



D8.9 Educational Material for University Studies

Innovative concepts for energy saving refurbishment in historic buildings

Alexandra Troi, EURAC research

Guiding principle



Presentation 2

Author: Alexandra Troi

Partner: EURAC research (EURAC)

University course: Darmstädter Ingenieurkongress - Bau und Umwelt

Date: 12-13.03.2013

Place: Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie

Title of the lesson: "Innovative Konzepte der energetischen Sanierung im Baudenkmal"

Description of the contents: The energy requirement of a historic building can be substantially reduced finding the right solutions and implementing the high quality. This is the guiding principle in the European research project 3ENCULT "Efficient Energy for EU Cultural Heritage": for the energy retrofit of a historic building the multidisciplinary exchange between all stakeholders starts with a comprehensive diagnosis of the status quo, supports the development of solutions and selection of the most appropriate one, and does not end before an integrated monitoring and control, which verifies and guarantees performance. Methods to be applied include (i) conservation inventory system (as e.g. "Raumbuch") which are further developed in order to well interface with energy issues, but also (ii) conservation related non or minor destructive testing (NDT) technologies (as e.g. IR-thermography, ground penetrating radar, ultrasonic tests) as well as (iii) energy performance related diagnosis (as e.g. again IR-thermography, blower door test, heat flow measurements). Also, the works work done in the Waaghaus in Bozen and in the Höttinger Schule in Innsbruck are presented. The works regard internal insulation, replacement of windows, air tightness, moisture at beam ends, ventilation, air flow balancing, daylight and artificial lighting optimisation.

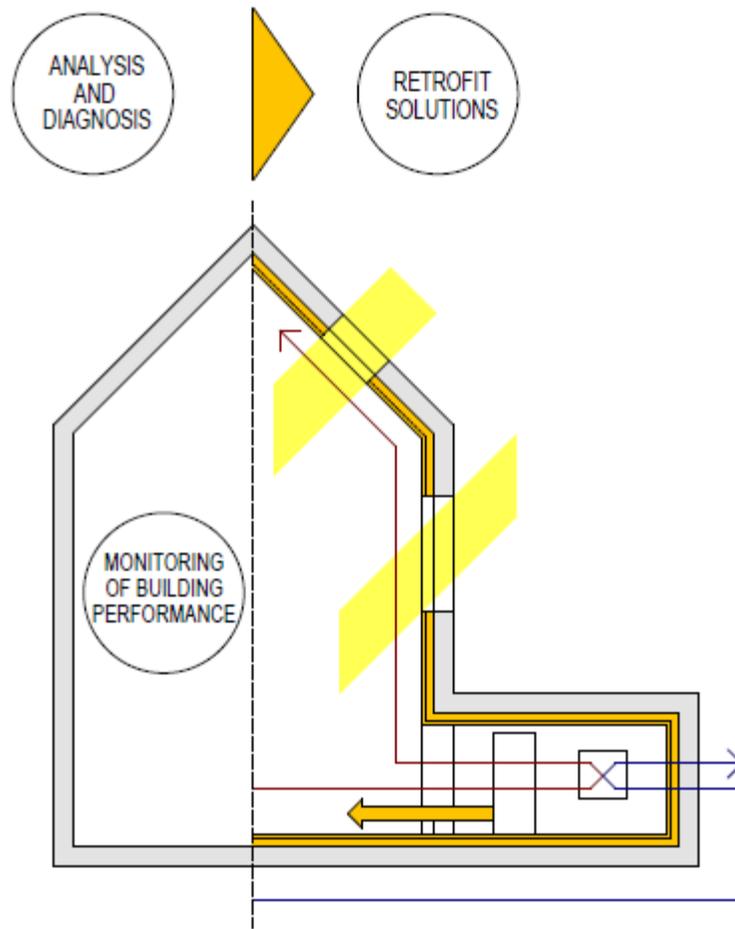
Name of the files: WP8_D8.9_20131007_EURAC-Lesson 1 en and WP8_D8.9_20131007_EURAC-Lesson 1 de

Leitgedanke



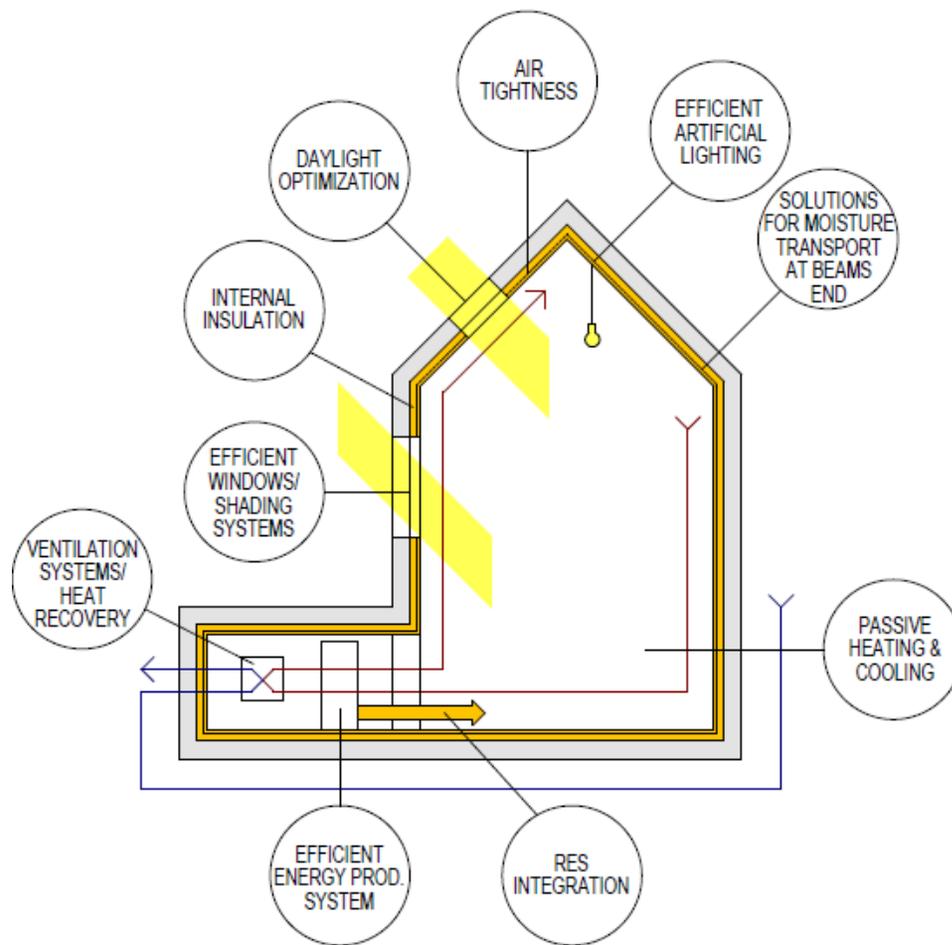
Auch in einem historischen Gebäude kann der Energiebedarf wesentlich reduziert werden – wenn im interdisziplinären Team die richtigen Lösungen für ebendieses Gebäude gefunden und mit hoher Qualität umgesetzt werden

Von der Diagnose zur Erfolgskontrolle



- Diagnose
 - Denkmalwerte
 - Potentielle Schäden
 - Energieaspekte
- Planung
 - mit Blick auf das Gebäude in seiner Gesamtheit
- Dokumentation & Monitoring

Planung mit Blick auf das gesamte Gebäude



Diagnose

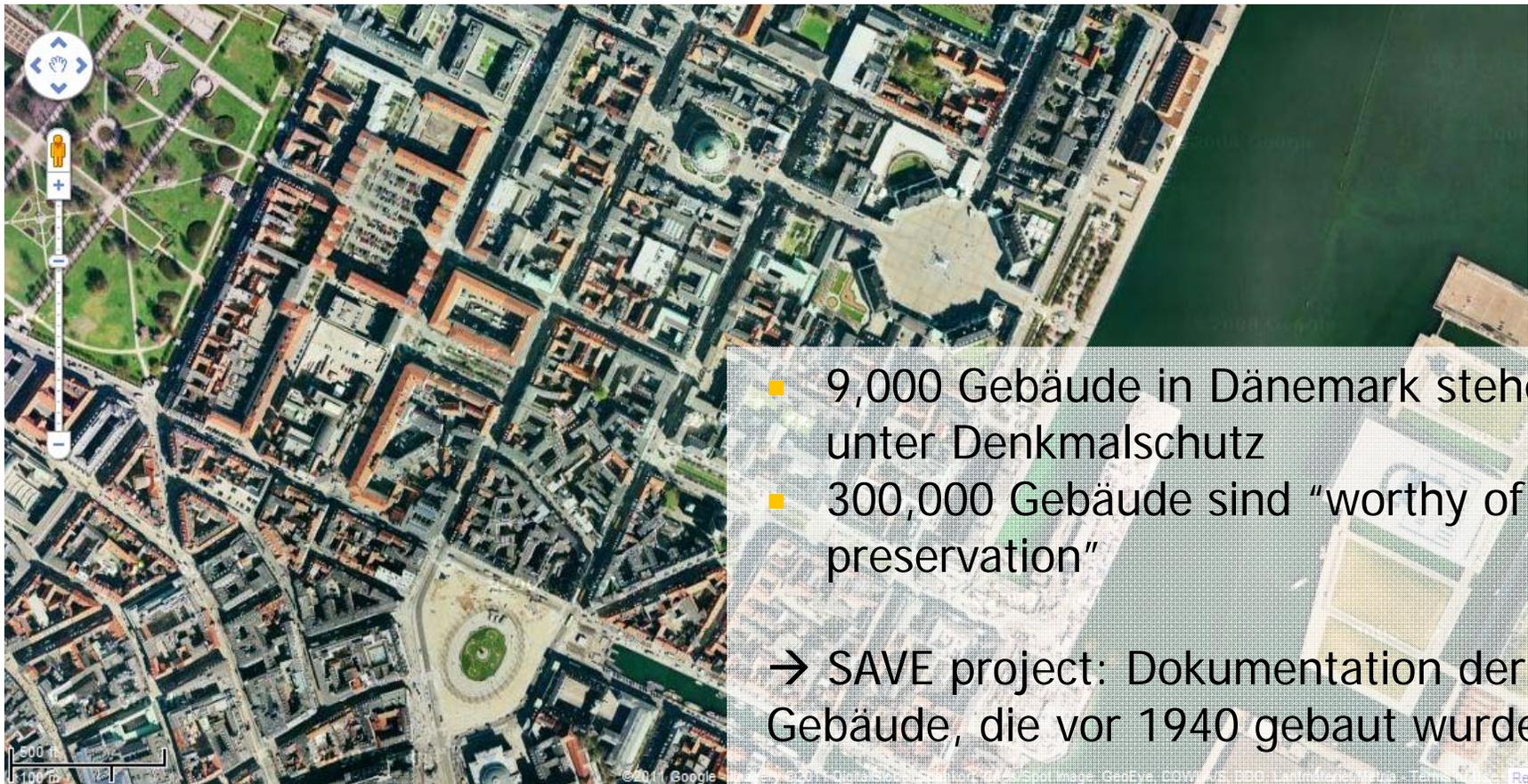
- Denkmalwerte
- Potentielle Schäden
- Energieaspekte

Planung

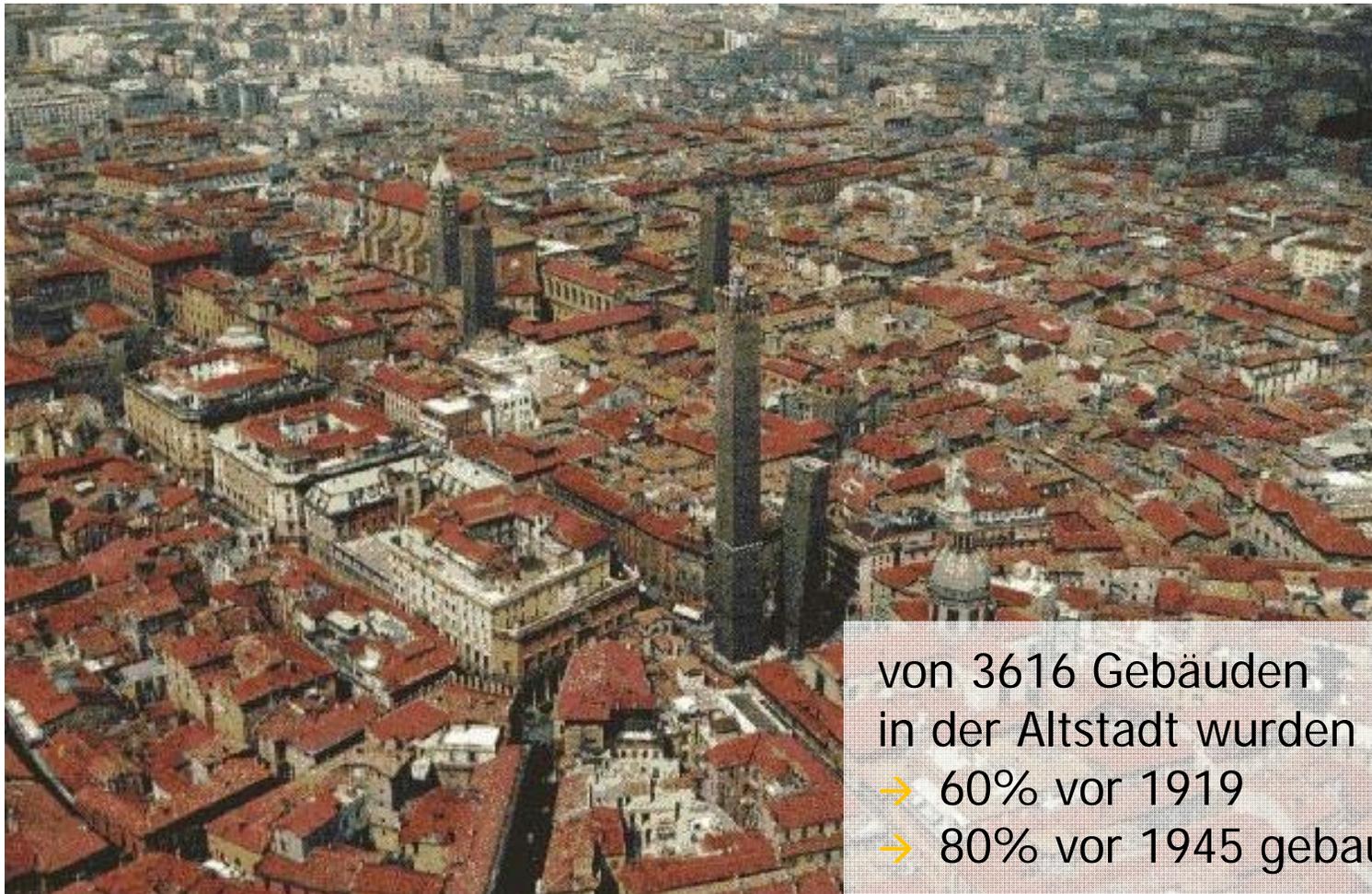
- mit Blick auf das Gebäude in seiner Gesamtheit

Dokumentation & Monitoring

Welche Gebäude? z.B. Dänemark



Welche Gebäude? z.B. Bologna



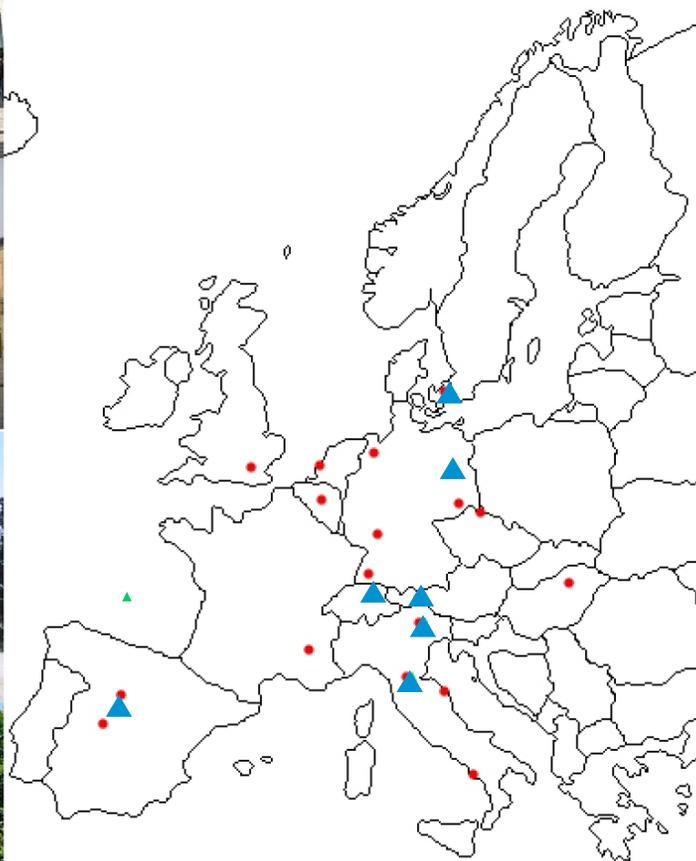
von 3616 Gebäuden
in der Altstadt wurden
→ 60% vor 1919
→ 80% vor 1945 gebaut

Arbeit im Interdisziplinären Team



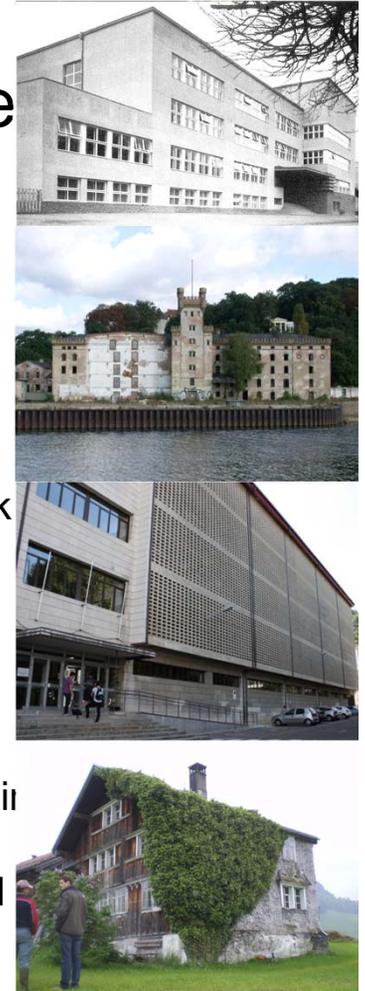
			Case study	Role			
				"Technical solutions"	"Urban context"	"Conser- vation"	"Dissemi- nation"
EURAC research	IT	Coordinator, WP1 & WP8 lead	x	x			
The Royal Danish Academy of Fine Arts	DK	WP2 lead	x		x		
IDK - Institut für Diagnostik & Konservierung an Denkmälern	DE	WP2 co-lead				x	
Universität Innsbruck	AT	WP3 lead	x	x			
ARUP	UK	WP3 co-lead		x			
Universität Stuttgart	DE	WP4 lead	x	x			
Cartif	ES	WP4 co-lead	x	x			
Bartenbach Lichtlabor	AT	WP5 lead		x			
TU Dresden	DE	WP6 lead	x				
Institute for Building Climatology				x			
Chair for Historic Preservation & Building Research						x	
Centre of Expertise in Urban					x		
Comune di Bologna	IT	WP6 co-lead	x		x		
Passivhaus Institut	DE	WP7 lead		x			
TNO	NL	WP7 co-lead					x
Alma Mater Studiorum Università di Bologna	IT	diagnosis & monitoring	x				
DICAM						x	
DIES				x			
Artemis	IT	diagnosis & monitoring				x	
Grupo Unisolar	ES	solar solutions		x			
Menuseries Andre	FR	window solutions		x			
Remmers	DE	insulation solutions		x			
ATREA s.r.o.	CZ	ventilation solutions		x			
youris.com	BE	dissemination					x
ICLEI Europe	DE	dissemination			x		x
REHVA	BE	dissemination					x

Arbeit an Fallbeispielen



■ 8 Fallbeispiele

- ▲ Waaghaus, Bozen/Italy
- ▲ Palazzo d'Accurso, Bologna/Italy
- ▲ Palazzina della Viola, Bologna/Italy
- ▲ Arsenal, Kopenhagen/Denmark
- ▲ Höttinger School, Innsbruck/ Austria
- ▲ Speicherstadt, Potsdam/Germany
- ▲ University building, Bejar-Salamanca/Spain
- ▲ Strickbau, Appenzell/Switzerland





Ein Werkzeug für den Dialog

Entwicklung in 3ENCULT → “Raumbuch” ergänzt um Energieaspekte



- Denkmäler sind einzigartig → vor jeder Veränderung steht eine **umfassende Analyse** von
 - Informationen zu den **historischen** Materialien und Konstruktionen, dem spezifischen Denkmalwert,
 - Potentiellen **Schäden** sowie
 - Stärken und Schwachpunkte aus **energetischer** Sicht

In der Denkmalpflege etabliert → das Raumbuch
Warum nicht davon ausgehen, und die „Energie“-Informationen integrieren?

- Strukturierte Sammlung und **Visualisierung** aller Informationen (Beschreibungen, Pläne, Fotografien, Detailzeichnungen, Messergebnisse, Monitoringdaten, Berechnungen und Modelle)

Architekten, Denkmalpfleger und Ingenieure

→ können sich durch das Gebäude “**bewegen**” und haben auf jeder Ebene
→ die relevanten Informationen für eine konstruktive Diskussion **zur Hand**.

“Raumbuch” ergänzt um Energieaspekte

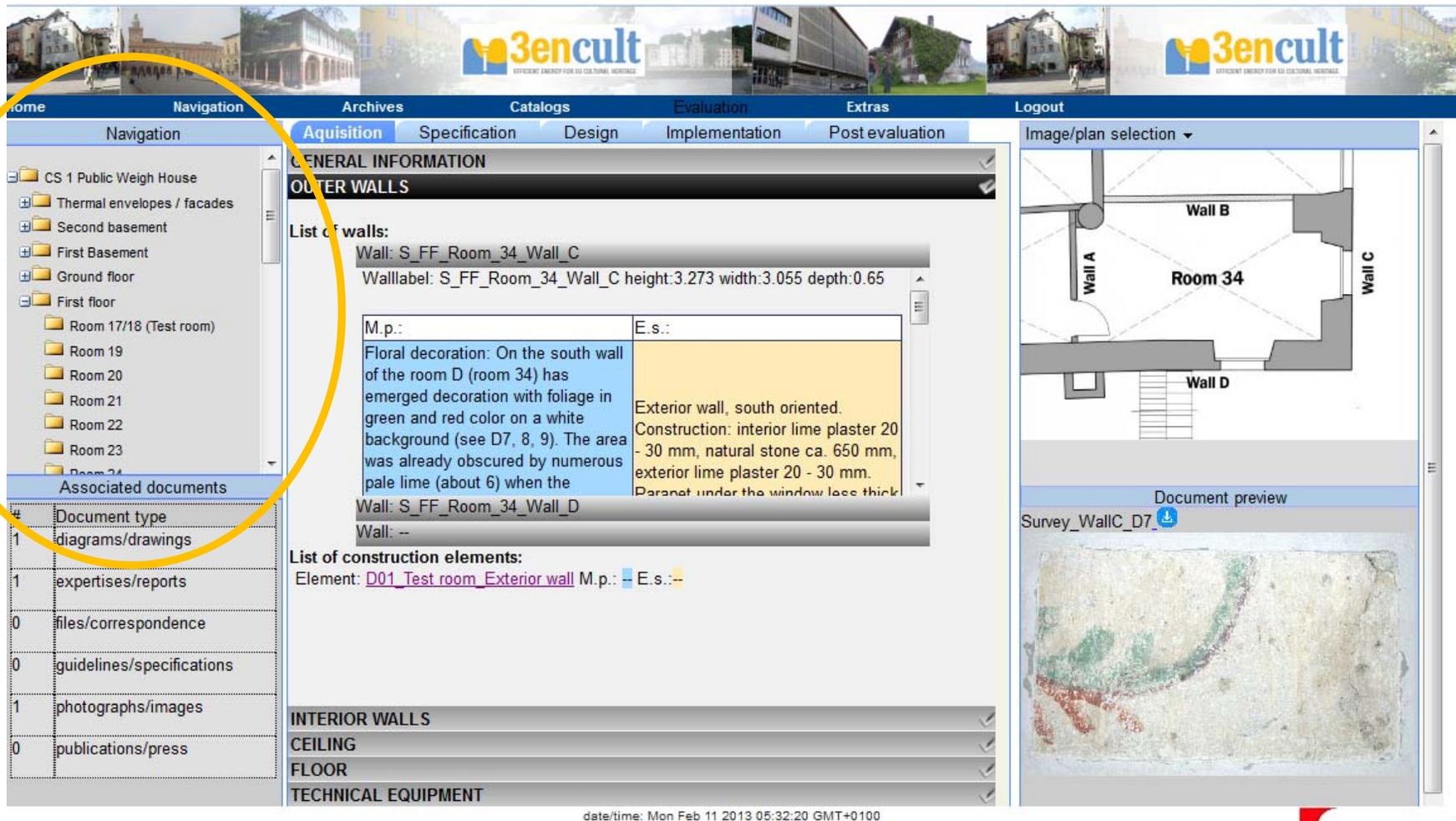


... damit geht der Nutzen geht über die Diagnose hinaus!

- Die Entwicklung von Lösungen,
- Der Vergleich von Varianten und
- Die Auswahl der besten für des spezifische Gebäude profitieren von
 - der strukturierten Präsentation
 - dem parallelen Blick auf Denkmalpflege- und Energie-Aspekte
 - nicht nur auf Gebäudeebene, sondern bis hinunter zum einzelnen Raum

The screenshot displays the 3encult web application interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for 'Home', 'Navigation', 'Archives', 'Evaluation', 'Extras', and 'Logout'. Below this, a secondary navigation bar contains tabs for 'Aquisition', 'Specification', 'Design', 'Implementation', and 'Post evaluation'. The main content area is divided into three sections: a left-hand navigation tree, a central text and image area, and a right-hand document preview area. The navigation tree shows a hierarchy starting with 'CS 1 Public Weigh House', followed by 'Aspect -- Roombook', 'First floor', and a list of rooms (30, 32, 33, 34) and 'Second floor'. The central area is titled 'Urban aspects' and contains a text block describing the building's location in Bolzano, followed by an architectural drawing of a street market. The right-hand area is titled 'Image/plan selection' and shows a photograph of a historic building. A yellow bar at the bottom of the central area is labeled 'energetically significant'.

Navigationsstruktur



The screenshot displays the 3encult web application interface. A yellow circle highlights the navigation tree on the left side, which is structured as follows:

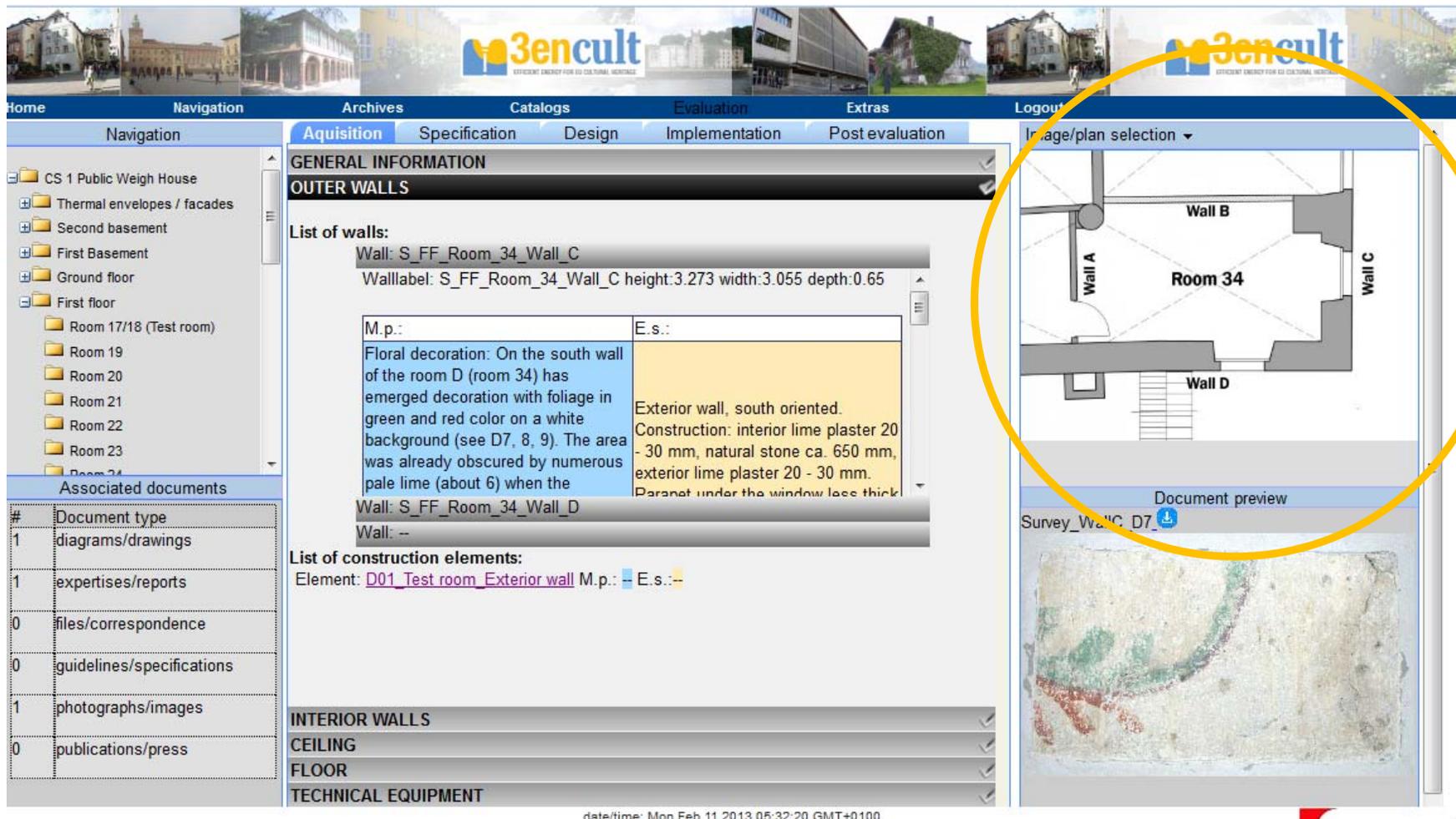
- Home
- Navigation
- Archives
- Catalogs
- Evaluation
- Extras
- Logout

The main content area is divided into several sections:

- GENERAL INFORMATION**
- OUTER WALLS**
- List of walls:**
 - Wall: S_FF_Room_34_Wall_C
 - Walllabel: S_FF_Room_34_Wall_C height:3.273 width:3.055 depth:0.65
 - M.p.: Floral decoration: On the south wall of the room D (room 34) has emerged decoration with foliage in green and red color on a white background (see D7, 8, 9). The area was already obscured by numerous pale lime (about 6) when the
 - E.s.: Exterior wall, south oriented. Construction: interior lime plaster 20 - 30 mm, natural stone ca. 650 mm, exterior lime plaster 20 - 30 mm. Parapet under the window less thick
 - Wall: S_FF_Room_34_Wall_D
 - Wall: --
- List of construction elements:**
 - Element: [D01_Test room_Exterior wall](#) M.p.: E.s.:-
- INTERIOR WALLS**
- CEILING**
- FLOOR**
- TECHNICAL EQUIPMENT**

The right side of the interface shows a plan view of Room 34 with walls labeled Wall A, Wall B, Wall C, and Wall D. Below the plan view is a document preview titled 'Survey_WallC_D7' showing a photograph of a wall with floral decorations.

Pläne und Bilder zur Orientierung



Home Navigation Archives Catalogs Evaluation Extras Logout

Navigation

- CS 1 Public Weigh House
 - Thermal envelopes / facades
 - Second basement
 - First Basement
 - Ground floor
 - First floor
 - Room 17/18 (Test room)
 - Room 19
 - Room 20
 - Room 21
 - Room 22
 - Room 23
 - Room 34

Associated documents

#	Document type
1	diagrams/drawings
1	expertises/reports
0	files/correspondence
0	guidelines/specifications
1	photographs/images
0	publications/press

GENERAL INFORMATION

OUTER WALLS

List of walls:

Wall: S_FF_Room_34_Wall_C
Walllabel: S_FF_Room_34_Wall_C height:3.273 width:3.055 depth:0.65

M.p.:	E.s.:
Floral decoration: On the south wall of the room D (room 34) has emerged decoration with foliage in green and red color on a white background (see D7, 8, 9). The area was already obscured by numerous pale lime (about 6) when the	Exterior wall, south oriented. Construction: interior lime plaster 20 - 30 mm, natural stone ca. 650 mm, exterior lime plaster 20 - 30 mm. Parapet under the window less thick

Wall: S_FF_Room_34_Wall_D
Wall: --

List of construction elements:
Element: [D01_Test room_ Exterior wall](#) M.p.: E.s.:

INTERIOR WALLS

CEILING

FLOOR

TECHNICAL EQUIPMENT

Image/plan selection

Room 34

Wall A, Wall B, Wall C, Wall D

Document preview

Survey_WallC_D7

date/time: Mon Feb 11 2013 05:32:20 GMT+0100

Mittelteil mit der parallele Beschreibung



The screenshot shows the 3encult web application interface. The main content area is titled "GENERAL INFORMATION" and "OUTER WALLS". A yellow circle highlights a specific wall element, "Wall: S_FF_Room_34_Wall_C". The details for this wall are as follows:

M.p.:	E.s.:
Floral decoration: On the south wall of the room D (room 34) has emerged decoration with foliage in green and red color on a white background (see D7, 8, 9). The area was already obscured by numerous pale lime (about 6) when the	Exterior wall, south oriented. Construction: interior lime plaster 20 - 30 mm, natural stone ca. 650 mm, exterior lime plaster 20 - 30 mm. Parapet under the window less thick

Below the wall details, there is a "List of construction elements:" section with the following entry:

Element: [D01_Test room_ Exterior wall](#) M.p.: [-](#) E.s.: [-](#)

The interface also shows a navigation menu on the left, a top navigation bar with tabs like "Aquisition", "Specification", "Design", "Implementation", and "Post evaluation", and a right sidebar with "Image/plan selection" and "Document preview".

Zusatzdokumente



The screenshot displays the 3encult web application interface. The top navigation bar includes Home, Navigation, Archives, Catalogs, Evaluation, Extras, and Logout. The main content area is divided into several sections:

- Navigation:** A tree view on the left shows the project structure, including 'CS 1 Public Weigh House', 'Thermal envelopes / facades', 'Second basement', 'First basement', 'Ground floor', and 'First floor'. Under 'First floor', there are rooms 17/18 (Test room), 19, 20, 21, 22, and 23. A yellow circle highlights the 'Associated documents' section, which lists document types and their counts: diagrams/drawings (1), expertises/reports (1), files/correspondence (0), guidelines/specifications (0), photographs/images (1), and publications/press (0).
- GENERAL INFORMATION:** The main content area shows 'OUTER WALLS' and a 'List of walls:' section. The selected wall is 'Wall: S_FF_Room_34_Wall_C' with dimensions: height: 3.273, width: 3.055, depth: 0.65. Below this is a table with 'M.p.' and 'E.s.' columns. The 'M.p.' column contains text about floral decoration on the south wall of room D (room 34). The 'E.s.' column contains technical details about the exterior wall construction.
- Image/plan selection:** A diagram on the right shows a plan view of 'Room 34' with walls labeled Wall A, Wall B, Wall C, and Wall D.
- Document preview:** A preview of a document titled 'Survey_WallC_D7' is shown at the bottom right, featuring a photograph of a wall with decorative elements.

date/time: Mon Feb 11 2013 05:32:20 GMT+0100

... und deren Vorschau

The screenshot displays the 3encult web application interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for Home, Navigation, Archives, Catalogs, Evaluation, Extras, and Logout. Below this, a secondary navigation bar includes tabs for Aquisition, Specification, Design, Implementation, and Post evaluation. The main content area is divided into several sections:

- Navigation:** A tree view on the left shows the project structure, including 'CS 1 Public Weigh House', 'Thermal envelopes / facades', 'Second basement', 'First Basement', 'Ground floor', and 'First floor'. Under 'First floor', several rooms are listed, with 'Room 34' selected.
- GENERAL INFORMATION:** The main content area shows 'OUTER WALLS' and a 'List of walls:' section. The selected wall is 'Wall: S_FF_Room_34_Wall_C' with dimensions: height: 3.273, width: 3.055, depth: 0.65.
- Table:** A table with two columns, 'M.p.:' and 'E.s.:', provides details for the wall element. The 'M.p.:' column contains a description of floral decoration on the south wall of Room D (Room 34). The 'E.s.:' column contains technical details about the exterior wall's construction and orientation.
- Image/plan selection:** A diagram on the right shows a floor plan of Room 34 with walls labeled Wall A, Wall B, Wall C, and Wall D. A yellow circle highlights the 'Document preview' section below the diagram, which shows a photograph of the wall's surface with floral decorations.

At the bottom of the interface, the date/time is displayed as 'Mon Feb 11 2013 05:32:20 GMT+0100'.

Kataloge der Materialien & Bauteile



Home Navigation Archives Catalogs Evaluation Extras Logout

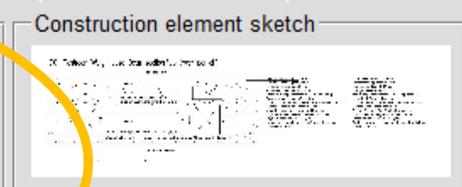
Construction Element	Area	Total thickness	U-value (calculated)	Comment	Entered by	Entry date
D01_Test room_Ceiling 1 over Portici	467		1.34		Dagmar Exner	2012-12-13 22:31:34
D01_Test room_Exterior 2 wall	0		2.33		Dagmar Exner	2012-12-13 22:45:37

Construction element details

Construction element: D01_Test room_Ceiling over Portici 1
Area: 467
Entered by: Dagmar Exner
Total Thickness (mm): 467
Comment: --
Date: 2012-12-13 22:31:34

U-value data

U-value (calculated): 1.34
U-value (measured): 0
RSI: Downward(0.17)
RSE: Thermal Resistance of the exterior surface(0.04)



date/time: Mon Feb 11 2013 05:25:01 GMT+0100



... mit Detailzeichnung



Home Navigation Archives Catalogs Evaluation Extras Logout

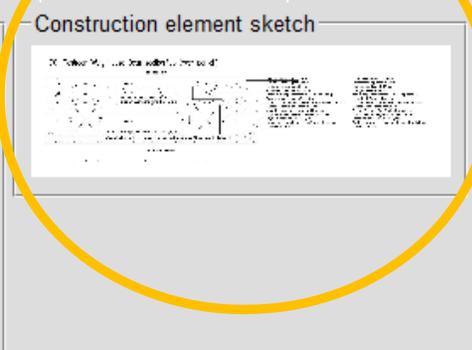
Construction Element	Area	Total thickness	U-value (calculated)	Comment	Entered by	Entry date
D01_Test room_Ceiling 1 over Portici		467	1.34		Dagmar Exner	2012-12-13 22:31:34
D01_Test room_Exterior 2 wall		0	2.33		Dagmar Exner	2012-12-13 22:45:37

Construction element details

Construction element: D01_Test room_Ceiling over Portici 1
Area: 467
Entered by: Dagmar Exner
Total Thickness (mm): 467
Comment: --
Date: 2012-12-13 22:31:34

U-value data

U-value (calculated): 1.34
U-value (measured): 0
RSI: Downward(0.17)
RSE: Thermal Resistance of the exterior surface(0.04)



date/time: Mon Feb 11 2013 05:25:01 GMT+0100

... und Bild



Home Navigation Archives Catalogs Evaluation Extras Logout

Construction Element	Area	Total thickness	U-value (calculated)	Comment	Entered by	Entry date
D01_Test room_Ceiling 1 over Portici		467	1.34		all Dagmar Exner	2012-12-13 22:31:34
D01_Test room_Exterior 2 wall		0	2.33		Dagmar Exner	2012-12-13 22:45:37

Construction element details

Construction element: D01_Test room_Ceiling over Portici 1
Area: 467
Entered by: Dagmar Exner
Total Thickness (mm): 467
Comment: --
Date: 2012-12-13 22:31:34

U-value data

U-value (calculated): 1.34
U-value (measured): 0
RSI: Downward(0.17)
RSE: Thermal Resistance of the exterior surface(0.04)

Construction element sketch



Photo



date/time: Mon Feb 11 2013 05:25:01 GMT+0100

ProDenkr

Standardlösung kann es im Denkmal nicht geben

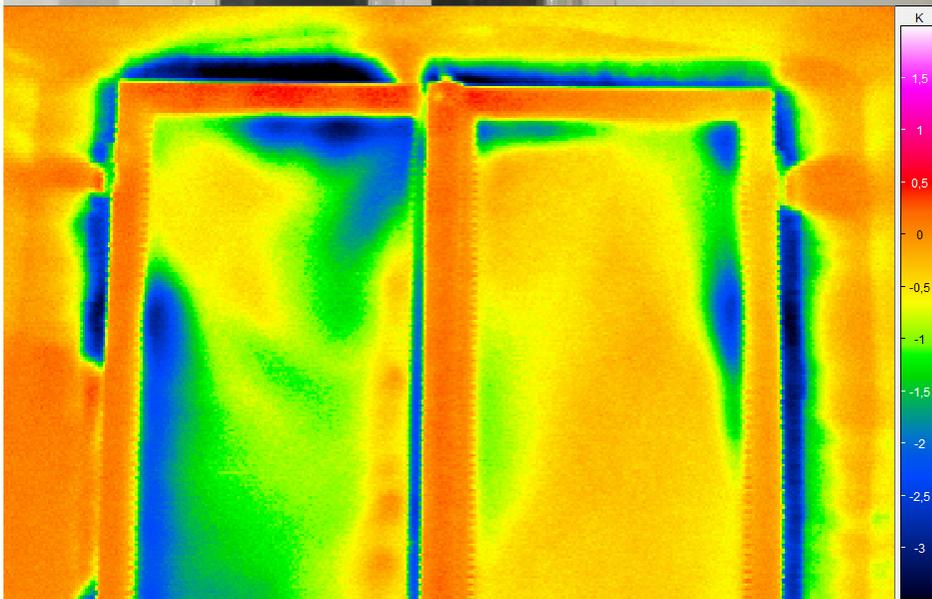


→ Wie der oben beschriebene Austausch und das Hinausdenken über die typische Anwendung zu innovativen Lösungen führen können wird im Folgenden an zwei Beispiele dargestellt.

Fensterentwicklung am Waaghaus in Bozen



Fenster im Gebäudebestand ...



... sind in der Regel

- nicht wärmeisolierend

z.B. CS1 Waaghaus / Bozen:

→ 33 kWh/m²

= 11% der gesamten
Transmissionverluste

- nicht luftdicht

z.B. CS1 Waaghaus / Bozen:

→ ~40 kWh/m²

Was tun?

- Bei Originalfenstern mit Denkmalwert
 - Restaurierung des bestehenden Fensters
- Oft aber wurden – wie im 3ENCULT CS1 – die originalen Fenster bereits ausgetauscht
 - Neues energieeffizientes und ästhetisch passenderes Fenster



Das war die Herausforderung für ...



3ENCULT Partner
Menuisierier Andre mit deren
Entwicklungsexperten Franz
Freundorfer



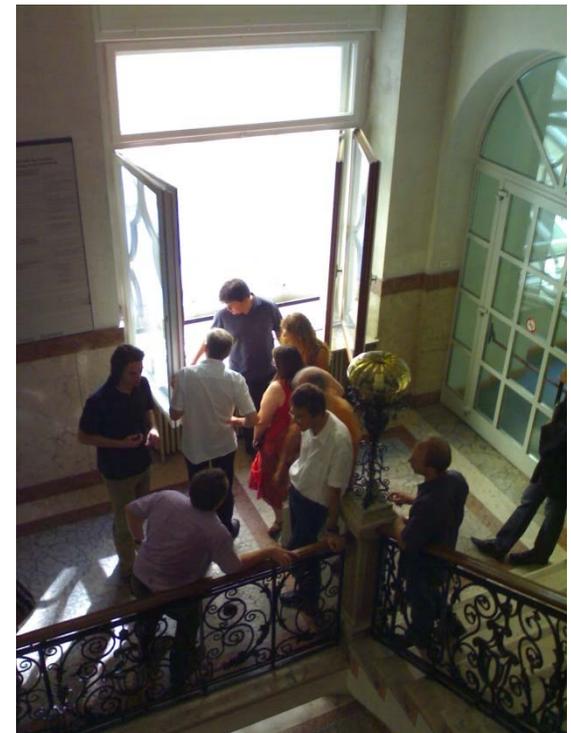
... in enger Zusammenarbeit mit dem Konsortium!

mit der Direktorin des Denkmalamtes Frau Kofler Engl

- um die speziellen Anforderungen am Waaghaus zu klären
- Aber auch “typische” Anforderungen zu verstehen

- Die Fenstergröße ist typisch für eine barockes Fenster
- Da die Fenster Mitte des 20. Jh ausgetauscht wurden und über die originalen keine Informationen vorhanden sind empfiehlt die Denkmalpflege ein regional typisches „barockes“ Fenster:
 - Zwei Flügel mit jeweils zwei Unterteilungen
 - Sowohl Kasten- als auch Verbundfenster sind möglich
- Dokumente & Zeichnungen für Recherche

Workshop in Bozen

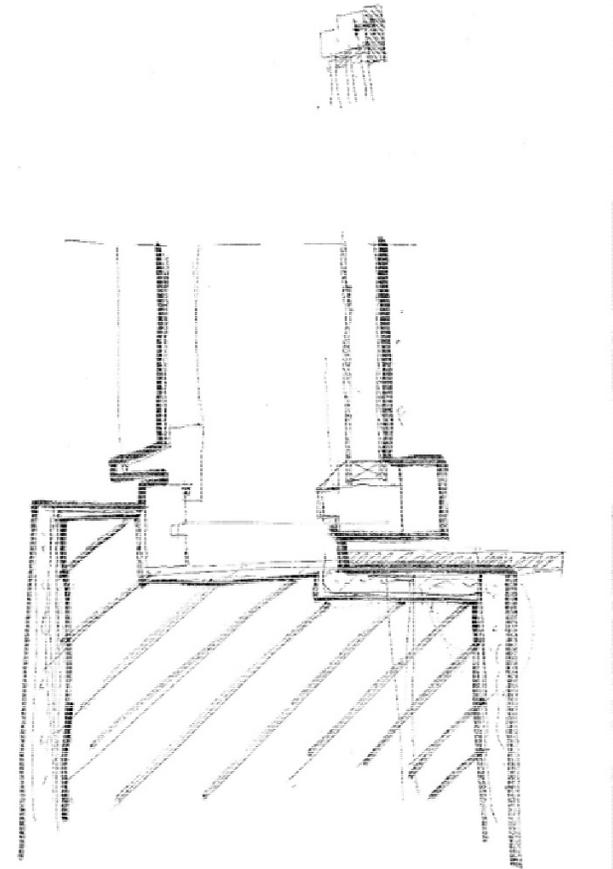
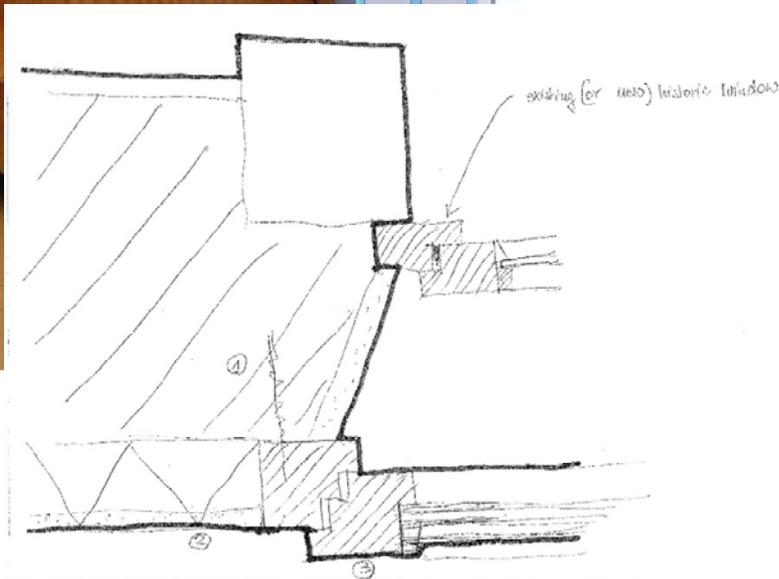


März 2013

Alexandra Troi - 2. Darmstädter Ingenieurskongress

EURAC
research

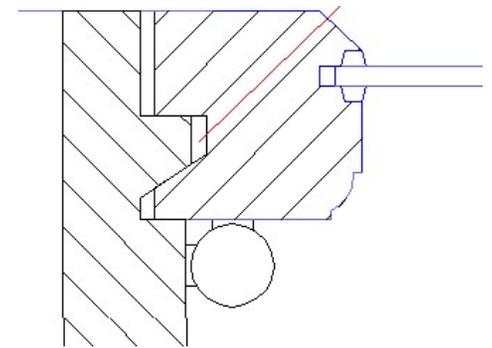
Workshop in Bozen



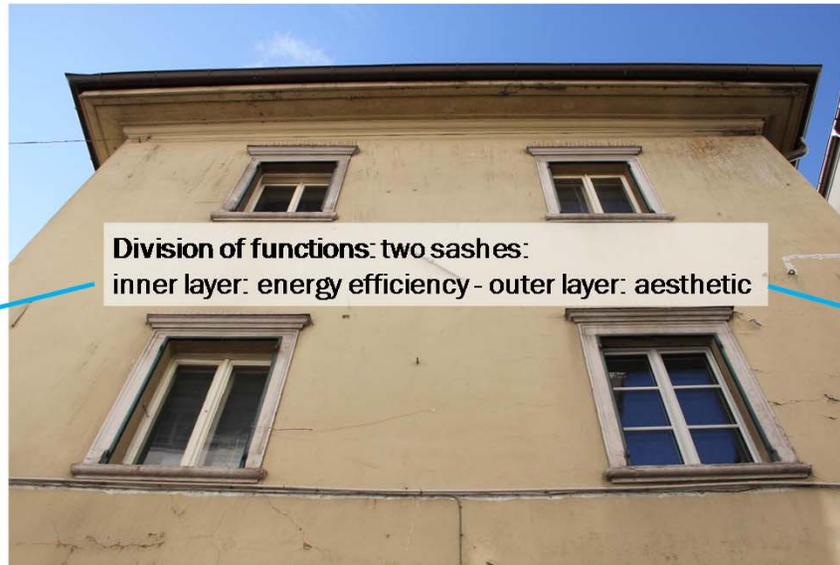
... Ideen & Überlegungen

- Energetisches Ziel: “Passivhaus” Fenster
- Fenster mit zwei verschiedenen Gläsern
 - außen, um der historischen Optik gerecht zu werden eine Einfachverglasung
 - innen eine isolierende Dreifachscheibe

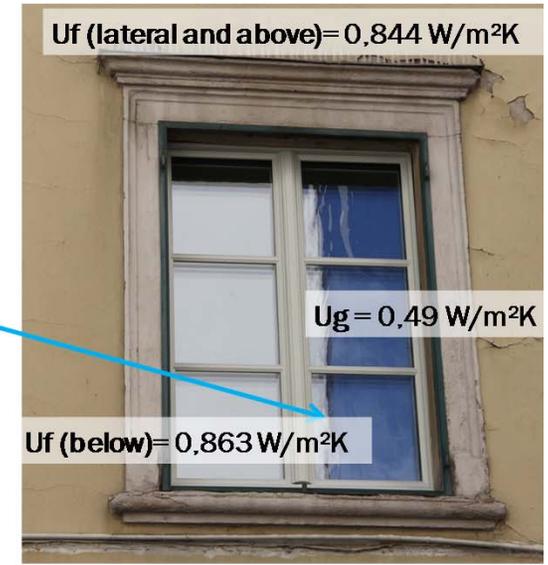
Beim Studium der alten Zeichnung hat Freundorfer auch den sogenannten „Geißfuß“ gefunden, eine clevere geometrische Anordnung, die es erlaubt dass sich der Flügelrahmen beim Schließen von außen seitlich hinter den Blendrahmen hineindreht. Mit dieser Idee ist es ihm schlussendlich auch gelungen, das Fenster auch als Kastenfenster in die energieeffiziente Fassung zu bringen.



Installation des 1. Prototypen am Waaghaus



Division of functions: two sashes:
inner layer: energy efficiency - outer layer: aesthetic



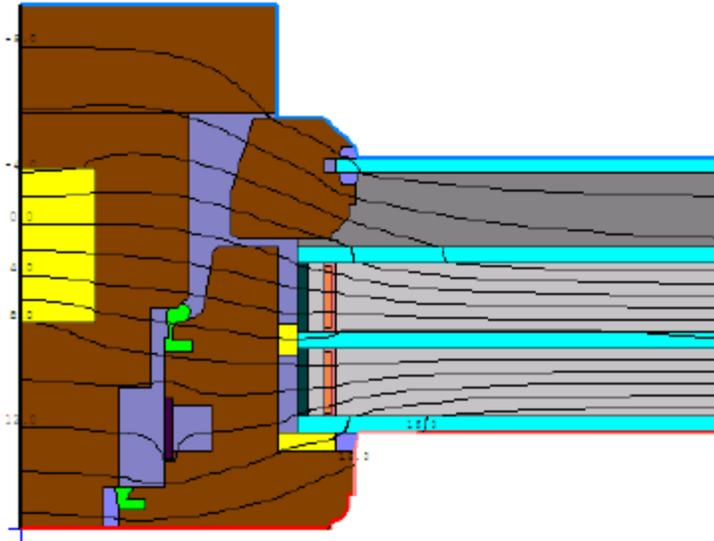
Uf (lateral and above) = 0,844 W/m²K

Ug = 0,49 W/m²K

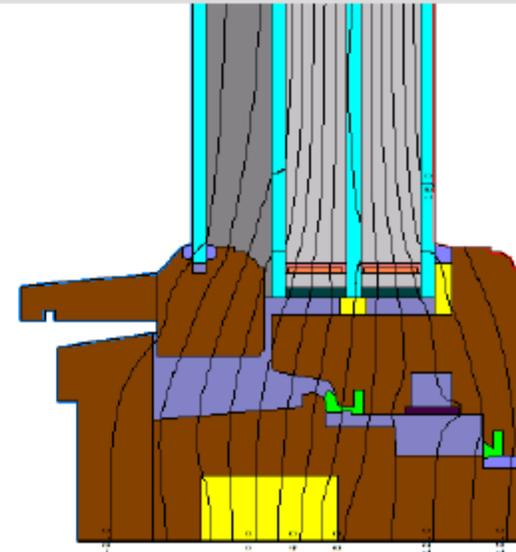
Uf (below) = 0,863 W/m²K

Effizienz des 1. Prototypen

Wärmestrom = 8,6102 W
 $U_f = 0,840 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $\text{Psi}_{\text{Spacer}} = 0,0206 \text{ W}/(\text{mK})$

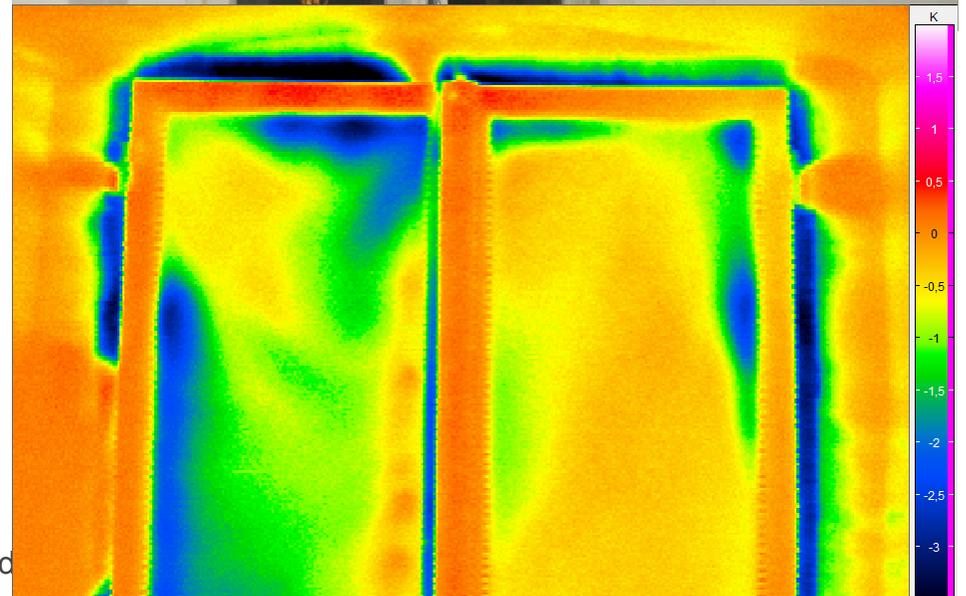
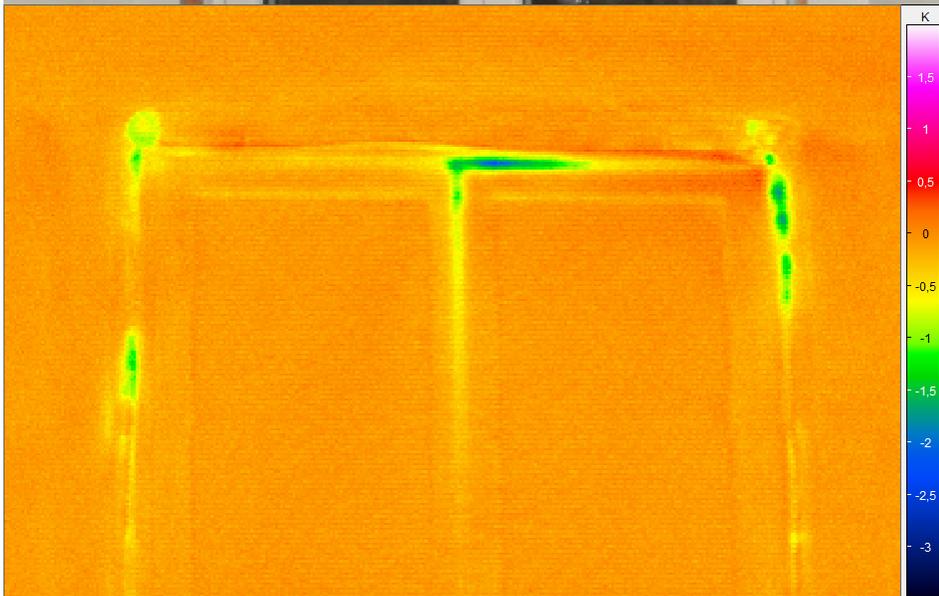


Wärmestrom = 8,6504 W
 $U_f = 0,861 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $\text{Psi}_{\text{Spacer}} = 0,0203 \text{ W}/(\text{mK})$



$U_w = 0,726 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $\text{Psi}_{\text{opak}} = 0,0985 \text{ W}/\text{mK}$

Effizienz des 1. Prototypen



Feedback von der Denkmalpflege



Rahmen & Maße

- von Rahmen und Sprossendicken machen einen insgesamt guten Eindruck
- Unterteilung & Proportionen passen

Glas

- Die Optik des unregelmäßigen Glases außen ist in dieser Form fast schon übertrieben.
- Braucht es in Bozen 3-fach Verglasung?



Frau Dr. Waltraud Kofler Engl

u.a. Anwendung von Dünnglas → 2mm!

- $2+8+2+8+2$
= 22 mm

- $4+12+4$
= 20 mm

- macht die Konstruktion noch leichter und graziler
- öffnet für die Fensterrestaurierung neue Wege



Résumé

André/Freundorfer



- Energieeffizienz & Denkmalpflege sind kompatibel!
- Erhalt der historischen Substanz und der Ästhetik geschützter Gebäude haben erste Priorität
- Wenn Austausch → dann Klasse phA wählen!
- Kasten- oder Verbundfenster?
Hängt vom regionalen Kontext und der Einbausituation ab.
- Berechnung des psi-Wertes (Kältebrücke) in der Einbausituation!
- Es gibt keine Standardlösung There is no standard solution
→ aber es gibt Konstruktionsprinzipien für projektbezogenen Lösungen
- Denkmalpflege und Passivhaus unterstützen beide das Handwerk



Aktive Überströmlüftung in der Höttinger Schule in Innsbruck

Höttinger Schule Innsbruck



1929-29131, Franz Baumann & Theodor Prachensky
typisch für Schulen der frühen Moderne

In 3ENCULT:
Universität Innsbruck,
Architekt Gerald Gaigg



Frischluftbedarf ...

... kann durch Stoßlüften zwischen den Unterrichtsstunden nicht gewährleistet werden

→ Fenster werden auch während des Unterrichts geöffnet

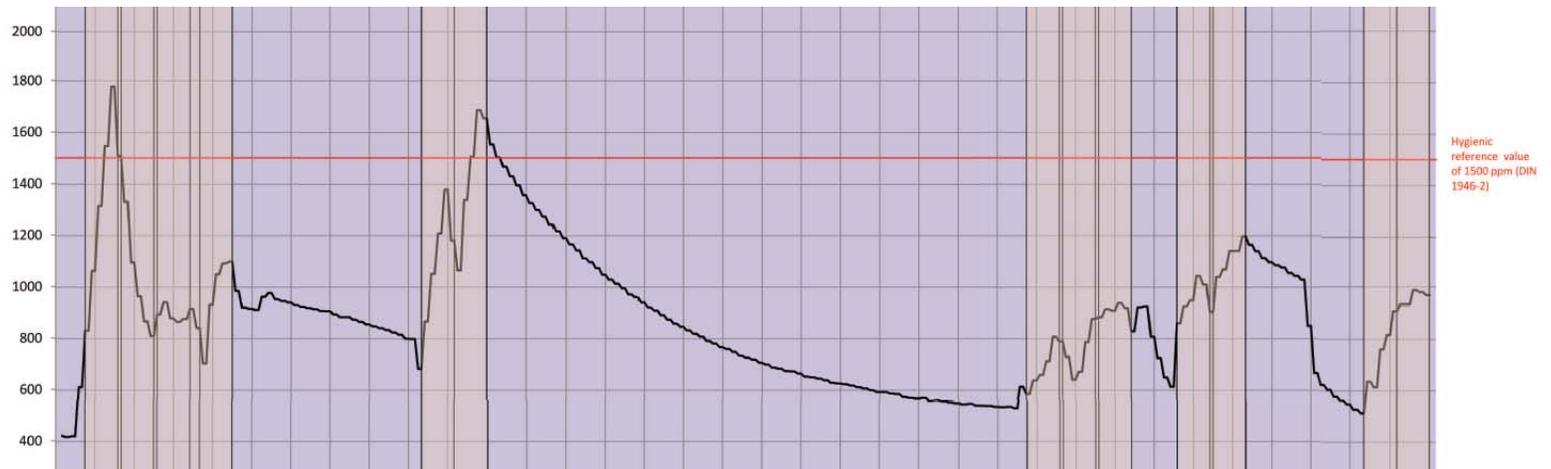
☹ Heizbedarf

☹ Behaglichkeit

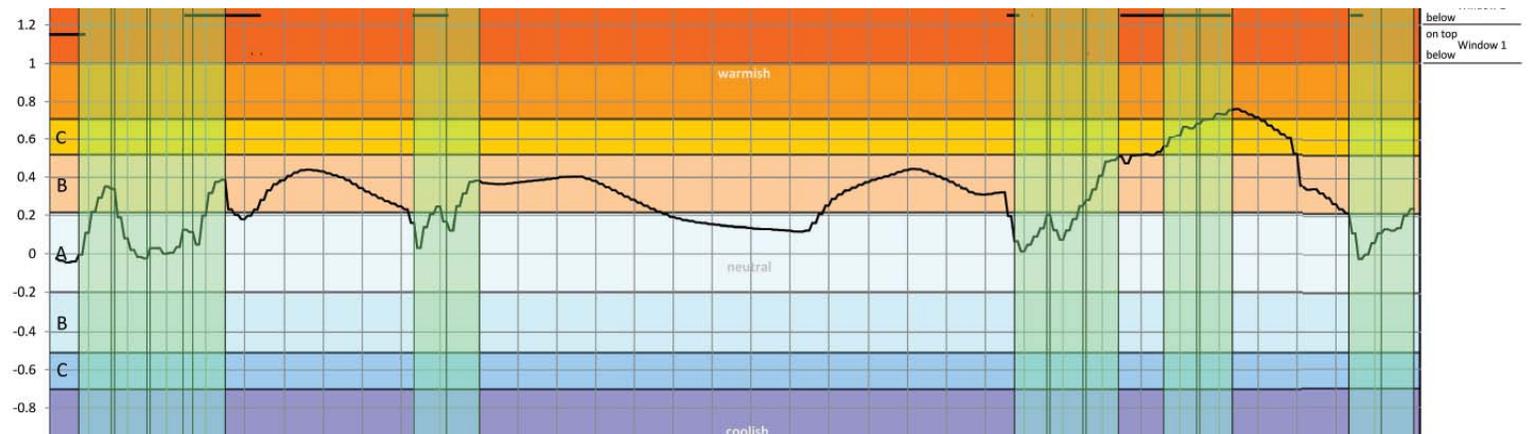


Frischluftbedarf ...

CO₂ (ppm)



PMV



... aber welches System?



- Zentral?
 - Standard mit Lüftungsgerät im Keller
 - ☹ Deckendurchbrüche & Deckenabhängung in den Fluren
 - vertikale Verteilung
 - ☺ keine Deckenabhängung im Flur
 - ☹ mehr Deckendurchbrüche
- Dezentral?
 - ein Gerät pro Klassenraum
 - ☺ weniger Kanäle
 - ☹ zwei Außenwanddurchbrüche je Klassenraum

Was „bietet“ das Gebäude?

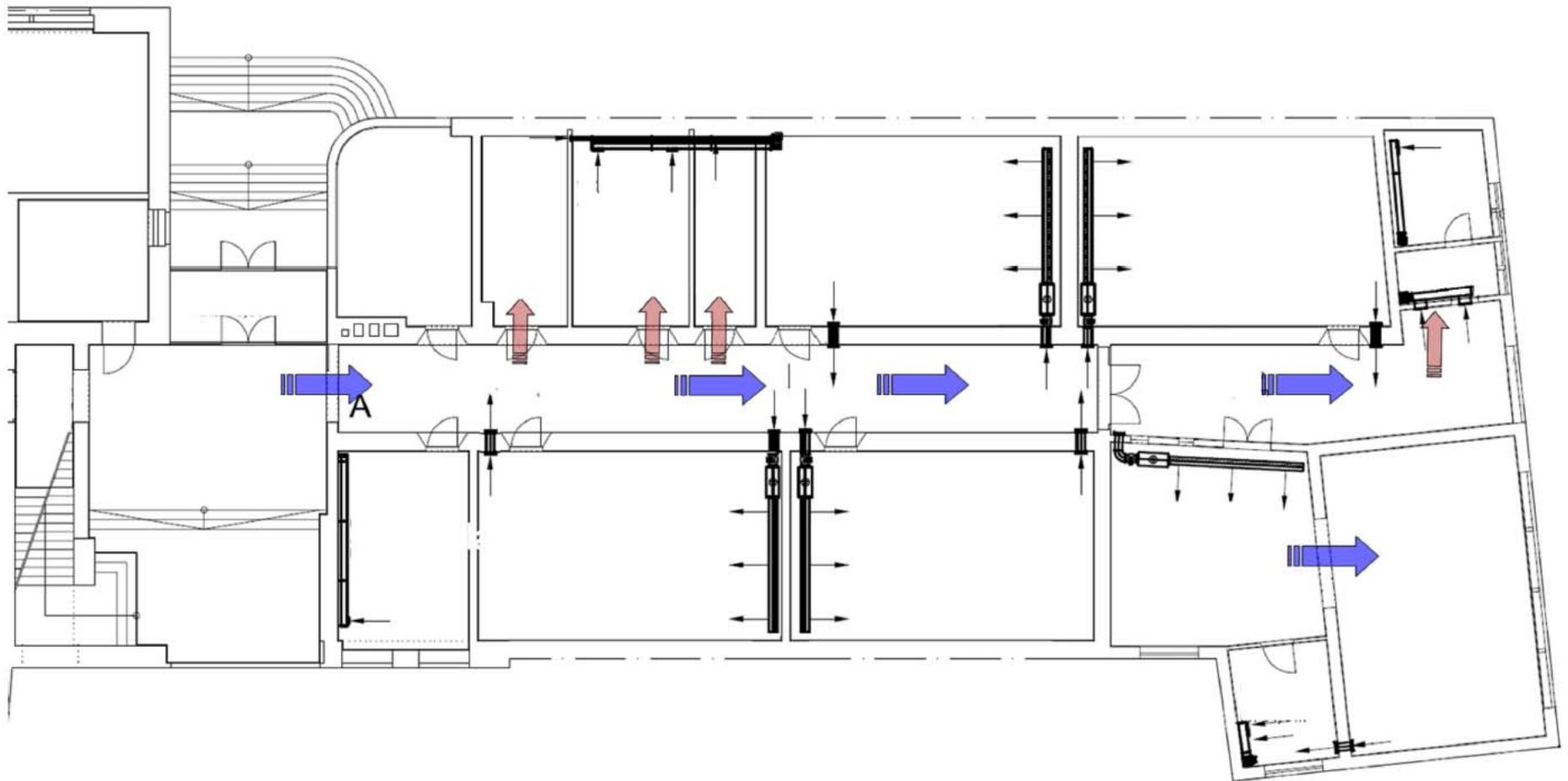


- zentrales Treppenhaus
- große Korridore
- Klassenräume die jeweils davon abgehen

→ Potential des Gebäudes nutzen!

- **Frischluftreservoir** in den Gängen

Korridore als Frischluftreservoir



Aktive Überströmung



Aktive Überströmung



Luftzufuhr im Klassenraum über textile Schläuche



Frischluft, Fortluft und Wärmerückgewinnung



- Frischluftreservoir in den Gängen
- Aktive Ventilatoren für Luftaustausch mit Klassenräumen auch bei geschlossenen Türen → aktive Überströmung
- Luftzufuhr im Klassenraum über textile Schläuche
- Flur wird über das **Treppenhaus** mit **frischer Zuluft** vom **Wärmerückgewinnungsgerät** auf dem Dach versorgt
- **Abluft** über Steigstränge von WC und Garderobenräumen

Frischlucht, Fortluft und Wärmerückgewinnung



- Frischluftreservoir in den Gängen
- Aktive Ventilatoren für Luftaustausch mit Klassenräumen auch bei geschlossenen Türen → aktive Überströmung
- Luftzufuhr im Klassenraum über textile Schläuche
- Flur wird über das Treppenhaus mit frischer Zuluft vom Wärmerückgewinnungsgerät auf dem Dach versorgt
- Abluft über Steigstränge von WC und Garderobenräumen
- Kaum Deckendurchbrüche
- Keine Deckenabhängung im Gang

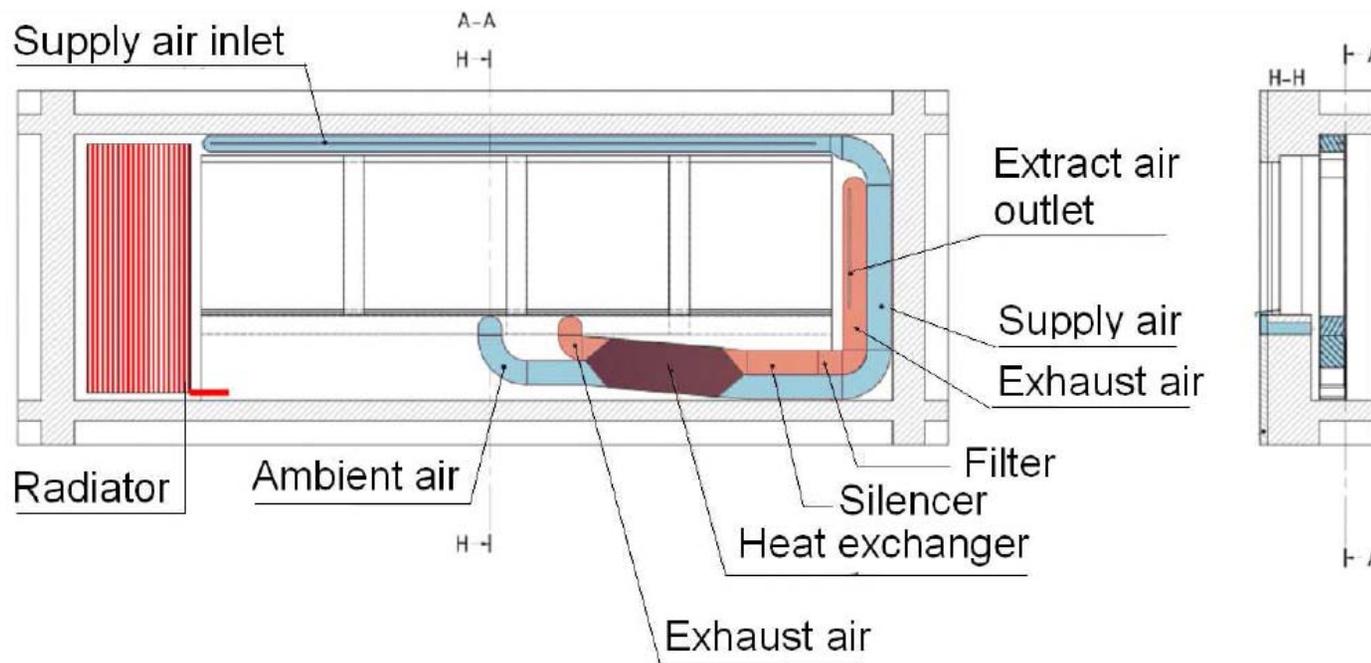


... weitere Lösungen

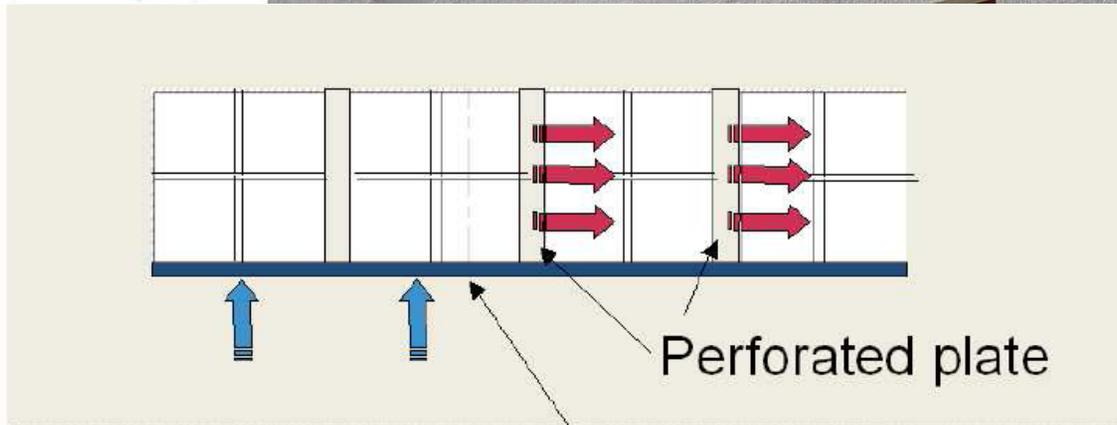
Dezentrale Lüftung



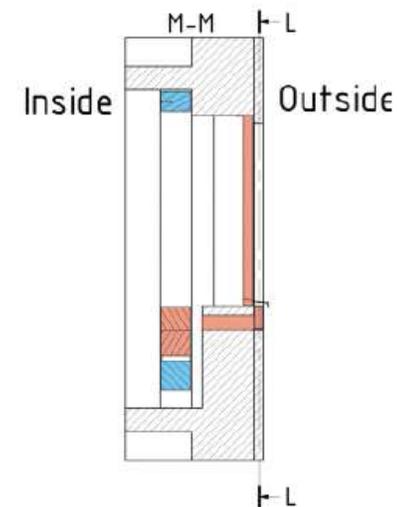
- minimal invasiv und ästhetisch unauffällig im Parapett untergebracht



Dezentrale Lüftung



- Frischluft über Schlitz unter dem Fensterbrett
- Fortluft über perforierte Platte (o.ä.) im Fensterpfosten



... zum Schluss

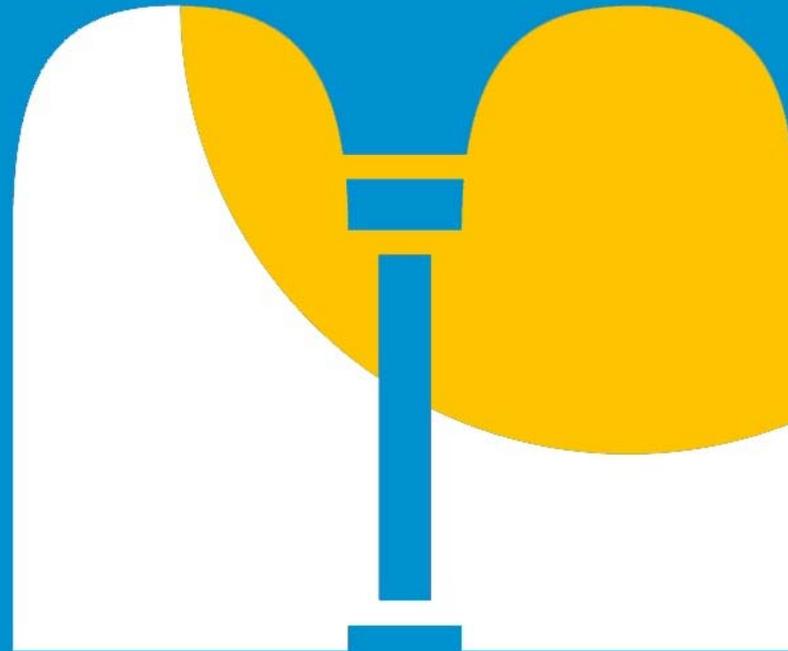


Denkmalpflege und Klimaschutz sind kein Widerspruch - fühlen sich doch beide der Nachhaltigkeit verpflichtet, welche den Erhalt des Gebäudes als Lebens- und Erlebnisraum ebenso einschließt, wie die Erhaltung unserer Ressourcen.

Gute, innovative und dem Denkmal gerecht werdende Lösungen können gefunden werden,

- wenn sich die Beteiligten austauschen,
- in ihrer jeweiligen Fachkompetenz schätzen und ergänzen
- und das Gebäude in seiner Gesamtheit
- auf der Grundlage einer umfassenden Analyse und Diagnose betrachten.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



alexandra.troi@eurac.edu