



Planung von Schulen der Zukunft

Dipl.-Ing. Bernhard Bergjan

26.05.2011 agn 



Büroprofil

1952 als Architekturbüro gegründet entwickelte sich die agn zum umfassenden Generalplaner.

Mit über **250 Mitarbeitern** und **7 Standorten** bundesweit gehört die agn-Gruppe zu den großen Generalplaner-Unternehmen in Deutschland.

Geschäftsfelder

- Gesundheitswesen
- Industriebau
- Wohnungsbau
- Projektsteuerung
- Bauphysik
- Öffentliche Bauherren
- Bildung und Erziehung
- Sanierung & Denkmalpflege
- Energie und technische Infrastruktur



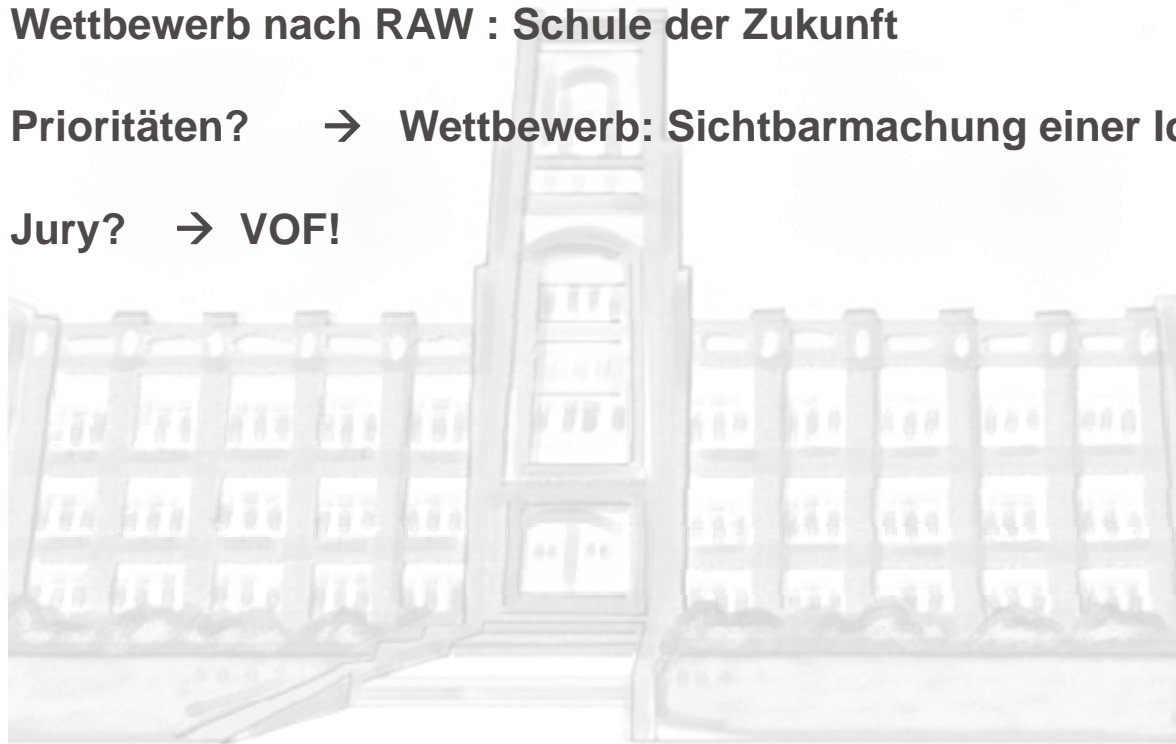
Unsere neue Schule !



Wettbewerb nach RAW : Schule der Zukunft

Prioritäten? → Wettbewerb: Sichtbarmachung einer Idee

Jury? → VOF!



Varianten

Variante 1

- Keine Veränderung der bestehenden Situation

Variante 2

- Energetische Sanierung Bestandsgebäude an der Marktstrasse

Variante 3

- Neubau am Schürkamp 3-geschossig mit Anbindung an die Realschule

Variante 4

- Neubau am Schürkamp 3-geschossig kompakt

Variante 5

- Neubau am Schürkamp 2-geschossig

Vorgehensweise

Schritt 1

- Analyse Bestandsgebäude Grund- und Realschule

Schritt 2

- Erarbeitung Raumprogramm Neubau Grundschule

Schritt 3

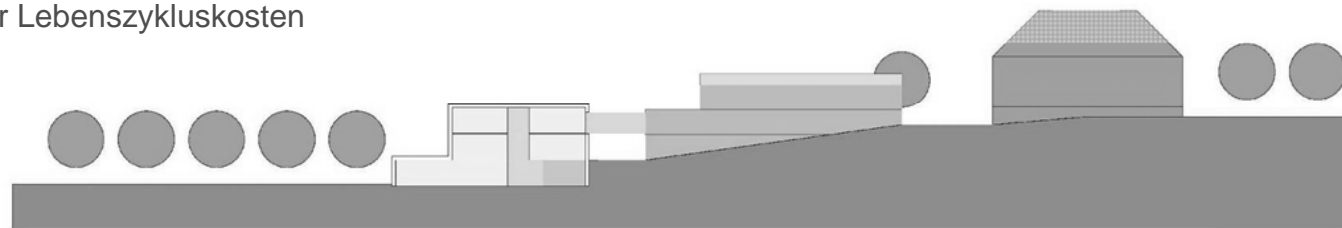
- Analyse Grundstück

Schritt 4

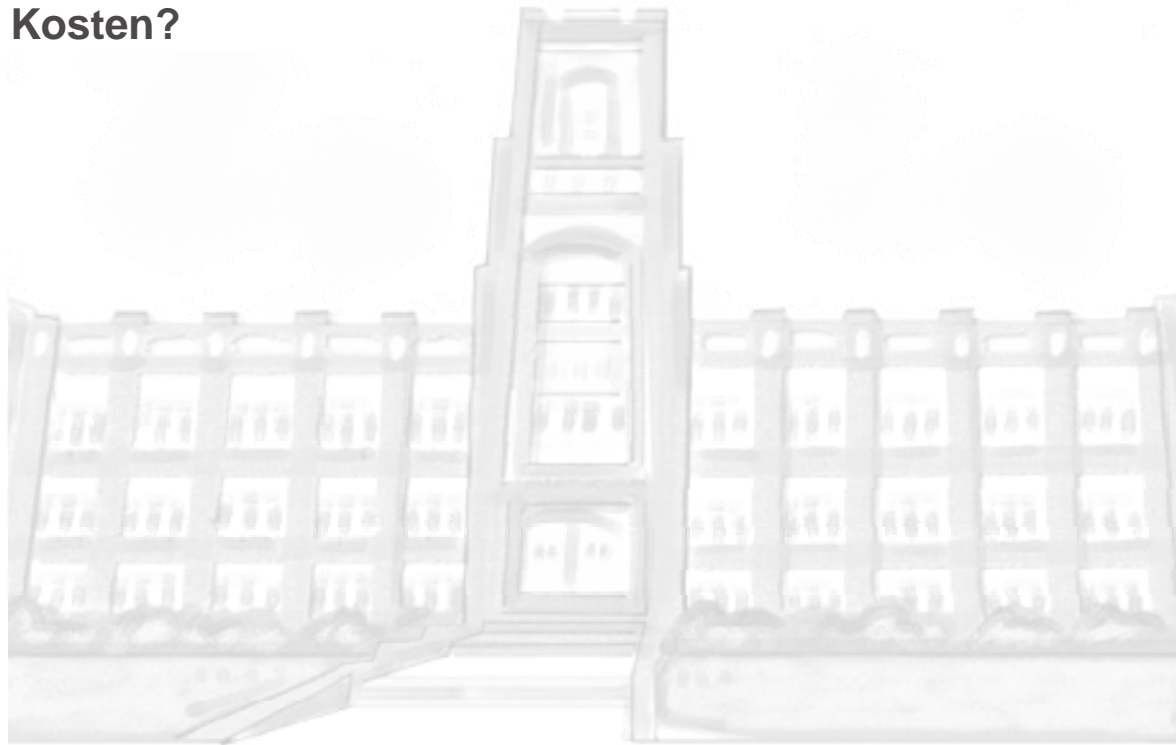
- Variantenuntersuchung Neubau Grundschule

Schritt 5

- Ermittlung der Lebenszykluskosten



Kosten?



Raumbedarf der Grundschule				Raumbedarf nach Abstimmung		
Anzahl	Bezeichnung	Größe (m ²)	Gesamtfläche (m ²)	Anzahl	Größe (m ²)	Gesamtfläche (m ²)
15	AUR	64	960	12	64	768
15	Gruppenräume	12	180	6	15	90
2	Toiletten	30	60	2	30	60
2	Lehrertoiletten	15	30	2	10	20
1	Behindertentoilette	15	15	1	10	10
1	Medienraum	30	30	1	30	30
1	Computerraum	50	50	1	50	50
1	Computerlager	15	15	0	15	0
1	Bücherei	60	60	1	60	60
1	Musikraum	64	64	1	80	80
1	Vorber. Musik	20	20	1	20	20
1	Kunst/Werkraum	64	64	1	80	80
1	Vorber. Kunst	30	30	0	30	0
1	Sachunterricht	64	64	1	64	64
1	Vorber. Sachunterricht	20	20	0	20	0
1	Lehrerzimmer	80	80	1	80	80
1	Lehrerbücherei	20	20	1	20	20
3	Verwaltung	20	60	3	20	60
1	1. Hilfe	12	12	1	12	12
1	Kopierraum	12	12	1	12	12
3	allgem. Besprechungsräume	16	48	1	16	16
1	Hausmeister	16	16	1	16	16
1	Lager	64	64	0	64	0
5	Betreuungsräume	30	150	2	30	60
4	Putzräume	5	20	2	5	10
1	Mensa/Cafeteria/Bühne	450	450	1	325	325
1	Meditations-/Ruheraum	30	30	1	30	30
Zwischensumme			2624			1973
Technikflächen			60		3%	59
Verkehrsflächen		25%	656		33%	651
<u>Nettogrundfläche (NGF)</u>			<u>3340</u>			<u>2683</u>

Flächenvergleich Raumprogramm

Raumbedarf der Grundschule				Raumbedarf nach Abstimmung		
Anzahl	Bezeichnung	Größe (m ²)	Gesamtfläche (m ²)	Anzahl	Größe (m ²)	Gesamtfläche (m ²)
15	AUR	64	960	12	64	768
15	Gruppenräume	12	180	6	15	90
2	Toiletten	30	60	2	30	60
2	Lehrertoiletten	15	30	2	10	20
1	Behindertentoilette	15	15	1	10	10
1	Medienraum	30	30	1	30	30
1	Computerraum	50	50	1	50	50
1	Computerlager	15	15	0	15	0
1	Bücherei	60	60	1	60	60
1	Musikraum	64	64	1	80	80
1	Vorber. Musik	20	20	1	20	20
1	Kunst/Werkraum	64	64	1	80	80
1	Vorber. Kunst	30	30	0	30	0
1	Sachunterricht	64	64	1	64	64
1	Vorber. Sachunterricht	20	20	0	20	0
1	Lehrerzimmer	80	80	1	80	80
1	Lehrerbücherei	20	20	1	20	20
3	Verwaltung	20	60	3	20	60
1	1. Hilfe	12	12	1	12	12
1	Kopierraum	12	12	1	12	12
3	allgem. Besprechungsräume	16	48	1	16	16
1	Hausmeister	16	16	1	16	16
1	Lager	64	64	0	64	0
5	Betreuungsräume	30	150	2	30	60
4	Putzräume	5	20	2	5	10
1	Mensa/Cafeteria/Bühne	450	450	1	325	325
1	Meditations-/Ruheraum	30	30	1	30	30

<u>Nettogrundfläche (NGF)</u>		<u>3340</u>			<u>2683</u>
--------------------------------------	--	--------------------	--	--	--------------------

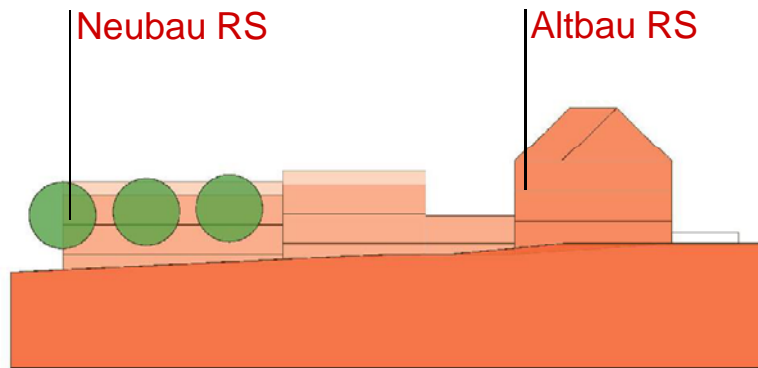
	<u>Nettogrundfläche (NGF)</u>		<u>3340</u>		<u>2683</u>
--	--------------------------------------	--	--------------------	--	--------------------

Flächenvergleich Raumprogramm

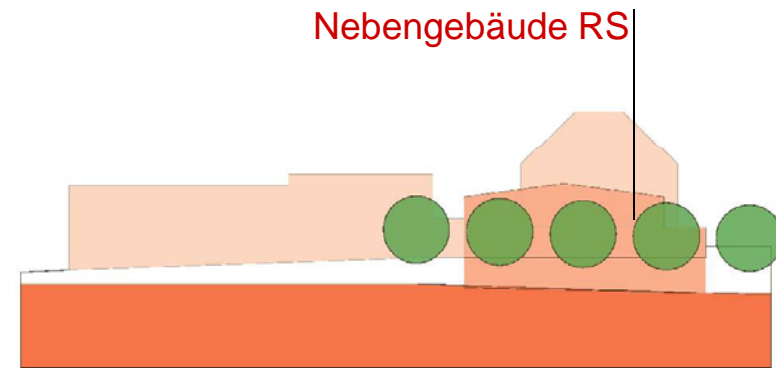


Ermittlung der Investitionskosten

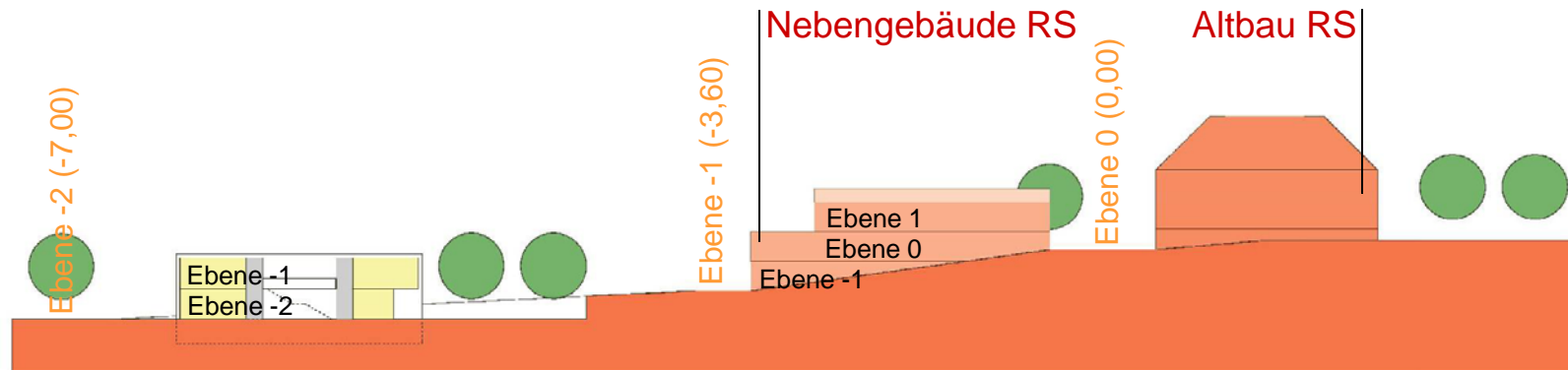
Kostenvergleich der Varianten 1 bis 6						
Stand: 21.06.2010						
Gegenüberstellung	Variante 1 keine Maßnahmen	Variante 2 energ. Sanierung	Variante 3 Neubau m. Anbindung	Variante 4 Neubau 3-gesch.	Variante 5 Neubau 2-gesch.	Variante 6 Ergotherapieschule
Kostengruppen	Stand: 05.2010	Stand: 05.2010	Stand: 05.2010	Stand: 05.2010	Stand: 05.2010	Stand: 05.2010
	€/netto	€/netto	€/netto	€/netto	€/netto	€/netto
01 KG 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 KG 200	0,00	0,00	181.000,00	106.000,00	184.400,00	0,00
03 KG 300 + 400	0,00	2.396.642,00	3.386.600,00	3.180.600,00	3.323.500,00	0,00
04 KG 500	0,00	42.670,00	322.300,00	257.500,00	316.100,00	0,00
05 KG 600	0,00	0,00	67.025,00	64.400,00	66.625,00	0,00
06 KG 700	0,00	487.862,40	737.246,50	674.530,00	725.312,50	0,00
Gesamtsummen netto	0,00	2.927.174,40	4.694.171,50	4.283.030,00	4.615.937,50	0,00
19% Mehrwertssteuer	0,00	556.163,14	891.892,59	813.775,70	877.028,13	0,00
Gesamtsummen brutto	0,00	3.483.337,54	5.586.064,09	5.096.805,70	5.492.965,63	0,00
zusätzliche Maßnahmen brutto inkl. NK	0,00	0,00	728.386,98	718.216,71	726.798,82	0,00



Längsschnitt Schulhof Ebene 0 (0,00)



Längsschnitt Schulhof Ebene -1 (-3,60)



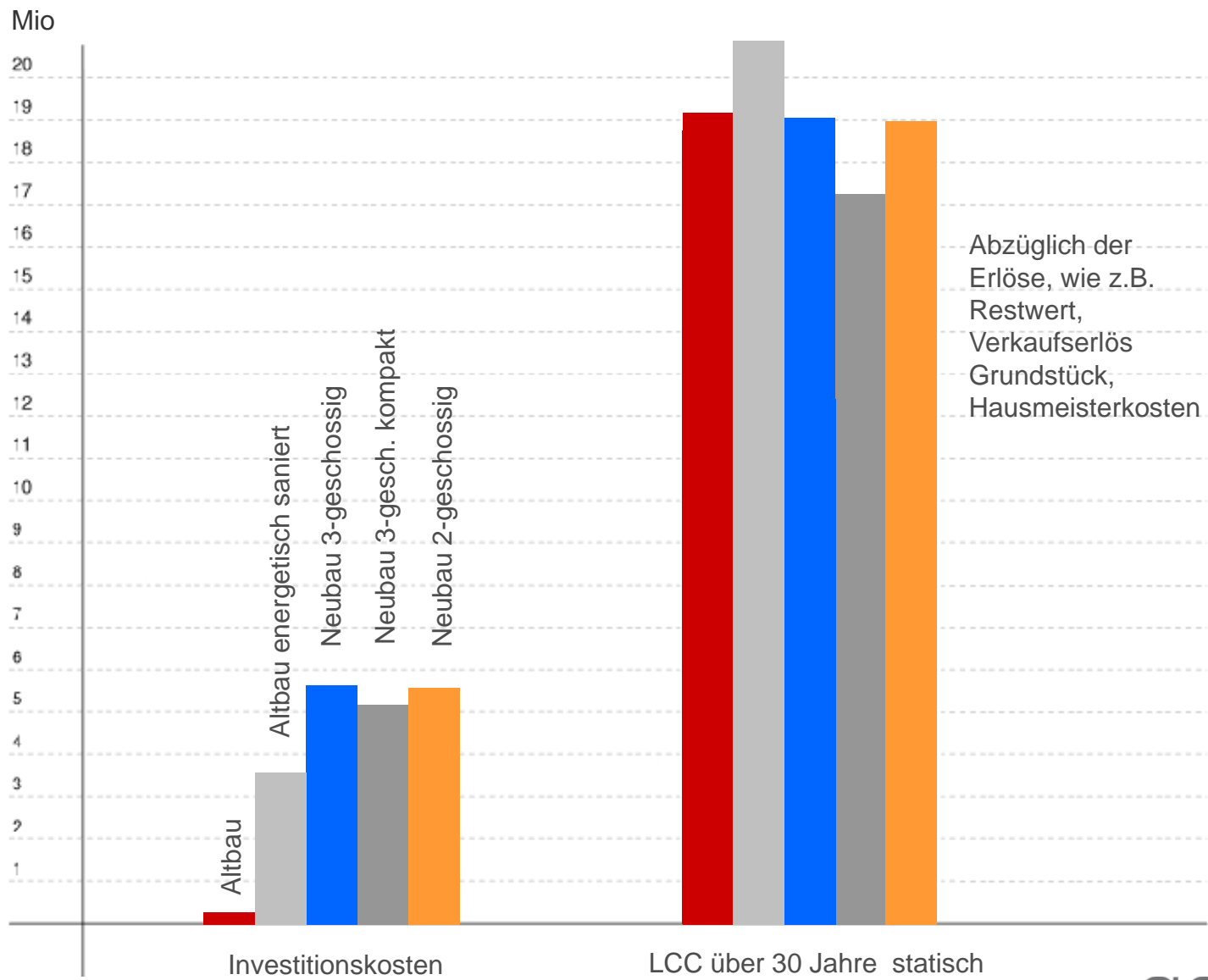
Querschnitt Grundstück

Grundschule Variante C - Höhenschnitte

	Variante A (Grundschule 3-geschossig mit Anbindung)	Variante B (Grundschule 3-geschossig)	Variante C (Grundschule 2-geschossig)
Abbildung Raumprogramm	+	+	+
Funktionalität/Erschließung	○	○	+
Multifunktionalität	+	+	+
Verhältnis Außenhüllfläche/Volumen	○	+	○
Behindertengerechtigkeit	○	○	+
Verkehrliche Erschließung/Parkplätze	+	+	+
Frei- und Bewegungsflächen	+	○	+
Herstellungskosten	-	-	-
Betriebskosten	?	?	?
Verkaufserlöse	-	+	-

Matrix Bewertungskriterien



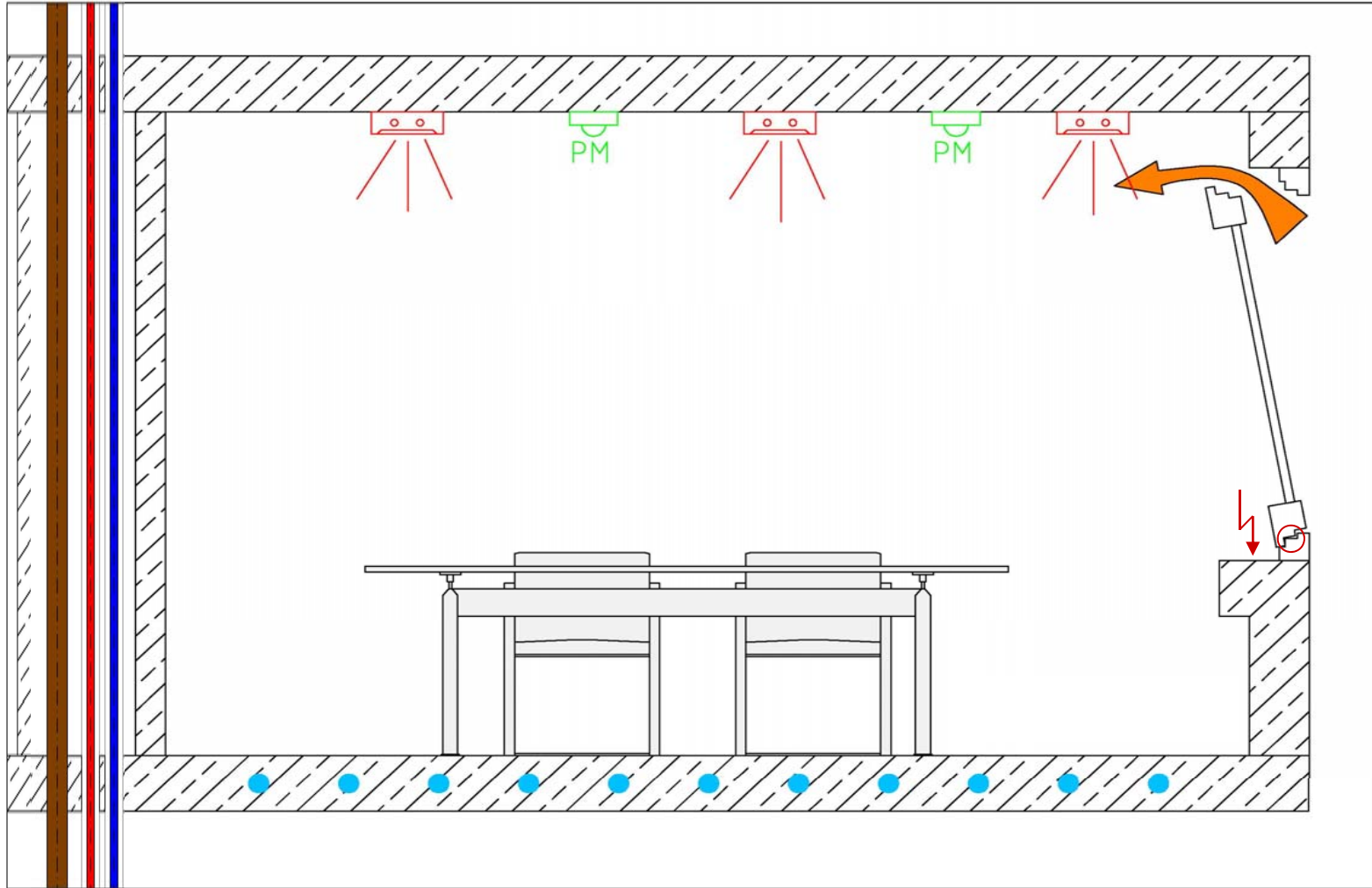


Investitionskosten

LCC über 30 Jahre statisch

Bauliches Konzept als Vorgabe zum Verfahren





Exemplarischer Klassenraum

**Niedersächsisches
NLGA Landesgesundheitsamt**
www.nlga.niedersachsen.de Info

Steuerung: Standard Interaktiv Skript Optionen

Titel: Schule Rother Kreuzweg

Baumhöhe: 3 m

Grundfläche: 65 m²

Startzeit: 8 Uhr 00

Stopzeit: 10 Uhr 00

Luftwechselrate: 5 1/h

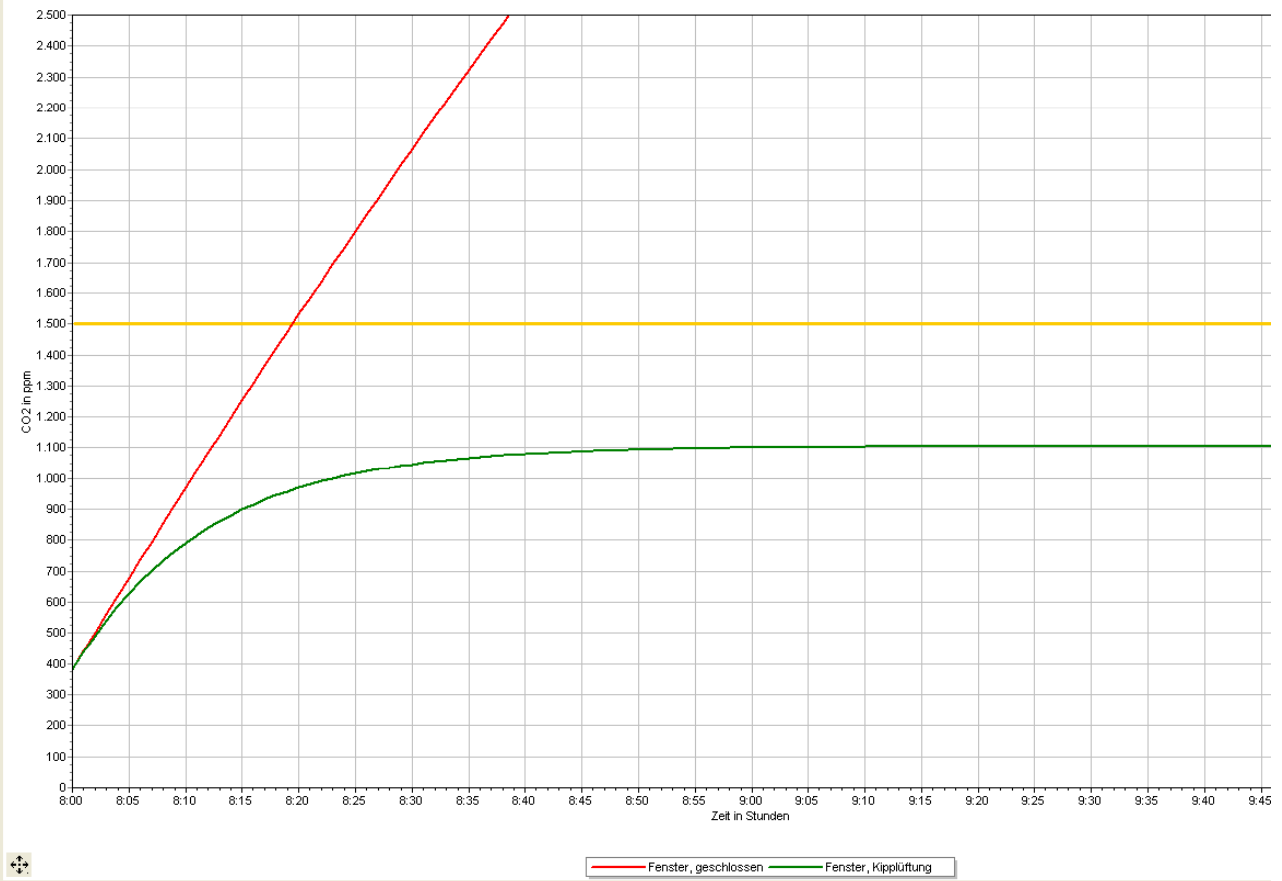
CO₂ anfangs: 380 ppm

CO₂ außen: 380 ppm

Raumbelegung: 25 Personen

CO₂ Abgaberate: 28.3 Liter/h/Person

Start



Simulation Innenraumluft CO₂ Konzentration



Niedersächsisches
NLGA Landesgesundheitsamt
www.nlga.niedersachsen.de Info

Steuerung: Standard Interaktiv Skript Optionen

Titel: **Rather Kreuzweg**

Baumhöhe: 3 m

Grundfläche: 65 m²

Startzeit: 9 Uhr 45

Stopzeit: 10 Uhr 00

Luftwechselrate: 0,3 1/h

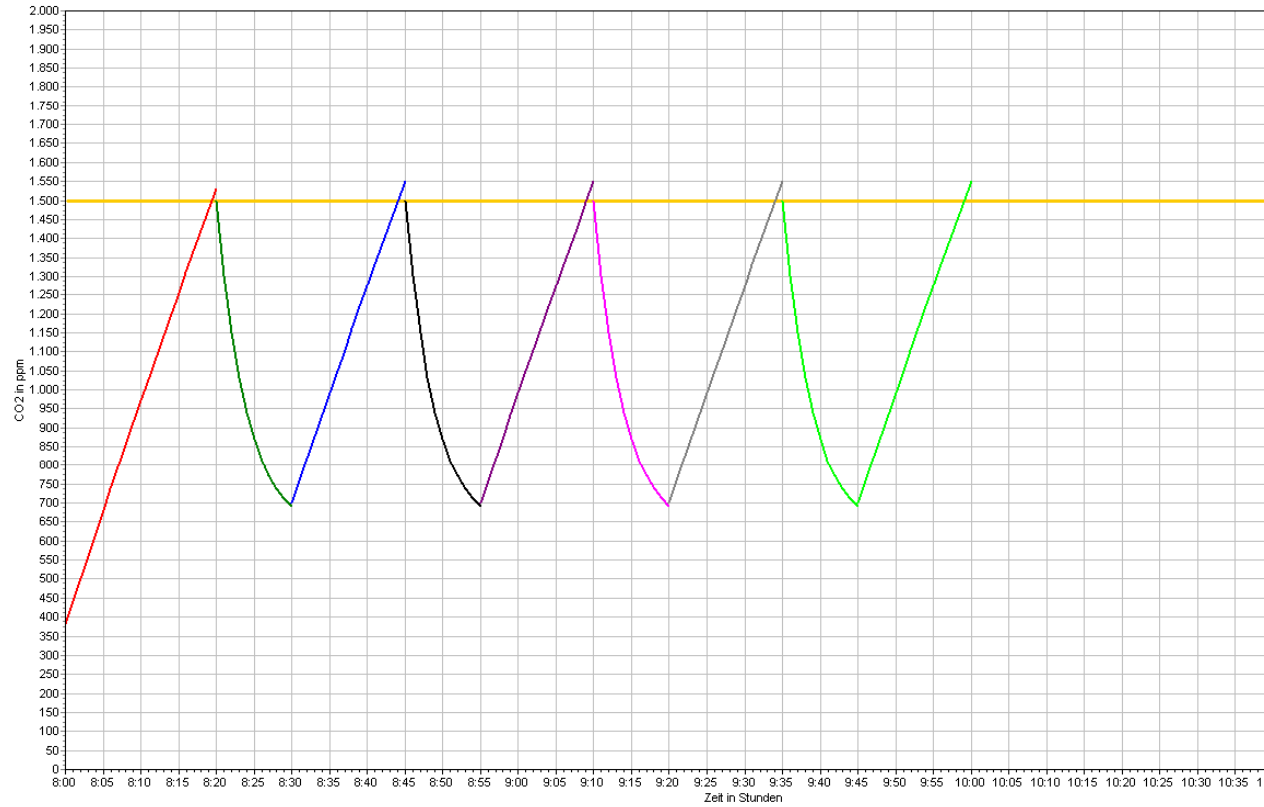
CO₂ anfangs: 700 ppm

CO₂ außen: 380 ppm

Raumbelegung: 25 Personen

CO₂ Abgaberate: 28,3 Liter/h/Person

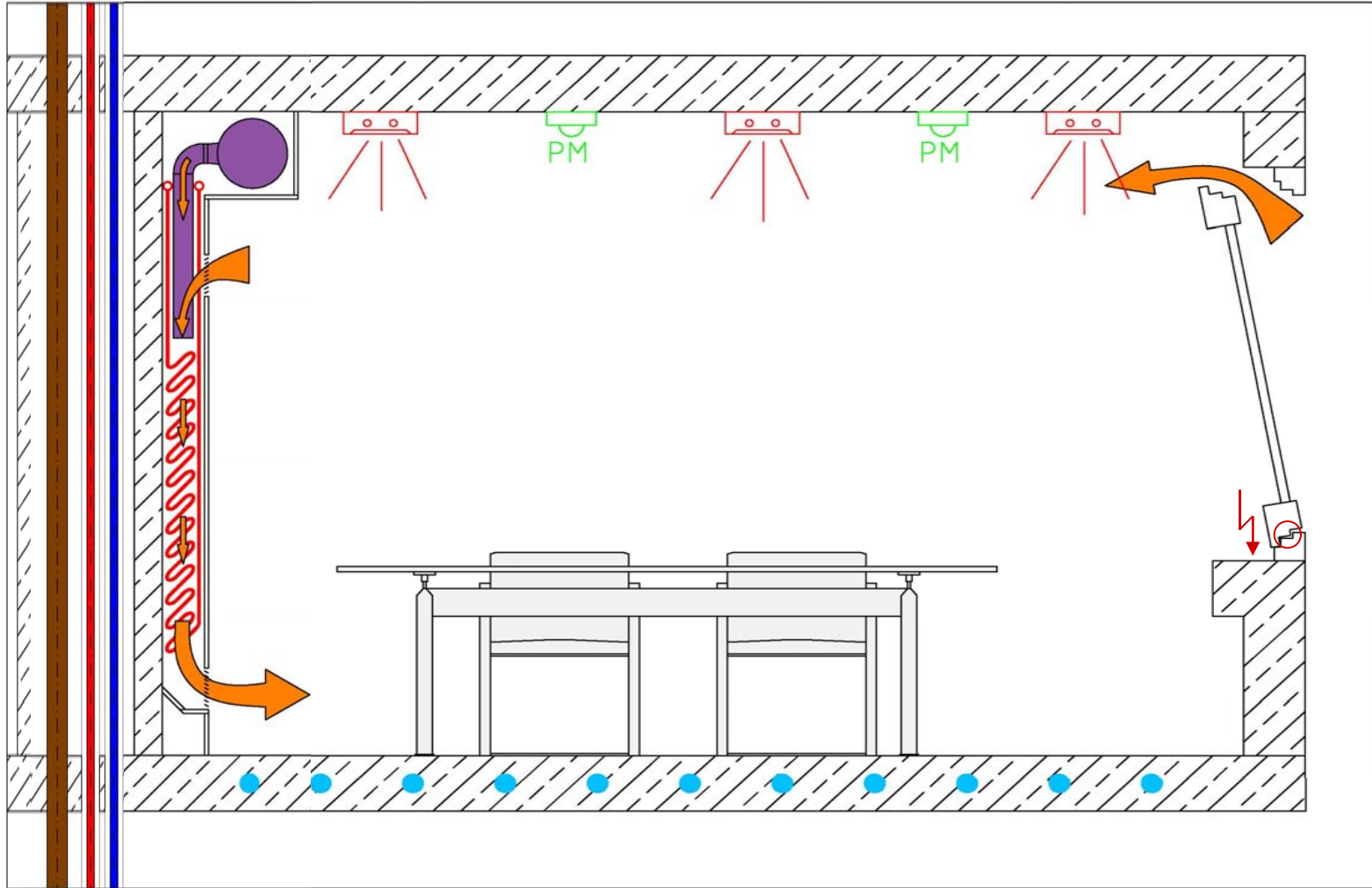
Start



— Fenster geschlossen
 — Fenster weit geöffnet
 — Fenster geschlossen
 — Fenster weit geöffnet
 — Fenster geschlossen
 — Fenster weit geöffnet
 — Fenster geschlossen

Simulation Innenraumluft CO₂ Konzentration





Mechanische Lüftung mit Klimawand

Belüftungssystem zur Einhaltung einer max. CO₂-Konzentration

→ **Ziel:** Ermüdungsfreies Lernen bei kontrolliertem/minimiertem Energieeinsatz

1. CO₂-gesteuerte Fensterlüftung
→ automatische Lüftungsfunktion
→ keine Wärmerückgewinnung möglich
2. Dezentrale Lüftung
→ Lüftungsgeräte für jeden Klassenraum
→ Wärmerückgewinnung möglich
3. Zentrale Lüftungsanlage
→ Wärmerückgewinnung bis 80 % möglich

→ **Fazit:** Das Objekt entscheidet ...
(bauliche Abhängigkeiten, Invest, Wirtschaftlichkeit ...)

DIN EN 13779

Tabelle A.10 — CO₂-Gehalt in Räumen

Kategorie	CO ₂ -Gehalt über dem Gehalt in der Außenluft, in ppm	
	Üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400–600	500
IDA 3	600–1.000	800
IDA 4	> 1.000	1.200

lufthygienisch und wirtschaftlich
empfohlener Bereich

Tabelle A.11 — Außenluftvolumenströme je Person

Kategorie	Einheit	Außenluftvolumenstrom je Person			
		Nichtraucherbereich		Raucherbereich	
		Üblicher Bereich	Standardwert	Üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	l · s ⁻¹ · Person ⁻¹	> 15	20	> 30	40
IDA 2	l · s ⁻¹ · Person ⁻¹	10–15	12,5	20–30	25
IDA 3	l · s ⁻¹ · Person ⁻¹	6–10	8	12–20	16
IDA 4	l · s ⁻¹ · Person ⁻¹	< 6	5	< 12	10

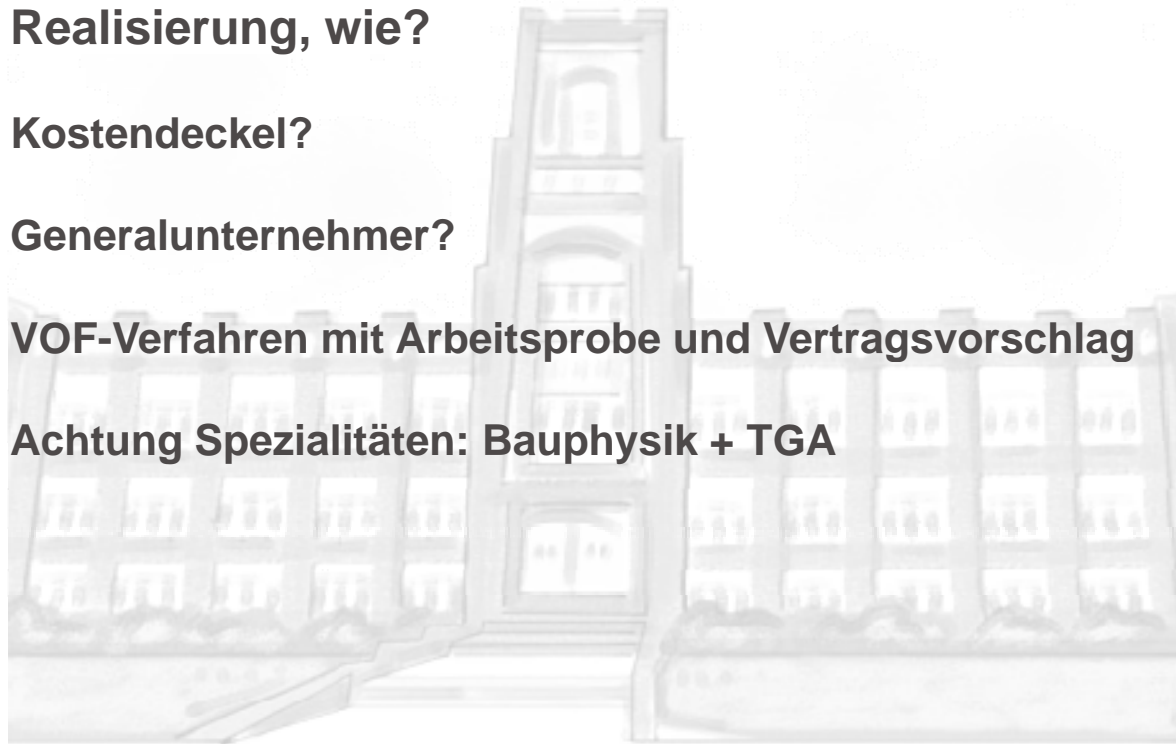
Realisierung, wie?

Kostendeckel?

Generalunternehmer?

VOF-Verfahren mit Arbeitsprobe und Vertragsvorschlag

Achtung Spezialitäten: Bauphysik + TGA



Entscheidende Fakten:

städtebauliche Integration

Gebäudehülle: A/V, Ausrichtung, Glasanteil

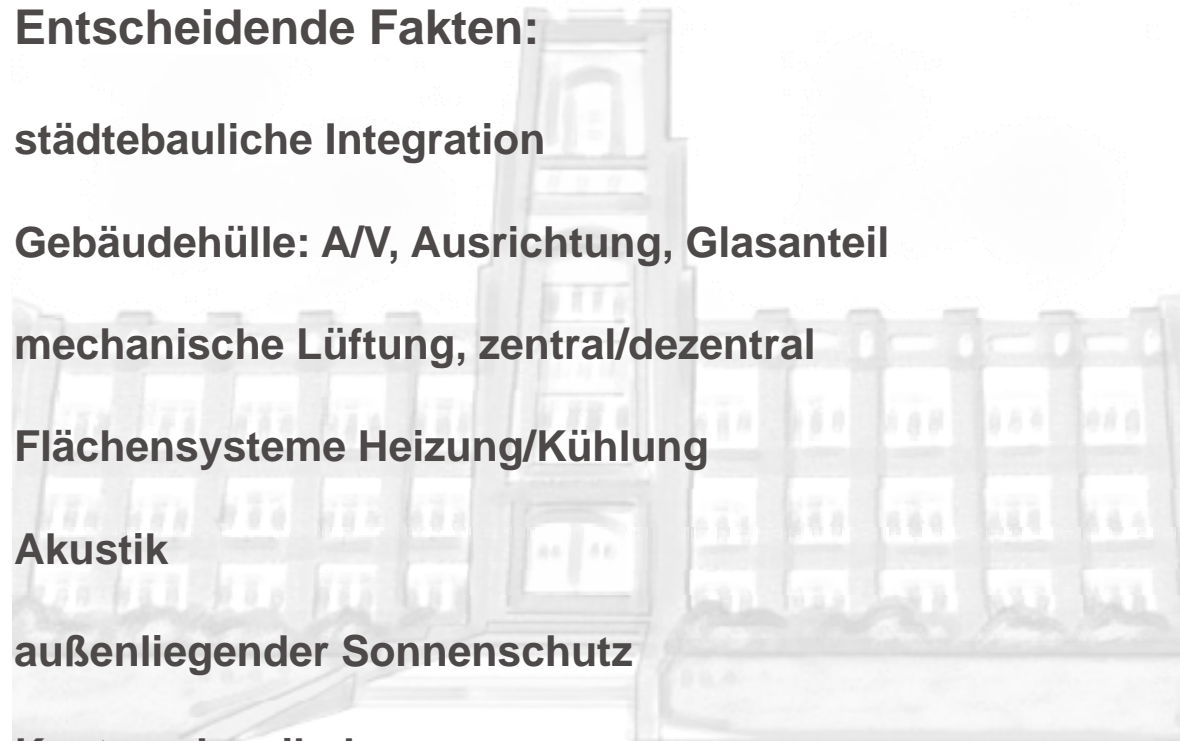
mechanische Lüftung, zentral/dezentral

Flächensysteme Heizung/Kühlung

Akustik

außenliegender Sonnenschutz

Kosten plausibel



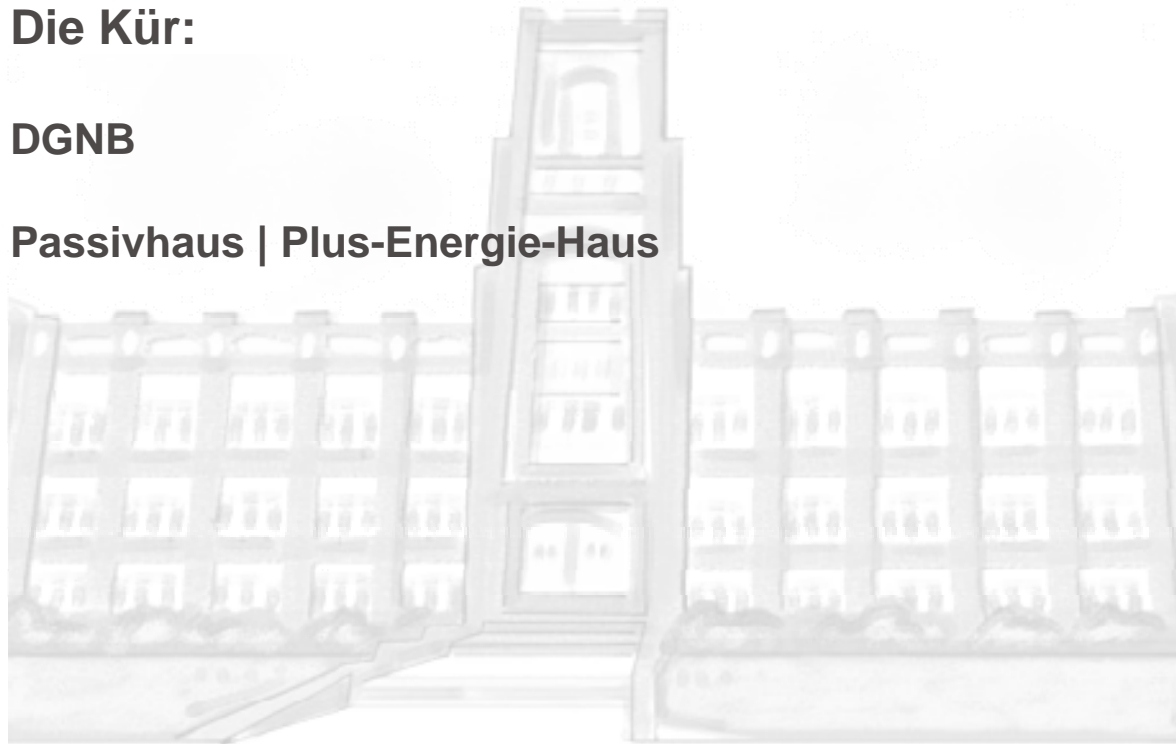
Und nach der Pflicht kommt noch die Kür ...

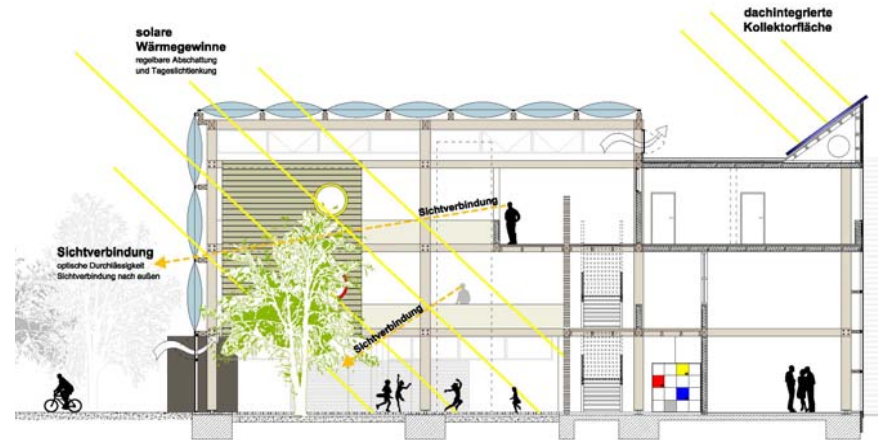
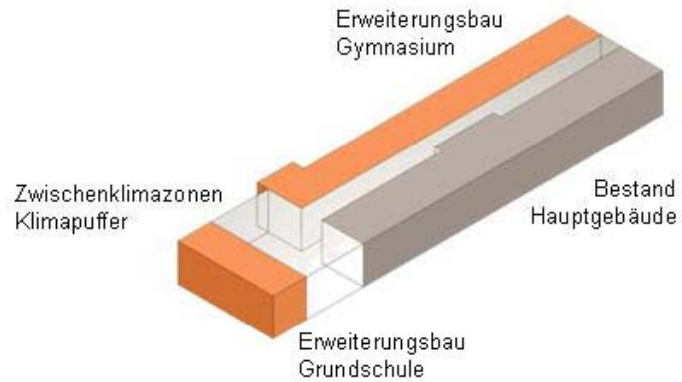


Die Kür:

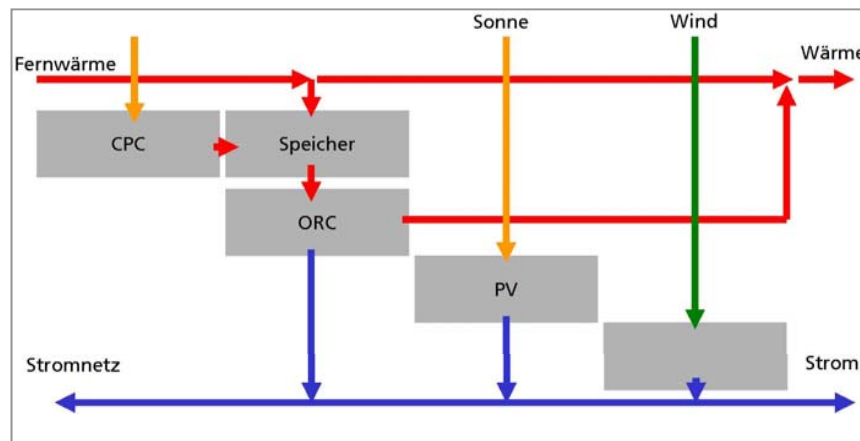
DGNB

Passivhaus | Plus-Energie-Haus

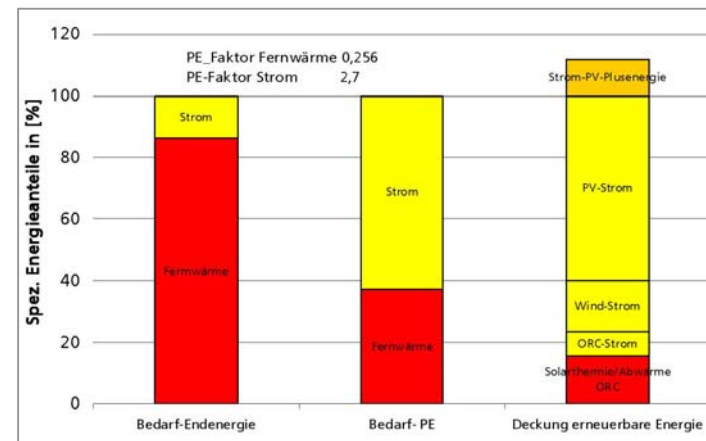




Klimapuffer – Entnahme regenerativ vorgewärmter Zuluft



Energiekonzept Haustechnik



Konzept Plus-Energieschule Rostock

Umsetzung Konzept Plus-Energie-Schule durch Berechnung der Bedarf der einzelnen Energieträger (Strom, Solare Gewinne über Solarthermie, Fernwärme) | Leistung Energetische Bilanzierung, Wärmebrücken, Thermische Simulation Gebäudehülle
Bearbeitungszeit 2007-2010

Auftraggeber Hansestadt Rostock Schulamt | Projektleitung Bauphysik H. Winkler

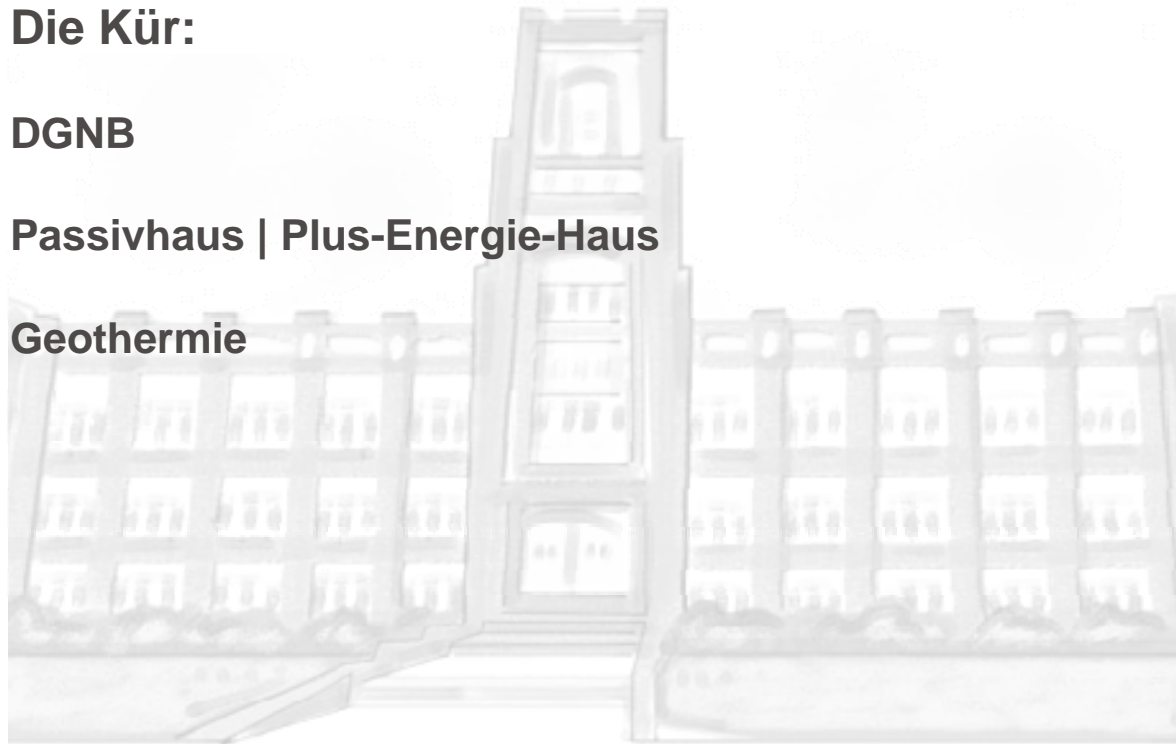


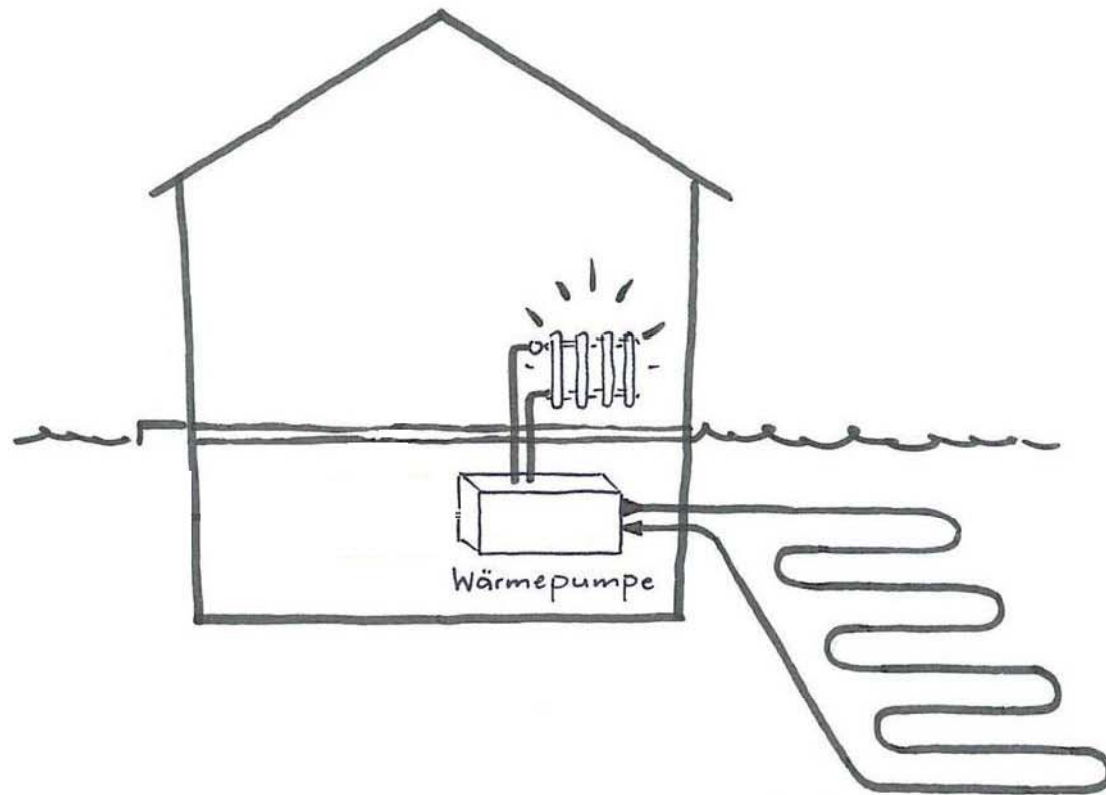
Die Kür:

DGNB

Passivhaus | Plus-Energie-Haus

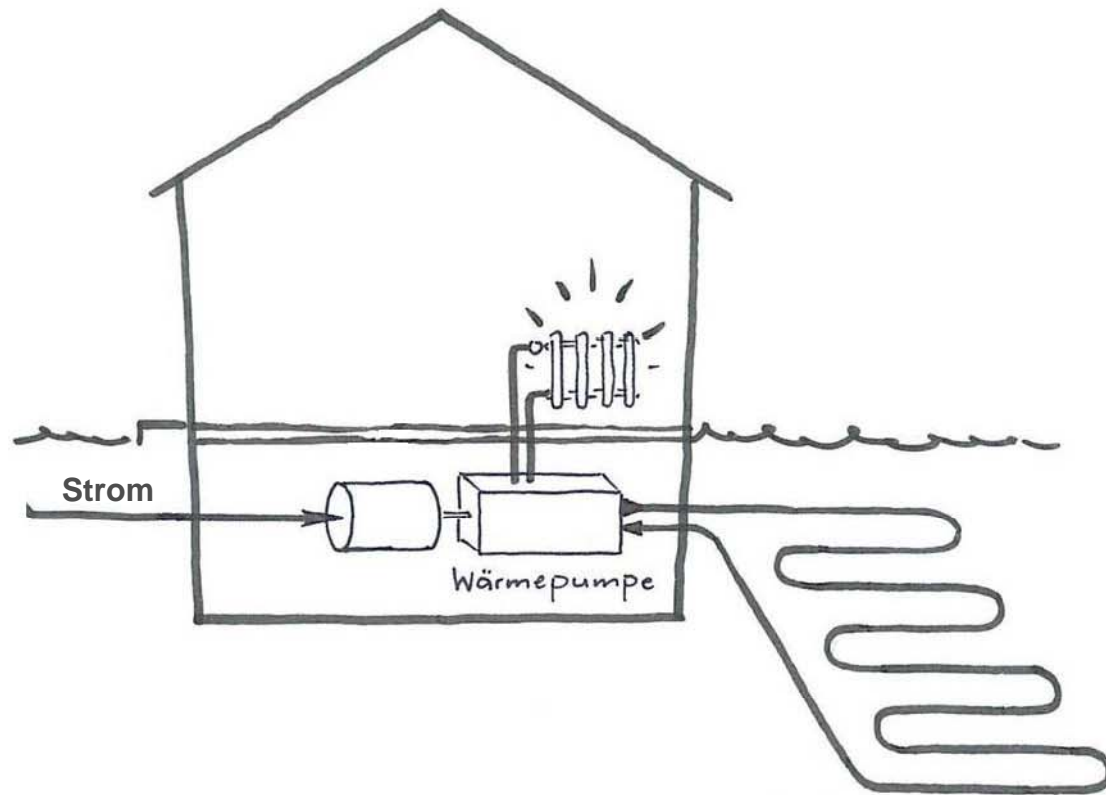
Geothermie





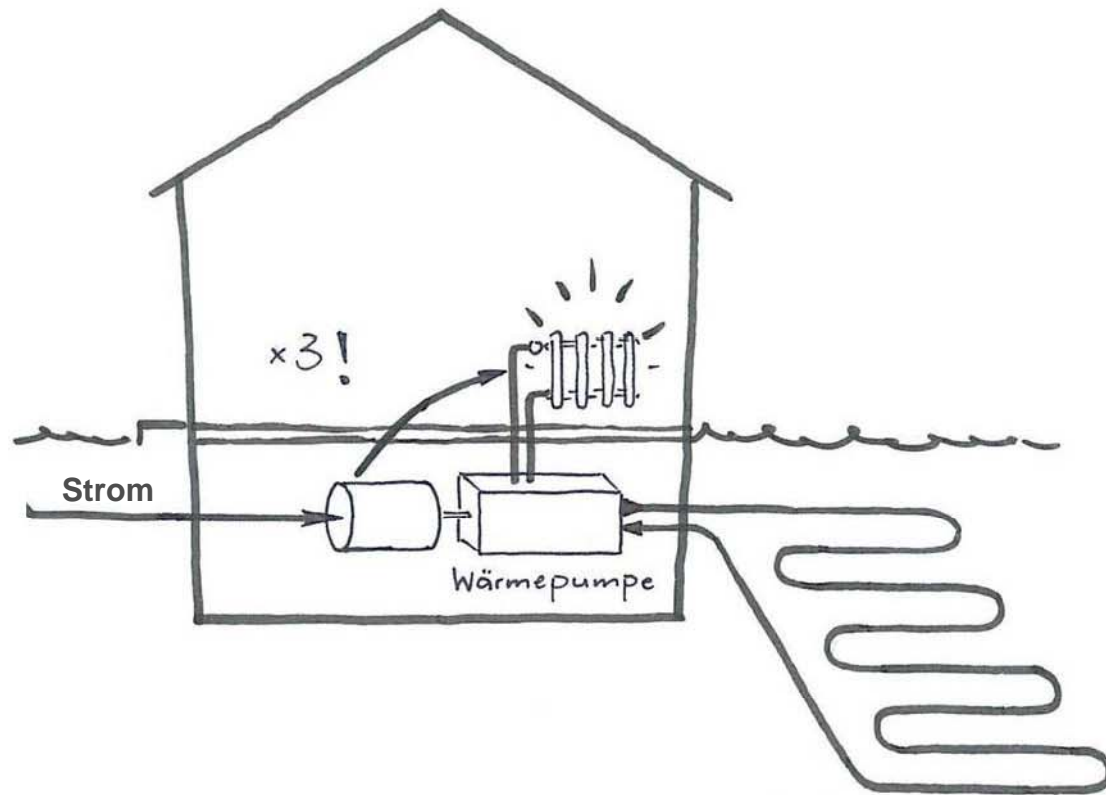
Versorgungskonzept Wärmepumpe

agn 

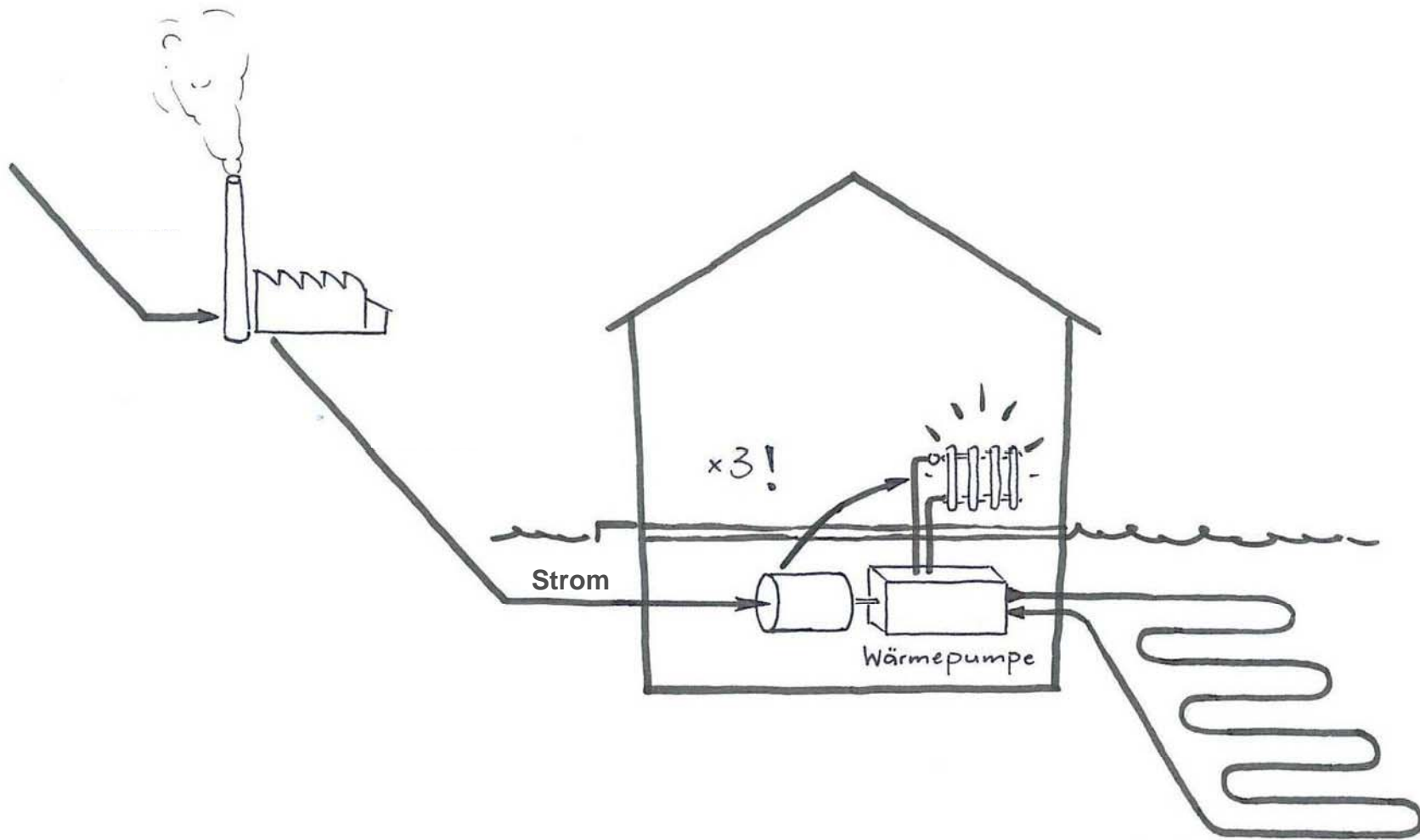


Versorgungskonzept Wärmepumpe

agn 



Versorgungskonzept Wärmepumpe



Versorgungskonzept Wärmepumpe

Die Kür:

DGNB

Passivhaus | Plus-Energie-Haus

Geothermie

Solarenergienutzung

thermisch

elektrisch → Eigennutzung

Biogasverstromung

Energie-Contracting nach VOL

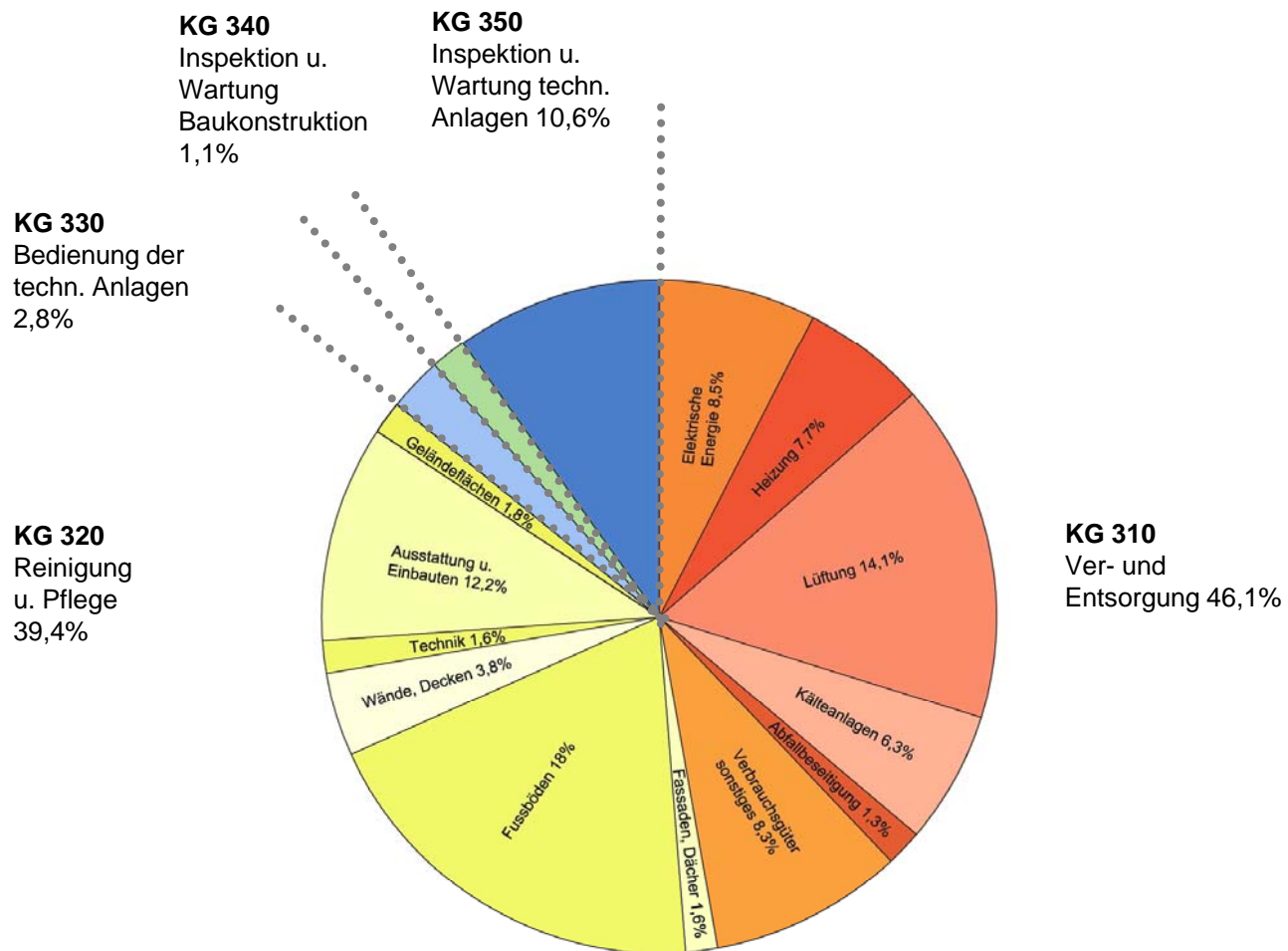
Spezielle Aufgaben benötigen spezielle Lösungen!

agn 

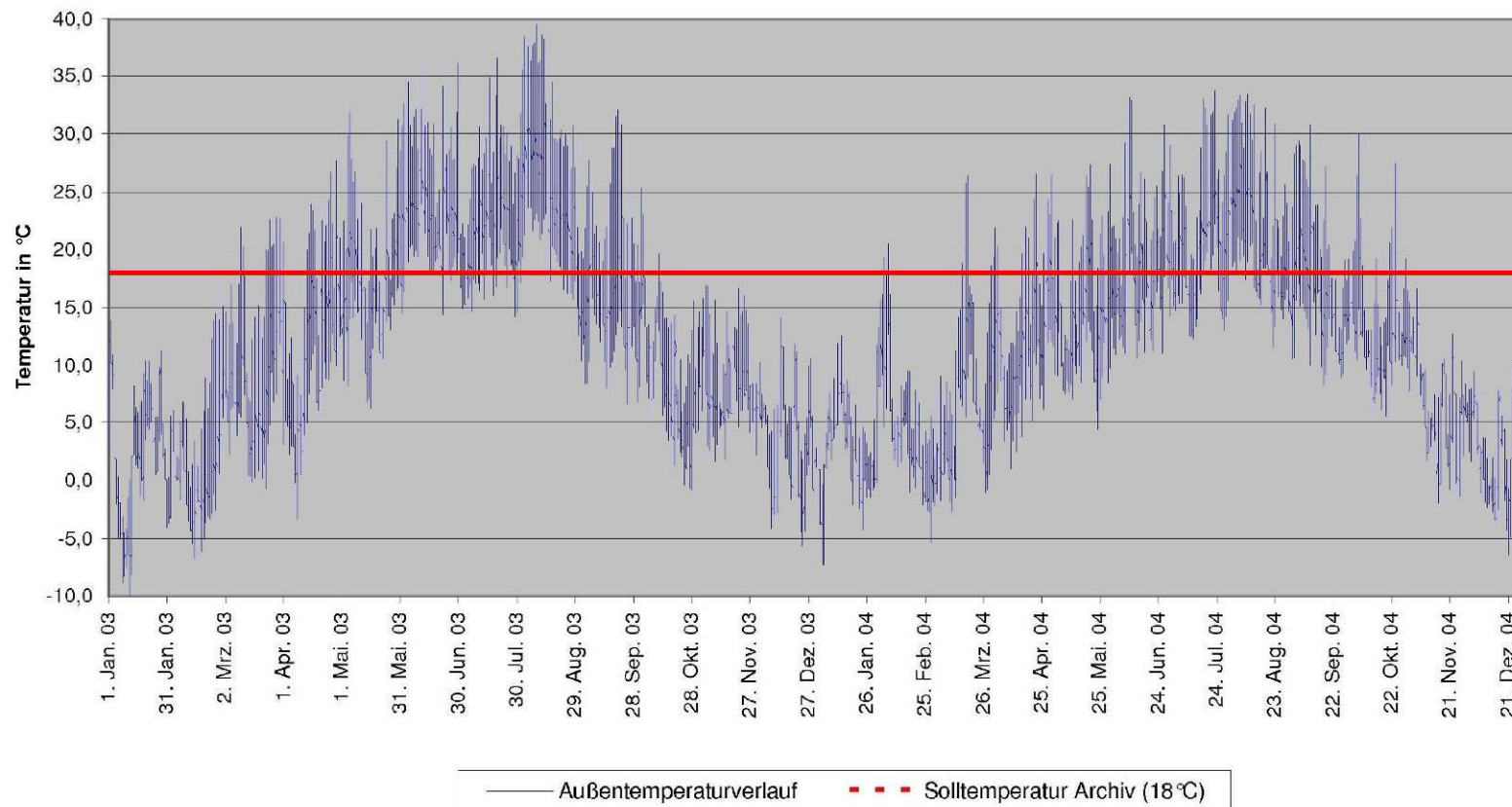


Stadttarchiv Bad Cannstatt | Stuttgart

Umbau teilw. denkmalgeschütztes Ensemble mehrere Lagergebäude zum Stadttarchiv
Leistung Generalplanung LPH 2-9 | Bauzeit 09/2008-10/2010



Temperaturverlauf 2003 - 2004

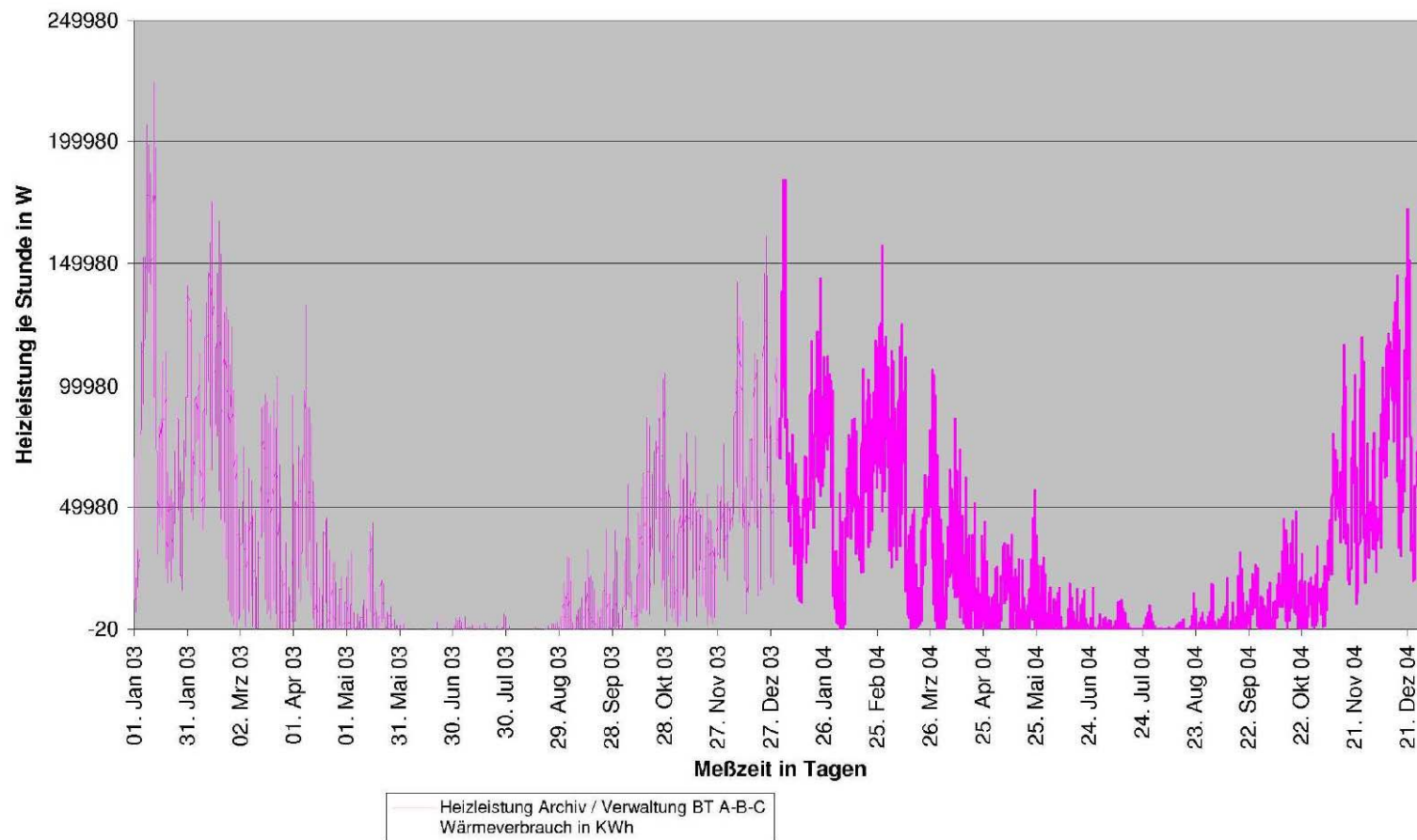


Stadtarchiv Bad Cannstatt | Stuttgart

Umbau teilw. denkmalgeschütztes Ensemble mehrere Lagergebäude zum Stadtarchiv
Leistung Generalplanung LPH 2-9 | Bauzeit 2008-2010
Bauherr Landeshauptstadt Stuttgart



Heizleistung Stadtarchiv Stuttgart auf Basis Wetterdaten Stuttgart 2003-2004

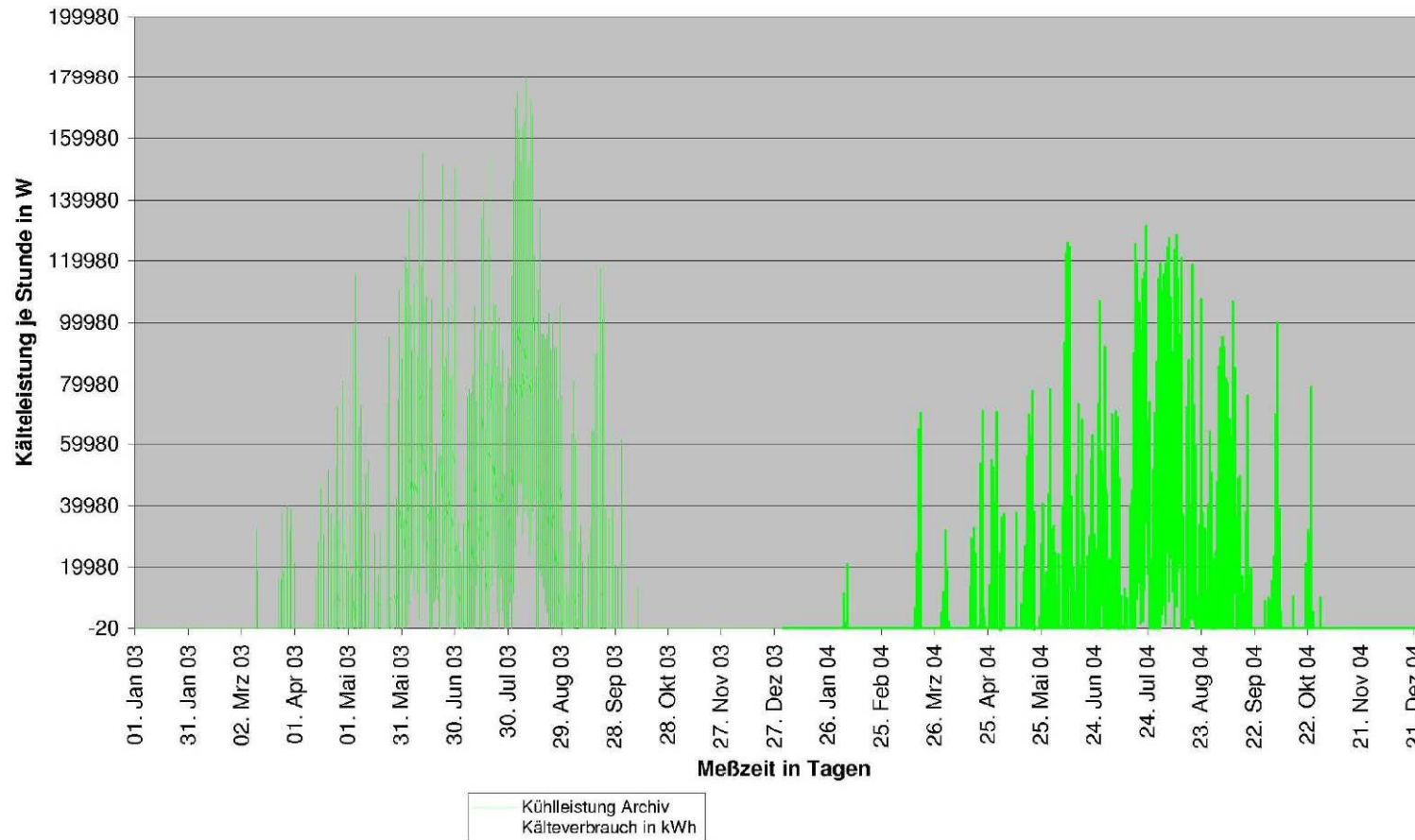


Stadtarchiv Bad Cannstatt | Stuttgart

Umbau teilw. denkmalgeschütztes Ensemble mehrere Lagergebäude zum Stadtarchiv
Leistung Generalplanung LPH 2-9 | Bauzeit 2008-2010
Bauherr Landeshauptstadt Stuttgart



Kühlleistung Stadtarchiv Stuttgart auf Basis Wetterdaten Stuttgart 2003-2004

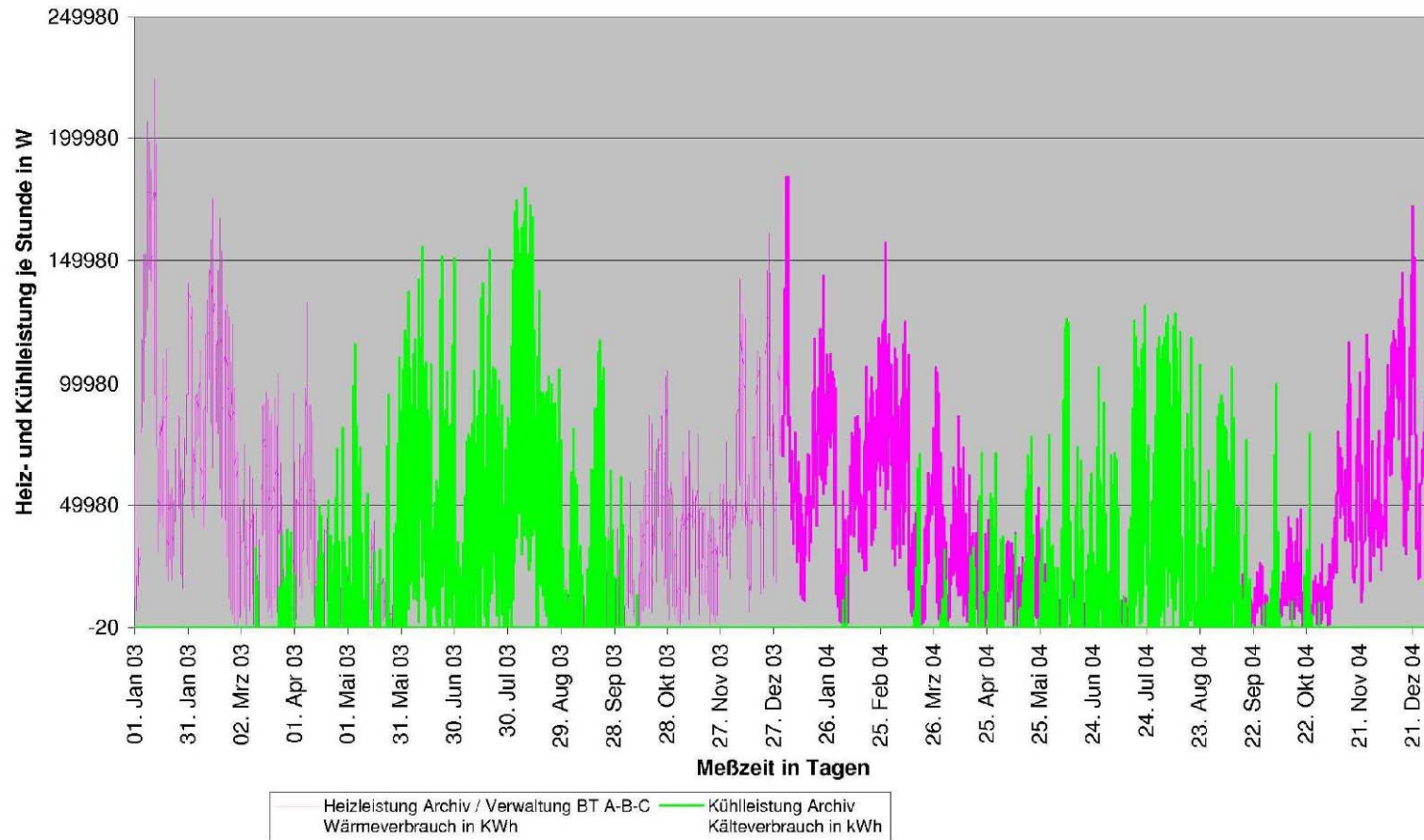


Stadtarchiv Bad Cannstatt | Stuttgart

Umbau teilw. denkmalgeschütztes Ensemble mehrere Lagergebäude zum Stadtarchiv
Leistung Generalplanung LPH 2-9 | Bauzeit 2008-2010
Bauherr Landeshauptstadt Stuttgart



Heiz- und Kühlleistung Stadtarchiv Stuttgart auf Basis Wetterdaten Stuttgart 2003-2004

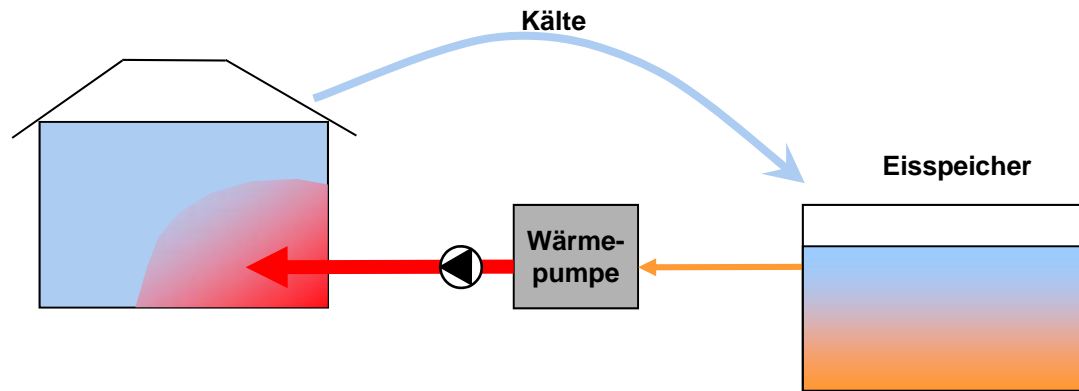


Stadtarchiv Bad Cannstatt | Stuttgart

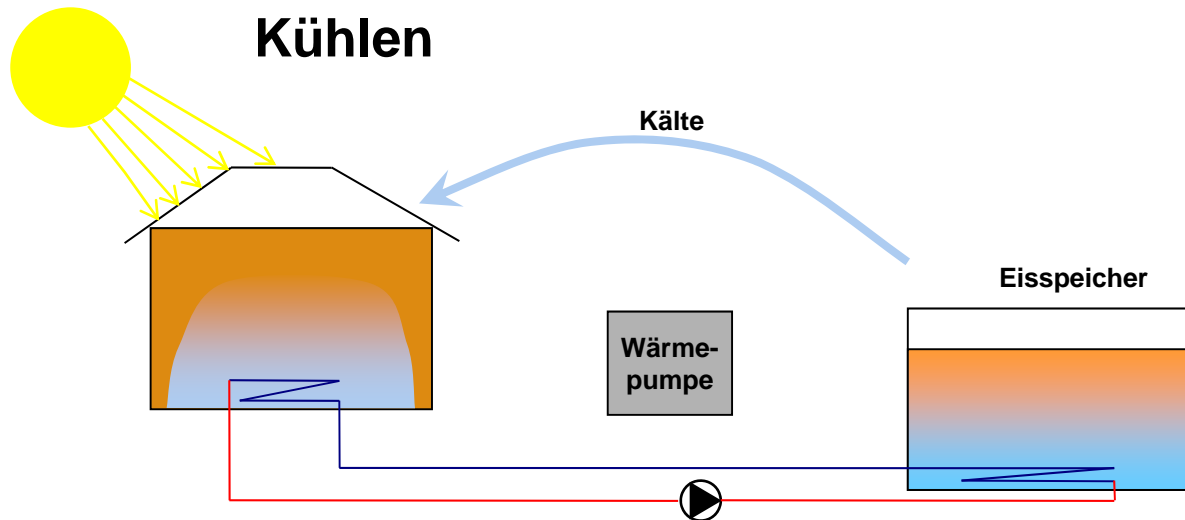
Umbau teilw. denkmalgeschütztes Ensemble mehrere Lagergebäude zum Stadtarchiv
 Leistung Generalplanung LPH 2-9 | Bauzeit 2008-2010
 Bauherr Landeshauptstadt Stuttgart



Heizen

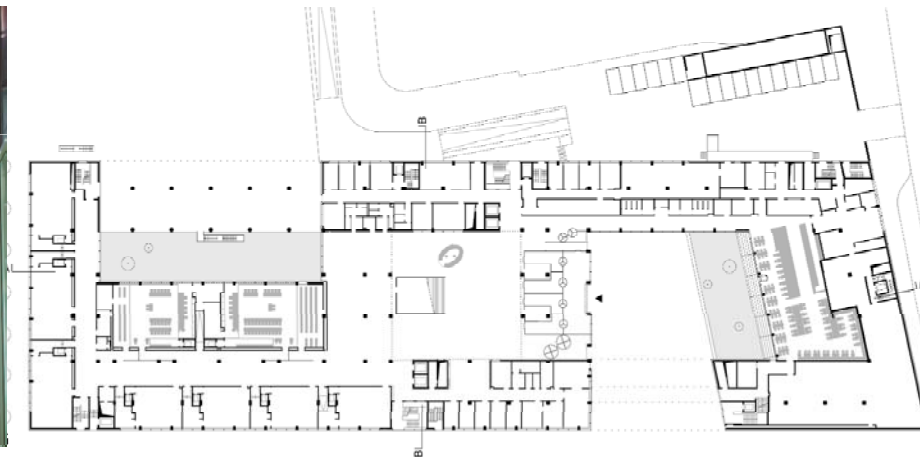


Kühlen



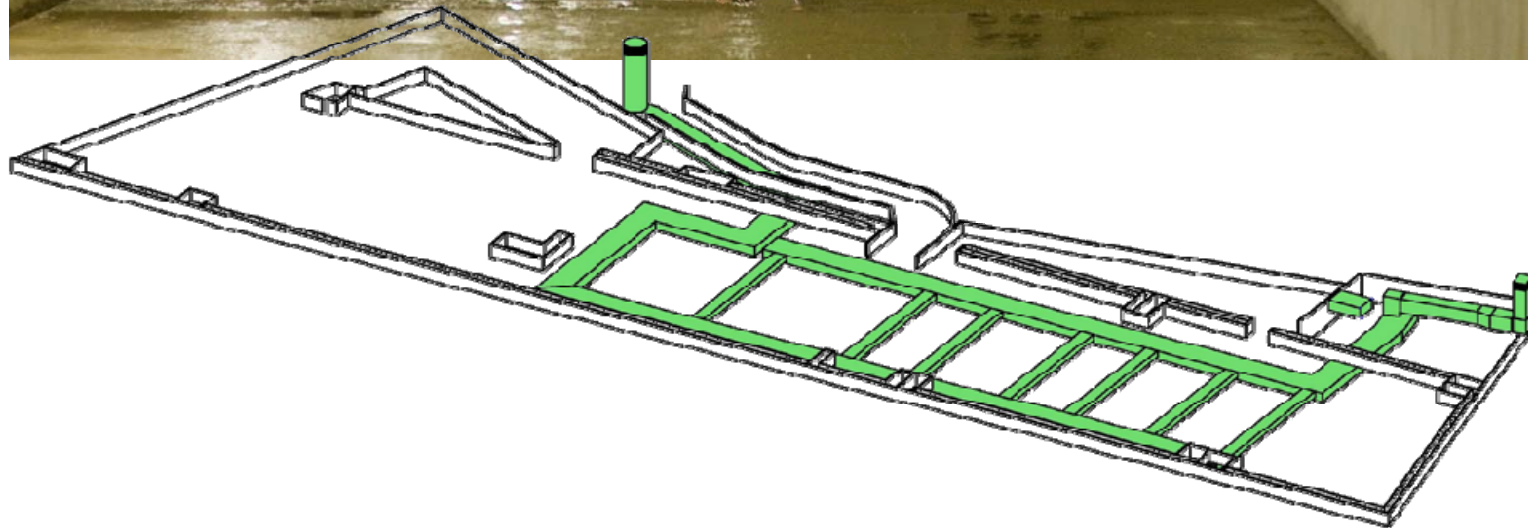


Energiekonzept Stadtarchiv Bad Cannstatt



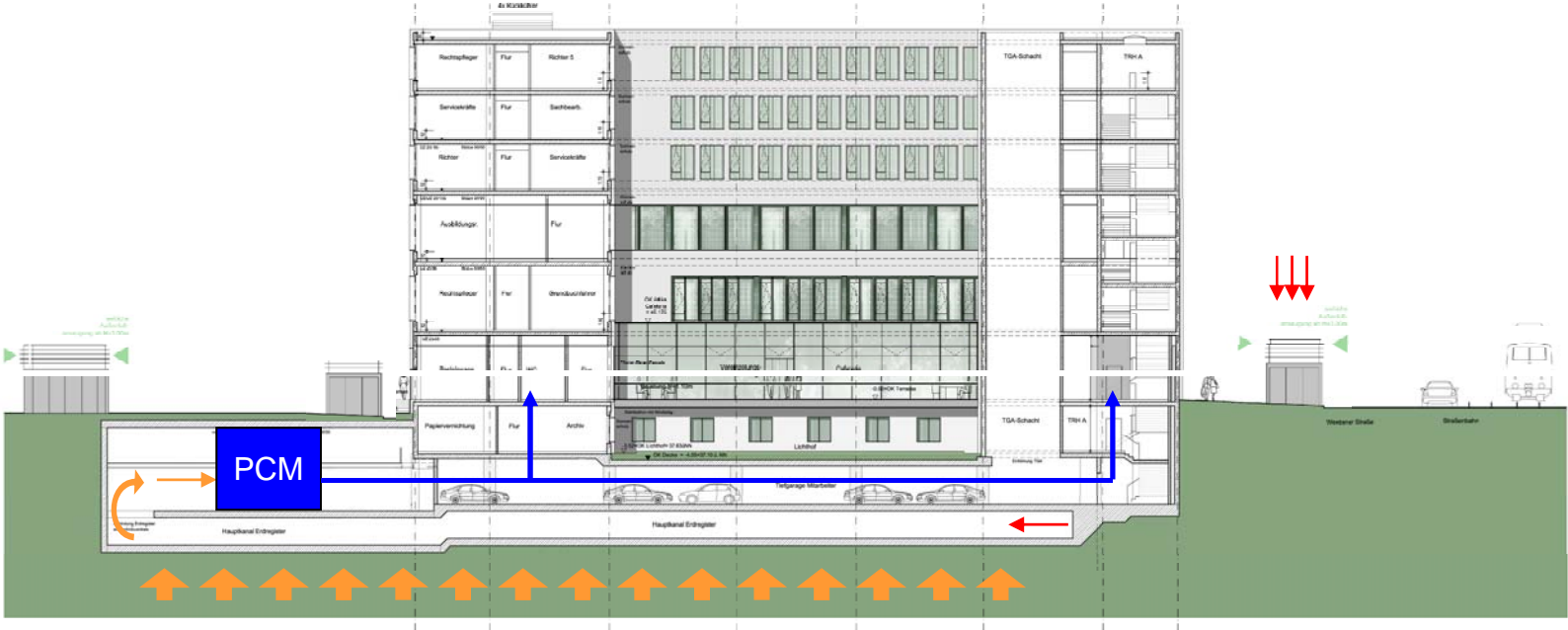
Land- und Amtsgericht | Düsseldorf
Neubau | Realisierungswettbewerb 1. Preis (03/2006)
Fotos © Holger Knauf, Düsseldorf

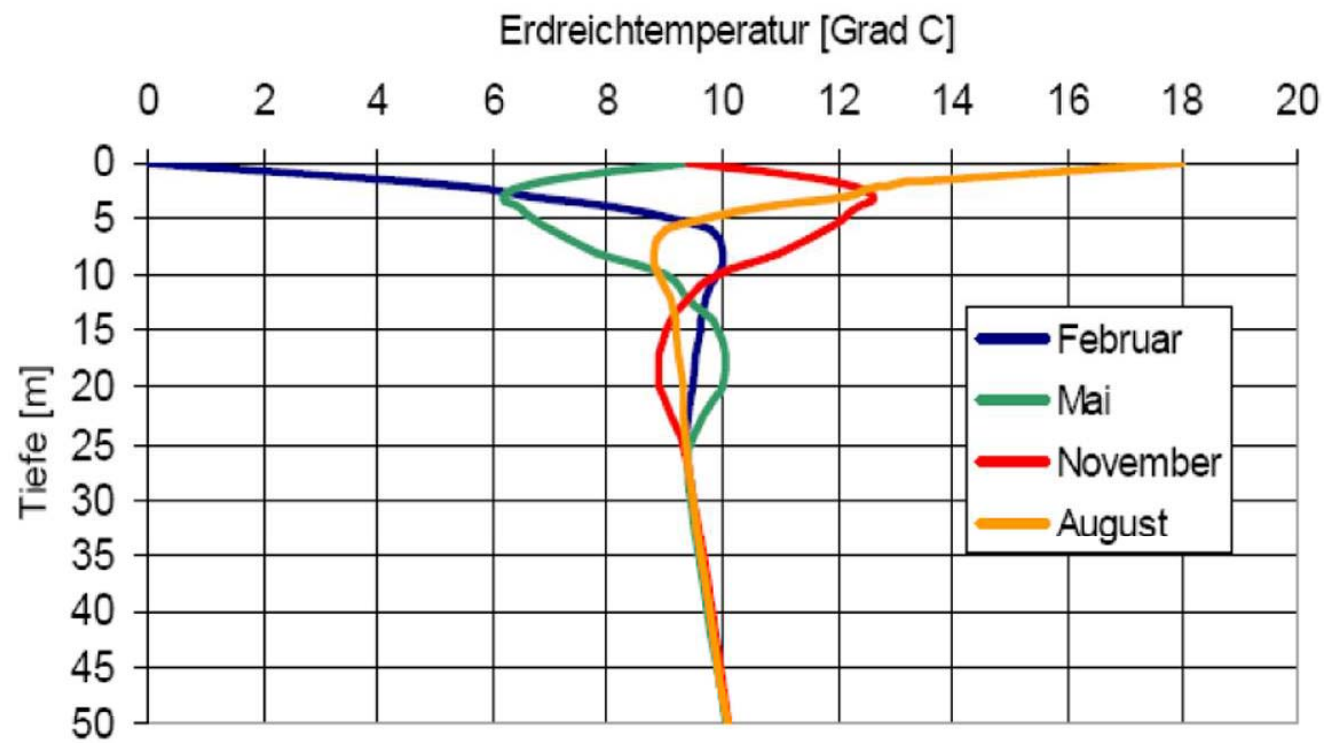




Luft-Erdregister

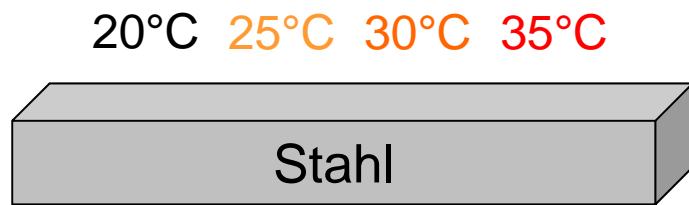
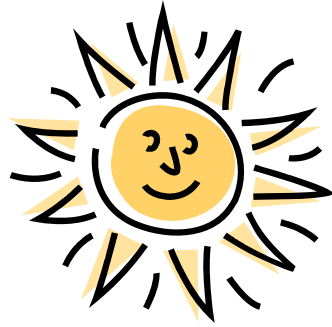
Luft-Erdregister + Latentwärmespeicher



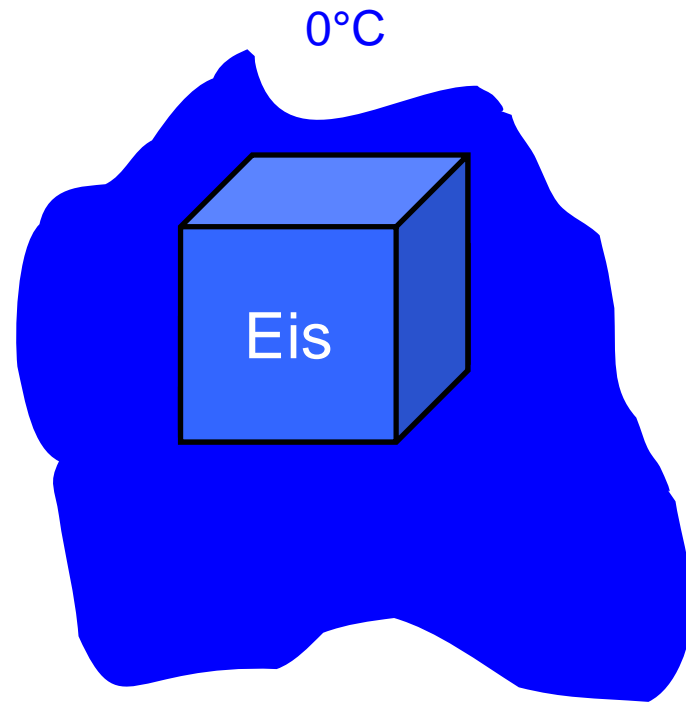


Temperaturverlauf im Erdreich

Energieaufnahme



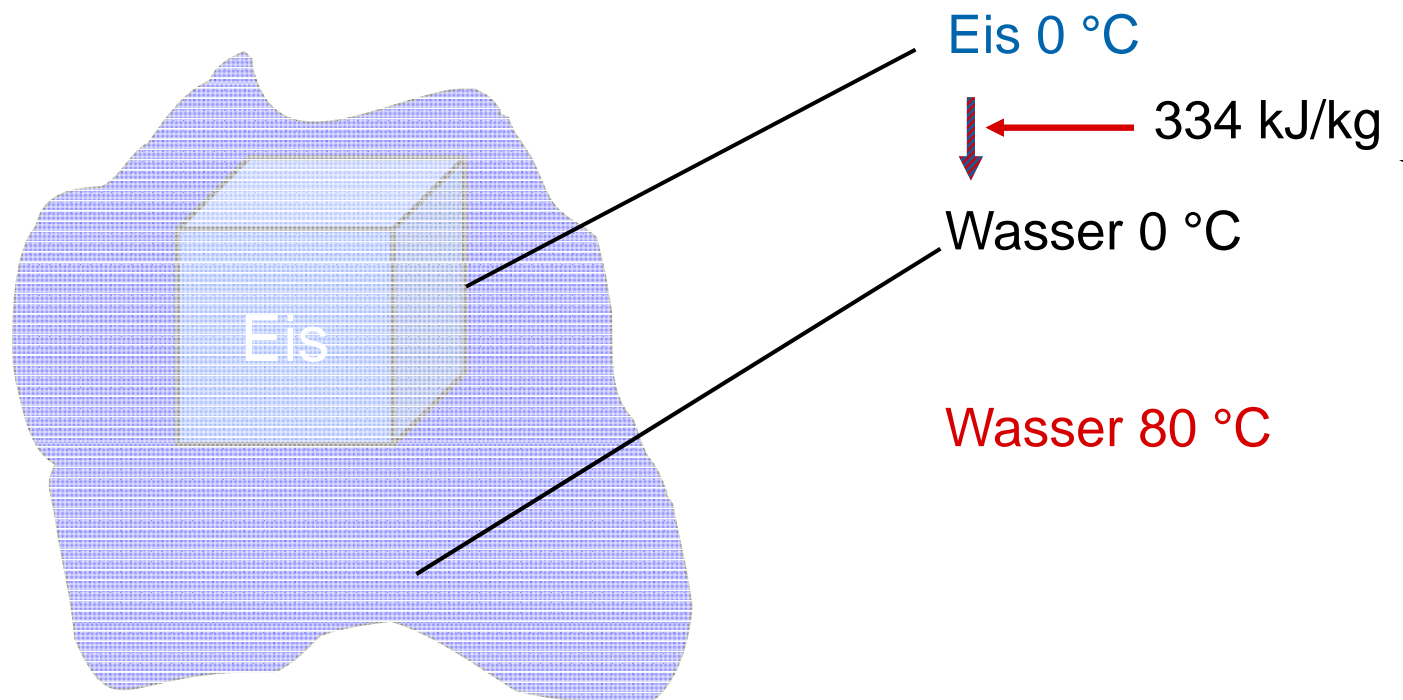
Sensible
Energieaufnahme

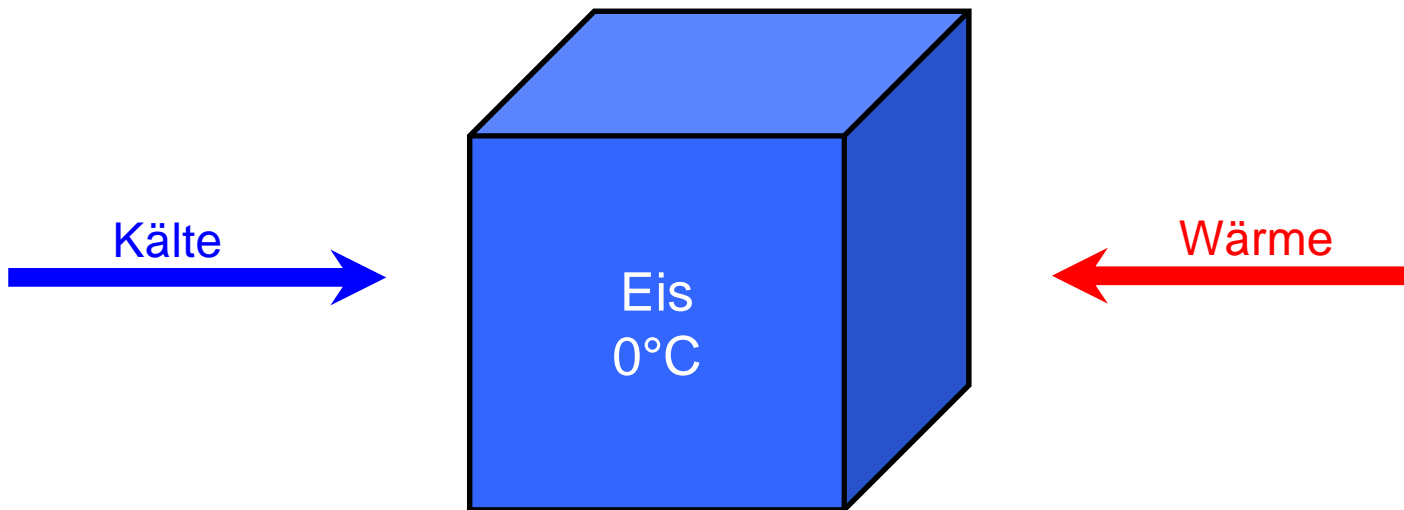


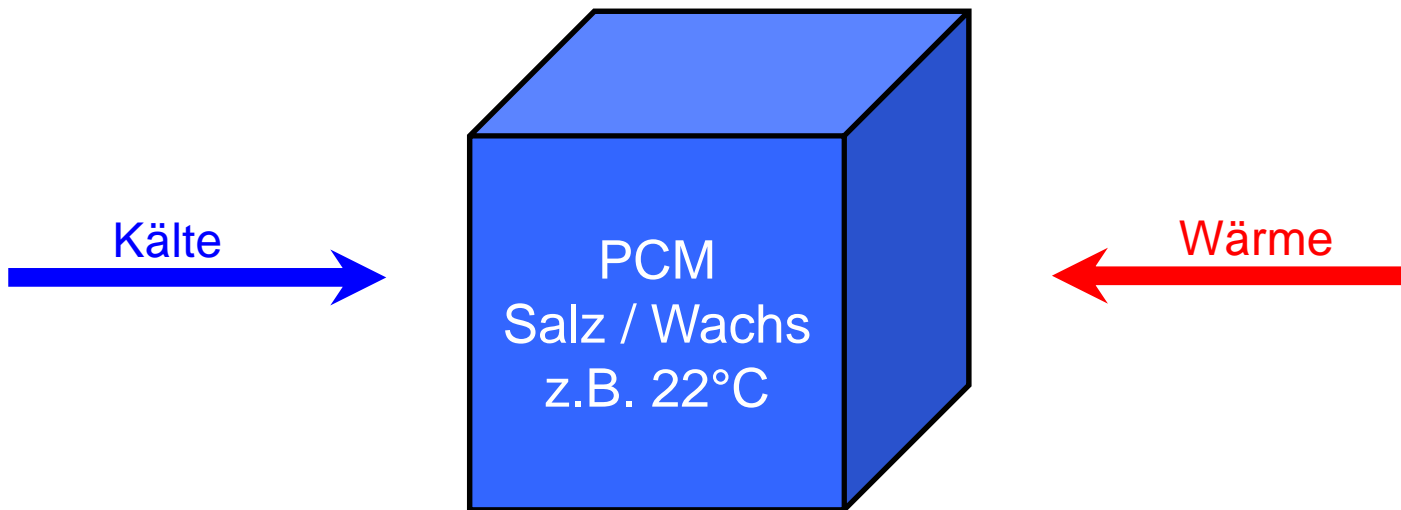
Latente
Energieaufnahme

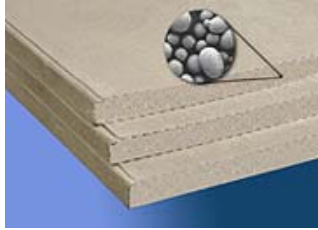
Der Phasenwechsel

Energiespeicherung:

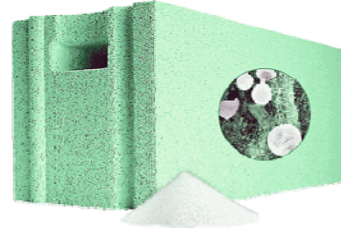








Smartboard – BASF



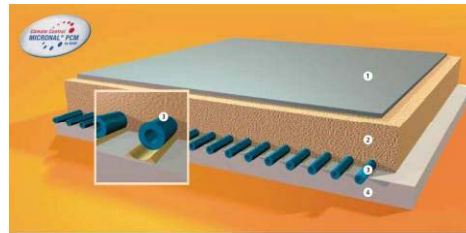
CelBloc Plus – H+H Celcon



maxit clima – maxit



PCM-Modul - Emco



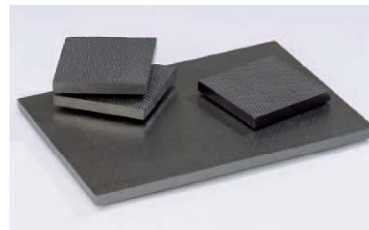
Kühlsegel mit PCM - Ilkazell



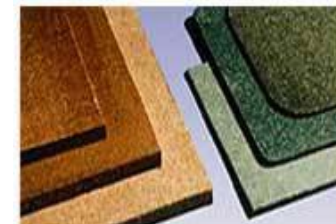
CSM Platte – Rubitherm



Compound GC20 – SGL Group



Platten LC20 – SGL Group



Rubitherm FB – Rubitherm

PCM in der Gebäudetechnik

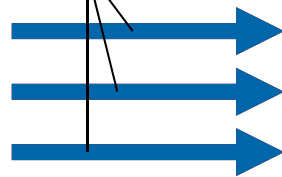
Sommer



außen

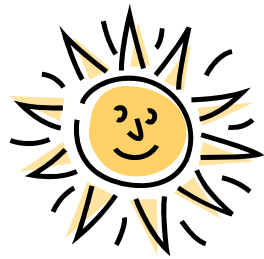
innen

AUL



Nutzungsprinzip PCM

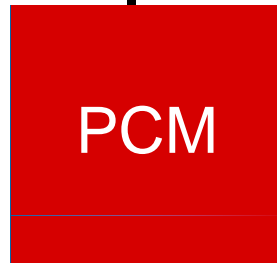
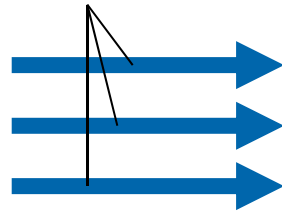
Winter



außen

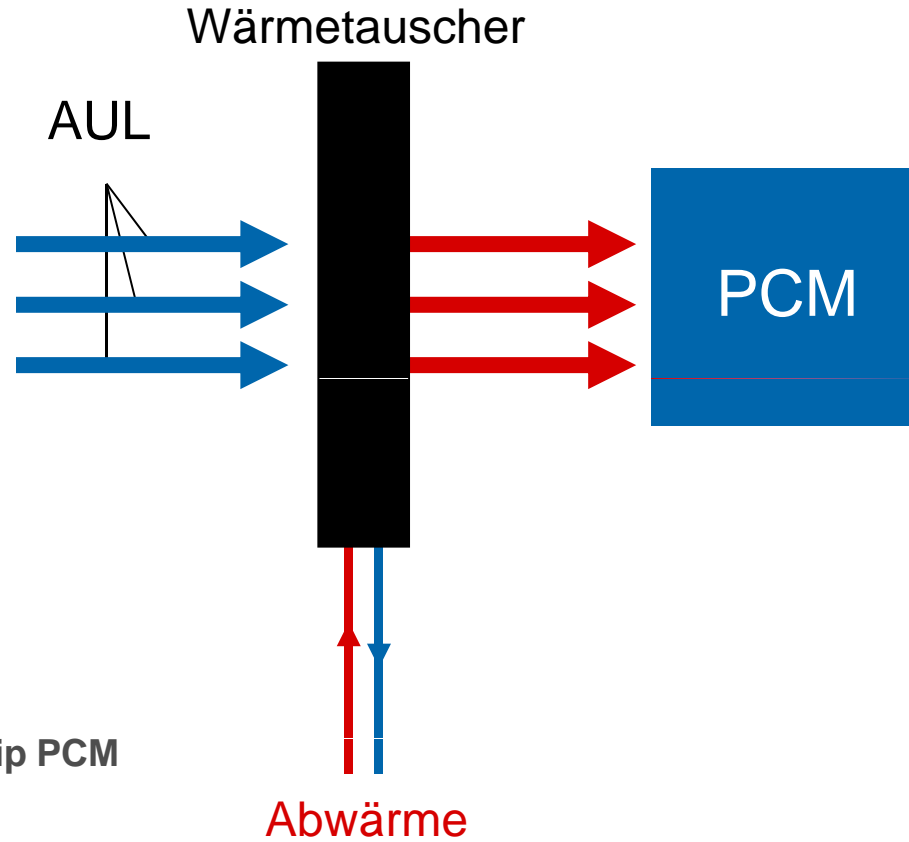
innen

AUL

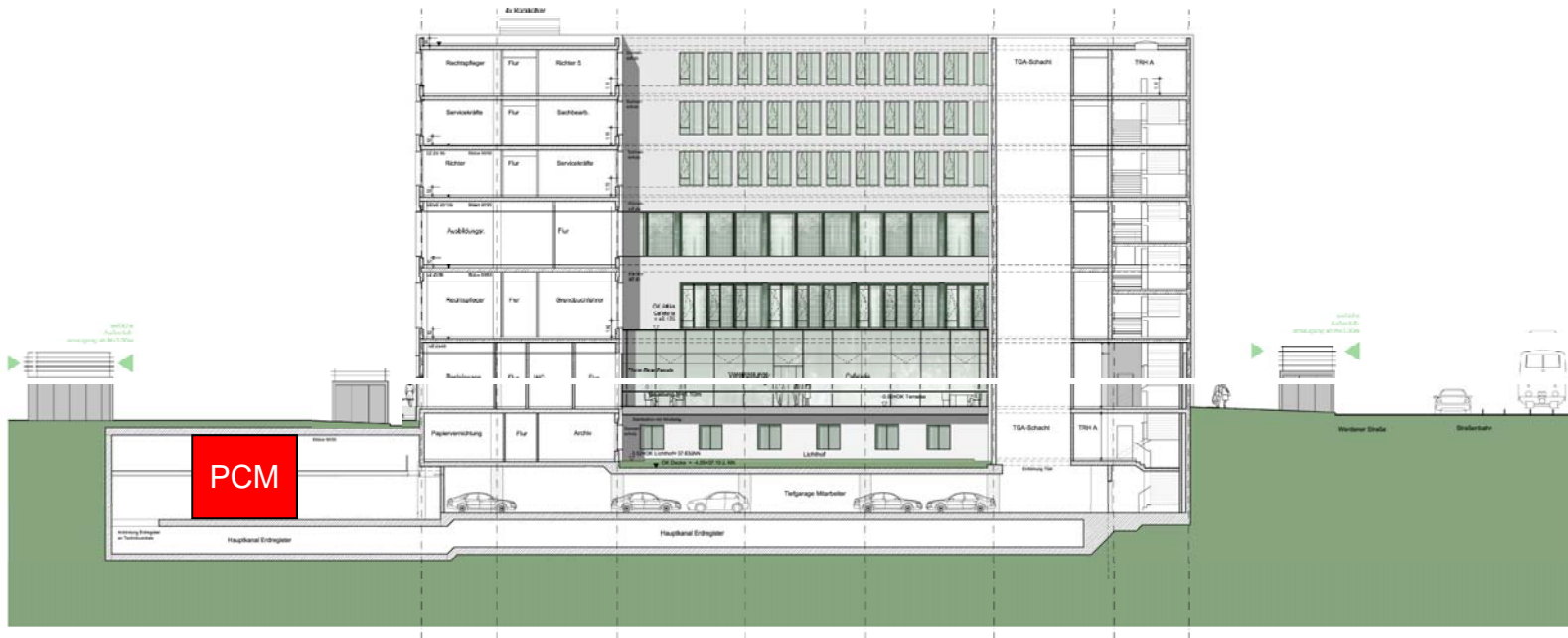


Nutzungsprinzip PCM

Winter



Nutzungsprinzip PCM



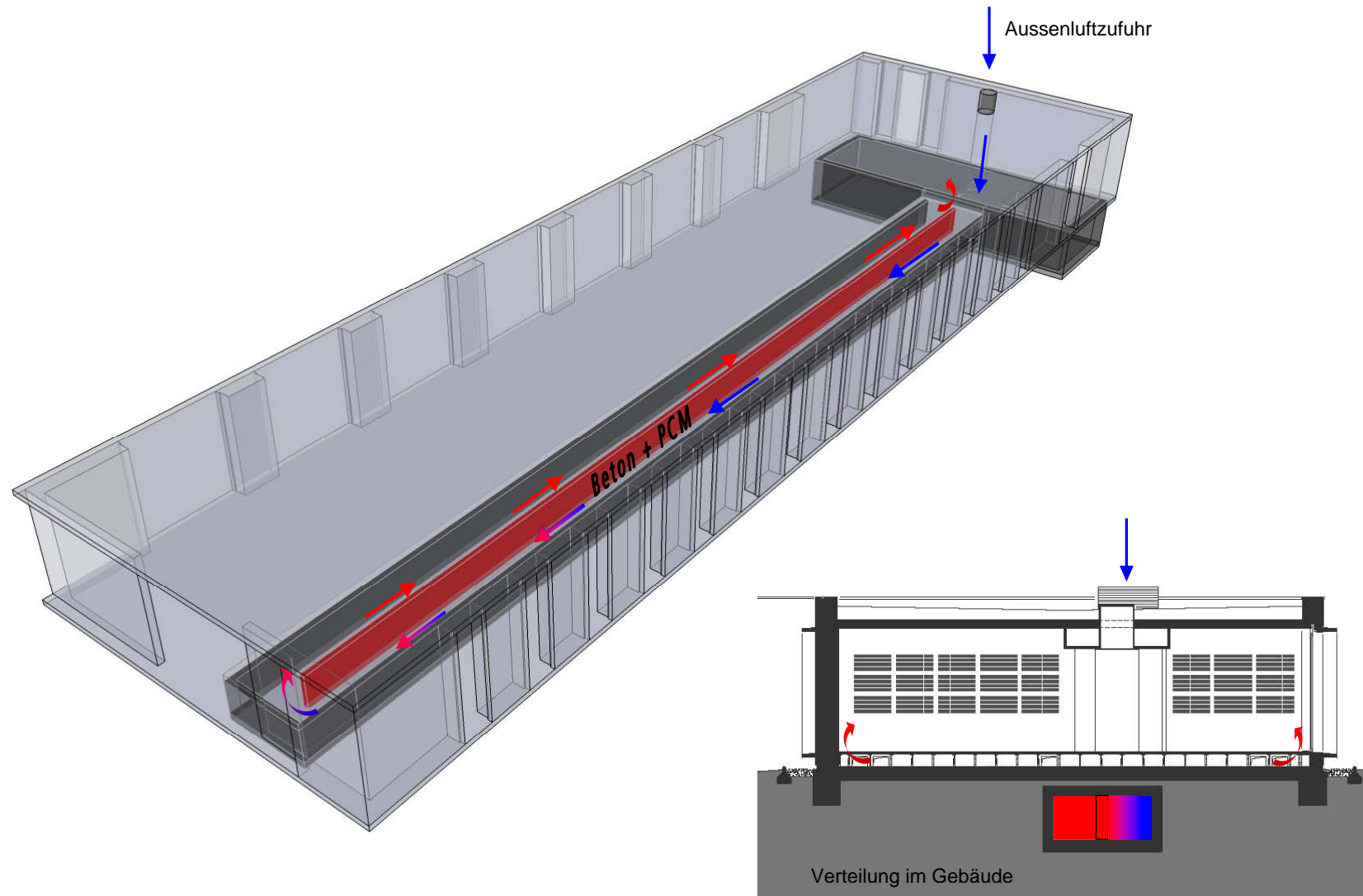
Das Konzept

Weitere Innovationen ?





Betonfertigteile mit PCM, Probeguss Firma Kleihues



Bürogebäude Ibbenbüren
 Lufterdregister mit Latentwärmespeicher (PCM)

Entscheidende Fakten:

städtebauliche Integration

Gebäudehülle: A/V, Ausrichtung, Glasanteil

mechanische Lüftung, zentral/dezentral

Flächensysteme Heizung/Kühlung

Akustik

außenliegender Sonnenschutz

Kosten plausibel

