

Innovative Technologien der Bestandsoptimierung

im Rahmen von *Genug gebaut – Trendumkehr und Alternativen*

Sen.Sci. DI. Dr.techn. Ulrich Pont (BPI / TU Wien)



Bevor wir anfangen...



Was sehen Sie hier?

Inhalt

- Auflösung was Sie da sahen...
- Kurzvorstellung Ulrich Pont
- Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“ & Wie performt der Bestand eigentlich – und: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)
- Case-Study #1: Aerogel-Putze...
- Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...
- Case-Study #3: subtraktive Bestandssanierung...
- Case-Study #4: Using state-of-the-art IT for retrofit planning
- Conclusio
- Literatur

Was haben wir da nun gesehen?



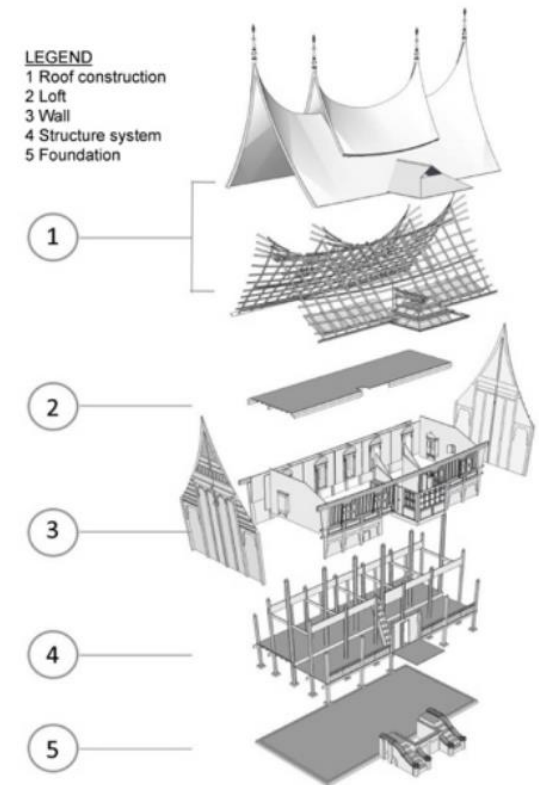
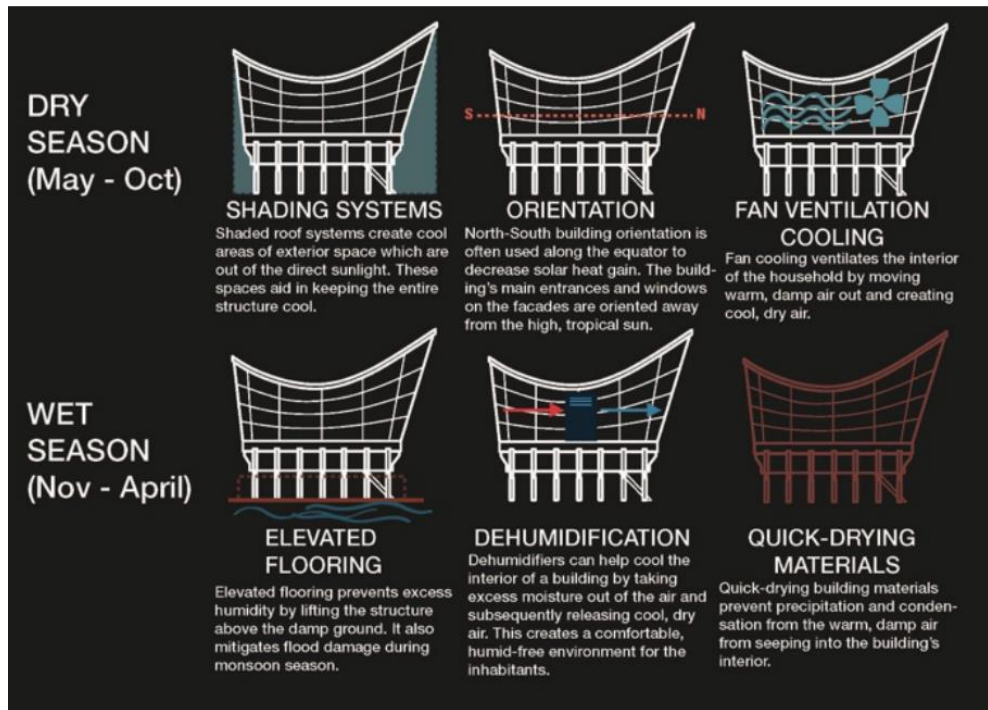
Wae Rebo, Flores, Indonesien.

- Baukultur und inmaterielle Kultur
- Ökologie: Alle Materialien in Gehdistanz... Metern Umkreis + nachwachsend...
- **Aber Achtung:** Romantisieren ist heute keine Lösung, aber Inspiration

Vernakuläre Architektur

Fallstudie: „traditionelle (vernakuläre) Architektur“

- Warum sehen Bautraditionen in bestimmten Gebieten der Welt anders aus als in anderen?



Stichworte: Energieaufwand, verfügbares Material, Anforderungen der NutzerInnen, Mikroklima

Kurzvorstellung Ulrich Pont



Ulrich Pont

- Geboren 1981
- Seit 2002 an der TU Wien / FB Bauphysik und Bauökologie tätig (Stud. Mitarbeit)
- 2011 Diplom: Architektur

Eine komparative Studie zur Berechnung thermischer Energiekennzahlen von Bauwerken mit stationären Berechnungsmethoden und dynamischer Simulation

- 2014 Dissertation: Building Science

A comprehensive approach to web-enabled, optimization-based decision support in building design and retrofit

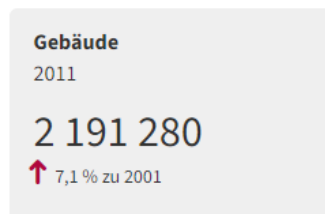
- 2011 – 2015 PräDoc
- 2015 – 2020 PostDoc
- Seit 04/2020 Senior Scientist
- Seit 10/2021 FOB-Leiter BPI

- (k)ein klassischer Architekt

antherm
enjoy understanding thermal bridges
antherm.eu

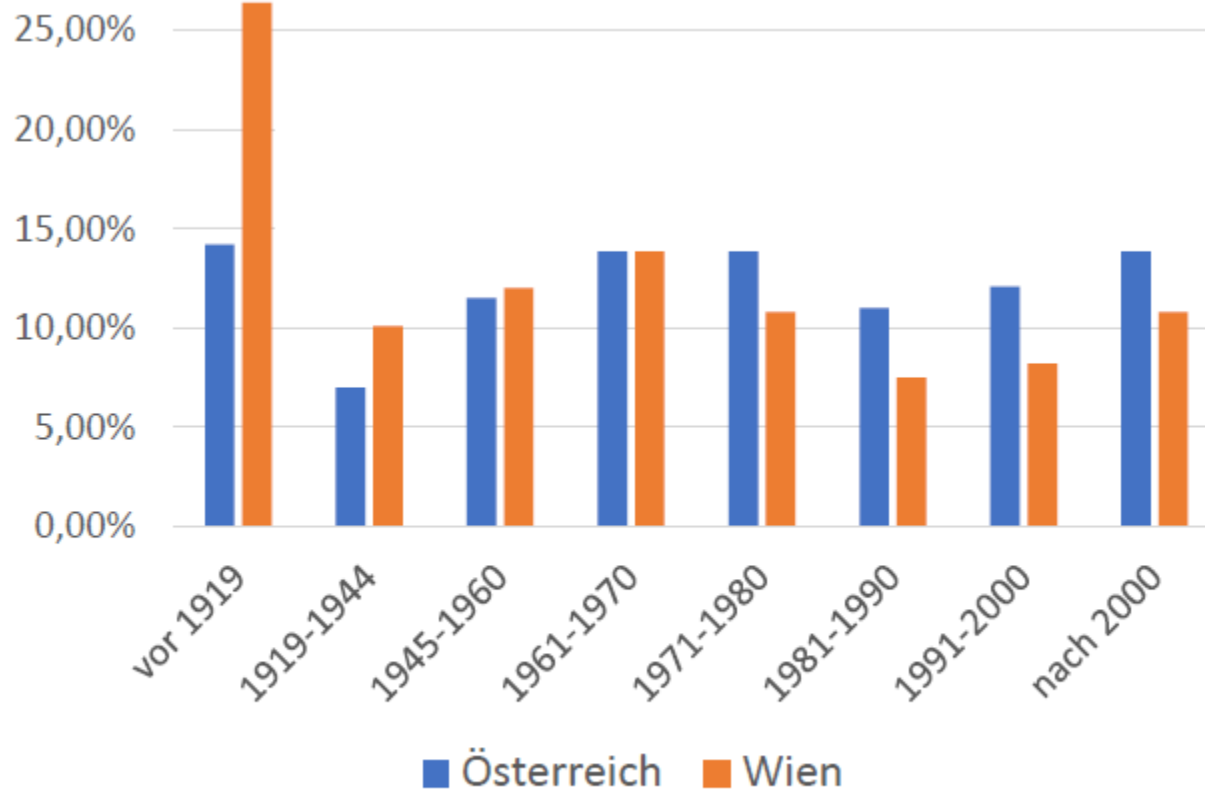
Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- Was ist denn „der Bestand“?
- Lt. Statistik Austria...



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- Was ist denn „der Bestand“?
- Baualtersstruktur (entnommen von A. Kolbitsch / 2022)



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- Identität der Städte durch den Bestand?
- **Baukultureller Wert des „Gebäudebestands“**
 - Urbaner Charakter zentraleuropäischer Städte konstituiert sich zu einem großen Teil aus dem historischen Bestand.
 - Veränderung muss sensibel erfolgen!



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- Identität der Städte durch den Bestand?
- **Baukultureller Wert des „Gebäudebestands“**
 - Urbaner Charakter zentraleuropäischer Städte konstituiert sich zu einem großen Teil aus dem historischen Bestand.
 - Veränderung muss sensibel erfolgen!



Abbildungen: https://www.dbz.de/imgs/102437634_05b5bda368.jpg

<https://i.ds.at/B5ftaQ/rs:fill:1600:0/plain/2022/01/27/Architekturzentrum-Wien.jpg>

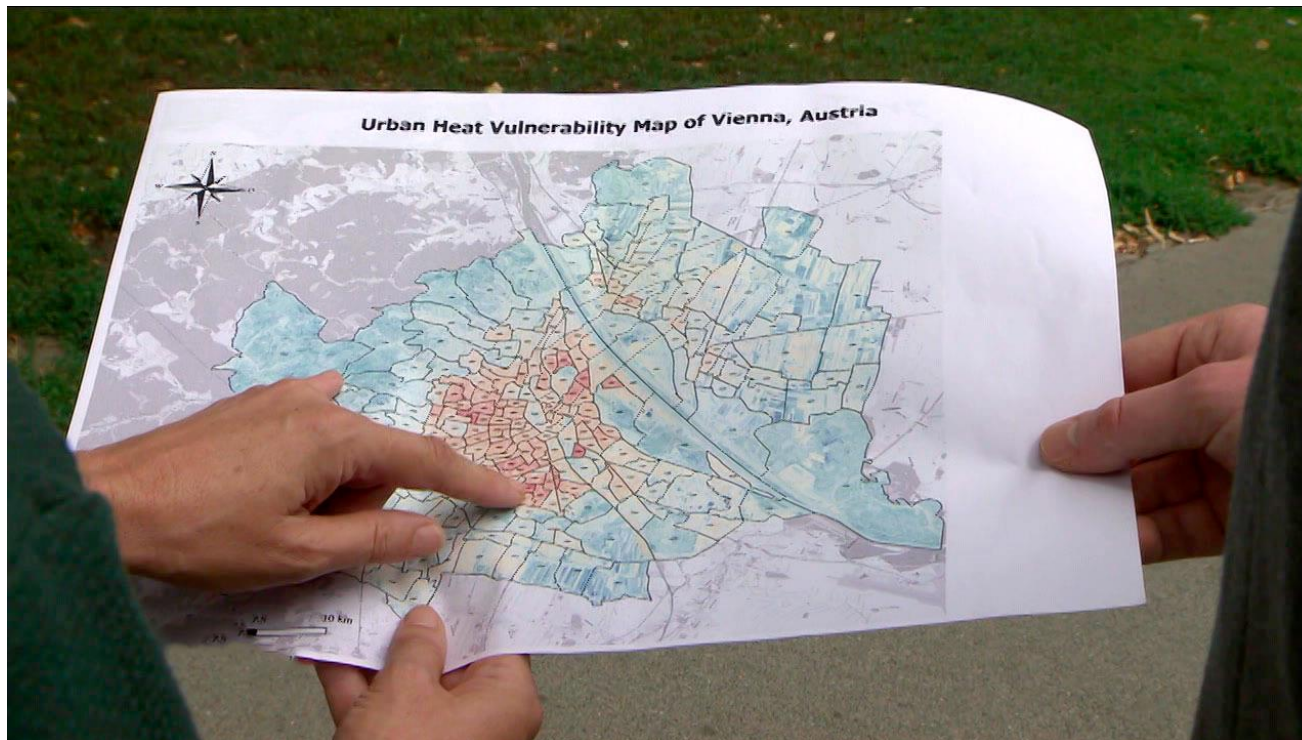
Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- Identität der Städte durch den Bestand?
- **Baukultureller Wert des „Gebäudebestands“**
 - Aber auch das ist Bestand...



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- **Städte sind vulnerabel betreffend Klimawandel**
 - Stichwort Urbane Hitzeinseln
 - Verstärkte Tendenz zu Hitzesommern.
 - Ist der Bestand darauf vorbereitet?



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

- **Neubaurate ist in Österreich gering und doch zu groß (da nicht „Austausch“, sondern Erweiterung)**
 - Energieeffizient(er) durch stringente Anforderungen (als Bestand)?
 - „Präskriptive Vorgaben“ (z.B. Mindest-U-Werte), aber kaum „Performance-Monitoring“ (z.B. durch Verbrauchsmonitoring)
 - ➔ Wir wissen eigentlich fast nicht, ob die „hochgezüchteten“ Neubauten das halten, was die Vorgaben versprechen...
 - ➔ Wissen wir das von Sanierungen?
 - ➔ Lange Lebensdauer vergangener Bauwerke ↔ Ökologischer Fußabdruck VERSUS kurze Immobiliennutzungsdauer (Extrembeispiel Krankenhäuser ➔ 7 Jahre „Zellerneuerung“)

Das energieeffizienteste und ökologischste Gebäude ist das nicht gebaute...

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Rebound / Prebound – Effekte

- **REBOUND-EFFEKT:** Effekte, die dazu führen, dass das Einsparpotential von Effizienzsteigerungen nicht oder nur teilweise erreicht wird.
 - Beispiel: Nach einer Gebäudesanierung verändert sich das NutzerInnenverhalten so, dass durch das extensive Lüften ein Teil der Einsparungseffekte nicht mehr erzielt wird.
 - Beispiel: Das durch eine Gebäudesanierung gesparte Geld, das andernfalls ins Heizen geflossen wäre, wird nun für eine Urlaubsreise mit einem stark emittierenden Flugzeug investiert.
- **PREBOUND-EFFEKT:** Bessere Performance von Entitäten als erwartet, weil NutzerInnen energieeffizienter agieren als gedacht.
 - Beispiel: In einem **unsanierten Gründerzeithaus** sind die tatsächlichen Energieverbräuche **um etliche Prozent niedriger** als rein rechnerisch erwartet.

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Beispiel: *Housez-Pont-Mahdavi, 2014*



Object	Function	Construction year	Refurbishment year	Net Volume (m ³)	Gross Area (m ²)	U _m Opaque (W m ⁻² K ⁻¹)	U _m Transparent (W m ⁻² K ⁻¹)	Window/floor ratio (%)	l _c (m)	LEK (-)
A	Apartment building	1968	2007	1026	475	0.173	0.842	10.0	1.67	19.64
B	Apartment building	1968	2007	1111	512	0.178	0.835	9.6	1.69	19.6
C	Apartment building	1978	2007	4005	1813	0.117	0.876	11.7	2.22	14.6
D	Apartment building	1978	2008	2569	1142	0.158	1.113	8.7	2.17	17.32
E	Apartment building	1975	2009	2084	928	0.142	0.792	10.8	2.08	15.6
F	Extension	1985	2005	437	168	0.110	0.790	10.9	1.43	16.12
G	Home for elderly	1975	2005	14,171	5490	0.303	1.230	17.8	3.79	24.21

LEK: Linie Europäischer Kriterien.

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Beispiel: *Housez-Pont-Mahdavi, 2014*

Table 5. Overview of the variance in heating demand estimation results due to differences in deployed methods as well as assumptions pertaining to boundary conditions (weather), indoor temperatures, and ventilation rates.

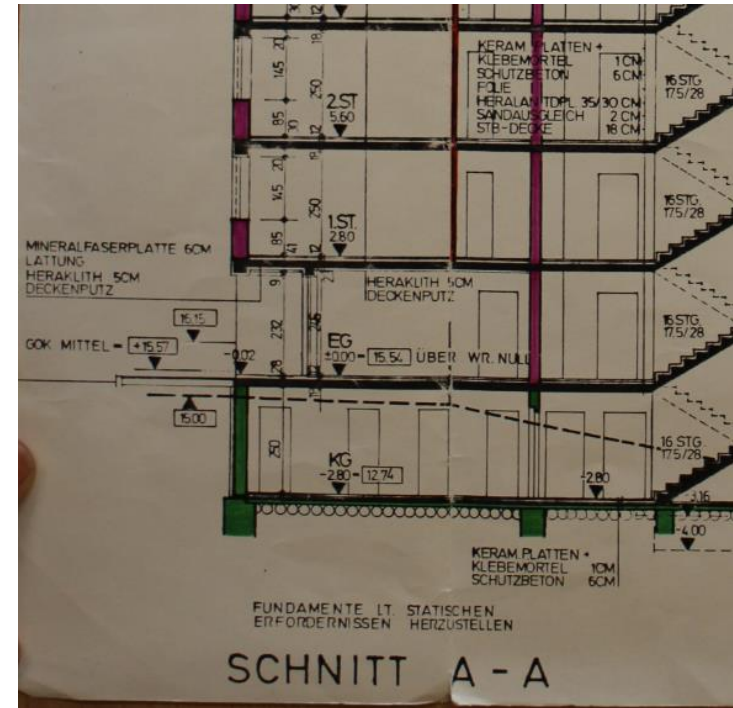
Method	Weather	Indoor temperature	Heating demand (kWh. m ⁻² a ⁻¹) (<i>associated air change rate written in italics in h⁻¹</i>)						
			A	B	C	D	E	F	G
HD _{act}			55.76 (0.14)	53.55 (0.14)	50.02 (0.10)	40.07 (0.25)	41.55 (0.14)	16.23 (0.10)	46.52 (0.13)
EC _{ex}	Standard	Standard	8.80 (0.14)	9.22 (0.14)	11.10 (0.10)	15.39 (0.25)	11.42 (0.14)	16.83 (0.10)	11.62 (0.13)
EC _a	Monitored	Standard	8.65 (0.14)	9.10 (0.14)	7.90 (0.10)	15.54 (0.25)	6.64 (0.14)	14.72 (0.10)	11.49 (0.13)
EC _m	Monitored	Standard	10.93 (0.14)	11.20 (0.14)	6.59 (0.10)	15.21 (0.25)	8.16 (0.14)	13.73 (0.10)	17.17 (0.13)
HD _{sim}	Monitored	Standard	11.56 (0.14)	12.08 (0.14)	5.18 (0.10)	11.82 (0.25)	11.78 (0.14)	6.24 (0.10)	11.46 (0.13)
EC _m	Standard	Monitored	13.68 (0.14)	22.96 (0.14)	12.48 (0.10)	21.37 (0.25)	11.76 (0.14)	17.49 (0.10)	13.09 (0.13)
EC _a	Standard	Standard	55.74 (0.92)	53.33 (0.87)	50.50 (0.66)	40.23 (0.63)	41.54 (0.63)	16.29 (0.07)	46.79 (0.78)
EC _m	Standard	Standard	55.54 (0.91)	53.7 (0.87)	50.35 (1.95)	39.98 (1.95)	41.34 (1.95)	16.05 (1.95)	46.59 (1.95)
EC _a	Monitored	Monitored	55.82 (0.76)	53.83 (0.51)	50.02 (0.62)	40.10 (0.53)	41.49 (0.61)	16.03 (0.09)	46.42 (0.33)
EC _m	Monitored	Monitored	55.74 (0.97)	53.91 (0.59)	50.18 (0.80)	40.41 (0.58)	41.74 (0.74)	16.26 (0.16)	46.24 (1.63)
HD _{sim}	Monitored	Monitored	56.23 (0.67)	53.71 (0.49)	49.82 (0.67)	40.24 (0.54)	41.58 (0.57)	15.98 (0.26)	47.01 (0.62)

EC_{ex}: heating demand based on the existing energy certificate data; EC_a: our own heating demand calculations based on the energy certificate method (annual method); EC_m: Our own heating demand calculations based on the energy certificate method (monthly method); HD_{act}: actual heating demand.

- **Rebound-Effekt?** Zumindest problematisches Ergebnis. Wir sprechen hier von Faktor 4 – 5 ggue der Berechnung!
- Rolle der individuell zugeordneten Energieabrechnung?

Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

Beispiel: *The EDEN project*....



- Ein Energieausweis und alles ist gut?

Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Nicht dieses hier
(N. Grimshaw, 1995-2001)



- *Entwicklung einer strukturierten und fehlerminimierten Datenaufbereitung und Dokumentation für **Energieweise***
- FFG-Projekt FFG-No 850101 (Stadt der Zukunft, 2. Call)
- Zielsetzungen:
 - Identifikation von Unsicherheiten
 - Analyse des Einflusses dieser Unsicherheiten auf KPIs (Key Performance Indicators)
 - Ableitung von einer Eingabe-Daten-Dokumentation um diese Problematik zu mildern

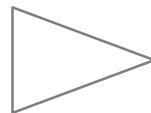
Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Energieausweis \Leftrightarrow Eingabedaten: EDEN
- Endbericht Projekt:
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/berichte/endbericht_2017-24_eden.pdf
- EAVG 2006 / EAVG 2012 \rightarrow Energieausweise verpflichtend
- OIB-RL 2007/2011/2015/2019 \rightarrow Vorgaben für die Berechnung
- ÖNORM B 8110 1-8, ÖNORM H 5050 – 5059 \rightarrow Beschreibung der Berechnungsvorschriften...

Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- 16 Gebäude, 2 Gruppen mit Ausstellern (Erfahrungsgrad: Medium)

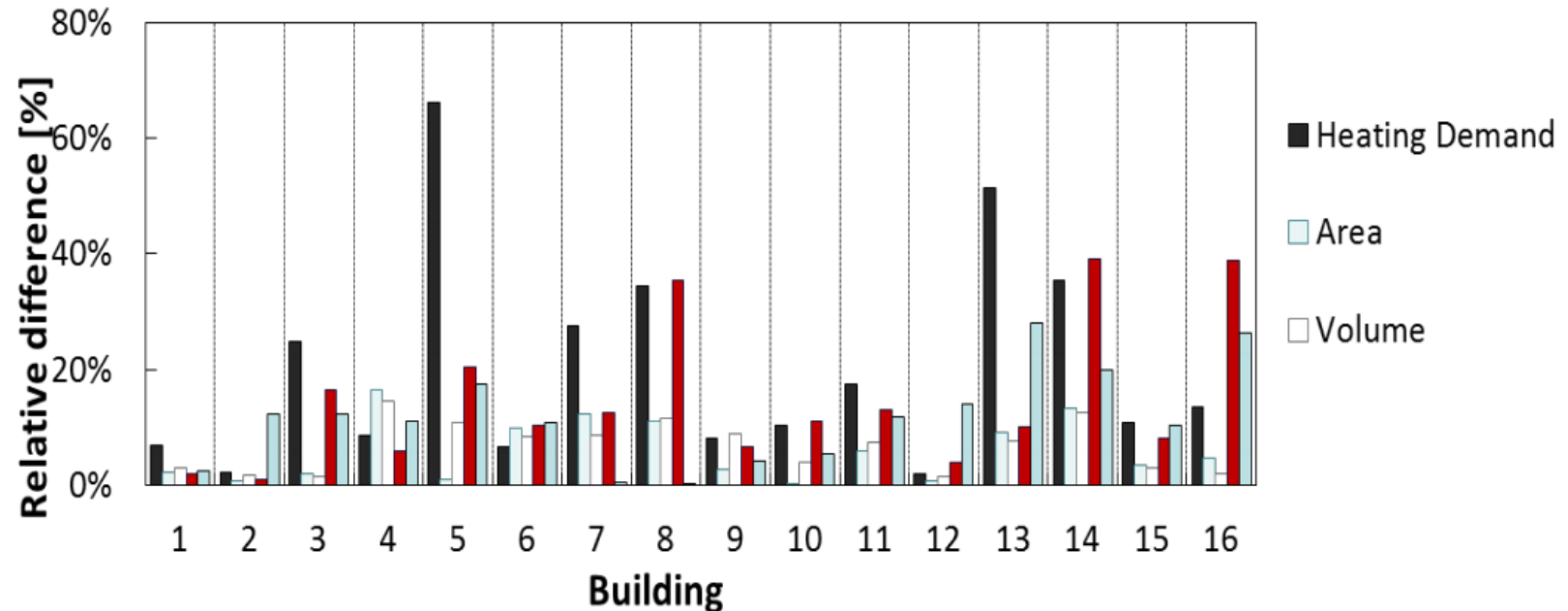
Building	ID	Postal code
1	010_WM_1828_O	1050
2	014_WM_1889_T	1060
3	016_WM_1896_L	1060
4	028_WM_1914_U	1010
5	009_HS_2005_U	1040
6	029_WM_1953_R	1160
7	004_WM_1912_I	1040
8	042_B_1973_I	1040
9	002_WM_1946_L	1040
10	025_WM_1953_R	1040
11	031_WM_1870_T	1040
12	044_WM_1960_R	1040
13	008_WM_1820_U	1040
14	019_WM_1996_I	1160
15	024_WM_1992_T	1140
16	049_WM_1990_L	1040



Group 1		Group 2	
HWB [kWh.m ⁻² .a ⁻¹]	Energy Class	HWB [kWh.m ⁻² .a ⁻¹]	Energy Class
138	D	148	D
125	D	122	D
156	E	117	D
147	D	159	E
153	E	52	C
196	F	209	F
218	F	158	E
108	D	71	C
178	E	164	E
131	D	145	D
142	D	167	E
148	D	145	D
87	D	131	D
116	D	75	C
118	D	105	D
171	E	194	E

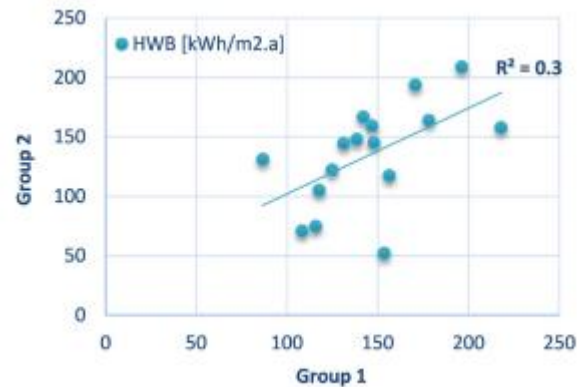
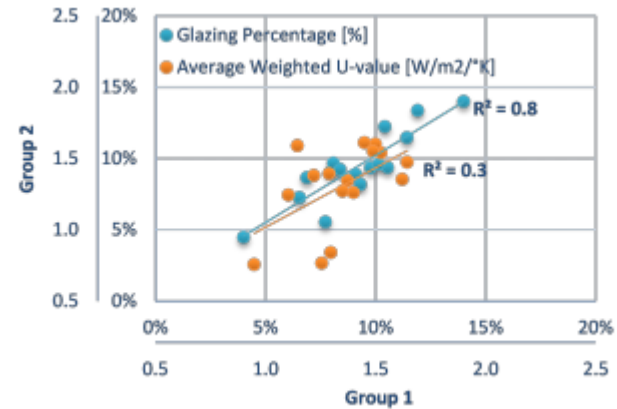
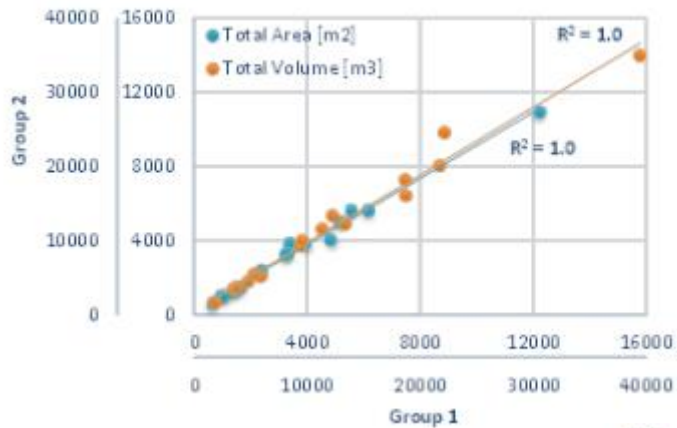
Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Energieausweis \leftrightarrow Eingabedaten: EDEN



Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Energieausweis \Leftrightarrow Eingabedaten: EDEN



Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Energieausweis ↔ Eingabedaten: EDEN

4.3.1 Default-Werte

Für Gebäude, für die unter Punkt 4.3.2 keine Werte angegeben sind (z.B. für ältere Gebäude), können folgende Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) herangezogen werden:

Epoche / Gebäudetyp	KD	OD	AW	DF	FE	g	AT
vor 1900 EFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
vor 1900 MFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1900 EFH	1,20	1,20	2,00	1,00	2,50	0,67	2,50
ab 1900 MFH	1,20	1,20	1,50	1,00	2,50	0,67	2,50
ab 1945 EFH	1,95	1,35	1,75	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1945 MFH	1,10	1,35	1,30	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1960 EFH	1,35	0,65	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
ab 1960 MFH	1,35	0,65	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Systembauweise	1,10	1,05	1,15	0,45	2,50	0,67	2,50
Montagebauweise	0,85	1,00	0,70	0,45	3,00	0,67	2,50

Bei den angegebenen Werten handelt es sich grundsätzlich um Mittelwerte aus der Erfahrung und nicht um schlechtest denkbare Werte.

Legende:

KD Kellerdecke
 OD Oberste Geschößdecke
 AW Außenwand
 DF Dachfläche
 FE Fenster
 g Gesamtenergiedurchlass-
 grad
 AT Außentüren
 EFH ... Einfamilienhaus
 MFH ... Mehrfamilienhaus

Systembauweise Bauweise basierend auf systemisierter Mauerwerksbauweise o.ä.

Montagebauweise ... Bauweise basierend auf Fertigteilen aus Beton mit zwischenliegender Wärmedämmung

Für alle nicht erwähnten Bauteile wie z.B. Kniestockmauerwerk, Abseitenwände, Abseitendecken sind grundsätzlich die entsprechenden Werte für Außenbauteile zu verwenden.



Franckhviertel

Kleinmünchen

Wofür könnte man nun Energieausweise wunderbar heranziehen? E-PROFIL: Viele Gebäude und wenig Spielraum?

U. Pont | R. Giffinger | D. Latzer | et al.

Projekt-Konsortium Project E-PROFIL

TU Wien & Partner

Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Grossräumige GIS-basierte Bewertung in E-PROFIL (Linz)
- Maßstab: Urbaner Level / District Level

Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Grossräumige GIS-basierte Bewertung in E-PROFIL (Linz)

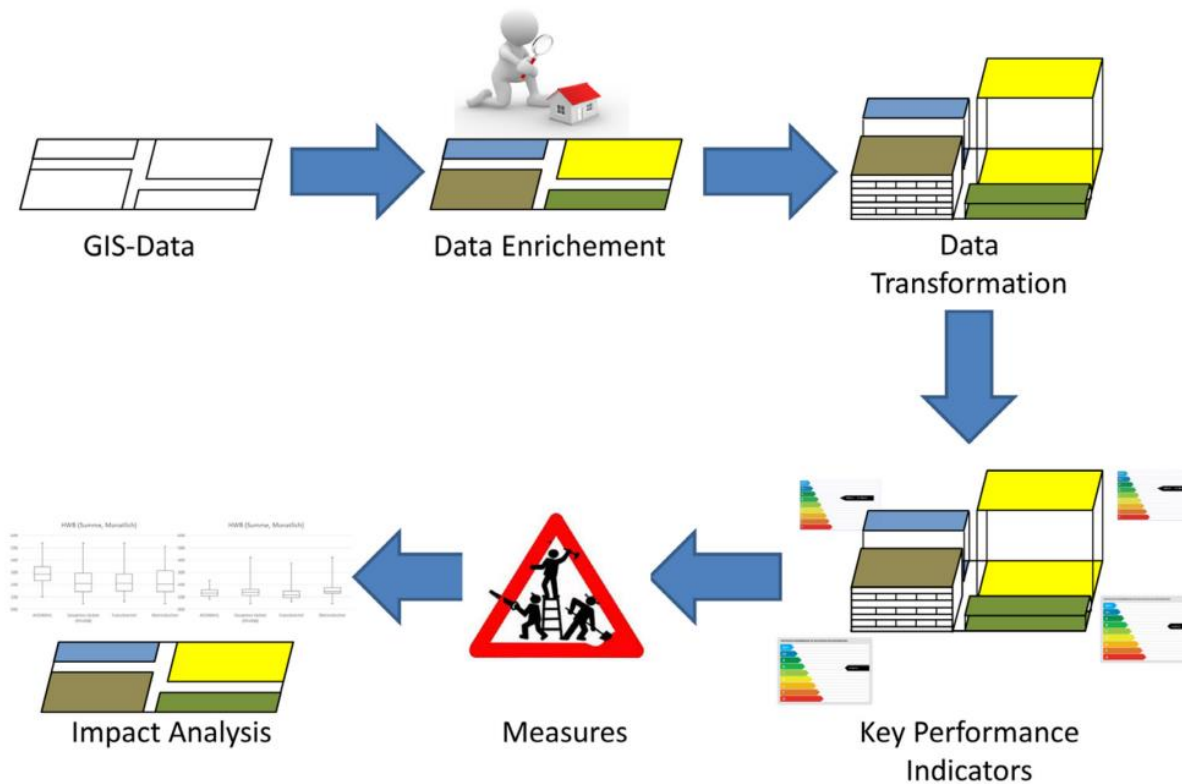


Franckhviertel

Kleinmünchen

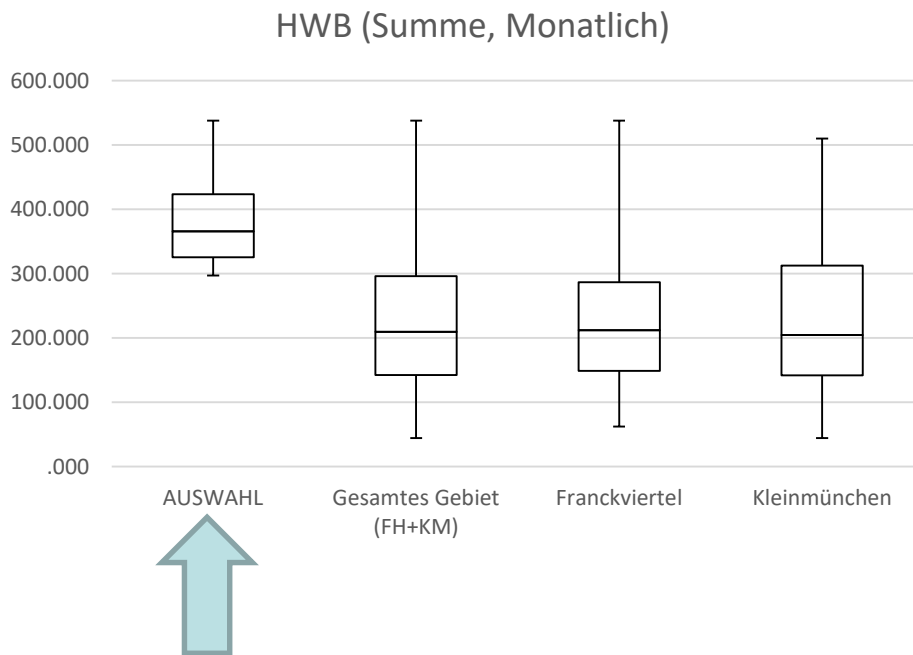
Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Grossräumige GIS-basierte Bewertung in E-PROFIL (Linz)
- Methode?



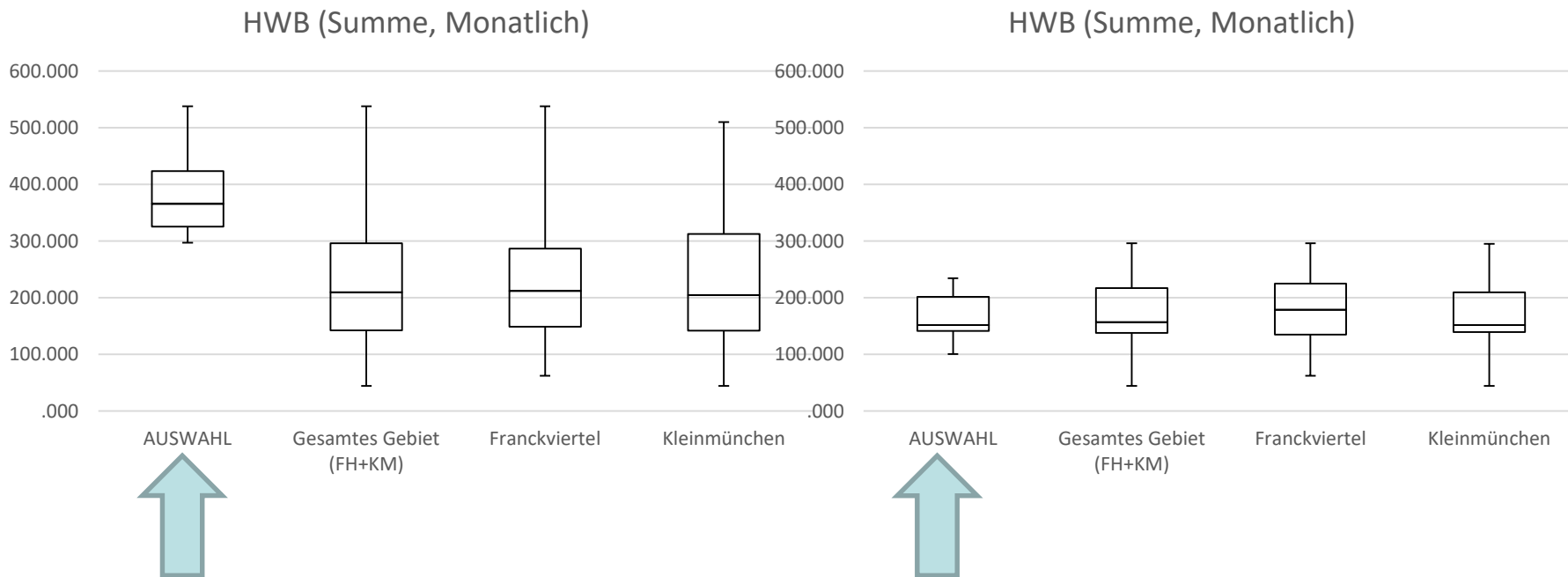
Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

- Grossräumige GIS-basierte Bewertung in E-PROFIL (Linz)
- Beispielhafte Abfrage: Wie performen die 25% Gebäude mit dem höchsten flächenbezogenen HWB?



Exkurs: Kann man sich auf Simulationen und Berechnungen wirklich verlassen? (Case-Study #0)

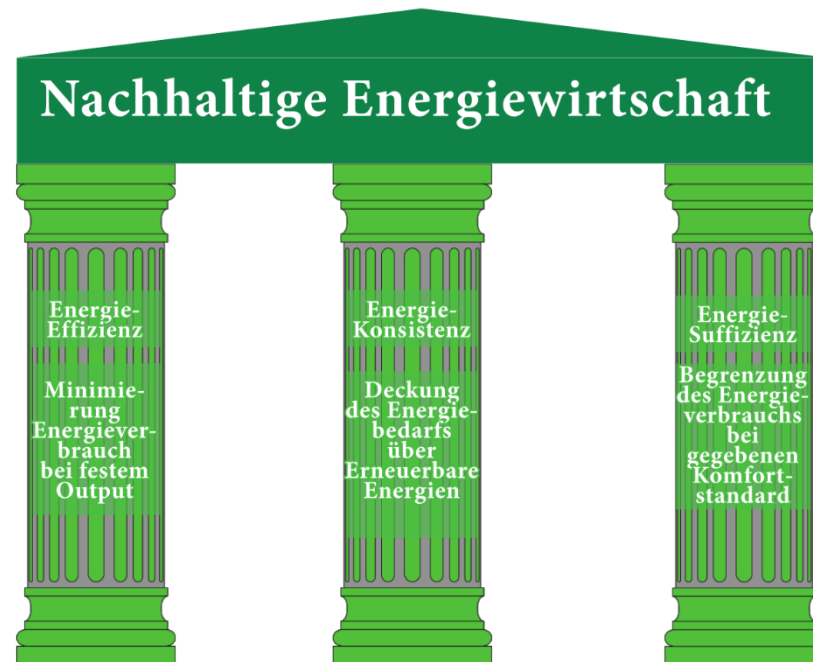
- Grossräumige GIS-basierte Bewertung in E-PROFIL (Linz)
- Beispielhafte Abfrage: Wie performen die 25% Gebäude mit dem höchsten flächenbezogenen HWB?
- Zusatzfrage: Was passiert, wenn ich diese 25% auf einen Top-Sanierungszustand bringe?



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Suffizienz (lat: sufficere – genügen / ausreichen; vgl. engl. Sufficient)

- Grenzen des Wachstums 1972 – Club of Rome.
- Eine der „drei Säulen“ zur Erreichung einer nachhaltigen (Energie-)Wirtschaft.



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Suffizienz (lat: sufficere – genügen / ausreichen; vgl. engl. Sufficient)

Aspekte:

- Kulturell / gesellschaftlich: energiesparender Konsum / energiesparendes/sparsames Nutzerverhalten; Aspekte der „Information“: Wie können Menschen sich suffizient verhalten?
- Technisch: Erleichterung von ressourcenschonendem Verhalten durch technische Geräte; Absolute versus relative Grenzwerte.
- Systemisch: Weg von Besitz, hin zu „Dienstleistung“/„Leihe“; Paradebeispiel ist das Carsharing; → Neue Geschäftsmodelle.

Bedenken:

- Volkswirtschaftliche Rebound-Effekte wenn nicht das Wirtschaftssystem angepasst wird; Beispiel: Weniger Menschen kaufen, daher wird die Produktion teurer (weniger Output, fixe Kosten werden durch weniger Einheiten geteilt)

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Suffizienz (lat: sufficere – genügen / ausreichen; vgl. engl. Sufficient)

Beispiel: 2000 Watt-Gesellschaft Schweiz / ETH Zürich 2001.

- Idee: Energiebedarf jedes Erdbewohners soll etwa 2000 Watt Leistung auf dem Level Primärenergie entsprechen.
- Globale Ungleichverteilung 2011: „Entwicklungsländer“: einige 100 Watt, reiche Länder bis zu 6 – 7 fach mehr als die 2000 Watt (12000 bis 14000 Watt).
- Schweiz heute: 5000 Watt stetige Leistung pro Person, letztmalig 2000 Watt in den 50er Jahren
- CO₂-Ausstoß: 500 Watt aus nicht erneuerbaren Energien, 1500 Watt aus erneuerbaren.

Kritik am 2000 Watt Modell:

- Graue Energie in Importwaren schwer zu bestimmen.
- Rebound-Effekte

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Einige Stichwörter genereller Anforderungen...

- Energieperformance
- Ökologische Performance
- Nutzerzufriedenheit

Damit verbundene Herausforderungen...

- Reduktion der baulichen CO₂-Äquivalent Emissionen
- Energieaufwand.
- Leistbarkeit von Wohnen.
- Versiegelungswelt- und Europameisterschaftstitel loswerden.
- Kompatibilität mit der Biosphäre herstellen.
- Universal Design ⇔ Demographischer Wandel
- Are we too many? Do we get too old?

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Bauwerke und deren Beitrag zur CO2-Problematik...

- Bis 40% des weltweiten Gesamtenergieverbrauchs durch Bauwerke
- → CO2-Emissionen

- Neubauten → immer strengere Vorgaben (OIB-Richtlinien)
- NB-Rate 1% und weniger → 100 Jahre bis zur theoretischen Kompletterneuerung
- Sanierungsrate für Bestandsbauwerke...
 - Niedrig
 - Nutzer teilweise verunsichert
 - Sanierungen teilweise unmöglich
 - Energieeffizienz am Baudenkmal?

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Denkmalschutzgesetz

- Erhaltung im öffentlichen Interesse...
- Greift zu kurz (Abrissorgien?) oder zu weit (Eigentumseingriffe)?

Charta von Venedig

- *„Neue Integrationselemente müssen erkennbar sein und sollen sich auf das Minimum beschränken, das zur Erhaltung des Bestandes und zur Wiederherstellung des Formzusammenhanges notwendig ist.“ (Art. 15)*

Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Original versus Nachbau?



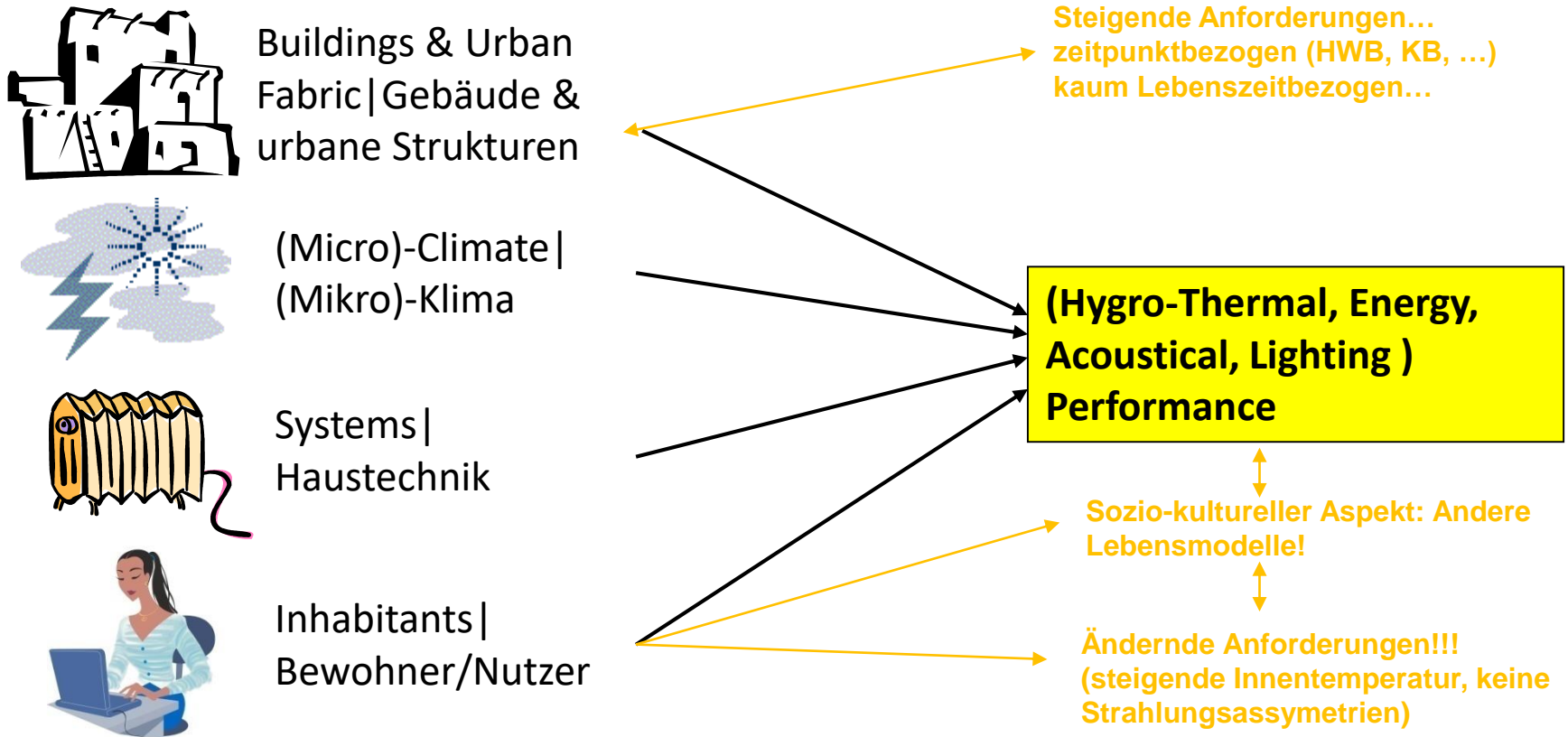
Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Original versus Nachbau? Ungeschickte Eingriffe?



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Einflussfaktoren auf Gebäude und NutzerInnen (Anhand der „Thermal Performance“ / Thermische Performance)



Einige grundlegende Gedanken zum Bestand bzw. zu „Innovative Technologien der Bestandsoptimierung“

Versuch einer Kategorisierung?

Innovative Technologien am und im Bauwerk/Gebäude

Materielle Eingriffe / Veränderungen /

Sanierungsmaßnahmen:

- Wärmedämmende Putze
- High-Tech-Gläser
- Erneuerung Heizsystem

...

Inmaterielle Veränderungen

- Operationsschemen
- Multifunktionale Nutzung
- Veränderte Innenbedingungen

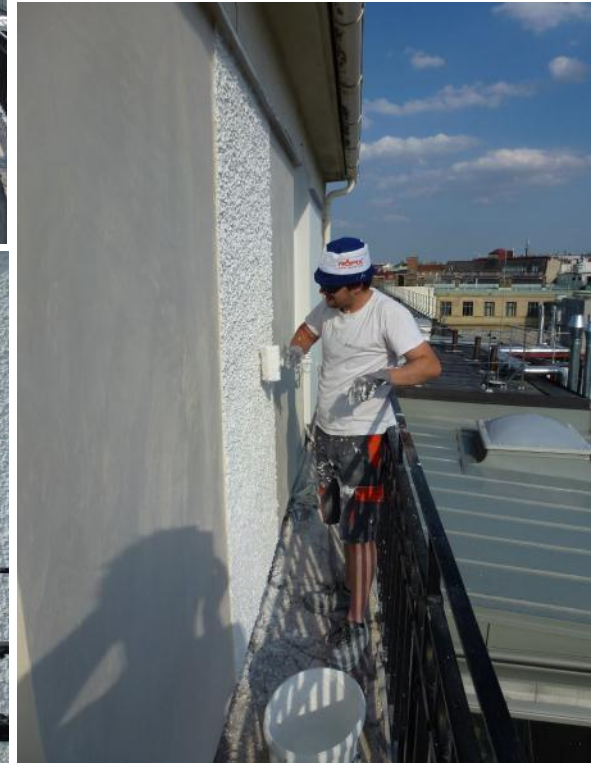
Meta-Technologien:

- Planungsunterstützung, z.B. durch Software
- Beschleunigung von Förderungen / etc.

Case-Study #1: Aerogelputze

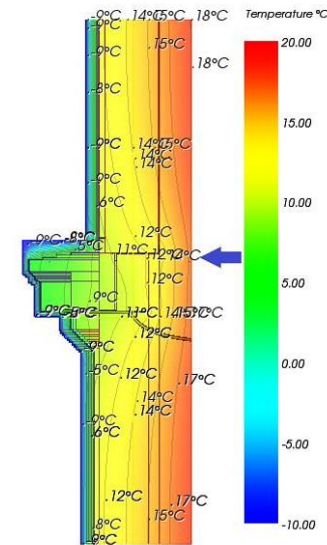
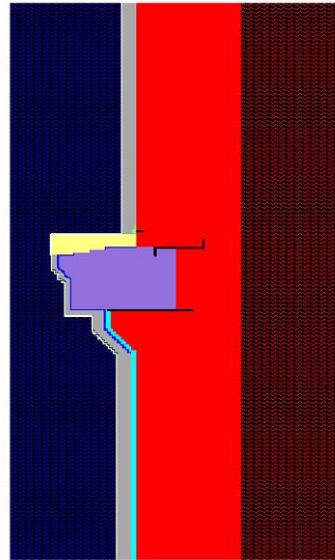
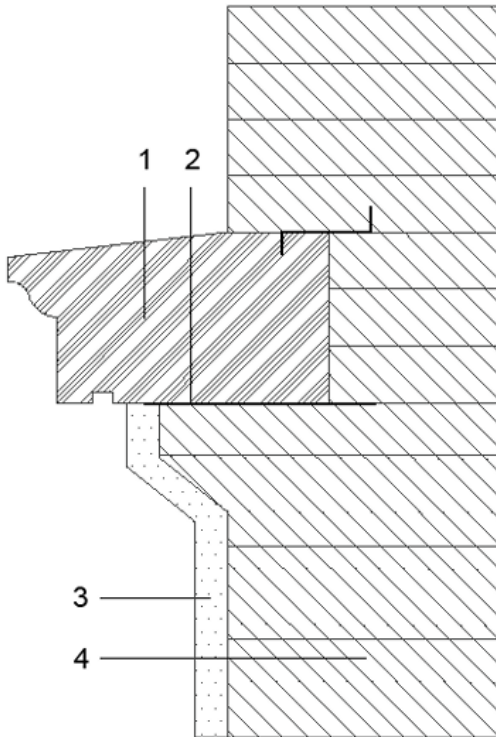
- Entwicklung von strukturierbaren Deckputzen auf Hochleistungs-Aerogelputzen
- Testfassaden (Kopfbau, Geodätenturm / TU Wien, Gründerzeithaus Wien, Testflächen Röthis/RÖFIX)
- Strukturverfahren / Oberflächengestaltung (Reib-, Kratz-Spritz-, Kellenwurfputze)
- Alterungsverhalten / Dauerhaftigkeit
- Einsatz in denkmalnahen historischen Bauwerken?
- Bauphysikalische Performance (Schichttemperaturen, Diffusionsverhalten, Wärmestrom) \Leftrightarrow Simulation / Sensorik

Case-Study #1: Aerogelputze



- Impressionen von den Testflächen (Kopfbau / Geodärenturm, TU Wien)

Case-Study #1: Aerogelputze



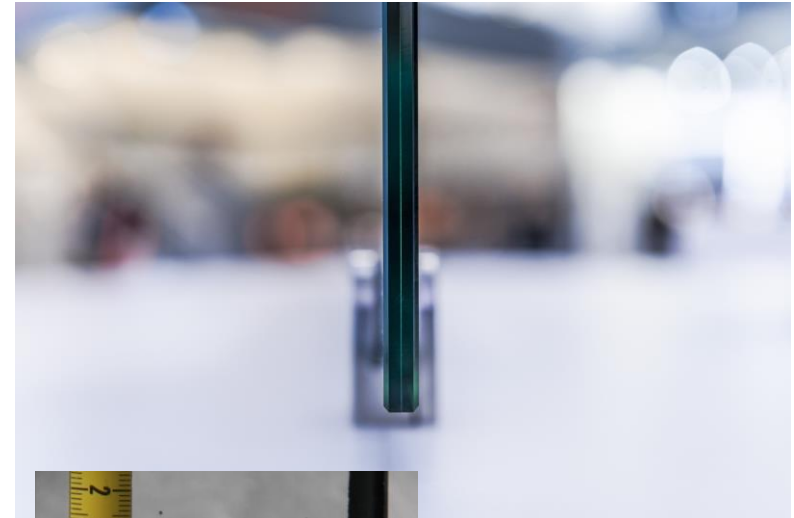
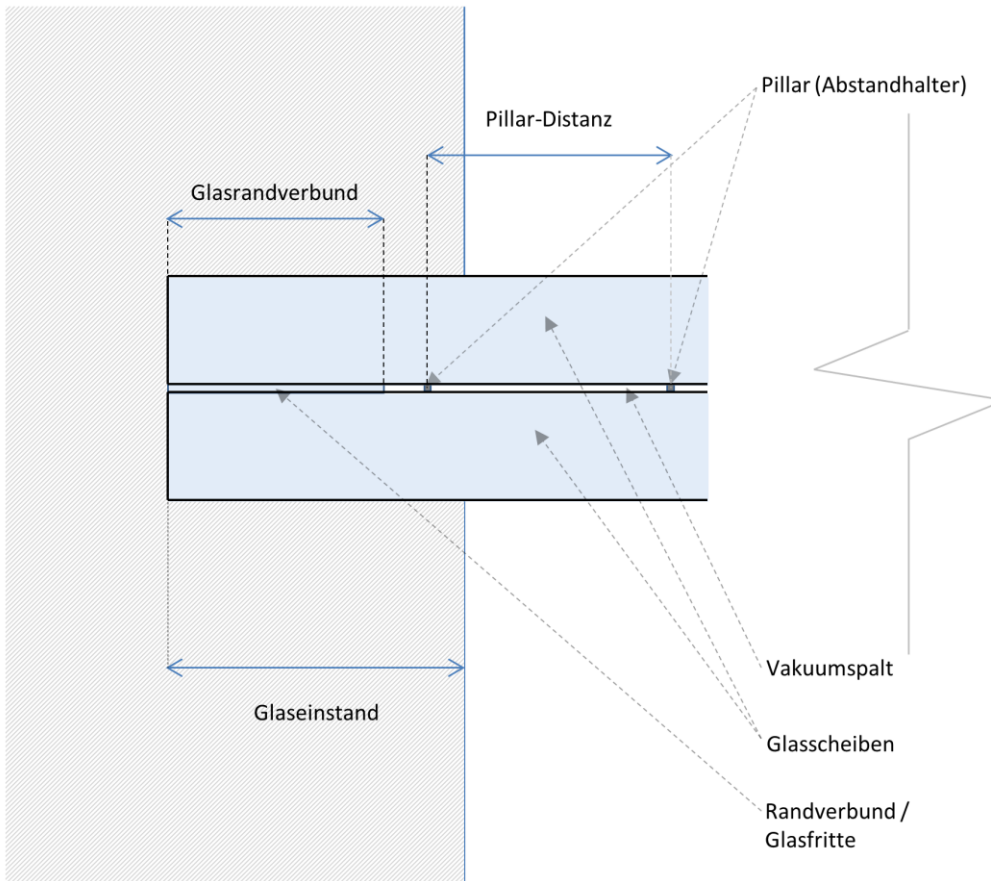
U-value [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]

Improvement [%]

	U-value [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	Improvement [%]	
Scenario A	1.26	-	
Scenario B	0.93	26	PERLITE
Scenario C	0.93	26	PERLITE
Scenario D	0.37	71	AEROGEL
Scenario E	0.37	71	AEROGEL

Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

- Vakuumglas



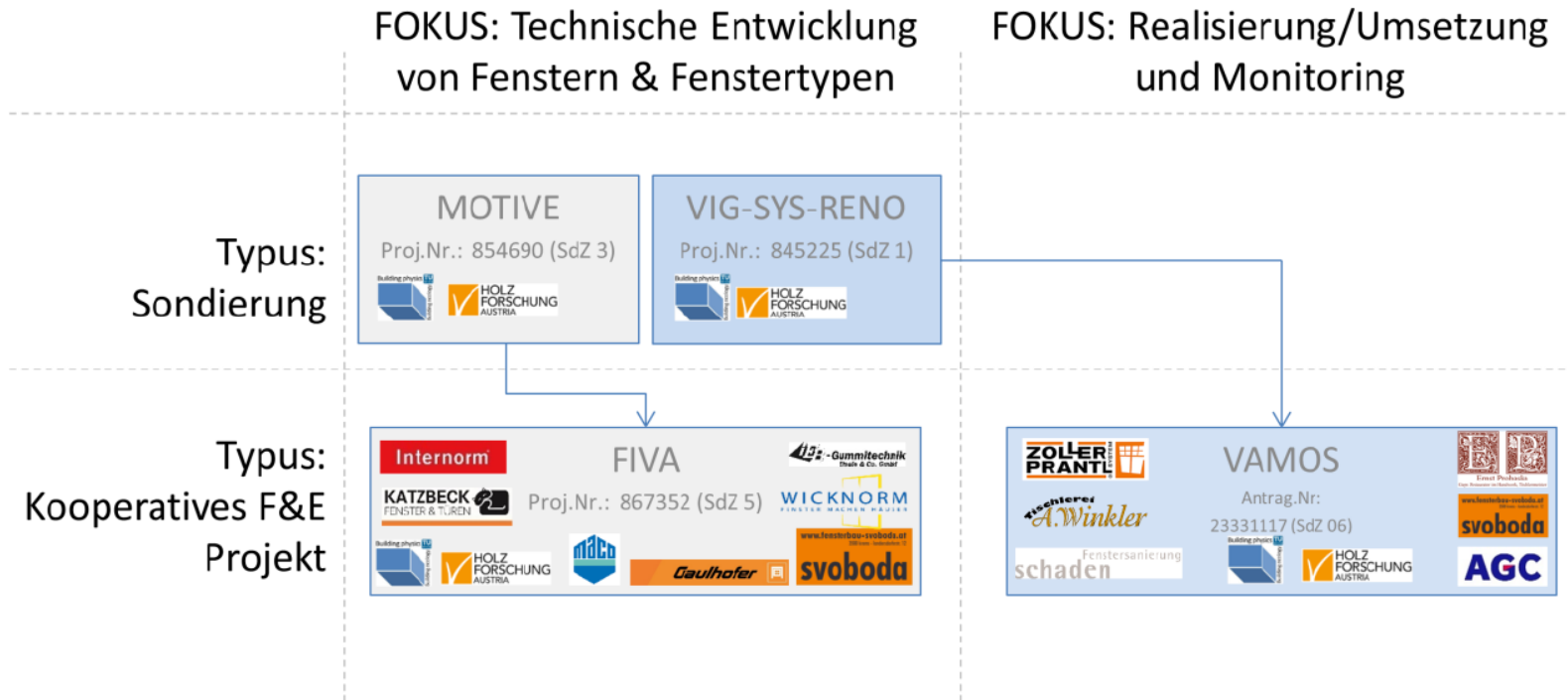
Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...



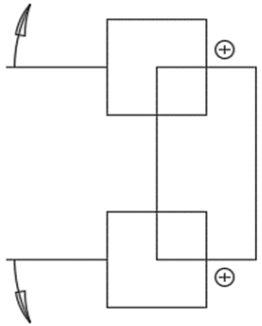
Und dann das!

Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

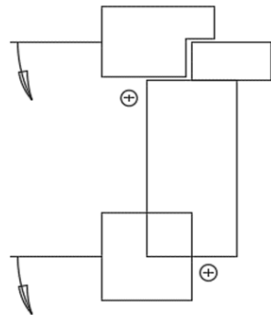
- Vakuumglas - Projekte



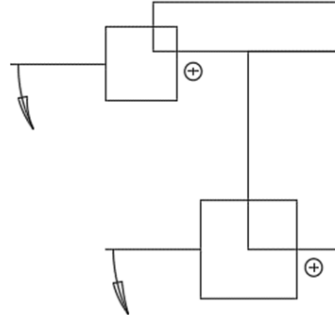
Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...



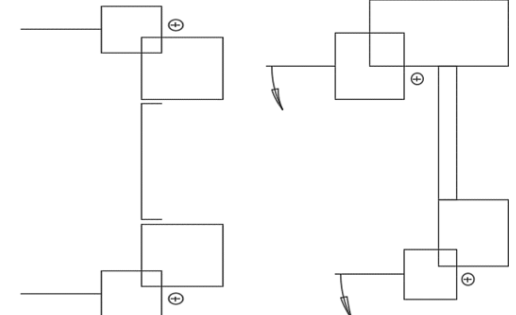
Pfostenstock – Fenster



Leistenstock – Fenster



Rahmenpfostenstock – Fenster

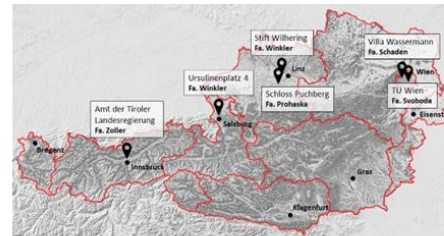


Doppelrahmenstock – Fenster

- In Österreich gibt es schätzungsweise 2,5 Mio. Kastenfenster mit ca. 15 Mio. Flügel!
- Davon ist ca. 1/3 Sanierungsbedürftig, der Rest thermisch zu verbessern.
- → Ein **enormes Potenzial**, insbesondere auch im sensiblen Bereich der urbanen Altbauten!

Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

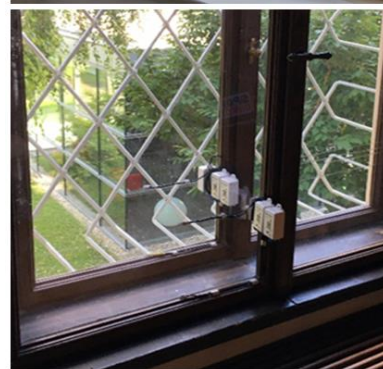
- Vakuumglas-Applikation



Objekt	Schloss	Villa	TU Wien	Stift	Architekturbüro	Amtshaus
Ort	Wels	Wien	Wien	Wilhering	Salzburg	Innsbruck
						
Bauart	Rahmenstock	Pfostenstock	Pfostenstock	Doppelrahmen	Pfostenstock	Rahmenstock
Pos. in d. Wand	in der Leibung	außenbündig	außenbündig	außenbündig	außenbündig	in der Leibung
Öffnungsrichtung	innen öffnend	außen öffnend	außen öffnend	innen öffnend	außen öffnend	innen öffnend
Teilung	2-flg. + 2Oberlicht	2-flg. + Oberlicht	2-flg.	2-flg.	2-flg.	2-flg.
Nutzung	Wohnraum	Wohnung	Bürraum	leer	Bürraum	Bürraum
Besonderheit	Glastausch	Außenfenster neu	Flügel neu	Neufenster mit Steingewände	Neufenster	Neufenster

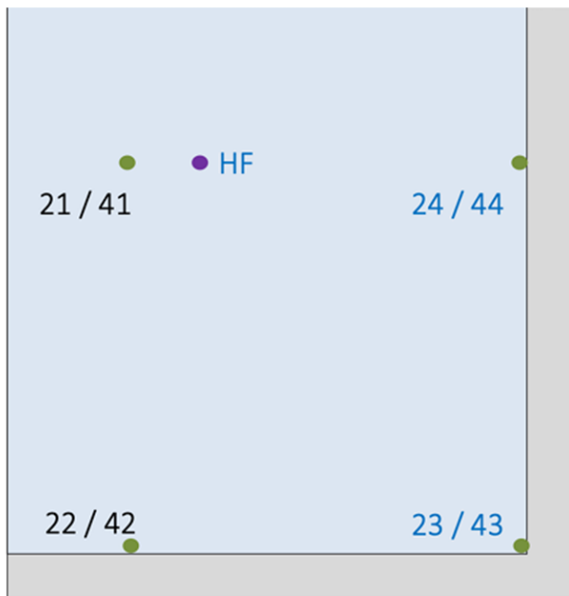
Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

- Vakuumglas-Applikation
- Online Messtechnik-Setup in Amt der Tiroler Landesregierung und auf der TU Wien
- Funkbasierter Messtechnik-Aufbau in Schloss Puchberg Wels, Villa Wassermann Wien, Stift Wilhering und Arch. Büro Salzburg

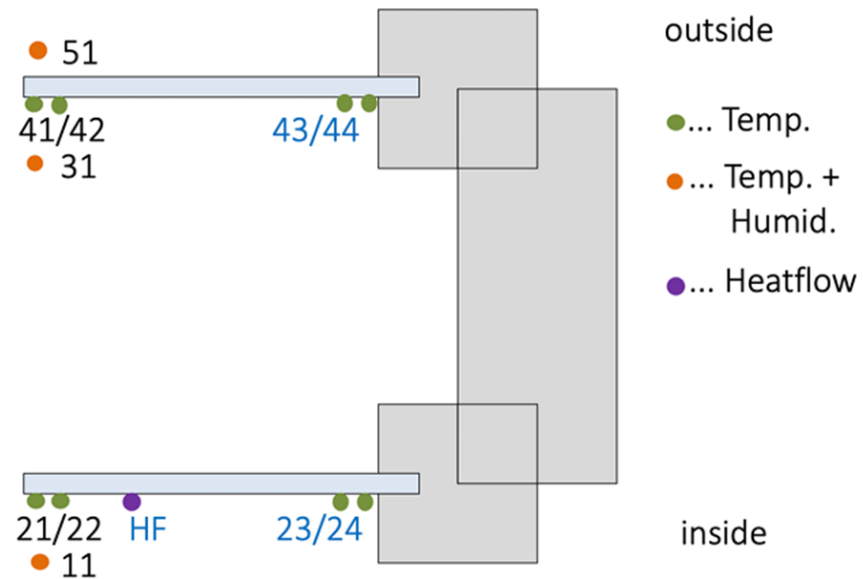


Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

Front view:

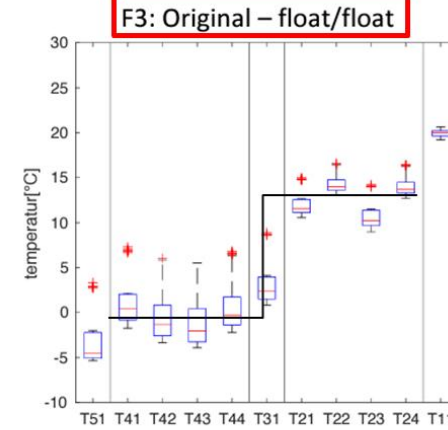
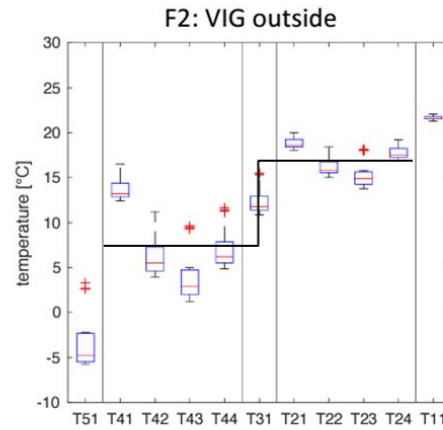
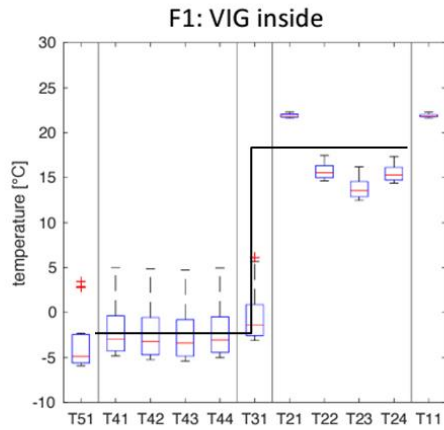


Sectional view:

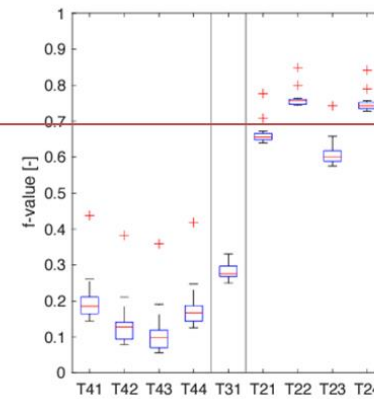
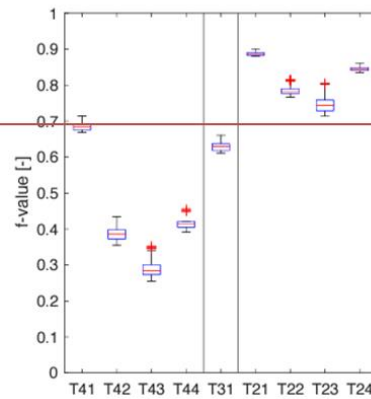
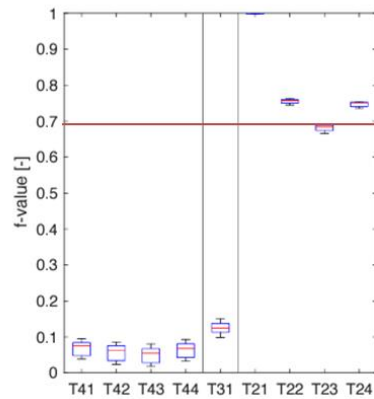


$$f_P = \frac{\theta_P - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

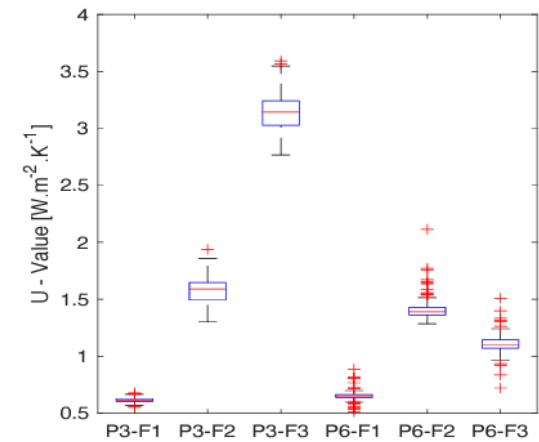
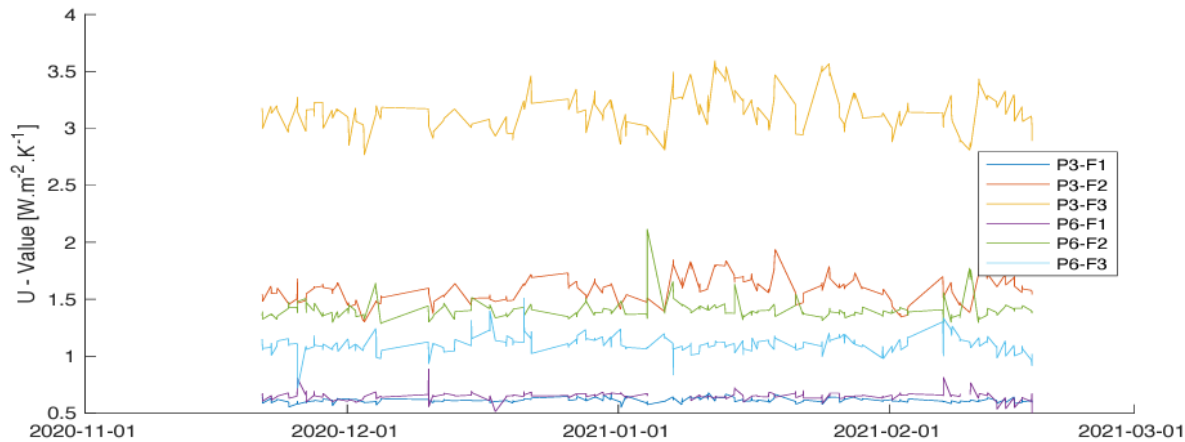
Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...



Wien



Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...



Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...



Außentemp.
-7°C bis -9°C



VIG
außen

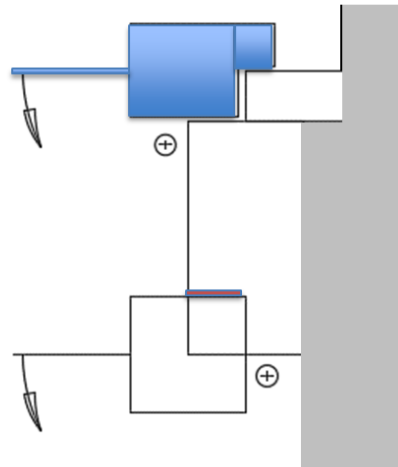
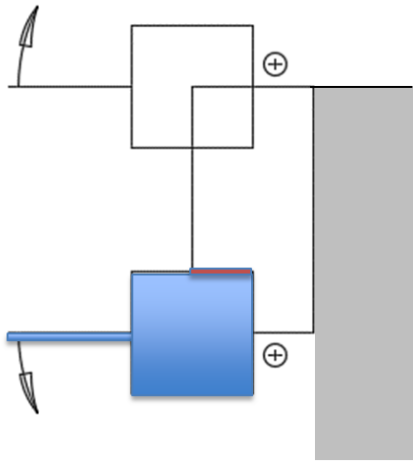
VIG
mit neuem
Fenster



VIG
+ innere
Dichtebene



Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

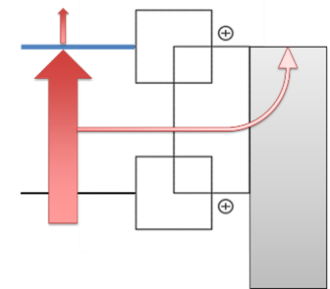
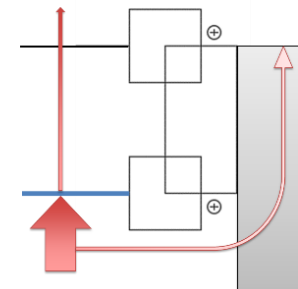


VIG innen oder außen ist Abhängig von den **Randbedingungen**, z.B.:

- ob sich Heizkörper unter den Fenstern befinden,
- dem Sanierungszustand der Fenster,
- der Qualität der inneren Dichtebene,
- dem Feuchteintrag auf der Raumseite,
- der Orientierung der Fenster
- sowie dem Mikroklima in der direkten Umgebung zum Fenster

Bei Pfostenstockfenstern (außen öffnend) und bei Kastenfenster in Steingewände ist das Vakuumglas jedenfalls innen zu positionieren!

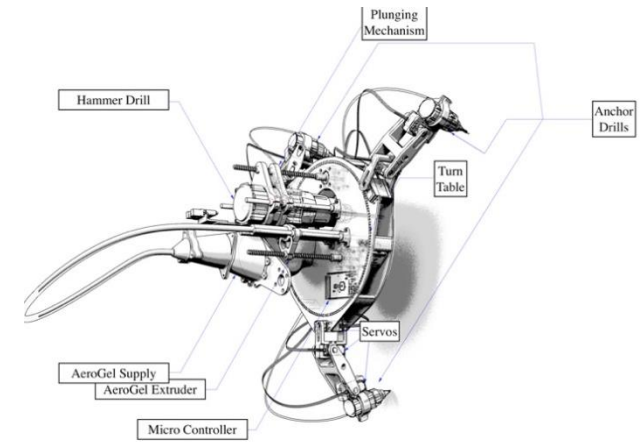
Bei innen öffnenden Kastenfenstern ist die Positionierung innen wie außen möglich. Innen bedeutet bessere energetische Eigenschaften, außen bedeutet geringeres Oberflächen-Kondensatrisiko.



Case-Study #2: Kastenfenster mit Vakuumglas...

- Die **praktische Eignung** von Vakuumglas in historischen Kastenfenstern **konnte nachgewiesen werden**.
- Die Verwendung von Vakuumgläsern ermöglicht auf jeden Fall eine **deutliche Verbesserung der thermischen Performance** von Bestandskastenfenstern.
- Ein Kastenfenster mit Vakuumglas kann einen U-Wert von deutlich unter $U_w \sim 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erreichen und kann die **energetische Performance eines Gründerzeithauses** durch die Sanierung aller Fenster um bis zu **10 % verbessern**.





SPIDER – Sanierung von Gebäudefassaden mithilfe autonomer Roboter

U. Pont | B. Sommer | P. Bauer | A. Mahdavi | G. Moncayo | F. Riola-Parada |

Projekt-Konsortium Project SPIDER

University of Applied Arts Vienna & TU Wien

Case-Study #3: Subtraktive Sanierung



- Baukulturell kritisch
- Materialien?
Aerogelputze,
Vakuumkastenfenster...

Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

SPIDER – der Ansatz

- Subtraktive Sanierung (Einbringung von stehenden Luftkavernen in Bestandsaußenwände)
- mittels autonomer Roboter (kein Gerüst, keine laufende Bauführung durch Personen) ⇔ Autonomes Bauen?

Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Somewhere else

- Mittels Roboter

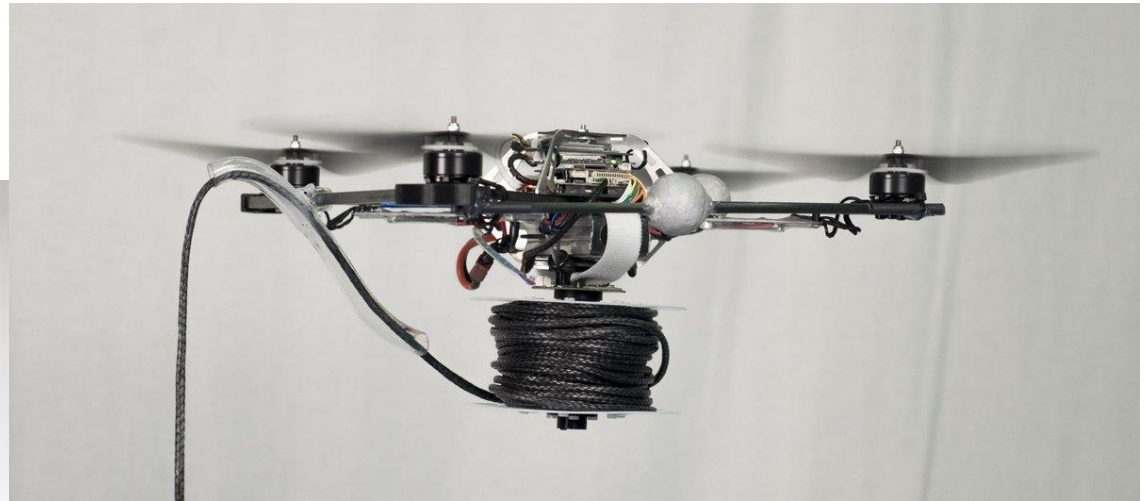
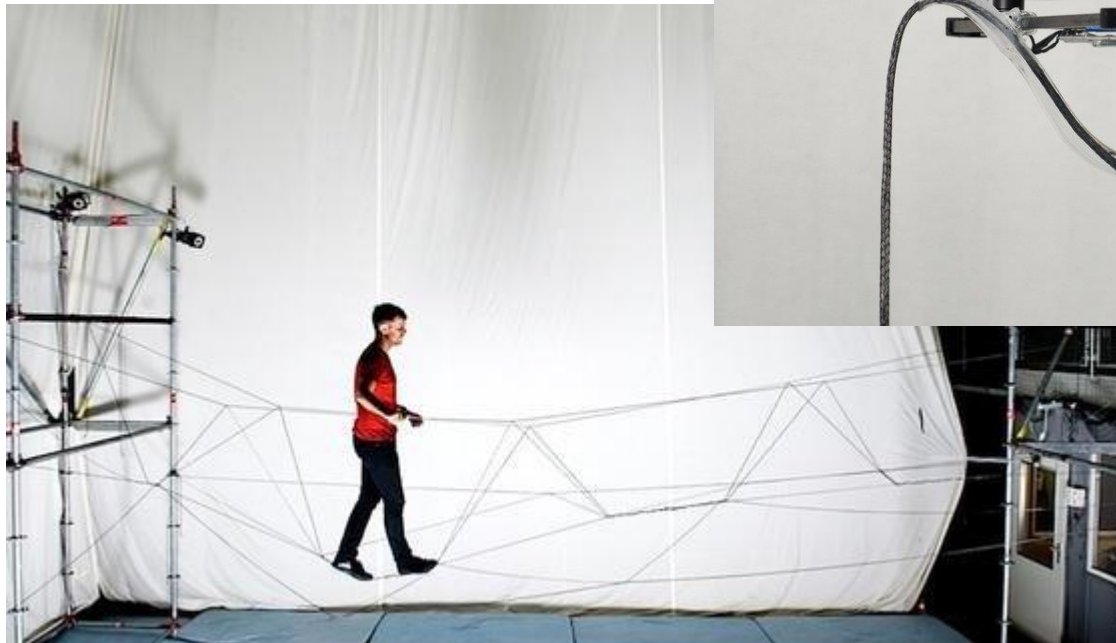


https://static.az-cdn.ch/__ip/1tA-IISNPaXp0eoJqAgifYExJ8M/6a7e9b2065b63432801a0e97cf75fd0386969c68/n-medium2x-16x9-far

Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Somewhere else

- Mittels Drohnen



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

SPIDER

- FFG Stadt der Zukunft, 6. Call
- Sondierung 2019 - 2020

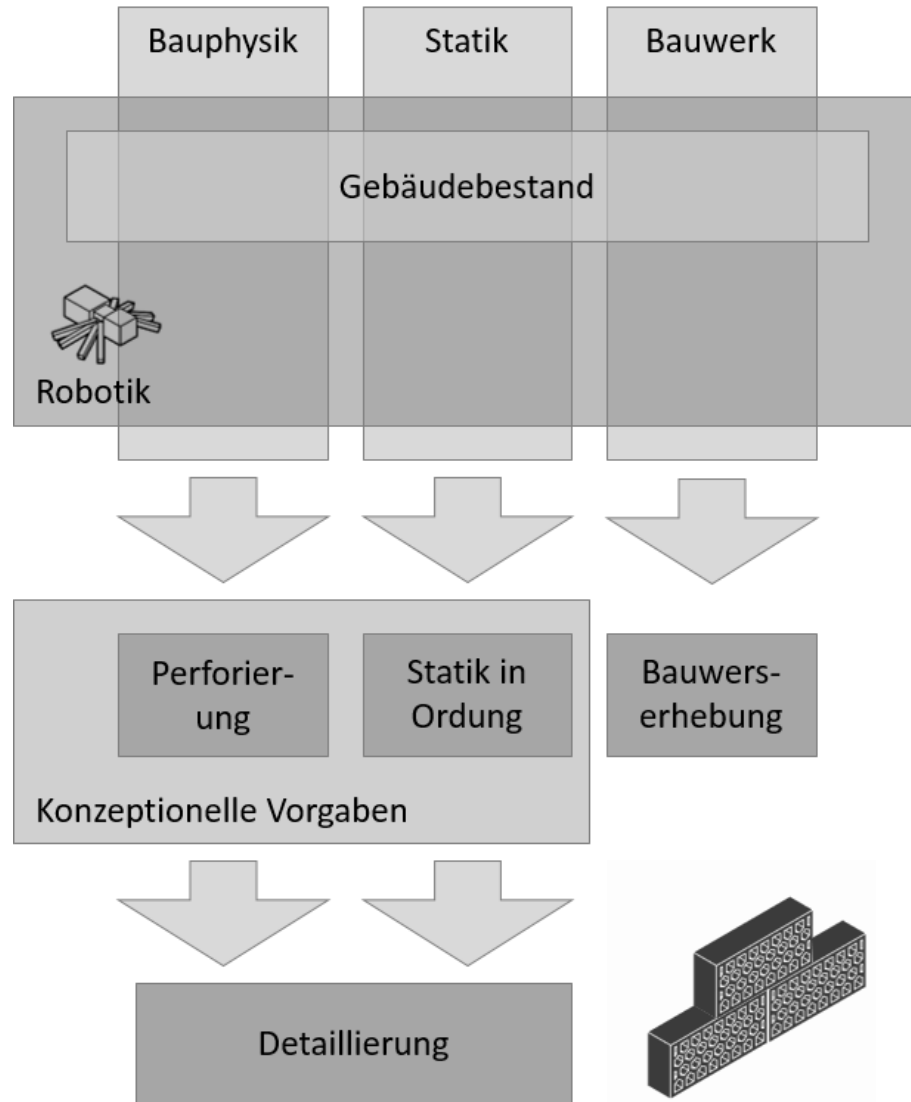
- Energy Design – Univ.f. angewandte Kunst
- ITI – TU Wien
- BPI – TU Wien

Akronym: **S**ubtraction as an a-**P**osteriori **I**nsulation by **D**ata-driven **E**lectric **R**obots.

Ziel: In dieser Sondierung soll das Potential von autonomen, daten-getriebenen Robotern erschlossen werden, die einem andauernden kontinuierlichen Prozess thermische Performance-Verbesserungen durch Schaffung von dämmenden Lufteinschlüssen erzielen.

Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

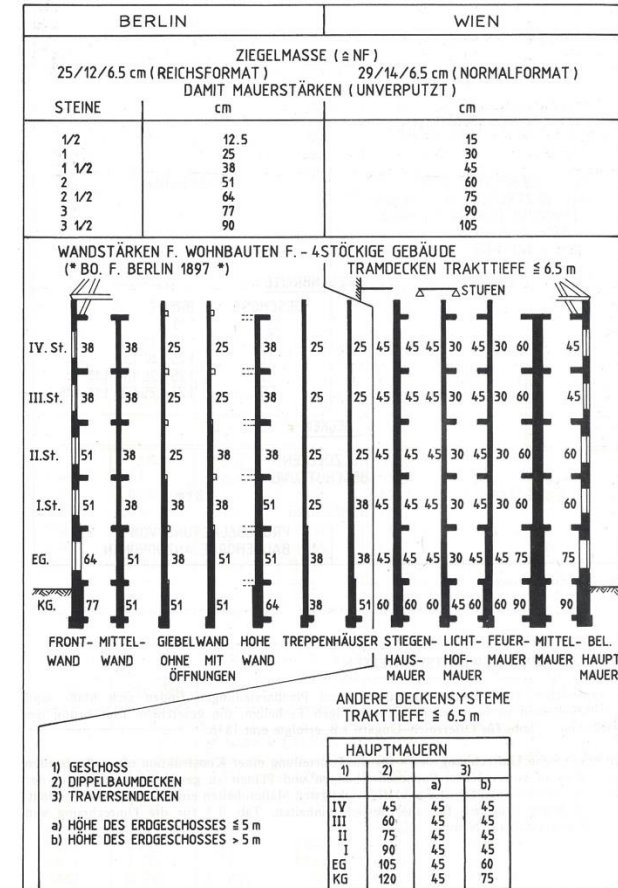
SPIDER



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Gründerzeitbauwerke

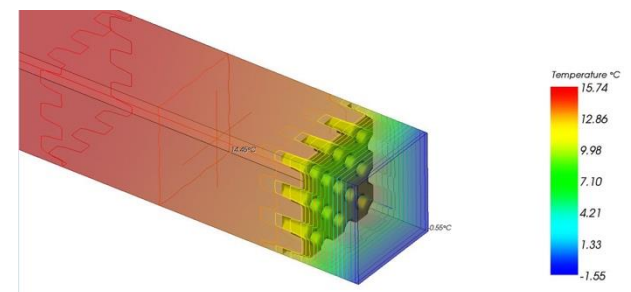
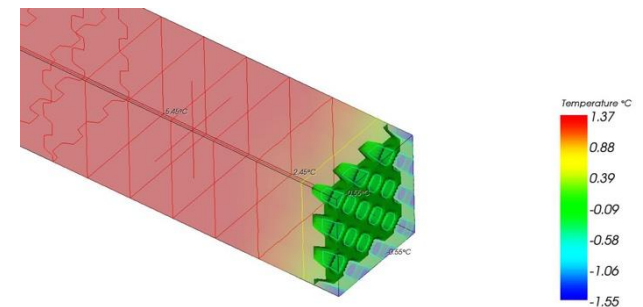
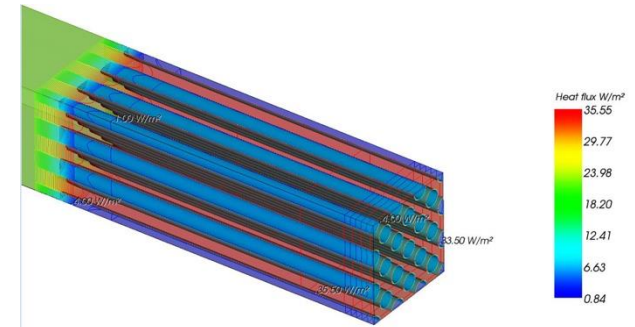
- Statische Reserve vorhanden
- D.h. Spielraum für Interventionen an Wänden!
- Alte Bauordnung(en) geben uns genaue Zusammensetzungen der Wände, da damals vorgeschrieben!



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

„Subtraktive“ Wärmedämmung

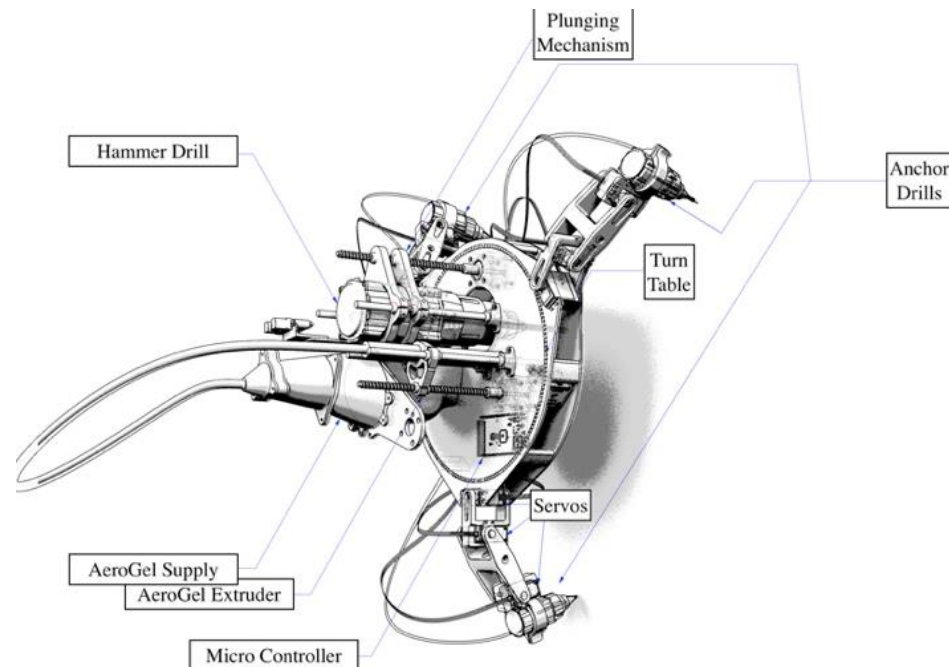
- Bohren / Stechen von Luftkavernen unter Beibehaltung der Erscheinungsform
- Fragen: Schließen Ja/Nein („kapillare“ Bohrungen)
- Welche Muster, Welche Bohrdichte?



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Was müssen die Roboter können?

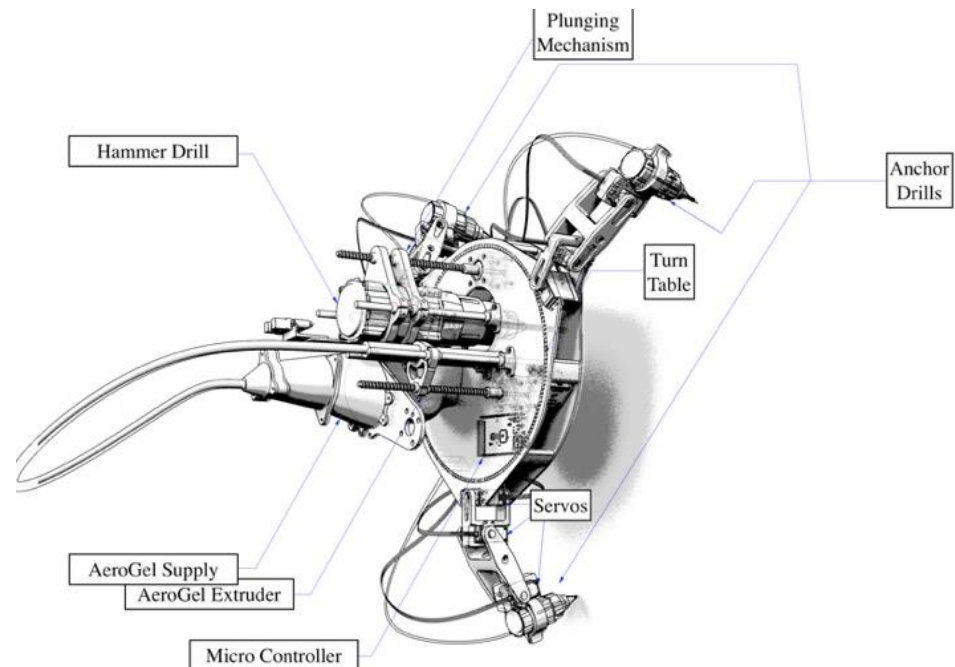
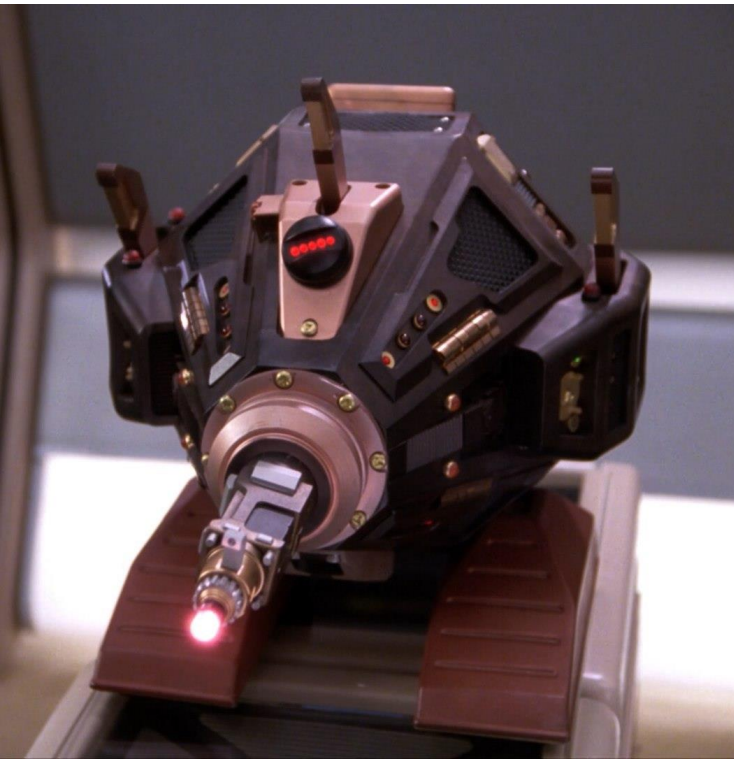
- Autonomie?
- Kenntnis der Fassade (Stichwort Fenster, Stürze, Parapete, Gesimse...)
- Verankern am Mauerwerk?
- Solarer Betrieb?
- Werkzeuge?



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Science Fiction?

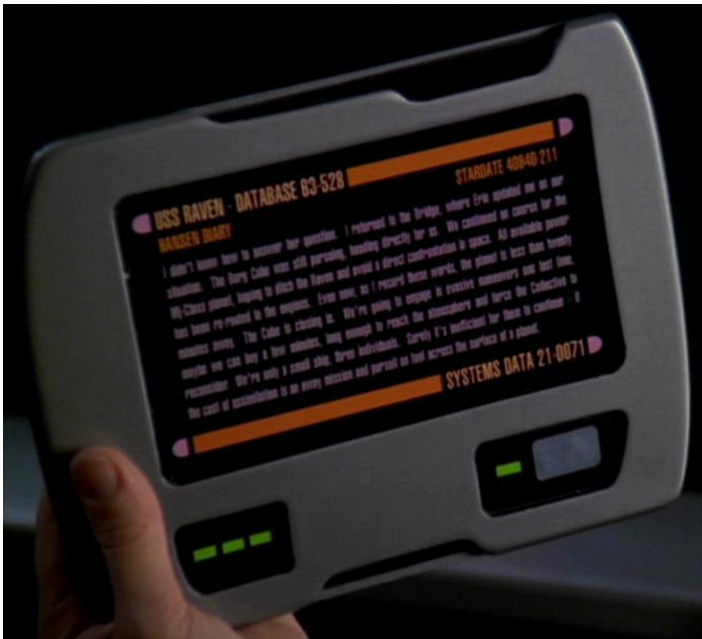
- Vgl. Star Trek....



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Science Fiction?

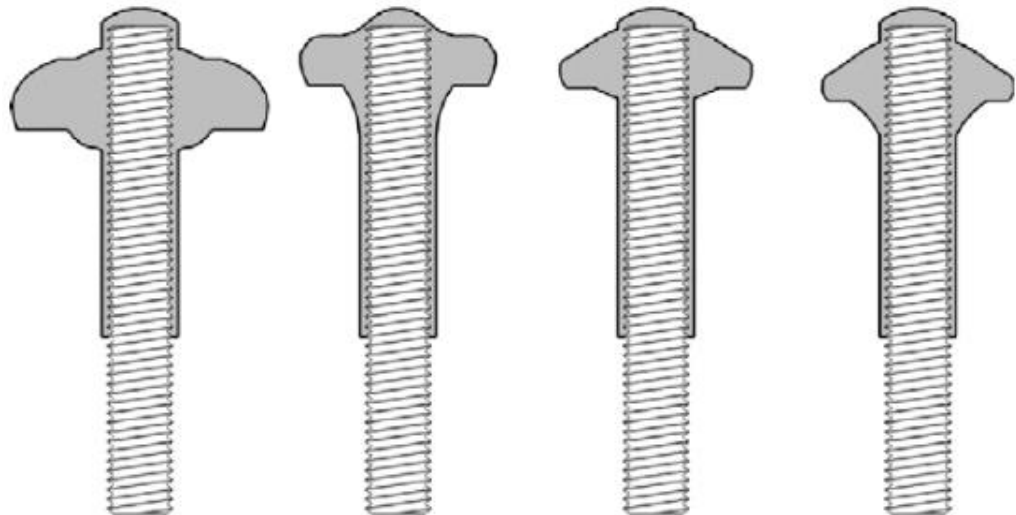
- Vgl. Star Trek....



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Bohren in gründerzeitlichen Wänden?

- Stärke?
- Kavernen-Schaffen?
- Materialtests erforderlich?
- Kombination mit „Aerogel“-Putz-Deckel?



Case-Study #3: Subtraktive Sanierung

Potential

- Luftkavernen in Wänden statisch möglich
- Bauphysikalisch sinnvoll applizierbar?
- Zahlreiche prozesstechnische und robotik-bezogene, wie auch bau-technische Fragestellungen

Nächste Schritte:

- „Akademischer“ Prototyp
- Materialtests an „Altmaterial“ (Abbruchhäuser).
- Verfassen eines Koop. Projektantrags mit geeigneten industriellen und akademischen Partnern

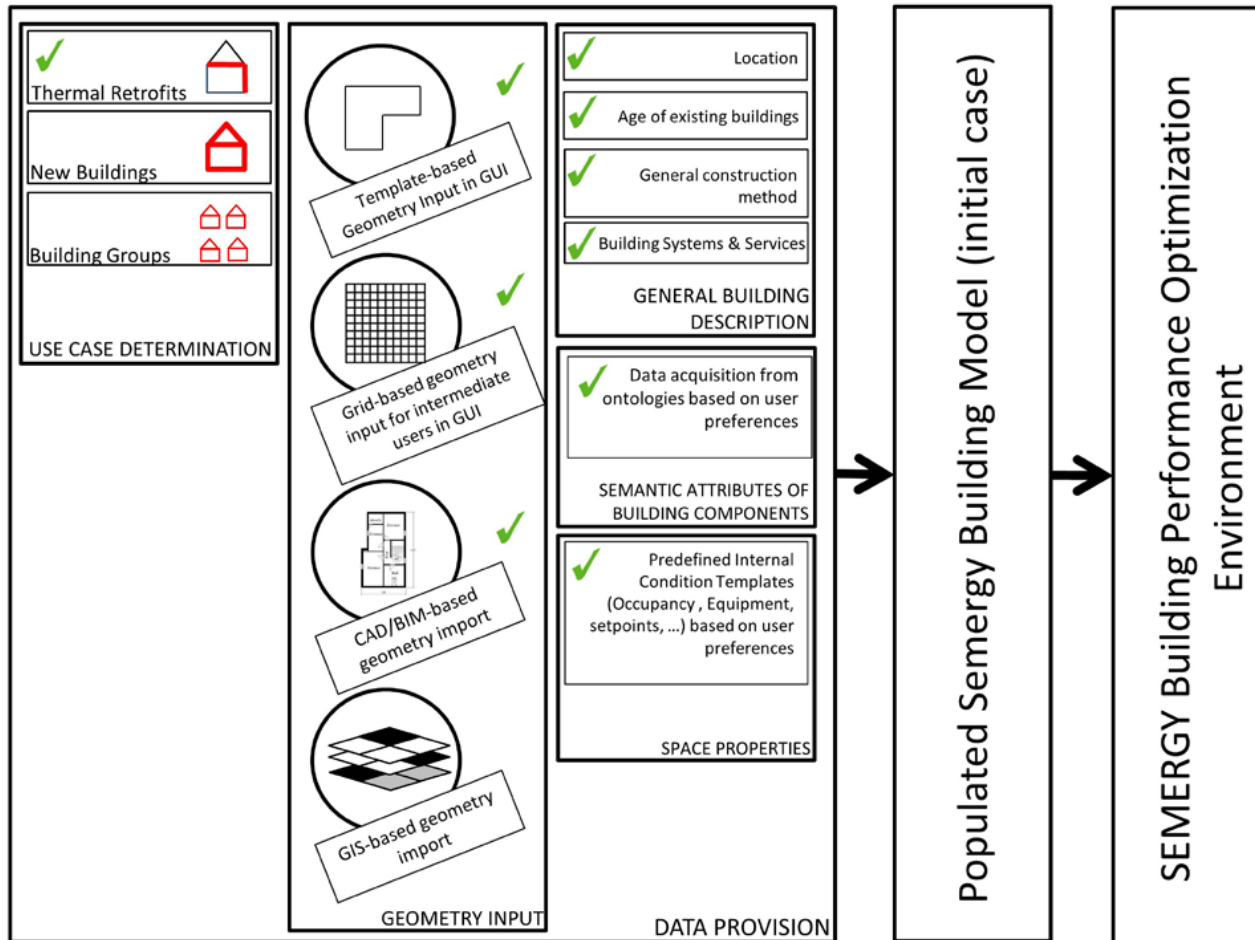
Case-Study #4: IT-Technologien

SEMERGY

- Kombination aus Semantic – Web & Energy
- Alle Infos, die wir heute zum Sanieren & Planen brauchen →
World Wide Web!

Case-Study #4: IT-Technologien

SEMERGY



Case-Study #4: IT-Technologien

SEMERGY: <https://www.xylem-technologies.com/portfolio/semergy/>

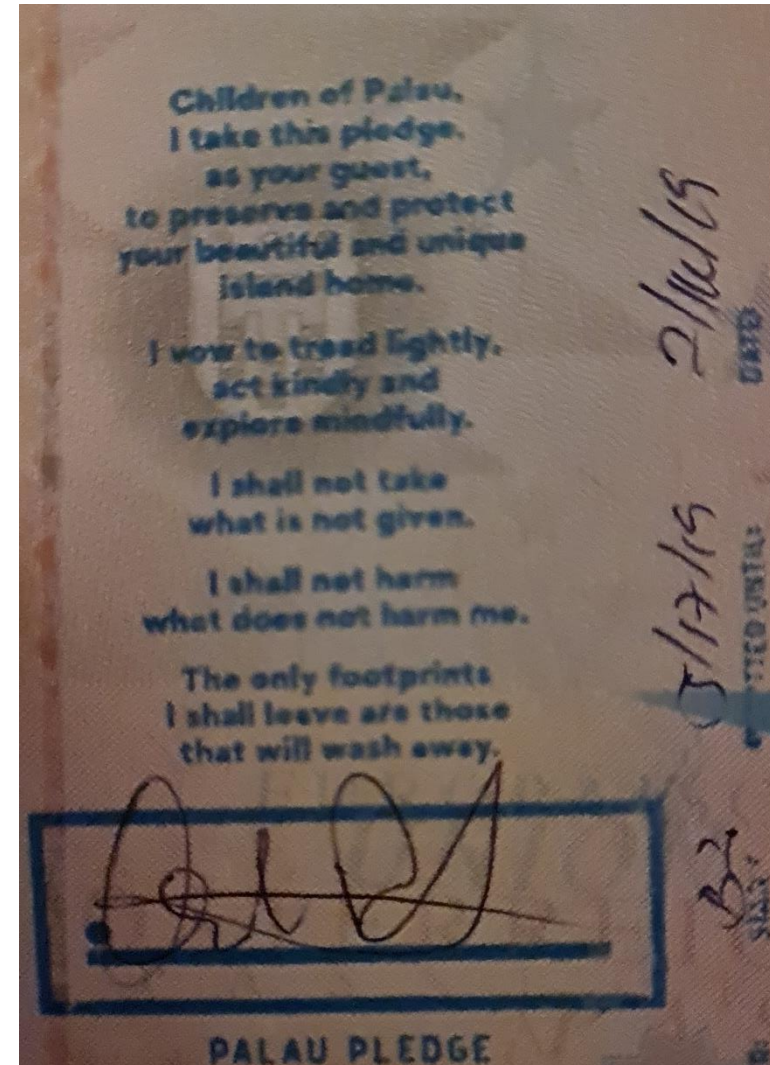


Conclusio

- Es ist viel zu tun, Es läuft die Zeit (davon?)
- F&E ist auf jeder Ebene erforderlich, sei es Grundlagenforschung, sei es marktnahe Anwendungsforschung.
- Together is more fun...Kooperationen sind einfach unumgänglich.
- „Die Welt ist sehr kompliziert“. © Fred Sinovatz
- Maßstäbe: von ganz groß bis ganz klein. Wirkung und Maßstab laufen nicht zwangsweise parallel...
- Die Technologien gibt es, woran es krankt ist Motivation, Anreiz, Kommunikation und Applikation!
- !!!!!!!!!!!!!NutzerInnen!!!!!!!!!!!!
- Es führt kein Weg an Suffizienz vorbei...
- Ausbildung Fachleute, Third Mission der Universitäten an broad public.

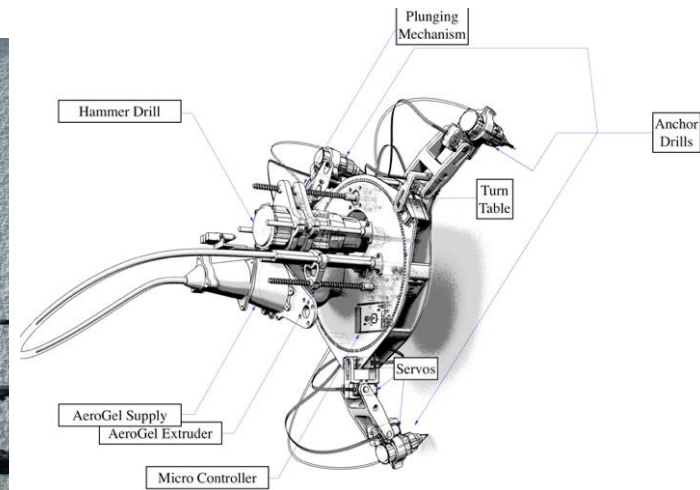
Was mich beeindruckt...

- Palau 2017 / 2019... eine Insel in der Südsee...
- Passstempel mit einer „Selbstbindung“



Literatur

- (öffentliche) Endberichte zu den gezeigten FFG-Projekten (VAMOS, EDEN, SPIDER, E-PROFIL) finden sie auf www.nachhaltigwirtschaften.at
- P.P. Housez, U. Pont, A. Mahdavi: "A comparison of projected and actual energy performance of buildings after thermal retrofit measures"; Journal of BUILDING PHYSICS, 38 (2014), 2; S. 138 - 155.
- SEMERGY:
 - U. Pont: A comprehensive approach to web-enabled, optimization-based decision support in building design and retrofit, Dissertation, TU Wien, 2014
 - <https://www.xylem-technologies.com/portfolio/semergy/>



Innovative Technologien der Bestandsoptimierung

im Rahmen von *Genug gebaut – Trendumkehr und Alternativen*

Sen.Sci. DI. Dr.techn. Ulrich Pont (BPI / TU Wien)

