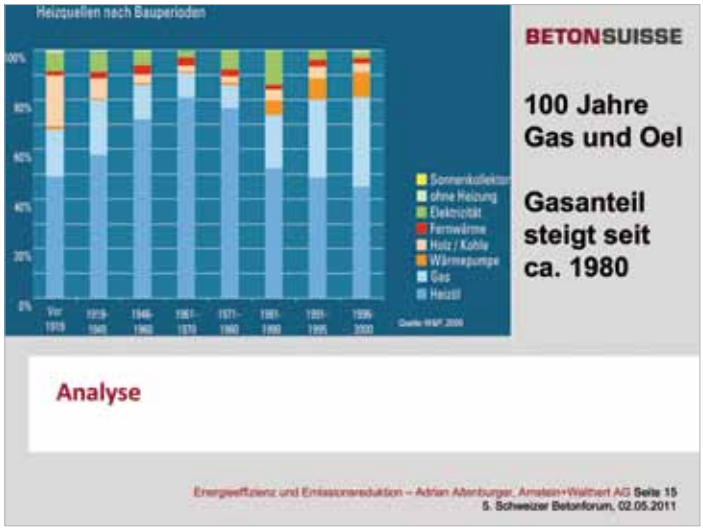
BETONSUISSE

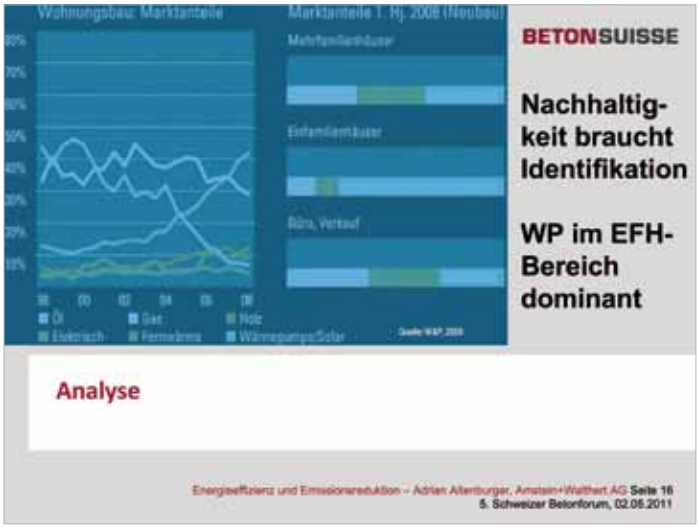
Analyse

Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG **Seite 2**
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

Globale Reserven fossiler Energieträger
BETONSUISSE
Öl
Saudi Arabien 19.9%
Kanada 13.6%
Iran 10.3%
Irak 8.7%
Kuwait 7.7%
Emirate 7.4%
Venezuela 6.1%
Russland 4.6%
Libyen 3.1%
Summe 81.5%
Gas
Russland 27.1%
Iran 15.7%
Qatar 14.7%
Saudi Arabien 3.9%
Emirate 3.5%
USA 3.4%
Nigeria 2.9%
Algerien 2.6%
Venezuela 2.5%
Irak 1.8%
Kasachstan 1.6%
Summe 79.8%
DER SPIEGEL
Der neue Kalte Krieg
Analyse
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 3
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

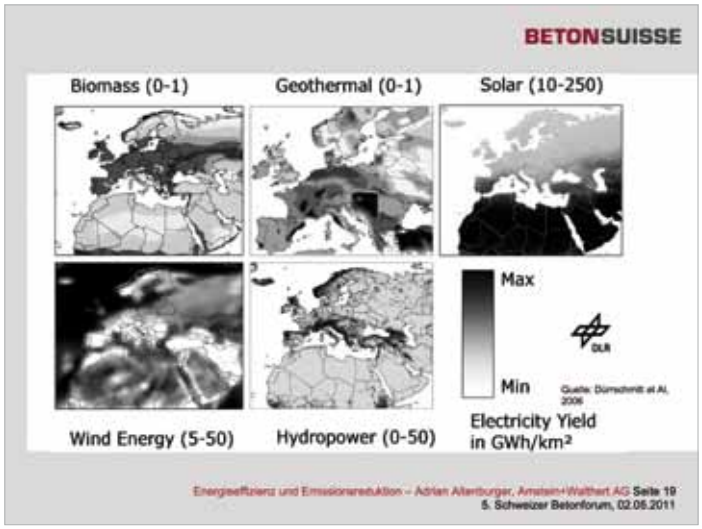

1.46 Mio Gebäude
BETONSUISSE
1900 1925 1950 1975 2000 2025 2050
200
150
100
50
CH-Schnitt (160kWh/m²,a)
Neu-bauten
Ziel nachhaltige Gebäudeerneuerung (Wärme): 30 - 50 kWh/m²a
kWh/m²a
20
40
60
Mil. m²
Analyse
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 4
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

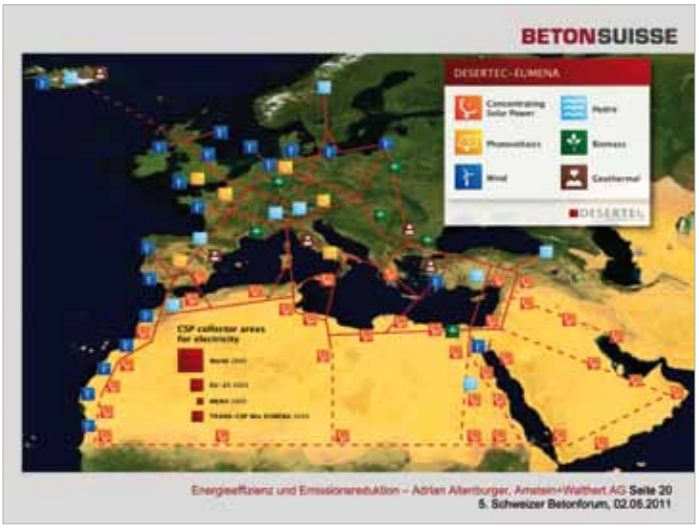

Heizquellen nach Bauperioden
Sonnenkollektor
ohne Heizung
Elektrizität
Fernwärme
Holz / Kohle
Wärmepumpe
Gas
Heizöl
BETONSUISSE
100 Jahre Gas und Oel
Gasanteil steigt seit ca. 1980
Analyse
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 15
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

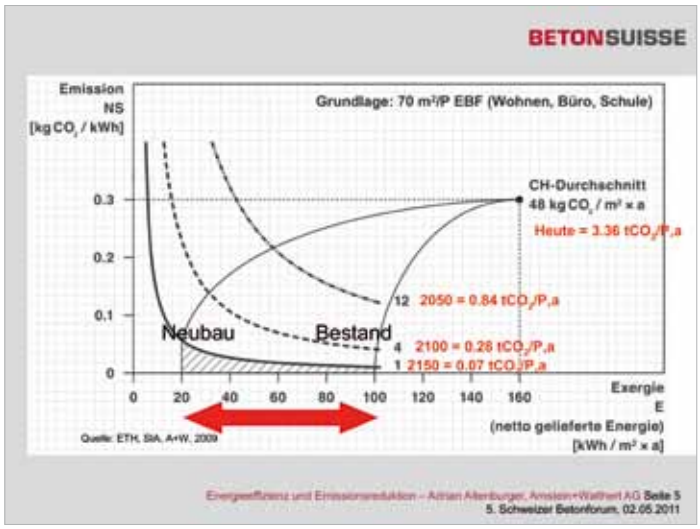

Wohnungsbau: Marktanteile
Marktanteile 1. Hj. 2008 (Neubau)
Mehrfamilienhäuser
Einfamilienhäuser
Büro, Verkauf
BETONSUISSE
Nachhaltigkeit braucht Identifikation
WP im EFH-Bereich dominant
Analyse
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 16
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE
Strategie
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 17
5. Schweizer Betonforum, 02.06.2011

BETONSUISSE
Strategie
Transformation Versorgung und Bestand
Die Energieversorgung muss den Speicherabbau beenden (Rückbaustrategie)
Die dynamische Versorgung ist lokal, national aber auch international auszubauen (geeignete "Ernteplätze" und Verbund)
Neubauten sind CO_2-frei zu betreiben und im Bezug auf den Energiebedarf gesamtheitlich zu optimieren
Die Gebäudeerneuerung ist mit einem zielorientierten Transformationspfad (Ökonomie, Ökologie, Baukultur) zu beschleunigen
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 18
5. Schweizer Betonforum, 02.06.2011


BETONSUISSE
Biomass (0-1)
Geothermal (0-1)
Solar (10-250)
Max
Min
DLR
Quelle: Dürrschmitt et Al. 2006
Wind Energy (5-50)
Hydropower (0-50)
Electricity Yield in GWh/km²
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 19
5. Schweizer Betonforum, 02.06.2011

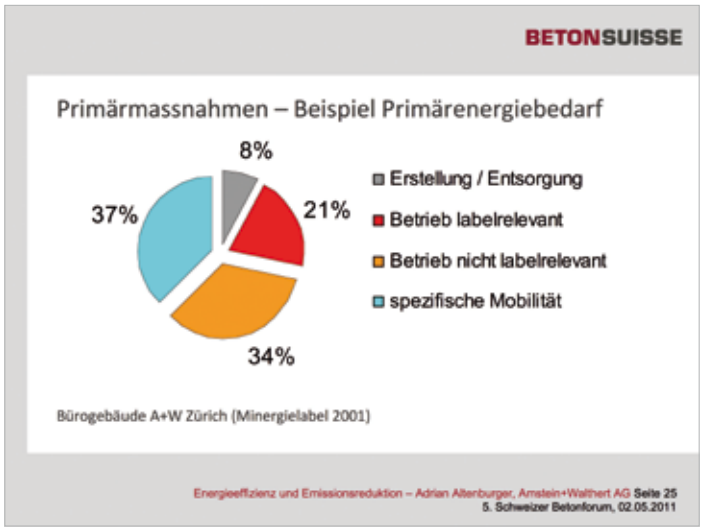

BETONSUISSE
DESERTEC-EUMENA
Concentrating Solar Power
Hydro
Photovoltaics
Biomass
Wind
Geothermal
DESERTEC
CSP collector areas for electricity
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 20
5. Schweizer Betonforum, 02.06.2011

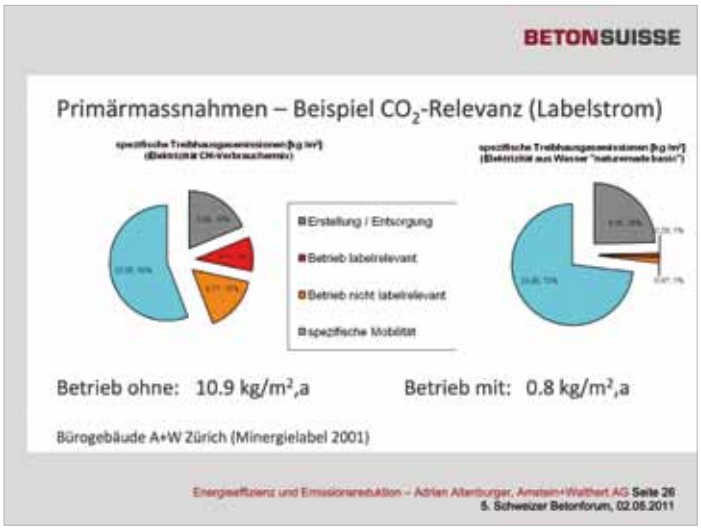

BETONSUISSE
Emission
NS
[kg CO2 / kWh]
Grundlage: 70 m²/P EBF (Wohnen, Büro, Schule)
CH-Durchschnitt
48 kg CO2 / m² × a
Heute = 3.36 tCO2/P,a
12 2050 = 0.84 tCO2/P,a
Neubau
Bestand
4 2100 = 0.28 tCO2/P,a
1 2150 = 0.07 tCO2/P,a
0.3
0.2
0.1
0
0 20 40 60 80 100 120 140 160
Exergie
E
(netto gelieferte Energie)
[kWh / m² × a]
Quelle: ETH, SIA, A+W, 2009
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 5
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

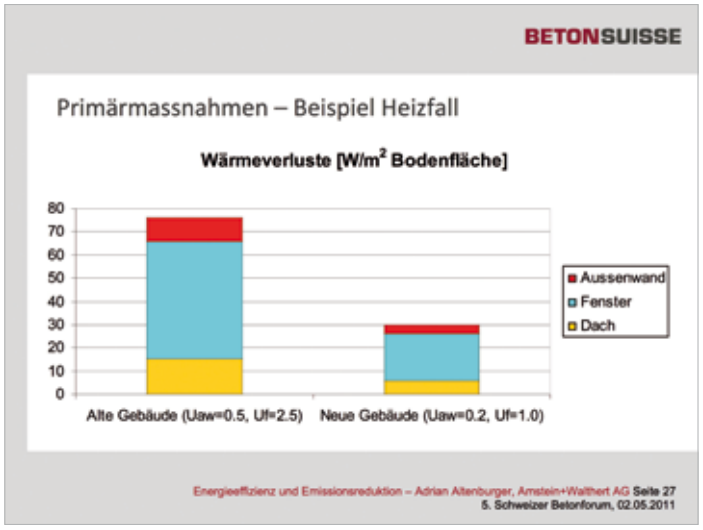
BETONSUISSE
Massnahmen
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 22
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

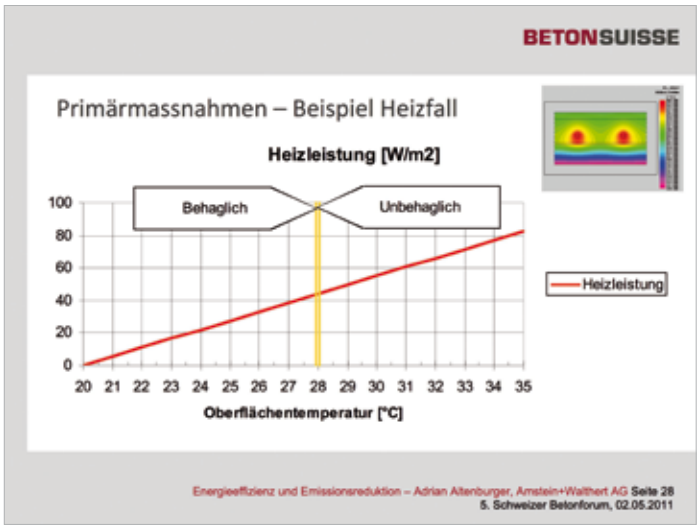
BETONSUISSE
Massnahmen
Voraussetzungen schaffen
Primärmassnahmen – Gesamtheitliche statt fokussierte Betrachtung
Sekundärmassnahmen – LowEx, Zero-Emission- und Off-Modussysteme
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 23
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

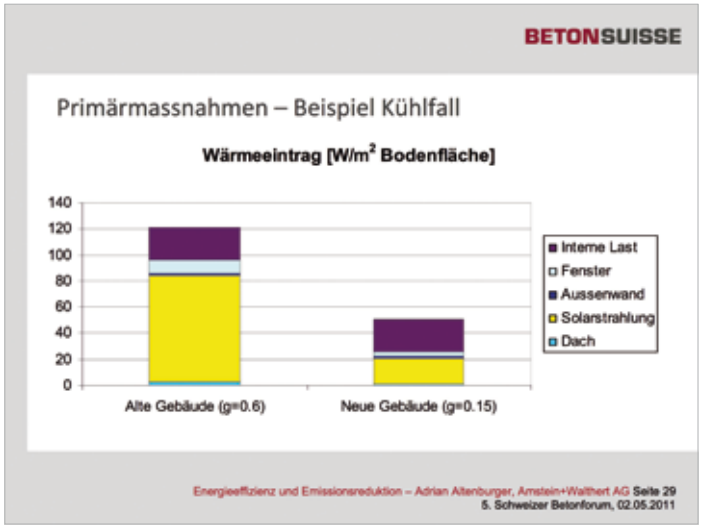
BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Gesamtheitliche Bedarfsreduktion
• Standortwahl mit geringer induzierter Mobilität oder Village-Office-Modell
• Materialisierung mit geringer grauer Energie (RC Beton)
• Gesamthaft optimaler sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz
• Aktivierbare Masse als thermischer Speicher (Tagesspeicher)
• Gesamtheitliche Labels statt Fokus Wärme (Erstgenerationlabels)
sia
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 24
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

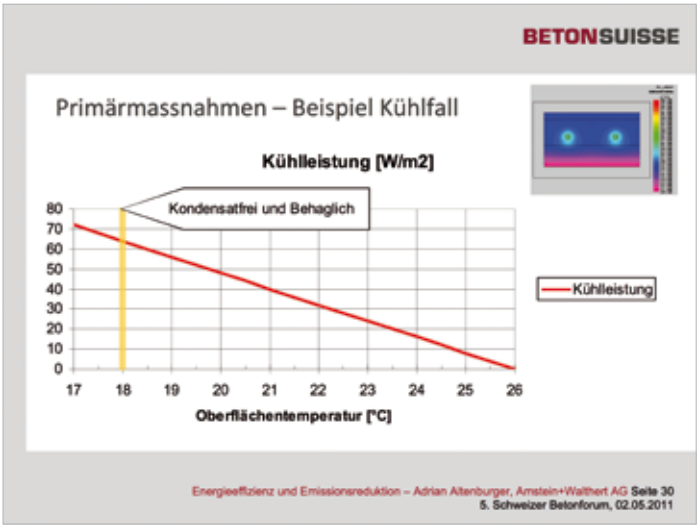

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Primärenergiebedarf
8%
21%
34%
37%
Erstellung / Entsorgung
Betrieb labelrelevant
Betrieb nicht labelrelevant
spezifische Mobilität
Bürogebäude A+W Zürich (Minergielabel 2001)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 25
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

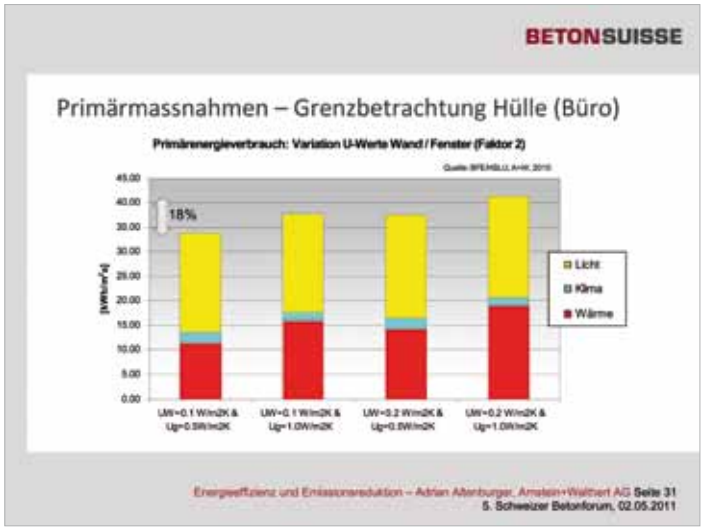

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel CO_2-Relevanz (Labelstrom)
Erstellung / Entsorgung
Betrieb labelrelevant
Betrieb nicht labelrelevant
spezifische Mobilität
Betrieb ohne: 10.9 kg/m²,a
Betrieb mit: 0.8 kg/m²,a
Bürogebäude A+W Zürich (Minergielabel 2001)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 26
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Heizfall
Wärmeverluste [W/m² Bodenfläche]
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Aussenwand
Fenster
Dach
Alte Gebäude (Uaw=0.5, Uf=2.5)
Neue Gebäude (Uaw=0.2, Uf=1.0)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 27
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

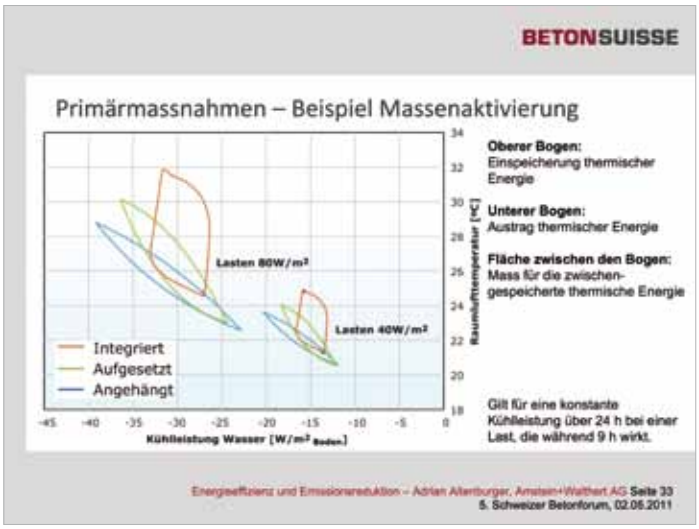

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Heizfall
Heizleistung [W/m2]
Behaglich
Unbehaglich
100
80
60
40
20
0
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
Oberflächentemperatur [°C]
Heizleistung
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 28
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

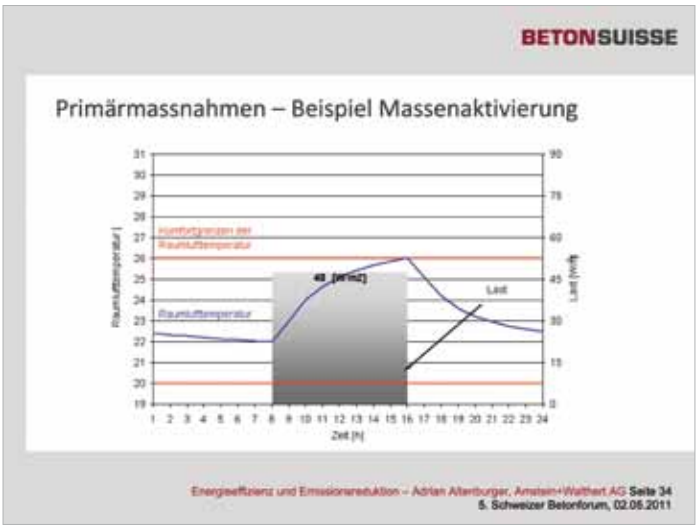

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Kühlfall
Wärmeeintrag [W/m² Bodenfläche]
140
120
100
80
60
40
20
0
Alte Gebäude (g=0.6)
Neue Gebäude (g=0.15)
Interne Last
Fenster
Aussenwand
Solarstrahlung
Dach
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 29
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

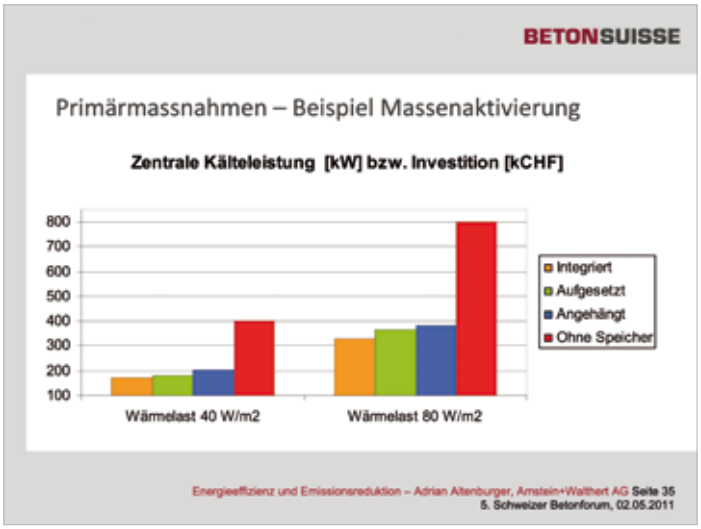

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Kühlfall
Kühlleistung [W/m2]
Kondensatfrei und Behaglich
80
70
60
50
40
30
20
10
0
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
Oberflächentemperatur [°C]
Kühlleistung
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 30
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

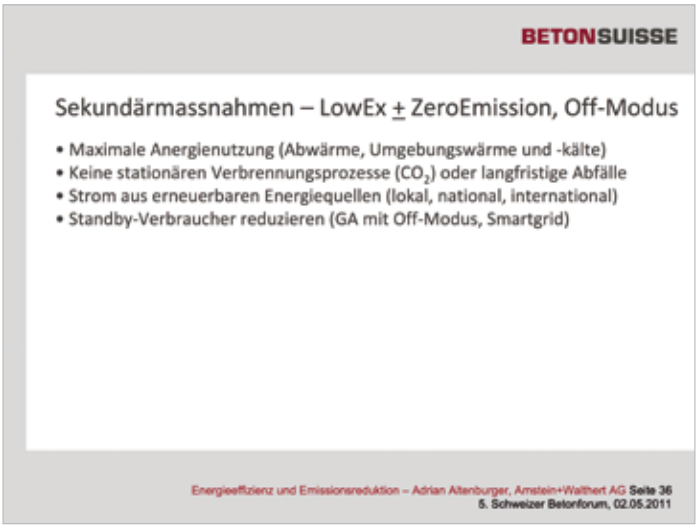

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Grenzbetrachtung Hülle (Büro)
Primärenergieverbrauch: Variation U-Werte Wand / Fenster (Faktor 2)
18%
Licht
Kälte
Wärme
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 31
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

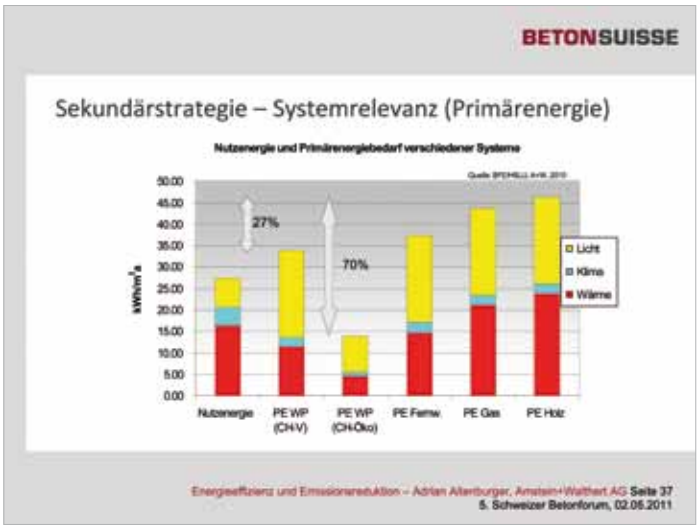
BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Massenaktivierung
Integriert (zB TABS)
Aufgesetzt (zB HEPA)
Angehängt (zB abgeh. Kühldecke)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 32
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

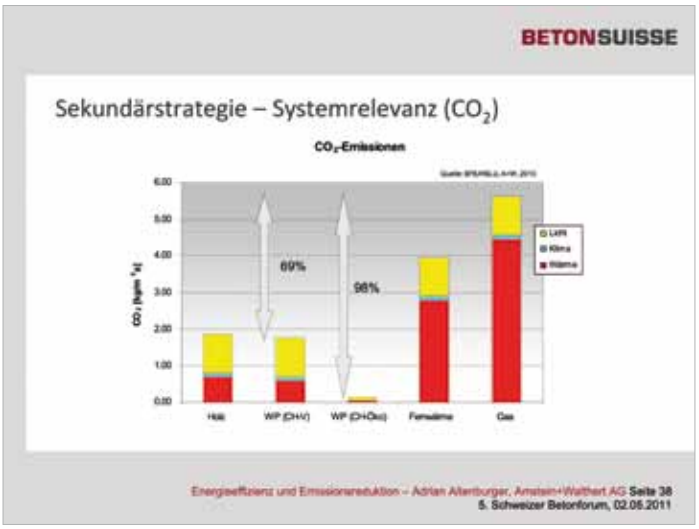

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Massenaktivierung
Lasten 80W/m²
Lasten 40W/m²
Integriert
Aufgesetzt
Angehängt
Raumlufttemperatur [°C]
Kühlleistung Wasser [W/m² Boden]
Oberer Bogen: Einspeicherung thermischer Energie
Unterer Bogen: Austrag thermischer Energie
Fläche zwischen den Bogen: Mass für die zwischengespeicherte thermische Energie
Gilt für eine konstante Kühlleistung über 24 h bei einer Last, die während 9 h wirkt.
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 33
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

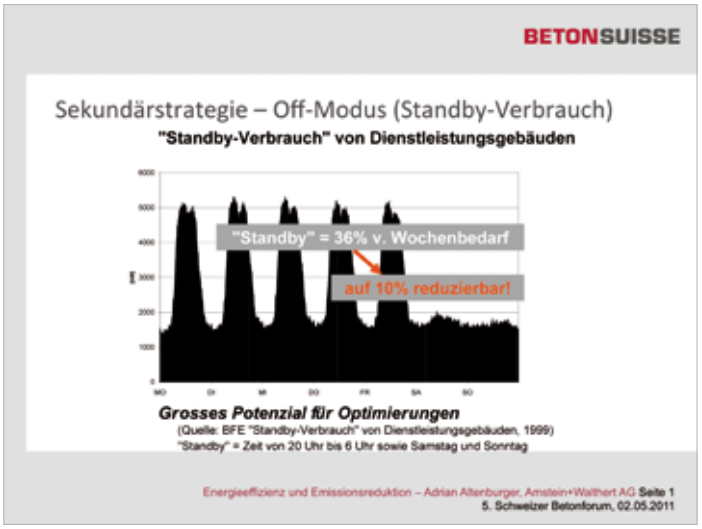

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Massenaktivierung
Raumlufttemperatur
Last
Zeit [h]
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 34
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

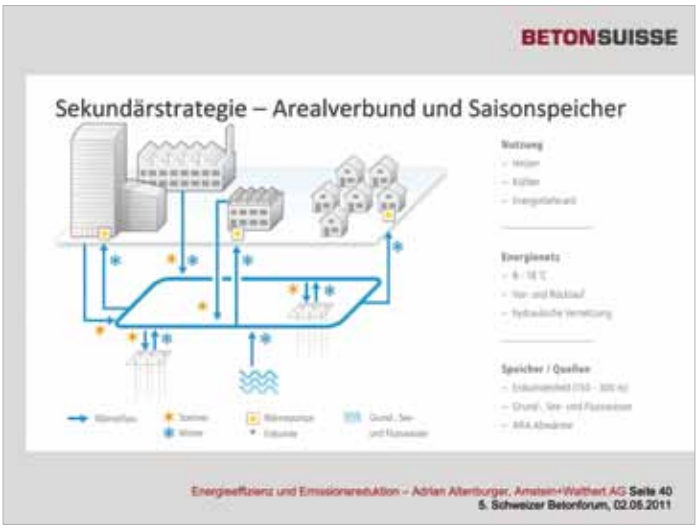

BETONSUISSE
Primärmassnahmen – Beispiel Massenaktivierung
Zentrale Kälteleistung [kW] bzw. Investition [kCHF]
800
700
600
500
400
300
200
100
Wärmelast 40 W/m2
Wärmelast 80 W/m2
Integriert
Aufgesetzt
Angehängt
Ohne Speicher
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 35
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Sekundärmassnahmen – LowEx ± ZeroEmission, Off-Modus
• Maximale Anergienutzung (Abwärme, Umgebungswärme und -kälte)
• Keine stationären Verbrennungsprozesse (CO_2) oder langfristige Abfälle
• Strom aus erneuerbaren Energiequellen (lokal, national, international)
• Standby-Verbraucher reduzieren (GA mit Off-Modus, Smartgrid)
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 36
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Sekundärstrategie – Systemrelevanz (Primärenergie)
Nutzenergie und Primärenergiebedarf verschiedener Systeme
27%
70%
Licht
Kälte
Wärme
Nutzenergie
PE WP (CH-V)
PE WP (CH-Öko)
PE Fernw.
PE Gas
PE Holz
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 37
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Sekundärstrategie – Systemrelevanz (CO_2)
CO_2-Emissionen
69%
96%
Holz
WP (CH-V)
WP (CH-Öko)
Fernwärme
Gas
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 38
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Sekundärstrategie – Off-Modus (Standby-Verbrauch)
"Standby-Verbrauch" von Dienstleistungsgebäuden
"Standby" = 36% v. Wochenbedarf
auf 10% reduzierbar!
Grosses Potenzial für Optimierungen
(Quelle: BFE "Standby-Verbrauch" von Dienstleistungsgebäuden, 1999)
"Standby" = Zeit von 20 Uhr bis 6 Uhr sowie Samstag und Sonntag
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 1
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011


BETONSUISSE
Sekundärstrategie – Arealverbund und Saisonspeicher
Energieeffizienz und Emissionsreduktion – Adrian Altenburger, Amstein+Walthert AG Seite 40
5. Schweizer Betonforum, 02.05.2011

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53
3011 Bern

T 031 327 97 87
F 031 327 97 70

info@betonsuisse.ch
www.betonsuisse.ch

Sämtliche Präsentationen können unter www.betonsuisse.ch (Schweizer Betonforum) heruntergeladen werden.