



Approach & dialogue

Alexandra Troi, EURAC research

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 260162



This document reflects only the author's views. The European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.

Experience Copenhagen

■ Starting position

Old Material Court to be renovated and used for office purposes.

■ Objective

1. Reduce **CO₂ emissions** and guarantee high **indoor comfort** with office use, in compliance with conservation and architecture
2. Provide **guideline** for the more than 1000 protected buildings in Denmark used for office purposes

■ Approach – within multidisciplinary working group

1. Building analysis and description
2. Broad gross list of possible interventions
3. Dynamic simulation of single interventions and evaluation of CO₂ emissions and indoor climate
4. Stepwise reduction of options and selection of the solution to be implemented

Experience Copenhagen: Interdisciplinary Working Group



Professionals with great experience in building renovation, with the task to contribute with their specific viewpoint each

- **Building owner**

- impact on rental opportunities, operating and maintenance conditions

- **Heritage authority**

- conservation viewpoint (also general evaluation of building typology)

- **Architects**

- shape, appearance, functionality, interior design conditions

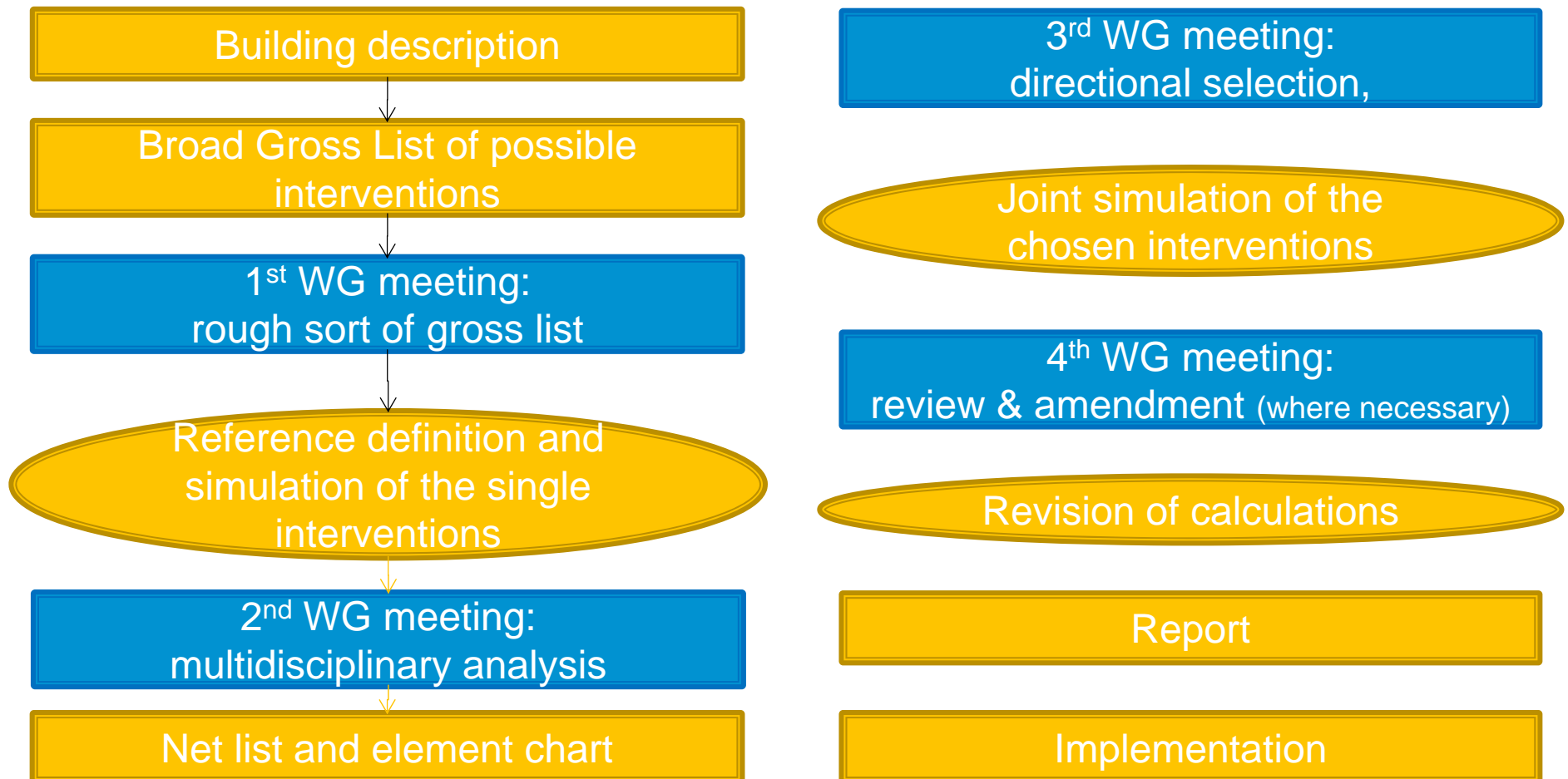
- **Structural engineer**

- impact on existing construction, risk assessment (moisture)

- **Services engineer**

- assessment of energy and indoor climate

Experience Copenhagen: Workflows



Experience Copenhagen: Building description



5.3 Bygning 4 - Kontorbygningen mod Byghusgade

Bygningens historie

Bygningen er opført i 1768, tilbygget i 1819 og 1889, og derudover ombygget markant af flere omgange, første gang allerede i 1771.



Bygningen er atten fag lang og to etager høj. Taget har halvvalmet gavl mod syd, stående gavl mod nord og en høj rejsning, hvorpå fire skorstenspiber og en brandkam markerer sig. På tagfladen er der tretten kviste mod gården, elleve kviste mod gaden, og derudover en række tagvinduer, som giver lys til en udnyttet tagetage. Bygningens sokkel er meget beskedent, og man træder således næsten direkte ind i bygningen.

...

for each of the 4 buildings

- building and construction history
- existing conditions
- historic and architectural value

...

De bærende fredningsværdier er:

- Længdeskillevæggen
- Forskelle mellem bygningens nordlige og sydlige del
- Rumstrukturelle helheder
- Snedkerdetaljer



Experience Copenhagen: Energy analysis of status quo



- Consumption from energy bills
 - Thermographs
 - Blower door test
-
- Calculation of demand according Danish certification scheme



4.3 Builddesk Energimærkningen - anvendelsen

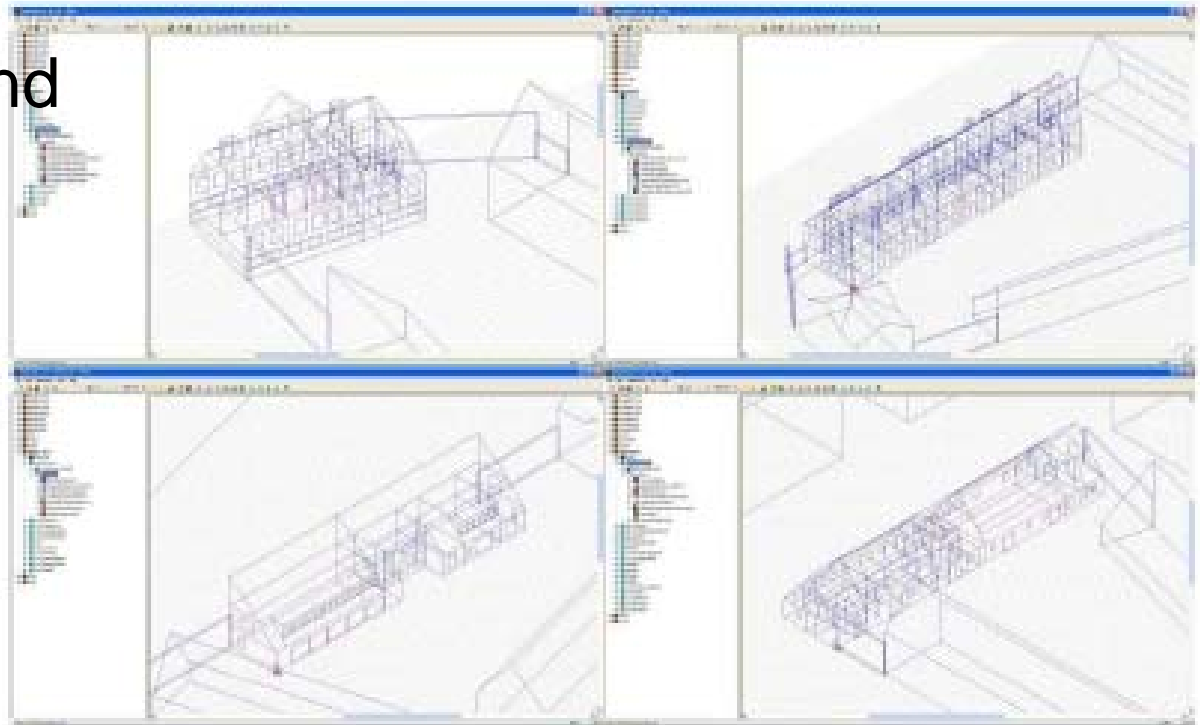
I projektet er beregningsmodellen udelukkende brugt til at klassificere bygningerne i forhold til myndighedskrav og som sammenligningsgrundlag for den eksisterende danske bygningsmasse.

	Myndighedskrav BR08, for ny- byggeri	Eksist. forhold.	Nye forhold.
Forvalterboligen	99 kWh/m ²	213kWh/m ² Energiklasse E	173kWh/m ² Energiklasse D
Kontorbygn. v/Bryghusg.	97 kWh/m ²	229 kWh/m ² Energiklasse F	182 kWh/m ² Energiklasse E
Halvtagshusene	98 kWh/m ²	221 kWh/m ² Energiklasse F	184kWh/m ² Energiklasse E
Bindingsværksbygningen	98 kWh/m ²	222 kWh/m ² Energiklasse F	170kWh/m ² Energiklasse D

Experience Copenhagen: Dynamic simulation

Dynamic simulation with BSim - Calculation of the combined effects on

- Heating demand
- Electricity demand
- Cooling demand
- Indoor comfort



Experience Copenhagen: Gross list & assessment

Bygning 4

Nr.	Energiltag	V1	V2	V3	V4	Beskrivelse af fravalg
Vinduer og solafskærmning						
01a	Udskiftning af vinduer til nye superlavenergi vinduer					Fredning og arkitektur respekteres ikke
01b	Nye superlavenergi vinduer i nye vindueshuller					Fredning og arkitektur respekteres ikke
02	Nye energiforsatsglas + solafskærmende udvendigt glas					Udvendige glas kan ikke udskiftes pga. arkitektur og fredning
02a	Nye energiforsatsglas i eksist. forsatsrammer					
02b	Nye solafskærmende forsatsglas					Farven på glassene er for markant
03	Nye vinduer med indvendig solafskærmning					Fredning og arkitektur respekteres ikke
04	Udvendig solafskærmning					Fredning og arkitektur respekteres ikke
Isolering og bygningstæthed						
05	Indvendig efterisolering af ydervægge					Fredning og arkitektur respekteres ikke
06	Udvendig efterisolering af ydervægge					Fredning og arkitektur respekteres ikke
07	Efterisolering af skrålofter					Tiltaget har ikke stor nok effekt
08	Efterisolering af terrændæk					Ikke CO2 rentabel
09	Brug af isoleringstypen "supertynd"					Kvaliteten af isoleringstypen er usikker og effekten ikke stor nok
10	Etablering af bygningstæthed					
Ventilation						
11	Naturlig ventilering - via åbning af vinduer					
12	Natkøling, ventilation - indtag i klimaskærm og udtag i tag					Friskluftindtag gennem klimaskærm ikke mulig.
13	Hybrid ventilation, indtag i klimaskærm og udsugning via varmepumpe					Friskluftindtag gennem klimaskærm ikke mulig.
14	Traditionel mekanisk ventilation via ventilationssystem					Tiltaget udgår pga. økonomi
15	Friskluftindtag via solvægge, aktive glaspartier					Fredning og arkitektur respekteres ikke
Varme, vand og køl						
16	Køling via mekanisk recirkulering af luft i rum					
17	Passiv køling af rum via nedkølet loft eller væg					Fredning og arkitektur respekteres ikke
18	Køling hvor overskudsvarmen afsættes til luften ude					
19	Køling via jordslanger					Kølebehov er ikke tilstrækkelig
20	Køling via varmepumpe til grund/havvand					Kølebehov er ikke tilstrækkelig
21	Radiatoropvarmning					Radiatorer placeres kun i rum hvor der ikke er et kølebehov.
22	Gulvvarme					Ny gulv opbygning kun mulig i stueetagen
23	Central brugsvandsproduktion					Ikke CO2 rentabel
24	Decentral brugsvandsproduktion					
28	Opsamling af regnvand					Begrænset vandforbrug
EI						
25	Energibesparende lyskilder					
26	Dagslysstyring					
27	Centralstyring af el forbrugskomponenter					
Solfanger og solceller						
29	Solfanger til varmtvandsproduktion					Fredning og arkitektur respekteres ikke
30	Solfanger til opvarmning					Fredning og arkitektur respekteres ikke
31	Solceller					Fredning og arkitektur respekteres ikke
Adfærd og indretning						
32	Flytning af varmeafgivende udstyr fra kontor til fælles serverrum					Kræver at krav til lejers udstyr/rutiner bliver defineret præcist.
33	Fælleskantiner					
34	Fælles møde- og konferencefaciliteter					
35	Vindfang ved hovedadgangsvej					Fredning og arkitektur respekteres ikke

Experience Copenhagen: Element chart

Nr.:	Element	Beskrivelse	Specifikation	Bygning 1.	Bygning 7, 8, og 9.	Byg																																																																																																																
02	Nye energi forsatsglas. Plus solafskærmende udvendig glas.	På glaspartier med forsatsglas udskiftes glasset med energiglas og udvendige glas udskiftes til et sol afskærmende glas.	Eksist. Soltrans. 0,77 Visuel lys. 0,74 Vinduer samlet u-værdi 2,2 - 2,8 Nye glas. Soltrans. 0,34 Visuel lys. 0,74 Vinduer samlet u-værdi 1,7 - 1,5.	<i>Glas i forsatsrammer udskiftes til et energiglas.</i> <i>Glas i vinduesrammer udskiftes til et sol afskærmende glas.</i> <table><tr><th>Forbrug</th><th>MWh/Ton</th><th>KWh/Kg pr. m2</th><th></th></tr><tr><td>CO2</td><td>19,49</td><td>36,76</td><td>4,24%</td></tr><tr><td>Trans. tab</td><td>-33,88</td><td>-63,9</td><td>27,58%</td></tr><tr><td>Varme</td><td>23,33</td><td>44,0</td><td>22,05%</td></tr><tr><td>El udstyr</td><td>24,78</td><td>46,8</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>El lys</td><td>3,16</td><td>6,0</td><td>-27,04%</td></tr><tr><td>Køling</td><td>-3,89</td><td>-7,3</td><td>27,47%</td></tr><tr><td colspan="4">Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.</td></tr><tr><td>Stue møde 24.5<</td><td></td><td>2511,0</td><td>2568</td></tr><tr><td>Stue møde 27<</td><td></td><td>1475</td><td>1658</td></tr><tr><td>Stue kontor 2 24.5<</td><td></td><td>2769,0</td><td>2892</td></tr><tr><td>Stue kontor 2 3 27<</td><td></td><td>1740</td><td>1913</td></tr><tr><td>1sal kontor 1 24.5<</td><td></td><td>2747</td><td>2787</td></tr><tr><td>1sal kontor 1 27<</td><td></td><td>1708</td><td>1845</td></tr><tr><td>1sal kontor2 24.5<</td><td></td><td>2839</td><td>2889</td></tr><tr><td>1sal kontor2 27<</td><td></td><td>1766</td><td>1868</td></tr></table>	Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2		CO2	19,49	36,76	4,24%	Trans. tab	-33,88	-63,9	27,58%	Varme	23,33	44,0	22,05%	El udstyr	24,78	46,8	0,00%	El lys	3,16	6,0	-27,04%	Køling	-3,89	-7,3	27,47%	Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.				Stue møde 24.5<		2511,0	2568	Stue møde 27<		1475	1658	Stue kontor 2 24.5<		2769,0	2892	Stue kontor 2 3 27<		1740	1913	1sal kontor 1 24.5<		2747	2787	1sal kontor 1 27<		1708	1845	1sal kontor2 24.5<		2839	2889	1sal kontor2 27<		1766	1868	<i>Glas i forsatsrammer udskiftes til et energiglas.</i> <i>Glas i vinduesrammer udskiftes til et sol afskærmende glas.</i> <table><tr><th>Forbrug</th><th>MWh/Ton</th><th>KWh/Kg pr. m2</th><th></th></tr><tr><td>CO2</td><td>20,39</td><td>36,54</td><td>7,25%</td></tr><tr><td>Trans. tab</td><td>-63,19</td><td>-113,3</td><td>24,85%</td></tr><tr><td>Varme</td><td>52,89</td><td>94,8</td><td>14,82%</td></tr><tr><td>El udstyr</td><td>15,14</td><td>27,1</td><td>0,00%</td></tr><tr><td>El lys</td><td>6,84</td><td>12,3</td><td>-19,24%</td></tr><tr><td>Køling</td><td>-3,16</td><td>-5,7</td><td>59,38%</td></tr><tr><td colspan="4">Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.</td></tr><tr><td>Stue kontor1 24.5<</td><td></td><td>717,0</td><td>1895</td></tr><tr><td>Stue kontor1 27<</td><td></td><td>120</td><td>769</td></tr><tr><td>1sal kontor1 24.5<</td><td></td><td>1520</td><td>2058</td></tr><tr><td>1sal kontor1 27<</td><td></td><td>629</td><td>1134</td></tr></table>	Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2		CO2	20,39	36,54	7,25%	Trans. tab	-63,19	-113,3	24,85%	Varme	52,89	94,8	14,82%	El udstyr	15,14	27,1	0,00%	El lys	6,84	12,3	-19,24%	Køling	-3,16	-5,7	59,38%	Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.				Stue kontor1 24.5<		717,0	1895	Stue kontor1 27<		120	769	1sal kontor1 24.5<		1520	2058	1sal kontor1 27<		629	1134	Glas. Glas. me. Glas. ska
Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2																																																																																																																				
CO2	19,49	36,76	4,24%																																																																																																																			
Trans. tab	-33,88	-63,9	27,58%																																																																																																																			
Varme	23,33	44,0	22,05%																																																																																																																			
El udstyr	24,78	46,8	0,00%																																																																																																																			
El lys	3,16	6,0	-27,04%																																																																																																																			
Køling	-3,89	-7,3	27,47%																																																																																																																			
Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.																																																																																																																						
Stue møde 24.5<		2511,0	2568																																																																																																																			
Stue møde 27<		1475	1658																																																																																																																			
Stue kontor 2 24.5<		2769,0	2892																																																																																																																			
Stue kontor 2 3 27<		1740	1913																																																																																																																			
1sal kontor 1 24.5<		2747	2787																																																																																																																			
1sal kontor 1 27<		1708	1845																																																																																																																			
1sal kontor2 24.5<		2839	2889																																																																																																																			
1sal kontor2 27<		1766	1868																																																																																																																			
Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2																																																																																																																				
CO2	20,39	36,54	7,25%																																																																																																																			
Trans. tab	-63,19	-113,3	24,85%																																																																																																																			
Varme	52,89	94,8	14,82%																																																																																																																			
El udstyr	15,14	27,1	0,00%																																																																																																																			
El lys	6,84	12,3	-19,24%																																																																																																																			
Køling	-3,16	-5,7	59,38%																																																																																																																			
Indeklima konsek. Ny (timer) Eksist.																																																																																																																						
Stue kontor1 24.5<		717,0	1895																																																																																																																			
Stue kontor1 27<		120	769																																																																																																																			
1sal kontor1 24.5<		1520	2058																																																																																																																			
1sal kontor1 27<		629	1134																																																																																																																			
02a	Nye energi forsatsglas.	På glaspartier med forsatsglas udskiftes glasset med energiglas.	Eksist. Soltrans. 0,77 Visuel lys. 0,74 Vinduer samlet u-værdi 2,2 - 2,8	Glas i forsatsrammer udskiftes til et energiglas. <table><tr><th>Forbrug</th><th>MWh/Ton</th><th>KWh/Kg pr. m2</th><th></th></tr><tr><td>CO2</td><td>19,48</td><td>36,75</td><td>4,29%</td></tr></table>	Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2		CO2	19,48	36,75	4,29%	Glas i forsatsrammer udskiftes til et energiglas. <table><tr><th>Forbrug</th><th>MWh/Ton</th><th>KWh/Kg pr. m2</th><th></th></tr><tr><td>CO2</td><td>20,39</td><td>36,54</td><td>7,25%</td></tr></table>	Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2		CO2	20,39	36,54	7,25%	Glas F C																																																																																																
Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2																																																																																																																				
CO2	19,48	36,75	4,29%																																																																																																																			
Forbrug	MWh/Ton	KWh/Kg pr. m2																																																																																																																				
CO2	20,39	36,54	7,25%																																																																																																																			

Experience Copenhagen: Final solutions chosen



Bygning 1.	Bygning 7, 8, og 9.	Bygning 11.	Bygning 4.																																																																																																																																																																																																																																																
<p>2a. Energiglas. 3mm glas monteret i eksisterende rammer</p> <p>10. tæthed 0,5 h-1 kælder. 0,2 h-1 stueetagen. 0,2 h-1 1sal. Se blower-door rapport</p> <p>11. Ventilering via vinduer. 18. Køling. Speciel design unit (Hudevad). Dette ikke er mulig radiatorskjuler. 25. energibesparende lyskilder. 27. Centralstyring af strøm.</p> <p>Forbrug MWh/Ton KWh/Kg pr. m2</p> <table> <tr><td>CO2</td><td>16,27</td><td>30,69</td><td>20,06%</td></tr> <tr><td>Trans. tab</td><td>-33,90</td><td>-64,0</td><td>27,54%</td></tr> <tr><td>Varme</td><td>18,67</td><td>35,2</td><td>37,60%</td></tr> <tr><td>El udstyr</td><td>19,97</td><td>37,7</td><td>19,40%</td></tr> <tr><td>El lys</td><td>2,72</td><td>5,1</td><td>-9,39%</td></tr> <tr><td>Køling</td><td>-5,78</td><td>-10,9</td><td>-7,90%</td></tr> <tr><td>Ventilation</td><td>0,00</td><td>0,0</td><td></td></tr> <tr><td>Indeklima konsek.</td><td>Ny (timer)</td><td>Eksist.</td><td></td></tr> <tr><td>Stue møde 24.5<</td><td>426,0</td><td>2568</td><td></td></tr> <tr><td>Stue møde 27<</td><td>2</td><td>1658</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor 2 24.5<</td><td>632,0</td><td>2892</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor 2 3 27<</td><td>36</td><td>1913</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 1 24.5<</td><td>388</td><td>2787</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 1 27<</td><td>5</td><td>1845</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor2 24.5<</td><td>201</td><td>2889</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor2 27<</td><td>0</td><td>1868</td><td></td></tr> </table>	CO2	16,27	30,69	20,06%	Trans. tab	-33,90	-64,0	27,54%	Varme	18,67	35,2	37,60%	El udstyr	19,97	37,7	19,40%	El lys	2,72	5,1	-9,39%	Køling	-5,78	-10,9	-7,90%	Ventilation	0,00	0,0		Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.		Stue møde 24.5<	426,0	2568		Stue møde 27<	2	1658		Stue kontor 2 24.5<	632,0	2892		Stue kontor 2 3 27<	36	1913		1sal kontor 1 24.5<	388	2787		1sal kontor 1 27<	5	1845		1sal kontor2 24.5<	201	2889		1sal kontor2 27<	0	1868		<p>1b. Solafskærmende energiglas bygning 9 stue. 2a. Energiglas (minus bygn 8). 04. Udvendig solafskærmning styret reduktionsfaktor stue 0,5 (minus stue bygn 9.) 05. indvendig efterisolering isolering af bagvægge, samt gavl væg på 1 sal. 07. Ny tagsisolering / dampspærre 08. Efterisolering terrændæk 10. Bygningstæthed 1sal 0,17 bygningstæthed stueetagen 0,35. 14. Balanceret ventilation. 18. Køling 25. Energibesparende lyskilder 27. Centralstyring af strøm</p> <p>Forbrug MWh/Ton KWh/Kg pr. m2</p> <table> <tr><td>CO2</td><td>18,33</td><td>32,85</td><td>16,61%</td></tr> <tr><td>Trans. tab</td><td>-50,97</td><td>-91,3</td><td>39,39%</td></tr> <tr><td>Varme</td><td>30,71</td><td>55,0</td><td>50,61%</td></tr> <tr><td>El udstyr</td><td>15,74</td><td>28,2</td><td>-3,97%</td></tr> <tr><td>El lys</td><td>4,87</td><td>8,7</td><td>15,19%</td></tr> <tr><td>El ventilation</td><td>2,34</td><td>4,2</td><td></td></tr> <tr><td>Køling</td><td>-6,69</td><td>-12,0</td><td>13,91%</td></tr> <tr><td>Indeklima konsek.</td><td>Ny (timer)</td><td>Eksist.</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor1 24.5<</td><td>142,0</td><td>1895</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor1 27<</td><td>0</td><td>769</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor1 24.5<</td><td>373</td><td>2056</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor1 27<</td><td>6</td><td>1134</td><td></td></tr> </table>	CO2	18,33	32,85	16,61%	Trans. tab	-50,97	-91,3	39,39%	Varme	30,71	55,0	50,61%	El udstyr	15,74	28,2	-3,97%	El lys	4,87	8,7	15,19%	El ventilation	2,34	4,2		Køling	-6,69	-12,0	13,91%	Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.		Stue kontor1 24.5<	142,0	1895		Stue kontor1 27<	0	769		1sal kontor1 24.5<	373	2056		1sal kontor1 27<	6	1134		<p>2a. energiglas 05. Ydervægge isoleret i køkken afsnit og bi rum. 08. terrændæk 10. tæthed 0,5 l/h stueetagen. 0,16 l/h 1sal. 14. Ventilation grundlufts kifte 12 l/s person. 18. Køling 25. energibesparende lyskilder. 27. Centralstyring af strøm.</p> <p>Forbrug MWh/Ton KWh/Kg pr. m2</p> <table> <tr><td>CO2</td><td>44,03</td><td>53,17</td><td>13,93%</td></tr> <tr><td>Trans. tab</td><td>-82,73</td><td>-99,9</td><td>31,47%</td></tr> <tr><td>Varme</td><td>39,58</td><td>47,8</td><td>54,78%</td></tr> <tr><td>El udstyr</td><td>54,63</td><td>66,0</td><td>8,75%</td></tr> <tr><td>El lys</td><td>5,63</td><td>6,8</td><td>17,24%</td></tr> <tr><td>Køling</td><td>-14,78</td><td>-17,9</td><td>-59,13%</td></tr> <tr><td>Ventilation</td><td>4,35</td><td>5,3</td><td></td></tr> <tr><td>Indeklima konsek.</td><td>Ny (timer)</td><td>Eksist.</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kantine 24.5<</td><td>192,0</td><td>392</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kantine 27<</td><td>0</td><td>49</td><td></td></tr> <tr><td>Stue møde 3 24.5<</td><td>44,0</td><td>484</td><td></td></tr> <tr><td>Stue møde 3 27<</td><td>0</td><td>32</td><td></td></tr> <tr><td>1sal møde 24.5<</td><td>275</td><td>1886</td><td></td></tr> <tr><td>1sal møde 27<</td><td>0</td><td>801</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 2, 24.5<</td><td>638</td><td>4047</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 2, 27<</td><td>73</td><td>2916</td><td></td></tr> </table>	CO2	44,03	53,17	13,93%	Trans. tab	-82,73	-99,9	31,47%	Varme	39,58	47,8	54,78%	El udstyr	54,63	66,0	8,75%	El lys	5,63	6,8	17,24%	Køling	-14,78	-17,9	-59,13%	Ventilation	4,35	5,3		Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.		Stue kantine 24.5<	192,0	392		Stue kantine 27<	0	49		Stue møde 3 24.5<	44,0	484		Stue møde 3 27<	0	32		1sal møde 24.5<	275	1886		1sal møde 27<	0	801		1sal kontor 2, 24.5<	638	4047		1sal kontor 2, 27<	73	2916		<p>2a. energiglas 08. terrændæk kun hvis det løser føringsveje problemer. (Udgået). 10. tæthed 0,29 l/h stueetagen. 0,20 l/h 1sal. 0,20 l/h 2sal. 11. Ventilering via vinduer. 14. Ventilation grundlufts kifte 12 l/s person. Kun vis det er økonomisk regn tabel (udgået) 18. Køling som bygning 1 25. energibesparende lyskilder. 27. Centralstyring af strøm.</p> <p>Forbrug MWh/Ton KWh/Kg pr. m2</p> <table> <tr><td>CO2</td><td>52,86</td><td>63,85</td><td>23,70%</td></tr> <tr><td>Trans. tab</td><td>-157,79</td><td>-190,6</td><td>19,62%</td></tr> <tr><td>Varme</td><td>99,48</td><td>120,1</td><td>9,67%</td></tr> <tr><td>El udstyr</td><td>56,06</td><td>67,7</td><td>30,01%</td></tr> <tr><td>El lys</td><td>8,18</td><td>9,9</td><td>18,29%</td></tr> <tr><td>Køling</td><td>-16,38</td><td>-19,8</td><td>17,39%</td></tr> <tr><td>Ventilation</td><td>0,00</td><td>0,0</td><td></td></tr> <tr><td>Indeklima konsek.</td><td>Ny (timer)</td><td>Eksist.</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor 1 24.5<</td><td>46,0</td><td>2000</td><td></td></tr> <tr><td>Stue kontor 1 27<</td><td>0</td><td>555</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 1 24.5<</td><td>385,0</td><td>2837</td><td></td></tr> <tr><td>1sal kontor 1 27<</td><td>1</td><td>1721</td><td></td></tr> <tr><td>2sal kontor 1 24.5<</td><td>936</td><td>4161</td><td></td></tr> <tr><td>2sal kontor 1 27<</td><td>49</td><td>2898</td><td></td></tr> <tr><td>2sal kontor 2 24.5<</td><td>302</td><td>3239</td><td></td></tr> <tr><td>2sal kontor 2 27<</td><td>0</td><td>2117</td><td></td></tr> </table>	CO2	52,86	63,85	23,70%	Trans. tab	-157,79	-190,6	19,62%	Varme	99,48	120,1	9,67%	El udstyr	56,06	67,7	30,01%	El lys	8,18	9,9	18,29%	Køling	-16,38	-19,8	17,39%	Ventilation	0,00	0,0		Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.		Stue kontor 1 24.5<	46,0	2000		Stue kontor 1 27<	0	555		1sal kontor 1 24.5<	385,0	2837		1sal kontor 1 27<	1	1721		2sal kontor 1 24.5<	936	4161		2sal kontor 1 27<	49	2898		2sal kontor 2 24.5<	302	3239		2sal kontor 2 27<	0	2117	
CO2	16,27	30,69	20,06%																																																																																																																																																																																																																																																
Trans. tab	-33,90	-64,0	27,54%																																																																																																																																																																																																																																																
Varme	18,67	35,2	37,60%																																																																																																																																																																																																																																																
El udstyr	19,97	37,7	19,40%																																																																																																																																																																																																																																																
El lys	2,72	5,1	-9,39%																																																																																																																																																																																																																																																
Køling	-5,78	-10,9	-7,90%																																																																																																																																																																																																																																																
Ventilation	0,00	0,0																																																																																																																																																																																																																																																	
Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue møde 24.5<	426,0	2568																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue møde 27<	2	1658																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor 2 24.5<	632,0	2892																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor 2 3 27<	36	1913																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 1 24.5<	388	2787																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 1 27<	5	1845																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor2 24.5<	201	2889																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor2 27<	0	1868																																																																																																																																																																																																																																																	
CO2	18,33	32,85	16,61%																																																																																																																																																																																																																																																
Trans. tab	-50,97	-91,3	39,39%																																																																																																																																																																																																																																																
Varme	30,71	55,0	50,61%																																																																																																																																																																																																																																																
El udstyr	15,74	28,2	-3,97%																																																																																																																																																																																																																																																
El lys	4,87	8,7	15,19%																																																																																																																																																																																																																																																
El ventilation	2,34	4,2																																																																																																																																																																																																																																																	
Køling	-6,69	-12,0	13,91%																																																																																																																																																																																																																																																
Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor1 24.5<	142,0	1895																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor1 27<	0	769																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor1 24.5<	373	2056																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor1 27<	6	1134																																																																																																																																																																																																																																																	
CO2	44,03	53,17	13,93%																																																																																																																																																																																																																																																
Trans. tab	-82,73	-99,9	31,47%																																																																																																																																																																																																																																																
Varme	39,58	47,8	54,78%																																																																																																																																																																																																																																																
El udstyr	54,63	66,0	8,75%																																																																																																																																																																																																																																																
El lys	5,63	6,8	17,24%																																																																																																																																																																																																																																																
Køling	-14,78	-17,9	-59,13%																																																																																																																																																																																																																																																
Ventilation	4,35	5,3																																																																																																																																																																																																																																																	
Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kantine 24.5<	192,0	392																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kantine 27<	0	49																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue møde 3 24.5<	44,0	484																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue møde 3 27<	0	32																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal møde 24.5<	275	1886																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal møde 27<	0	801																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 2, 24.5<	638	4047																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 2, 27<	73	2916																																																																																																																																																																																																																																																	
CO2	52,86	63,85	23,70%																																																																																																																																																																																																																																																
Trans. tab	-157,79	-190,6	19,62%																																																																																																																																																																																																																																																
Varme	99,48	120,1	9,67%																																																																																																																																																																																																																																																
El udstyr	56,06	67,7	30,01%																																																																																																																																																																																																																																																
El lys	8,18	9,9	18,29%																																																																																																																																																																																																																																																
Køling	-16,38	-19,8	17,39%																																																																																																																																																																																																																																																
Ventilation	0,00	0,0																																																																																																																																																																																																																																																	
Indeklima konsek.	Ny (timer)	Eksist.																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor 1 24.5<	46,0	2000																																																																																																																																																																																																																																																	
Stue kontor 1 27<	0	555																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 1 24.5<	385,0	2837																																																																																																																																																																																																																																																	
1sal kontor 1 27<	1	1721																																																																																																																																																																																																																																																	
2sal kontor 1 24.5<	936	4161																																																																																																																																																																																																																																																	
2sal kontor 1 27<	49	2898																																																																																																																																																																																																																																																	
2sal kontor 2 24.5<	302	3239																																																																																																																																																																																																																																																	
2sal kontor 2 27<	0	2117																																																																																																																																																																																																																																																	



Experience Saxony

- Starting position

Share of protected buildings in residential sector in Sachsen ~10% (3-5% in Germany, 2% in Austria)

Pilot study commissioned by “Sächsisches Staatsministerium des Innern”

Experience Saxony: Interdisciplinary Working Group



- **Heritage authorities**
 - general evaluation of building typology & conservation viewpoint
- **Architects**
 - building typology, conservation aspects
 - shape, appearance, functionality
- **Building Physics**
 - energy efficiency evaluation
 - computer simulations
 - impact on existing construction, risk assessment (moisture)
- **Building owner (Wohnungsbaugesellschaft)**
 - impact on rental opportunities, operating and maintenance conditions

Experience Saxony

Objective & approach



■ Objective

Assessment of energy efficiency measures in **protected residential buildings**

- Energy
- Conservation compatibility
- Building climate (Bauklimatik)
- Construction

■ Approach – within multidisciplinary working group

1. Analysis based on case studies
2. Definition of buildings typologies, selection of buildings for each of them
3. Definition of interventions to be analysed
4. Dynamic simulation of single interventions
5. Assessment

Experience Saxony: “Denkmalbegründung”

“Denkmalbegründung” as basis for the assessment

Landesamt für Denkmalpflege Sachsen
Michael Müller

22.03.2010

SMI, Modellprojekt Denkmal und Energie
Dresden, OT Trachau, Leipziger Straße 286–290, Denkmalbegründung

Die Leipziger Straße 286 – 290 ist vor allem wegen ihrer baugeschichtlichen Bedeutung ein Kulturdenkmal.



Aufnahmejahr unbekannt

Das hier zu beurteilende Objekt befindet sich im nordöstlichen Teil Dresdens, an einer der wichtigsten Ausfallstraßen der Stadt und kurz vor der Ortsgrenze nach Radebeul.

Das dreigeschossige Gebäude mit einem Mansard- und zwei Walmdächern wurde um 1928 durch die Baugesellschaft Schümichen und Gladewitz errichtet. Möglicherweise geht die Gründung der Firma auf den etwa im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts in Dresden tätigen Architekten und Professor Carl Schümichen zurück.

Die baugeschichtliche Bedeutung der Leipziger Straße 286–290 in Dresden-Trachau ergibt

...

- 2 -

schmucklose Baukörper mit Lochfassaden und Sattel- oder Walmdächern, gelegentlich auch Mansarddächern. Für die Fenster- und Türöffnungen wurden stehende Formate verwendet. Gestalterische Betonungen erfolgten auf einfachste Weise mittels Klappläden, Sprossenfenster, Weinspalier, wenige Gliederungen und minimalen Dekor. Das können Frieße, Ecklisenen, Profilierungen, Putzspiegel, Scheitelsteine oder stilisierte Ornamente sein. Der Traditionalismus der 1920er Jahre war eng verbunden mit der nach 1900 aufkommenden Reformarchitektur, die sich durch ausgewogen proportionierte Formen und wenigen, lediglich akzentuierenden Bauschmuck auszeichnete.

Die Fassaden der Leipziger Straße 286 – 290 werden von streng axialen Fensterachsen und einem umlaufenden Traufgesims über dem dritten Stockwerk gegliedert. Die bereits erwähnte Staffelung erfolgt durch zwei seitliche angeordnete pavillonartige Trakte, die ein viertes Vollgeschoss zeigen und mit Walmdächern abschließen. Sie werden von Ecklisenen hervorgehoben. Den dreigeschossigen, niedrigeren Flügel dazwischen bedeckt ein ausgebautes Mansarddach. Neben den Ecklisenen akzentuieren Klappläden und Putzspiegel auf sparsame und zugleich wirkungsvolle Weise einzelne Bereiche. Für eine weitere Belebung sorgen seitlich und rückwärtig angebrachte Balkone. Die schlichte Raffinesse des Entwurfs von Schümichen und Gladewitz wird an solchen Details wie der geschickten Betonung und Einordnung der rückwärtigen Treppenhausachsen deutlich.

Am Beispiel der Leipziger Straße 286 – 290 in Dresden-Trachau werden die Stilmerkmale traditionalistischer Architektur anschaulich nachvollziehbar, somit ist die markante Anlage zum Aufzeigen der Architekturentwicklung in den 1920er bzw. der Weimarer Republik besonders geeignet.

Bisher wurde nur die Nr. 286 saniert. Die anderen Häuser sollen jedoch folgen. Maßnahmen zur energetischen Erhöhung des Hauses erfolgten im Jahre 2008.

Dabei wurden die Decken zwischen den Vollgeschossen sowie dem zweiten Obergeschoss und der ausgebauten Mansarde mit einer Mineralfaserdeckung versehen. Des Weiteren erhielt die Kellerdecke eine Dämmung. Außerdem ließ man die Decke zwischen der Mansarde und dem Oberdach sowie die Flächen der Mansarde dämmen. Im Zusammenhang damit erhielt das Gebäude Isolierglasfenster.

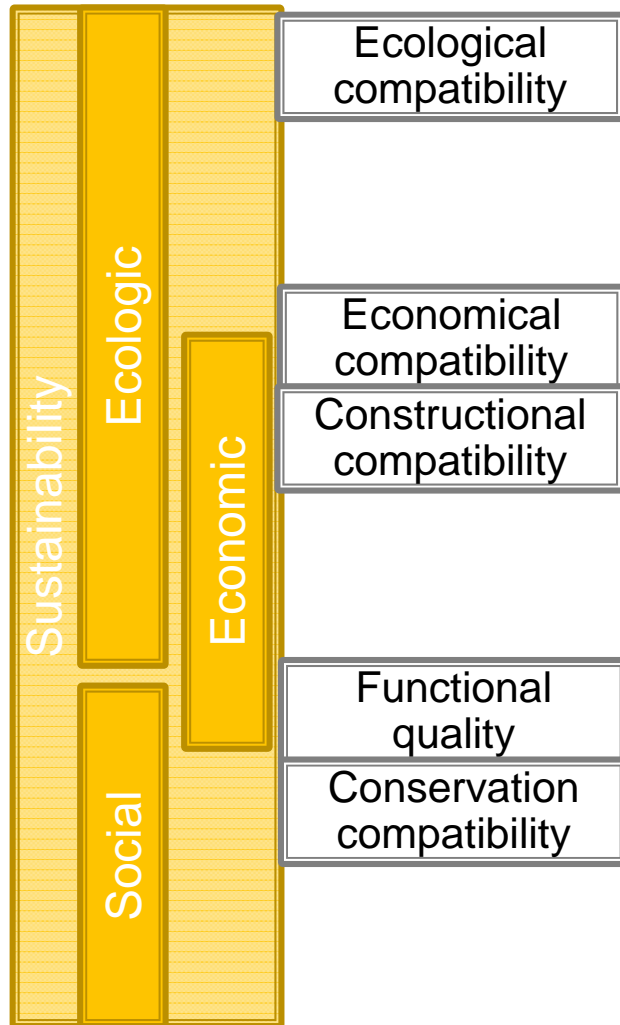
Die Fassaden blieben von energetischen Maßnahmen unberührt, erhielten weder ein Wärmedämmverbundsystem noch einen Wärmedämmputz (Ausnahme von der Energieeinsparungsverordnung).

Nach erfolgter Einschätzung vor Ort wirken sich die Maßnahmen wenig auf den Denkmalwert aus, da sich das hierfür ausschlaggebende architektonische Erscheinungsbild der straßenseitigen Fassade weitestgehend erhalten hat.

Dynamic simulation with EnergyPlus / Design Builder

- Definition of the reference scenario
for better comparability of single measures prescindig from existing structural damages
- Simulation and assessment of the single measures
- Simulation and assessment of a bundle of measures

Experience Saxony: Assessment Criteria



- CO₂ balance over whole life-cycle
- Resource consumption
- Primary energy saving potential
- Final energy cost reduction
- Enhancement indoor comfort
- Recoverability (“Werthaltigkeit”)
- Damage risk
- Utilisation value (“Gebrauchswert”)
- Loss of substance (“Substanzverlust”)
- Disturbance of appearance
- Reversibility

Experience Saxony: Integrated and comparative final assessment

INTEGRIERTE UND VERGLEICHENDE GESAMTBEWERTUNG

A.1 GEBÄUDE IN OFFENER BAUWEISE - Freistehende Wohnstallhäuser auf dem Land 18./19. Jh.

Charakteristik siehe Anhang 3, Gebäudekenndaten und Typisierung!

Nachhaltigkeitsfelder		Ökologisches Kapital				Ökonomisches Kapital				Soziales / Kulturelles Kapital			
Kriterienklassen		Ökologische Verträglichkeit				Bautechnische Verträglichkeit				Denkmalverträglichkeit			
Bewertungskriterien		CO ₂ -Bilanz		Ressourcen		Primärenergie		Endenergie		Behaglichkeit		Werthaltigkeit	
Kurzbeschreibung der Bewertungskriterien		CO ₂ -Bilanz über den gesamten Lebenszyklus		Ressourcenverbrauch, Stoffkreislauf, Toxizität, verwendeter Materialien		Einsparpotential Primärenergie (Op), Ermittlung gemäß geltenden Primärenergie-faktoren		Betriebskosteneinsparung Endenergie Heizung (Gas: 0,60€/kWh, FW: 0,80€/kWh) u. Strom (20Ct/kWh)		Verbesserung der therm. Behaglichkeit, Reduktion der Anzahl von Unbehaglichkeitsstunden		Verbesserung der Nachhaltigkeit, Zukunfts-/Anpassungsfähigkeit, Werthaltigkeit	
MASSNAHMEN Effekte:		Einheit	Bewertung	Bewertung	prozentuale Einsparung	prozentuale Einsparung	prozentuale Einsparung	prozentuale Einsparung	prozentuale Einsparung	Bewertung	Bewertung	Bewertung	Bewertung
		Positiv	↑	↑	100% groß	100% groß	100% besser	100% besser	100% besser	↑	↑	↑	↑
		Neutral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Negativ	↓	↓	0% klein	0% klein	0% gleich	0% gleich	0% gleich	↓	↓	↓	↓
Optimierung Gebäudehülle und Anlagentechnik		Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Keller	1 Perimeterdämmung, KG-Außenwand	1	k.A.	k.A.	2%	2%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	2 Unterer Abschluß KG-Decke/EG-Fb.	1	k.A.	k.A.	2%	2%	1%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	3 Oberste Geschosfdecke	2	k.A.	k.A.	2%	2%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	4 Zwischensparrendämmung	3a	k.A.	k.A.	4%	4%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
Fassade	5 Aufsparrendämmung	3b	k.A.	k.A.	4%	4%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	6 WDVS (verputzt) Straßenseite	4a	k.A.	↓	33%	31%	10%	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	7 WDVS (verputzt) Hofseite	4b	k.A.	↓	33%	31%	10%	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	8 hinterlüftete Verschalungen Straße	4c	k.A.	↓	33%	31%	10%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	9 hinterlüftete Verschalungen Hof	4d	k.A.	↓	33%	31%	10%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	10 Wärmedämmputz Straßenseite	4e	k.A.	k.A.	22%	20%	6%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	11 Wärmedämmputz Hofseite	4f	k.A.	k.A.	22%	20%	6%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	12 Innendämmung	4g	k.A.	k.A.	27%	24%	6%	k.A.	k.A.	↓	↓	↓	↓
	13 Mehrschalige Fass./Kerndämmung	4h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14 VIP, TWD	4i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luftdichtheit Fenster	15 Abdichten (Aufarb.) Fenster+Konstr.	5a	k.A.	k.A.	6%	5%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	16 Neue Fenster (WSV) Straßenseite	5b	k.A.	k.A.	10%	9%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	17 Neue Fenster (WSV) Hofseite	5c	k.A.	k.A.	10%	9%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	18 Zusatzfenster	5d	k.A.	k.A.	10%	9%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
Lüftungsanlage	19 Abdichtung+mech. Lüftung mit WRG	5e	k.A.	k.A.	7%	6%	2%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	20 Effizienz der Heizungsanlage	6	k.A.	k.A.	17%	16%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
Kombination	21 Maßnahmen 1, 2, 3a, 4a-f, 5a-e, 6	90	k.A.	k.A.	56%	51%	15%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nutzung von Energie-Erzeugungspotentialen													
Solarthermie	22 Dach Straßenseite	7a	k.A.	k.A.	6%	6%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	23 Dach Hofseite	7b	k.A.	k.A.	6%	6%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	24 Fassade Straßenseite	7c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 Fassade Hofseite	7d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Photovoltaik	26 Dach Straßenseite	8a	k.A.	k.A.	4%	6%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	27 Dach Hofseite	8b	k.A.	k.A.	4%	6%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
	28 Fassade Straßenseite	8c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29 Fassade Hofseite	8d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kraft-Wärme-K. (KWK)	30 Mini BHKW	9a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Nah-/Fernwärme aus Groß-KWK	9b	k.A.	k.A.	29%	0%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
Umweltwärme	32 z.B. Geothermie mit Wärmepumpe	10	k.A.	k.A.	26%	3%	0%	k.A.	↓	↓	↓	↓	↓
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quartiersbezogene Faktoren													
Externe Faktoren													

Legende: - nicht behandelt k.A.: keine Angabe Maßnahme ist: ↑ i.d.R. unbedenklich ↓ zu prüfen (tendenziell positiv) ↗ zu prüfen bzw. keine Veränderung ↘ zu prüfen (tendenziell negativ) ↓ i.d.R. bedenklich ! : starke Schwankung im Ergebnis

Experience Saxony: Assessment Criteria



- Detailed calculation
and assessment

 - ■ CO₂ balance over whole life-cycle
 - ■ Resource consumption
 - ■ Primary energy saving potential
 - ■ Final energy cost reduction
 - ■ Enhancement indoor comfort
 - Recoverability (“Werthaltigkeit”)
- Assessment in
Workshop

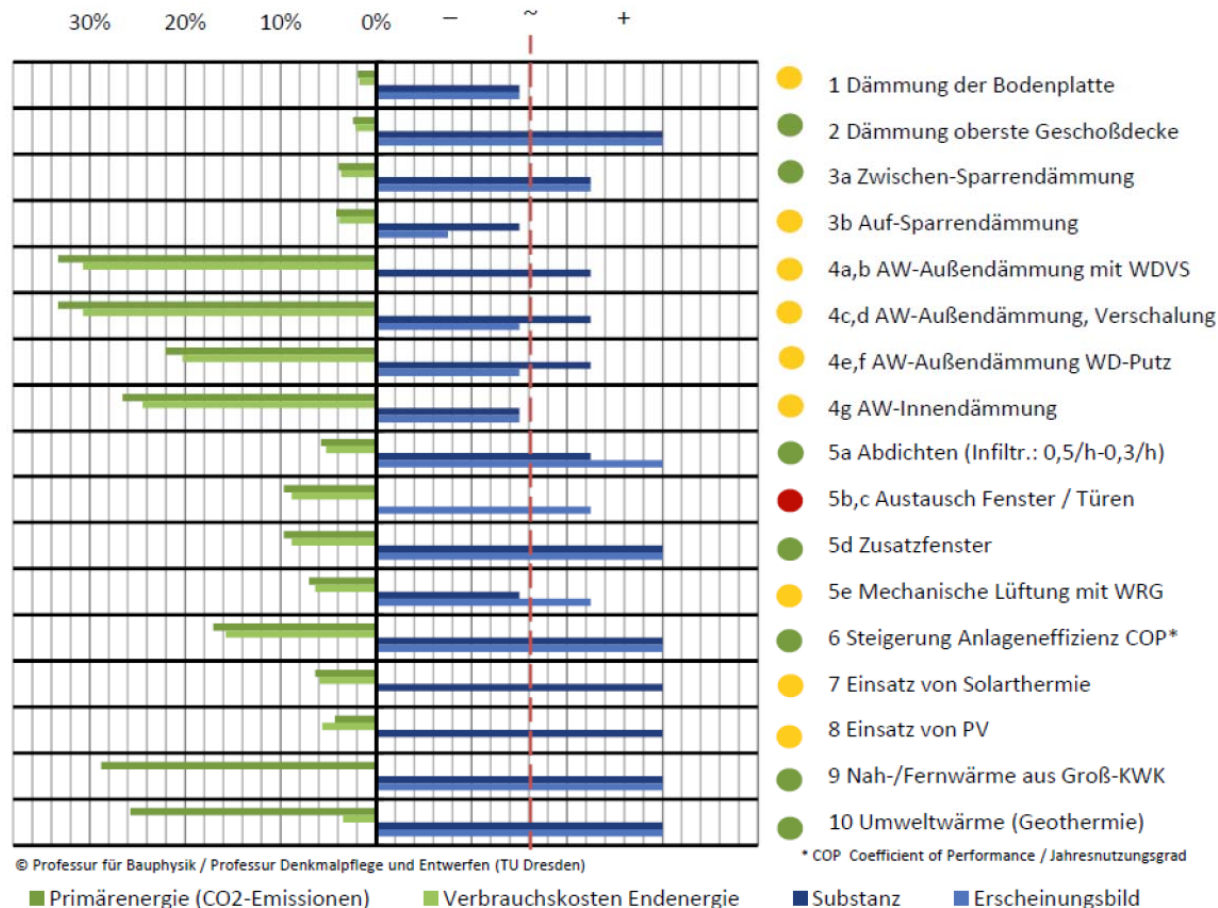
 - ■ Damage risk
 - ■ Utilisation value (“Gebrauchswert”)
- Assessment in
Workshop

 - ■ Loss of substance (“Substanzverlust”)
 - ■ Change to appearance
 - ■ Reversibility

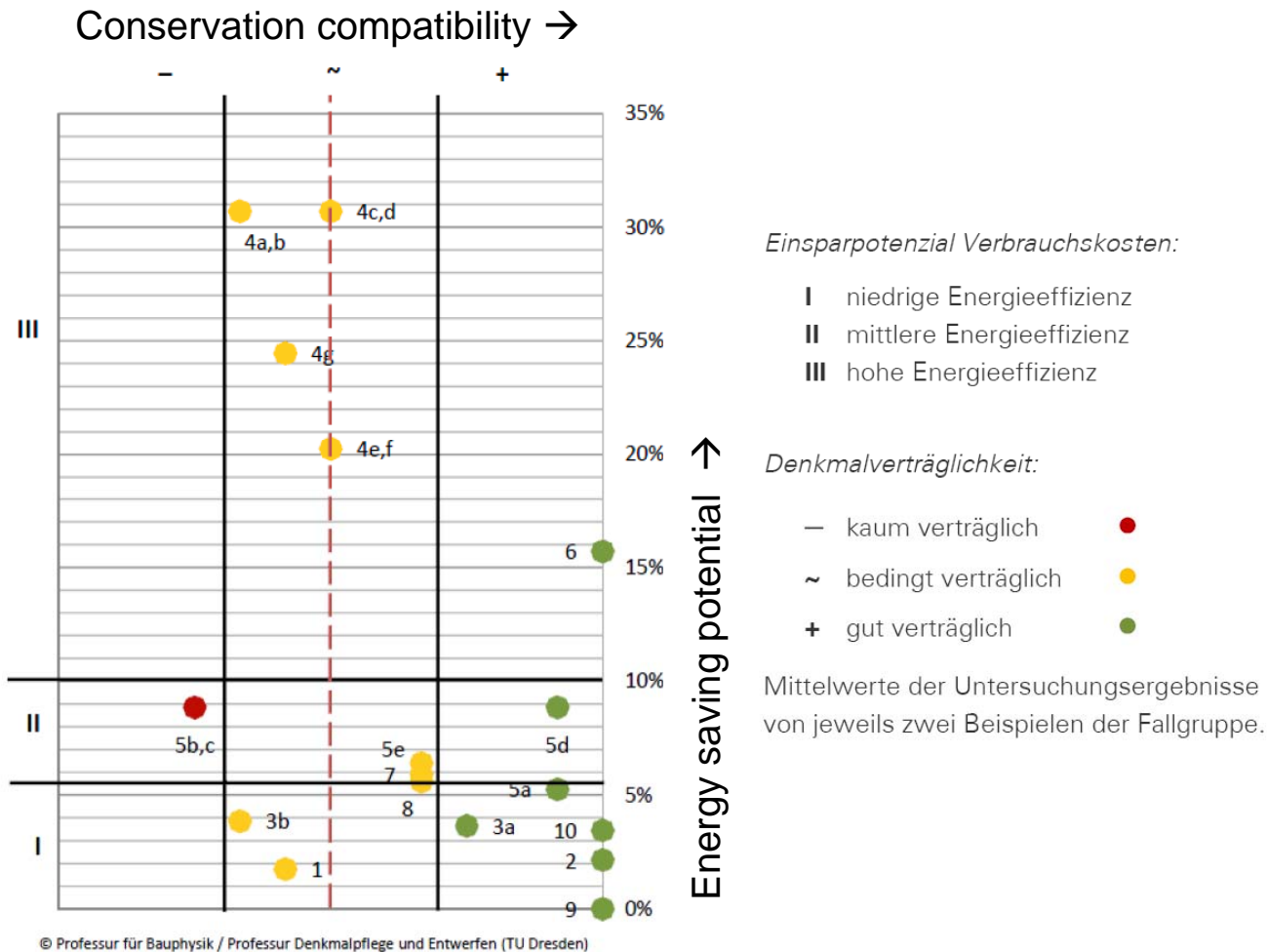
Experience Saxony: Visualisation – saving potential and conservation compatibility

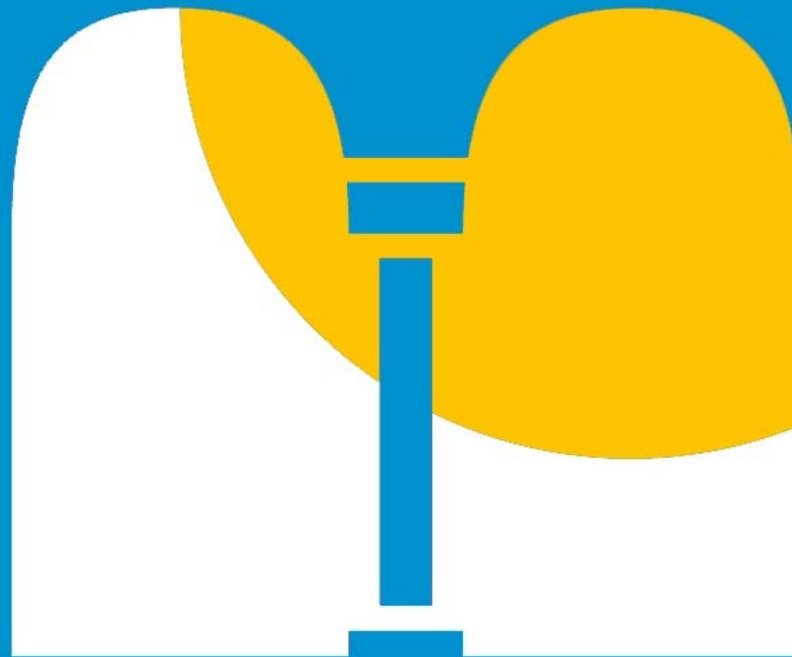


Energy saving potential Conservation compatibility



Experience Saxony: Comparative visualisation and categories





Alexandra Troi alexandra.troi@eurac.edu

Christoph Franzen franzen@idk-info.de