





Bundesministerium für Umwelt, Innovation und Technologie

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

Best Practice Schulgebäude mit Einsatz vorgefertigter, passivhaus-tauglicher Holzelemente

Best practice school buildings using prefabricated wooden elements in passive-house quality

Armin Knotzer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, AUSTRIA

www.aee-intec.at

AEE – INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN



Überblick / Overview







RENEW SCHOOL hat / has...







... energetisch hochwertige, mit vorgefertigten Holzelementen sanierte und neu gebaute Schulgebäude in Europa analysiert, vor den Vorhang geholt, dadurch Anzahl und Markt vergrößert!

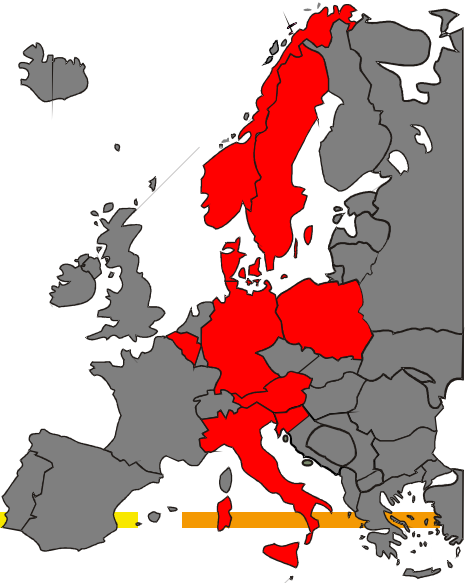
... promoted and increased high-energy performance and prefabricated timber-based renovated and new built school buildings in Europe!



European Cooperation



- 9 Länder / 9 countries
- 13 Partnerorganisationen





The Consortium



Partner organisation	Short name	Country code
AEE - Institute for Sustainable Technologies	AEE INTEC	AT
Passiefhuis-Platform vzw	PHP	BE
Holzcluster Steiermark GmbH	HCS	AT
Trentino Technological Cluster	DTTN	IT
Wood Industry Cluster	WIC	SI
Technical University of Denmark	DTU	DK
Asplan Viak AS	Asplan	NO
National Energy Conservation Agency	NAPE	PL
Chalmers tekniska högskola	Chalmers	SE
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.	Fraunhofer	DE
Informest – Centro Di Servizi E Documentazione Per La Cooperazione EC	Informest	IT
Autonoom Gemeentebedrijf Stedelijk Onderwijs Antwerpen	AGSO	BE
Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia	eERG-PoliMi	IT

Co-ordination: **Armin Knotzer, AEE INTEC – a.knotzer@aee.at**

www.renew-school.eu



... Hintergrund und Motivation

... Background and motivation





Motivation

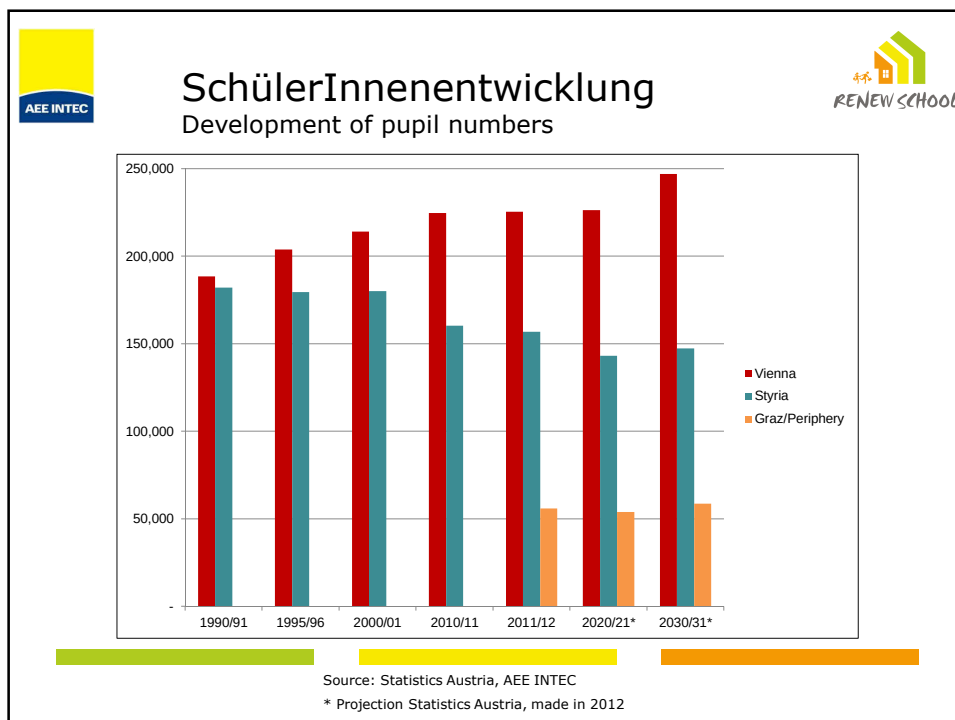


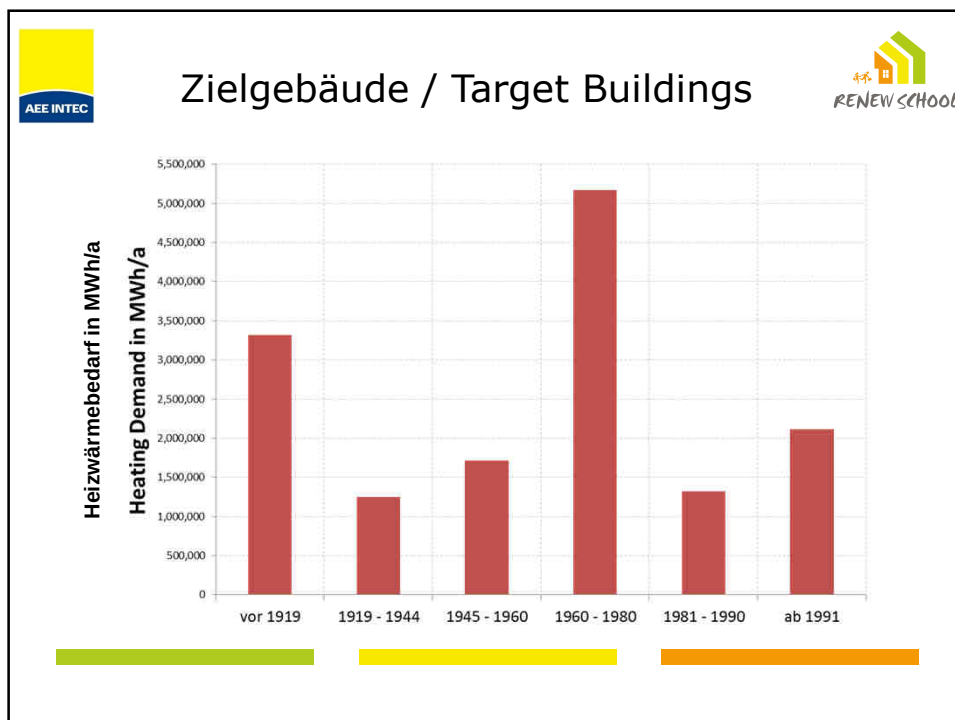
**Wir überlassen unsere Kinder
20% ihrer Lebensaufbauphase
Räumen, die ungesünder sind,
als wir es zu Hause oder im Büro
dulden würden ?!**

**During 20% of their start-up phase we leave our
children to rooms with intolerable air quality, worse
than we would accept at home or in office ?!**

**... aber die Lüftung und der
Sonnenschutz müssen sich rechnen !**

... but the ventilation and shading system has to pay off in due time !







Schulgebäudetypologie / school typology ...



Beton-Skelettkonstruktion teilweise mit Ziegelausfachung /
Concrete skeleton construction partly with brick walls

BGF / Heated gross floor area: 3.770 m²

Baujahre / Years of construction: 1973-75

Geschoße / Storeys: 2-3

Heizsystem / Heating system: Fernwärme mit Warmwasserspeichern und natürlicher Fensterlüftung / District heating plus hot water storage tanks, natural ventilation




U-Werte / U-values

Außenwand / Exterior wall	1,10
Erdber. / Keller-Decke / Ground ceiling	0,76/1,33
Oberste Geschosßdecke / Upper ceiling	0,85
Fenster / Windows	3,00

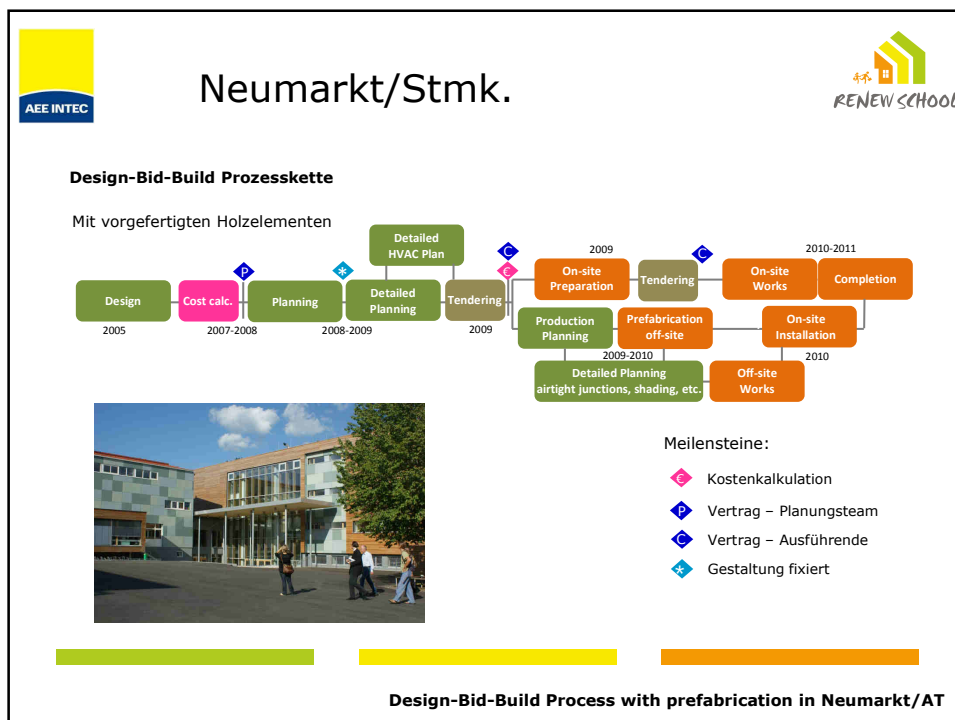
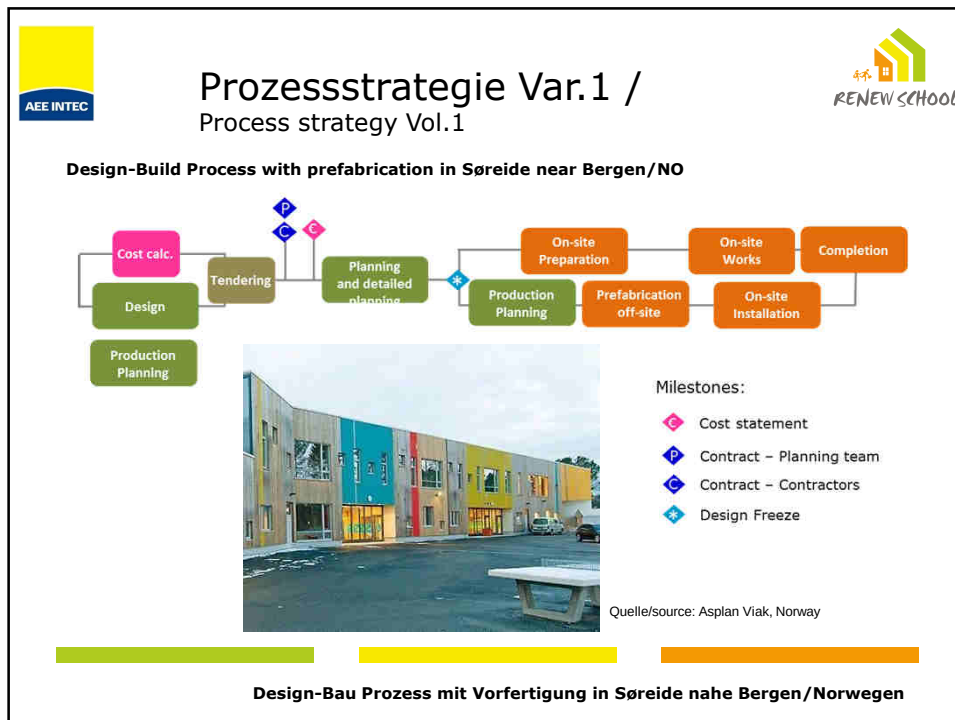




Übergeordnete Ziele/ Overall Targets



- Umfassende Sanierung / Comprehensive retrofit
- Kurze Bauzeit (während der Schulferien) / Short construction time (during school holidays)
- Keine Ausweichcontainer / No temporary containers
- Vorgefertigte Holzelemente / Prefabricated wooden elements
- Hohe Raumluftqualität / High indoor air quality
- Ausreichend Tageslicht und intelligenter Sonnen- und Blendschutz / Sufficient daylight and intelligent shading/glare control
- Erneuerbare Energieträger / Renewable Energy
- *Pädagogisches Konzept / Educational Concept!*





Vorfertigung / Prefabrication











«Nachhaltig – schnell – leistungsfähig» / «Green – quick – affordable»



Best Practice ...



... Gebäude / ... buildings







Best Practice Neumarkt / Austria



- Passive-house renovation of secondary school
- Year of construction / renovation: 1978 / 2009-11
- Heating demand: 15 kWh/m²_{TFA}·a
- Storeys: 4 (3526 m²_{GFA})
- Heated by local district heating powered by wood chips
- Using prefabricated wooden elements



Quelle / source: Arch. Gerhard Kopeinig

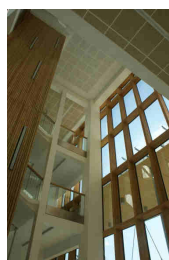
- Umfassende Sanierung NMS auf Passivhausstandard; Baujahr / Sanierungsjahre: 1978 / 2009-11
- Heizwärmebedarf: 15 kWh/m²_{TFA}·a; Geschoße: 4 (3526 m²_{BGF}); Zentralheizung Hackschnitzel-Nahwärme
- Verwendung vorgefertigter Holzelemente aus lokaler Fertigung



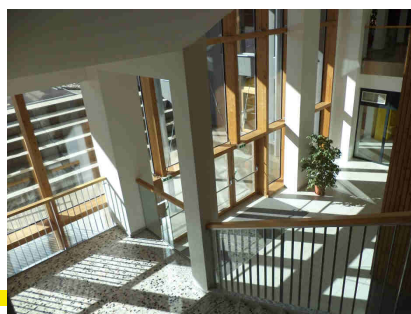
Neumarkt / Styria



Passivhaus-Qualität / Passive House Quality



- Freie Nachtlüftung
- Free night ventilation





Neumarkt/Stmk.





- Zentrales Be- und Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung
- Central balanced mechanical ventilation system with heat recovery






Quellen / sources: AEE INTEC, Arch. Gerhard Kopeinig



Neumarkt – simple elements










Bildquelle / source pictures: Arch. Gerhard Kopeinig



Fensterdetail / Window detail



Retrofitted Facade: $U = 0.13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Upper ceiling: $U = 0.11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Ground ceiling: $U = 0.13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

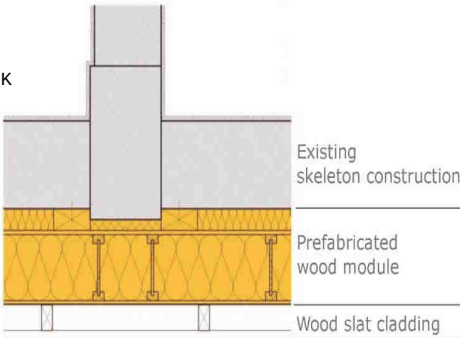
Wooden frame windows: $U = 0.79 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Sanierte Fassade: $U = 0.13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Oberste Geschoßdecke: $U = 0.11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Erdberührter Fußboden: $U = 0.13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Holzfenster, 3-Scheibenverglasung: $U = 0.79 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



Existing skeleton construction

Prefabricated wood module

Wood slat cladding

Source: Arch. Gerhard Kopeinig

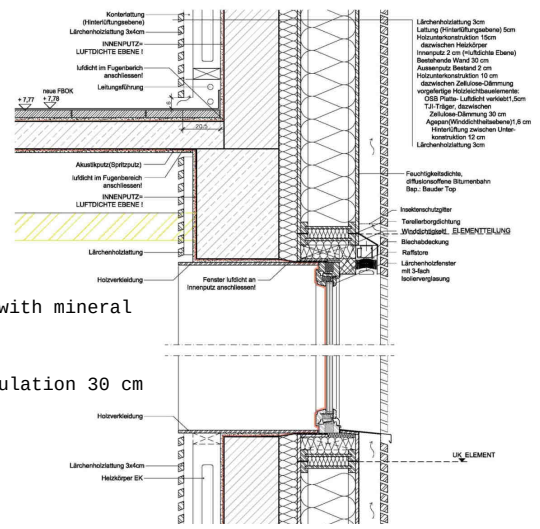


Wanddetail / Detail exterior wall



from inside to outside:

1. plastering
2. concrete / brick wall 30 cm
3. plastering
4. leveling layer (wood) filled with mineral wool 10 cm
5. OSB board 1,5 cm
6. TJI joists with cellulose insulation 30 cm
7. Agepan 1,6 cm
8. rear ventilation 12cm
9. timber cladding 3 cm



Lärchenholzstange 30cm

Leitung (Innen- / Außen- / Regen-) 50cm

Horizontalkonstruktion 15cm

Außenwand 30cm

Innenputz 2cm (einfache Ebene)

Außenputz 2cm

Horizontalkonstruktion 15cm

Stützbohlen Zellulose-Ölheizung

OSB-Platte 1,5cm

Zellulose-Ölheizung 30cm

Agepan (Wasserdichtungsband) 1,6cm

Horizontalkonstruktion 15cm

Lärchenholzstange 30cm

Feuchtheitsdichte, offenes System (Bündelung, Regen, Wind)

Innenputz 2cm

Horizontalkonstruktion 15cm

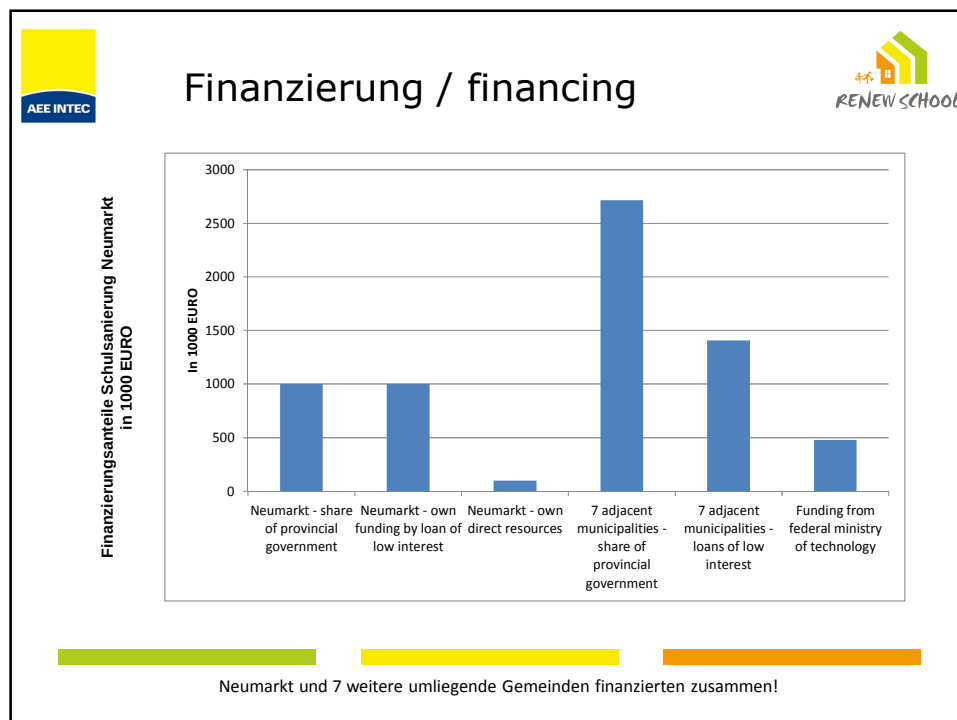
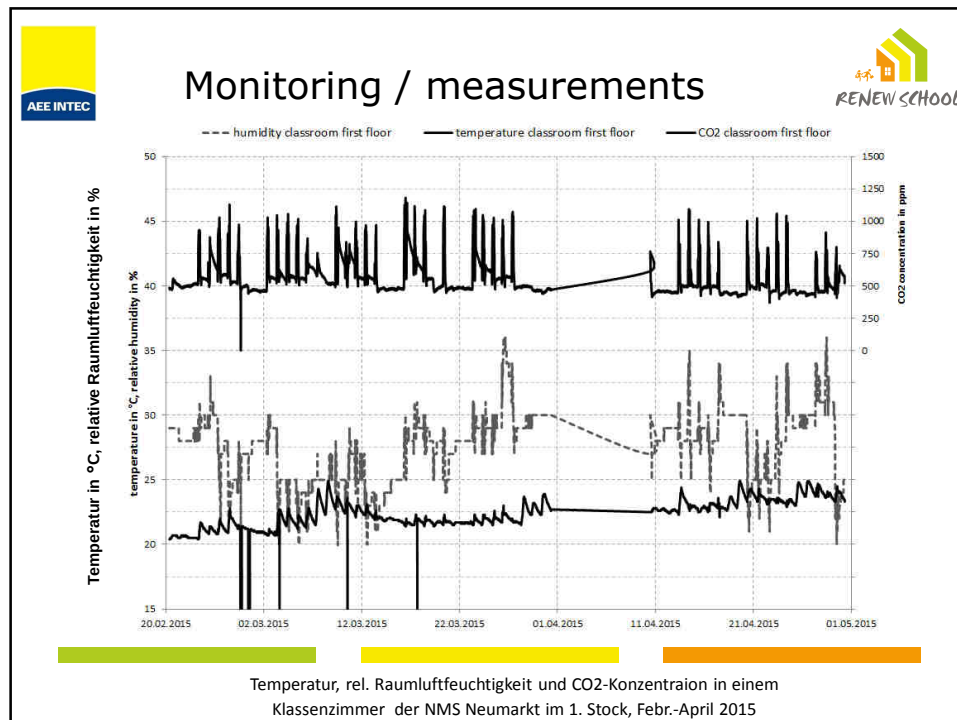
Wasserdichtungsband, ELEMENTIERUNG

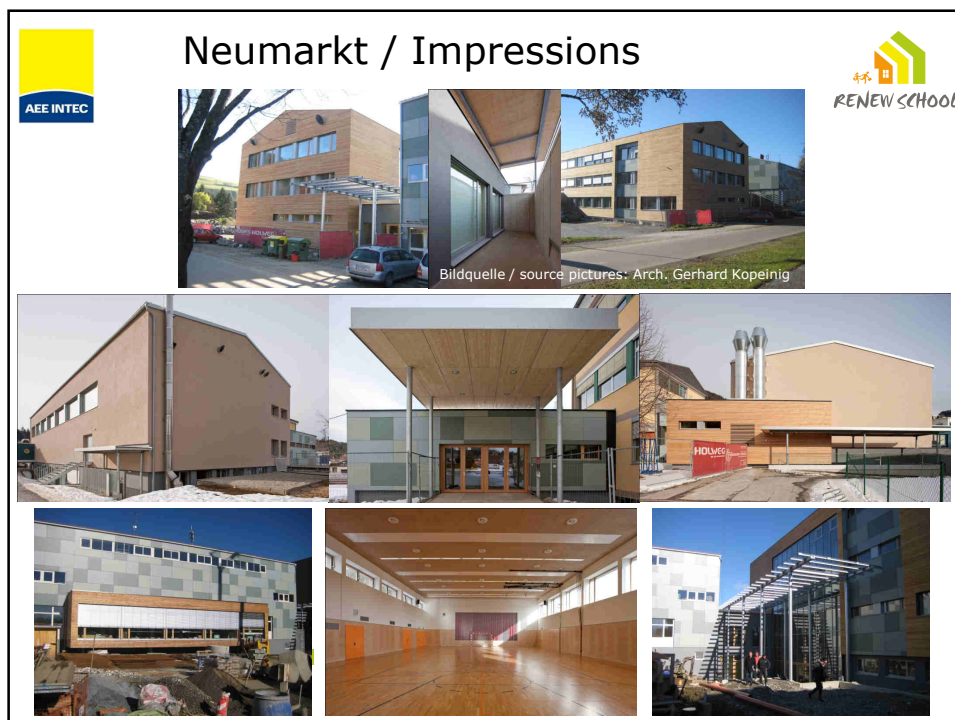
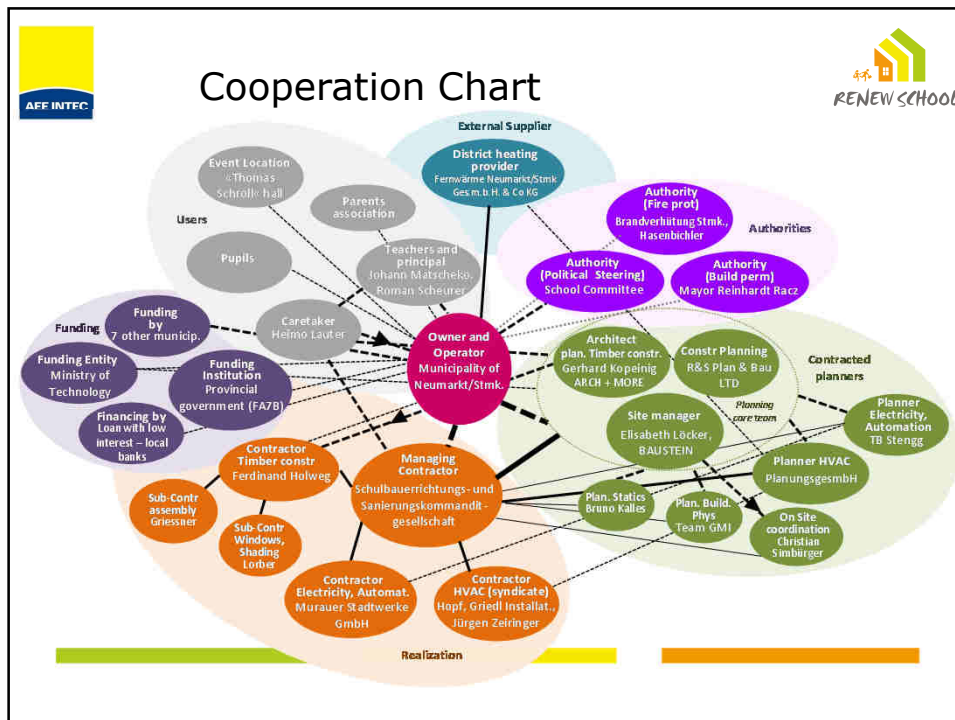
Agepan

Lärchenholzstange mit Schutzbohle

UK-ELEMENT

Source: Arch. Gerhard Kopeinig







Best Practice Kalmthout / Belgium



- Passive-house reconstruction kindergarten
- Year of reconstruction: 2014
- Heating demand: 13 kWh/m²_{TFA}·a
- Storeys: 2 (753 m²_{GFA})
- Heated by condensing gas boiler 40 kW
- Zentrale Be- und Entlüftung mit Wärme- und Feuchterückgewinnung, Vortemperierung über Erdwärmetauscher

Basisschool Zonnekind



Quelle/source: B-architecten, Olmo Peeters

- Kindergarten- und Schul-Neubau in Passivhausstandard; Baujahr: 2014
- Heizwärmebedarf: 13 kWh/m²_{TFA}·a; Geschoße: 2 (753 m²_{BGF}); Zentralheizung mit Gas-Brennwertgerät
- Centralized mechanical ventilation with heat and moisture recovery, ground heat exchanger



Konstruktion Zonnekind



Exterior wall:

Load bearing concrete-skeleton construction with prefabricated wooden elements

$U = 0.093 \text{ W/m}^2\text{K}$

Außenwand:

Tragekonstruktion aus Stahlbeton mit vorgefertigten Holzelementen

$U = 0.093 \text{ W/m}^2\text{K}$



Quelle/source: Pixii, B-architecten, Olmo Peeters



Außenwand / Exterior wall



Aufbau von innen nach außen /

From the inside to the outside the wall consists of:

- Zwei Gipskartonplatten befestigt in Metallkonstruktion / Two layers of plasterboard on a metal structure
- Installationsebene für Kabel und Sanitär mit 5 cm Mineralwolldämmung / Cavity for wires and plumbing + mineral wool 5cm
- OSB 18mm + air sealing foil / OSB 18mm und Luftdichtheitsfolie
- TJI Träger und Zellulose / wooden profiles, I-shaped + Cellulose 40 cm
- Bituminierte Holzfaserplatten und EPDM Gummifolie / Bituminous fiber board + EPDM rubber
- Hinterlüftete Holzkonstruktion und 3 Schichten Zedernholz-Schindeln / Wooden structure + 3 layers of cedar shingles



Quelle/source: B-architecten, Olmo Peeters



Sonnenschutz / Shading Control



Verschattung / Shading:

Rückseite/
Backyard: nur
Gartenbewuchs /
only plants

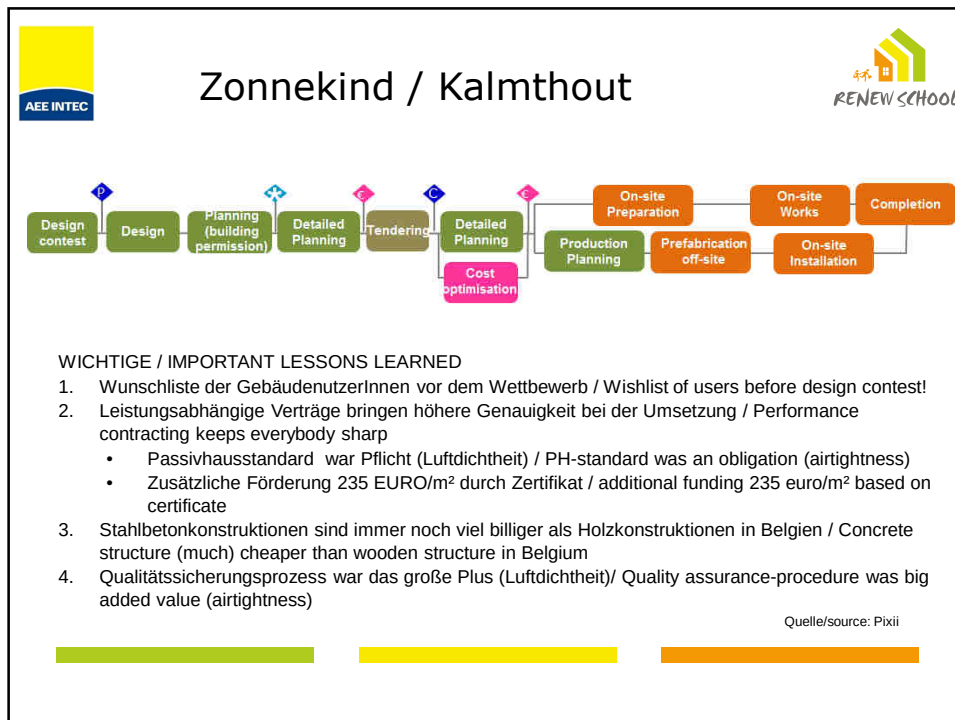
Süd-orintiert /
South-oriented :

Weit ausragendes
Dach / Roof
overhang

West: Außenliegende
Jalousien /
exterior blinds



Quelle/source: B-architecten, Olmo Peeters





Costs Kalmthout / Belgium



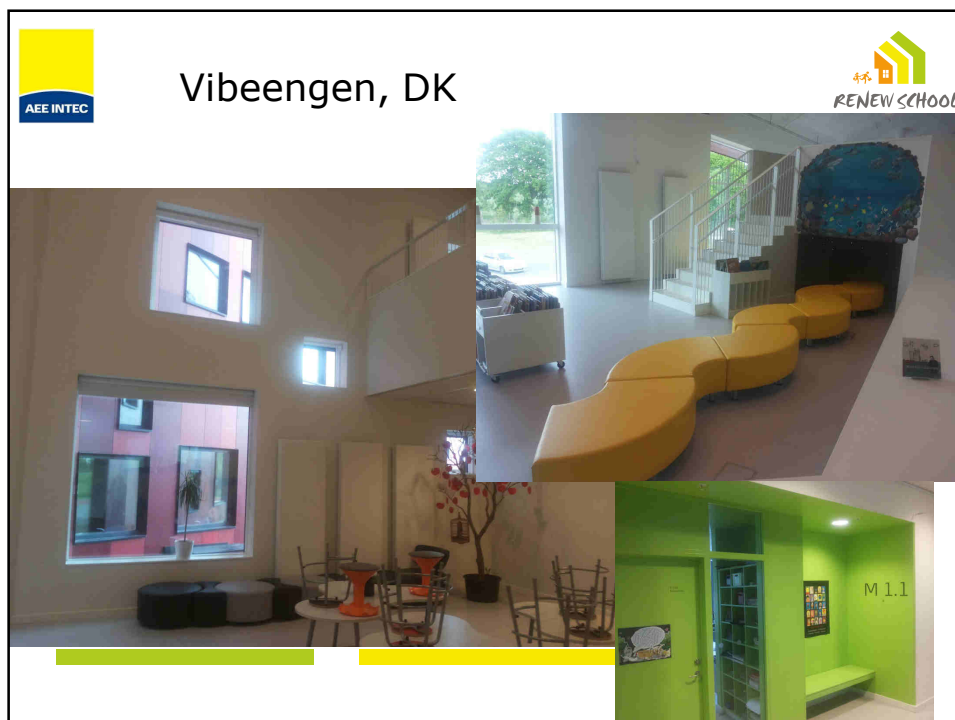
Basisschool Zonnekind

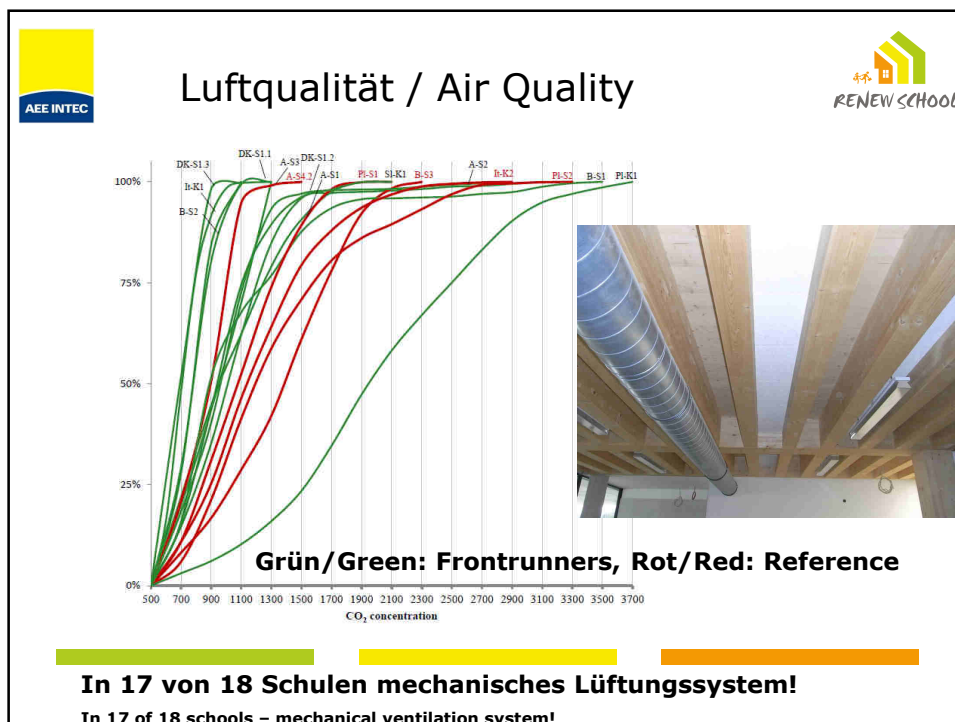
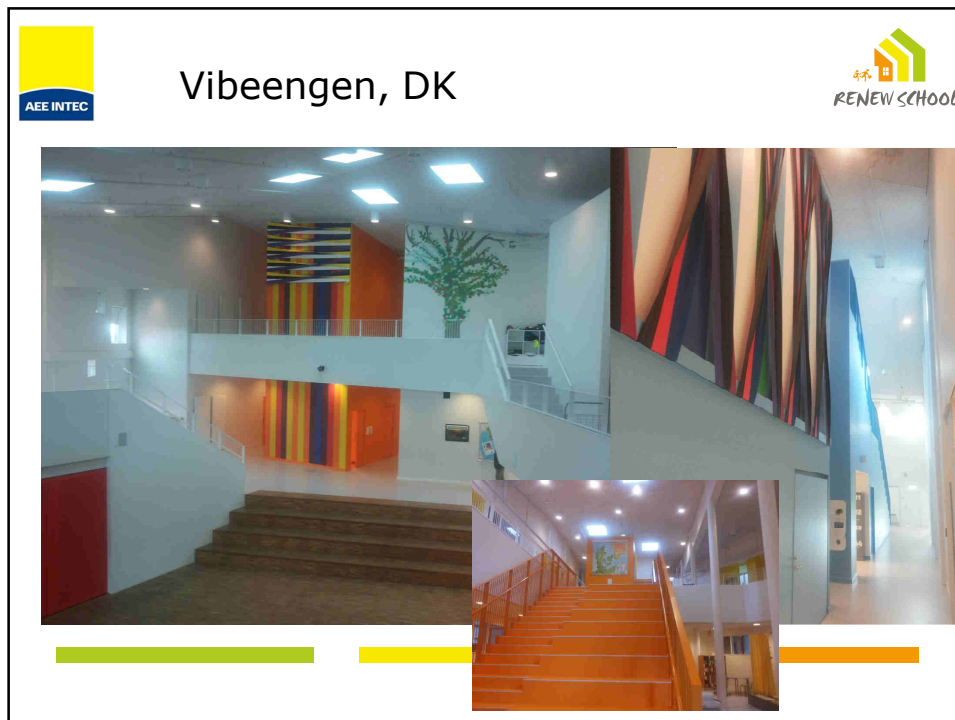
Gesamtkosten / Total costs:
2,16 Mio EURO

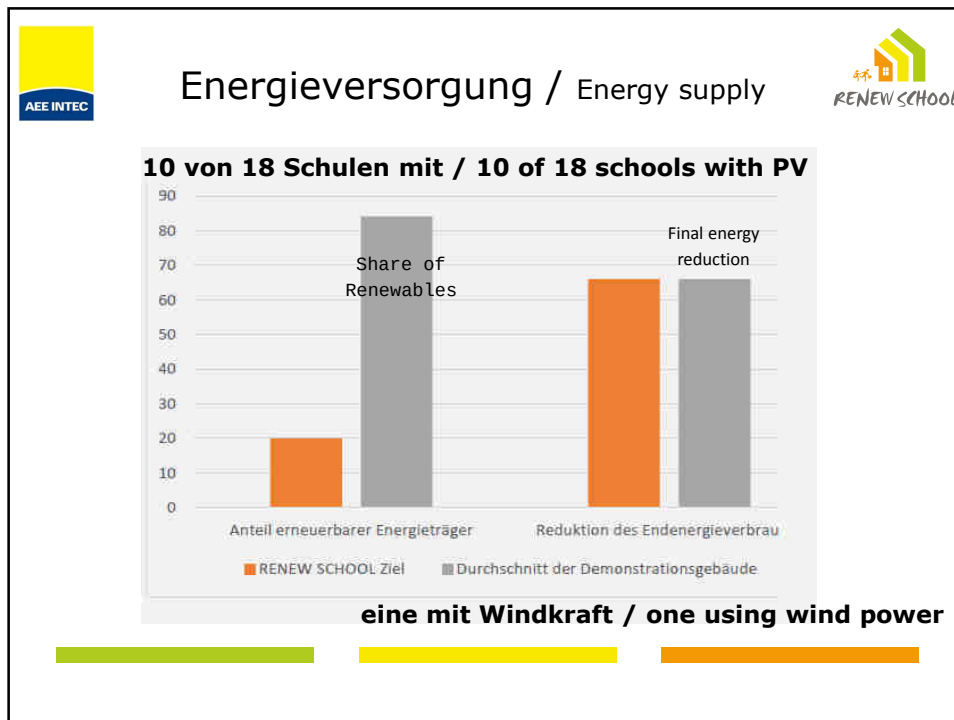
30 % were financed by the school owner, 70% by AGION, die Flemish agency for the school infrastructure. It is one of the 25 Passive-house pilots which are currently developed by the Flemish government



30% der Errichtungskosten wurden vom Eigentümer-Verein finanziert, 70 % von AGION, der Flämischen Agentur für Schulinfrastruktur, als eines von 25 Passivhaus-Pilotenschulprojekten, das die Flämische Regionalregierung derzeit über AGION abwickelt und monitored.







Technologien/s
used in Austrian frontrunners

	Fassadenelemente / integrated in facade	Energieerzeugung / Energy supply	Lüftungssystem / ventilation
Schwanen-stadt	Fenster, Lüftungsrohre; Zellulose vor Ort eingeblasen / Windows, ventilation ducts; cellulose on-site	Pelletheizung/ -boiler 110 kW, elektr. Unterstützte Warmwasserspeicher / power supported hot water tanks, PV-Fassade/facade: 6.7 kW _{peak}	Dezentrale Lüftungsgeräte mit WRG (max. 500 m ³ /h pro Klasse); natürliche Nachtlüftung
Neumarkt	Mineralwolle / teilweise Zellulose vor Ort eingeblasen / Mineral wool; cellulose on-site	Biomasse-Nahwärme / wood chips district heating, einige kleine elektrisch betriebene Warmwasserspeicher / some electric.-operated hot water tanks	Zentrale Lüftung mit WRG (max. 14.000 m ³ /h), auch Feuchterückgewinnung; tw. natürliche Nachtlüftung
St. Leonhard	Fenster, teilweise Kabel; Zellulose vor Ort eingeblasen / Windows, partly cablework; cellulose on-site	Pelletsheizung/ -boiler 65 kW, PV: 5 kW _{peak} am Dach / on the roof	Zentrale Lüftung mit WRG (max. 5.000 m ³ /h), auch Feuchterückgewinnung
Rainbach	Mineralwolle-Dämmung; Mineral wool insulation	Hackschnitzelheizung / wood chips boiler 150 kW, 20 m ² Solarthermie / solar thermal system, 2300 liter Pufferspeicher / buffer storage, PV: 50 kW _{peak} am Dach / on the roof	Zentrale Lüftung mit WRG (max. 17.500 m ³ /h), auch Feuchterückgewinnung, natürliche Nachtlüftung



Lessons Learned



- **Ähnliche Schultypologie = großes Potential für Holzbau und vorgefertigte Konstruktionen** / Uniform typology = big potential for timber engineering and prefabricated constructions

- **Sehr kurze Arbeitszeit an der Baustelle (z.B. während Sommerferien) – ca. 60 m² fertige Fassade pro Stunde** / Very short construction works on site – 60 m² façade area per hour

- **Die intensivere Planungsphase führt automatisch zu einem besseren Qualitätssicherungsprozess** / More intensive planning phase leads automatically to better quality assurance process



Lessons Learned



- **Integration von Fenstern, Verschattung, Lüftungs- und Installationsrohren, Kabeln, etc. in die Elemente bringt weniger Störung des Betriebs im Gebäude bei der Sanierung** / Possible to integrate different facilities like windows, shading system, ductwork, wiring in the elements – less disturbance inside

- **Die Arbeitsbedingungen in einer Vorfertigungshalle sind besser, auch was die Wetterabhängigkeit betrifft** / The working conditions are much better in the factory hall than outside being dependent on the weather



Lessons Learned



- **Die Verwendung nachhaltiger Materialien und das Recycling der verwendeten Baumaterialien ist leichter als bei der Verwendung herkömmlicher Vollwärmeschutzsysteme / The use of sustainable materials and the recycling of these is much easier than using conventional composite heat insulation systems**

- **Der Anteil des Sanierungsbudgets, der für die Verwendung vorgefertigter Holzelemente reserviert ist, entspricht nach Fertigstellung meist exakt den versprochenen Kosten / Building projects using prefabricated elements comply much more with the promised budget**

- **Die Zufriedenheit der Bürgermeister/innen ist sehr hoch bei Vorfertigung / The satisfaction of the mayors is very high with prefabrication**

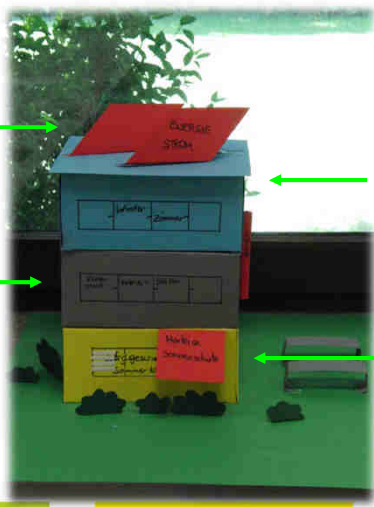


Energie und Funktionen / Energy and function



**Energie-
erzeugung /**
Energy
production

**Werkstätten:
Abwärme /**
Waste heat from
the handicraft
rooms



**Winterzimmer:
Licht, Wärme /**
Winter rooms:
Light, warmth

**Sommerzimmer:
Sonnenschutz, Kühle /**
Summer rooms: Shading,
cool





Danke für Ihre
Aufmerksamkeit