

Kybernetische Gebäudemodelle

Sparen oder Gewinnen?haben wir die richtige Effizienzstrategie?

Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik
Technische Universität Darmstadt
El Lissitzky Strasse 1
64 287 Darmstadt

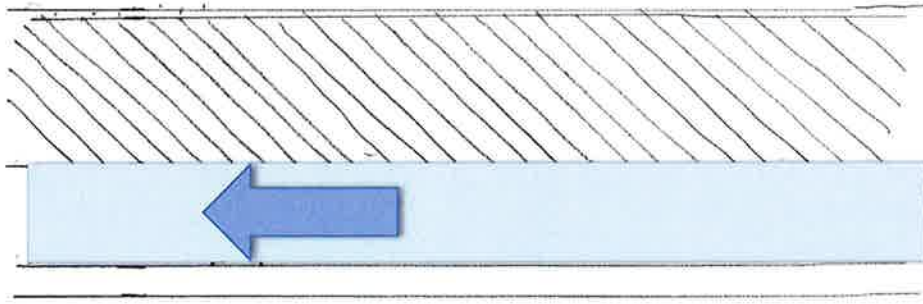
www.pfeiferarchitekten.de

Die Struktur der ENEC und aller zu Grunde liegender Normen



Energieverluste minimieren

4 14,5 20 1,5



U-Wert: 0,23 W/m²K

0 EnEV 2009*: U<0,35 W/m²K 0,5

Feuchteschutz™

0 41,4 g/m² (1,2%) 0 Trocknung (Tage) 100

Phasenverschiebung: 15,2h

Hitzeschutz^{beta}

Temperaturamplitudendämpfung: 34,5

Phasenverschiebung: 15,2h

Innen		λ	μ
1	Gipsputz	15 mm	10
2	Ytong Planblock W PP 1,6-0,30	200 mm	5/10
3	Luftschicht (ruhend)	145 mm	1
4	Wärmeschutzglas Ug=0,7	40 mm	1e6
5		mm	

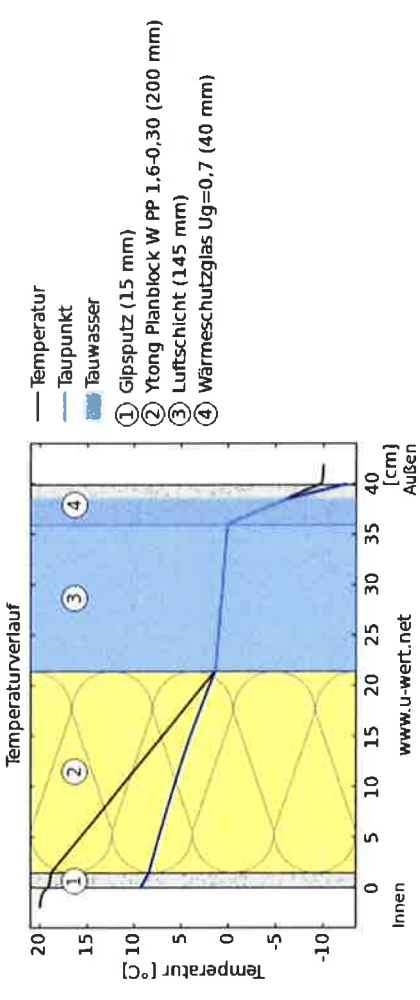
Außen Direkter Übergang zur Außenluft

Schicht einfügen **Balken einfügen**

Klima innen: 20 °C 50 % rel. Luftfeuchtigkeit

Klima außen: -10 °C 80 % rel. Luftfeuchtigkeit

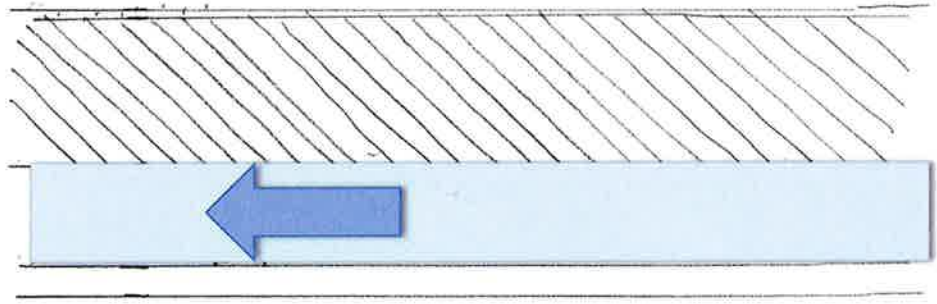
Temperaturverlauf Feuchtigkeit Hitzeschutz U-Wert **Minireis (2)**



Klimaaktive Wand -transluzenter Luftkollector, Ytong Planblock

4 14,5 20

1,5



Bauteil: **Wand** Name:

U-Wert: 1,70 W/m²K

Feuchteschutz

0 ENEC Bestand^{*}: U=0,24 W/m²K 2 Tauwasser (kg) 1
Kein Tauwasser

Hitzeschutz^{beta}

Temperaturamplitudendämpfung: 3,0
Phasenverschiebung: 7,0h

Innen		A	μ	
1	Gipsputz	15 mm	0,35	10
2	Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,4)	200 mm	0,7	5/10
3	Hinterlüftung (Außenluft)	145 mm	auto	1
4	Isolierglas Ug=2,8	14 mm	0,075	1e6
5		mm		

Außen Direkter Übergang zur Außenluft

Schicht einfügen Balken einfügen

Klima innen: 20 °C 50 % rel. Luftfeuchtigkeit
Klima außen: -10 °C 80 % rel. Luftfeuchtigkeit

Temperaturverlauf Feuchtigkeit Hitzeschutz U-Wert Hinweise (1)

Temperaturverlauf

— Temperatur
— Taupunkt

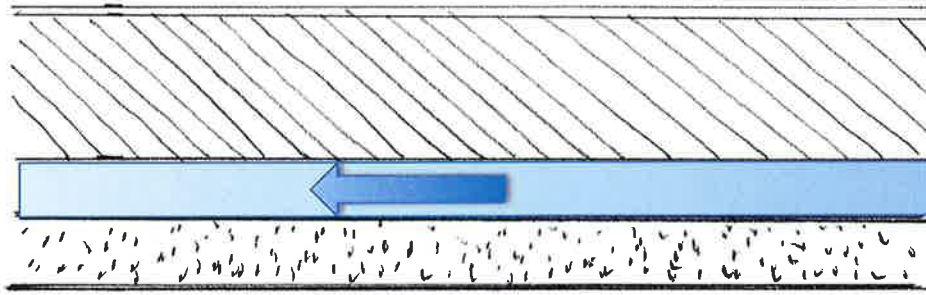
- 1 Gipsputz (15 mm)
- 2 Kalksandstein (200 mm)
- 3 Hinterlüftung (145 mm)
- 4 Isolierglas Ug=2,8 (14 mm)

www.u-wert.net

Erläuterung einblenden | Abbildung herunterladen | Schnitt: anzeigen falls Balken/Sparren vorhanden

Klimaaktive Wand -transluenter Luftkollektor, Kalksandstein

11,5 7 20 1,5



U-Wert: 0,20 W/m²K

Feuchteschutz**

Hitzeschutz

0 ENEC 2009*: U<0,24 W/m²K 0,5

0 Tauwasser (kg) 1
399 g/m² (1,5%) Trocknet 24 Tage

Temperaturamplitudendämpfung: 79,7
Phasenverschiebung: 18,7h

Innen		λ	μ
1	Gipsputz	15 mm	10
2	Ytong Plantblock W PP 2-0,35 λ=0,08	200 mm	5/10
3	Luftschicht (ruhend)	70 mm	1
4	Poroton WDF (12cm)	120 mm	4/5
5	Kalkzementputz	15 mm	15/35
6		mm	

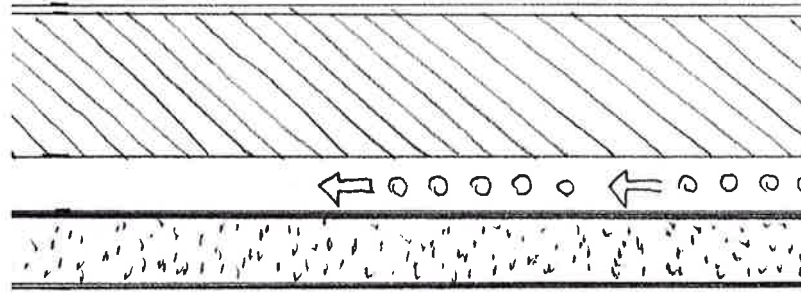
Außen Direkter Übergang zur Außenluft

Schicht einfügen

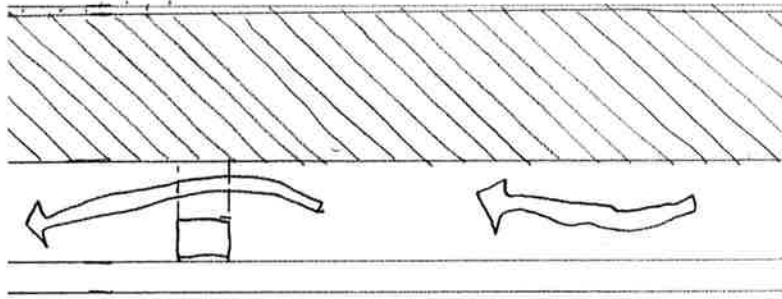
Balken einfügen

Klima Innen: 20 °C 50 % rel. Luftfeuchtigkeit
Klima außen: -10 °C 80 % rel. Luftfeuchtigkeit

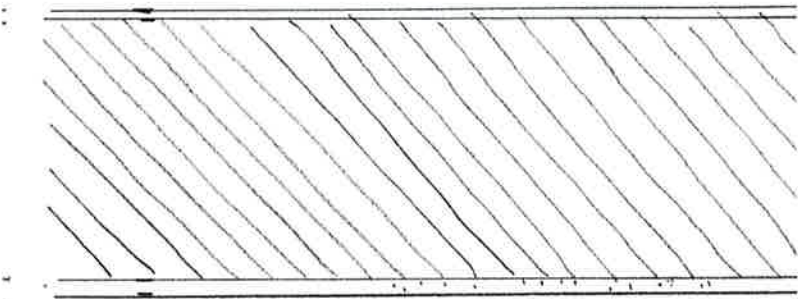
Klimaaktive Wand – mit temperierter Luftschicht



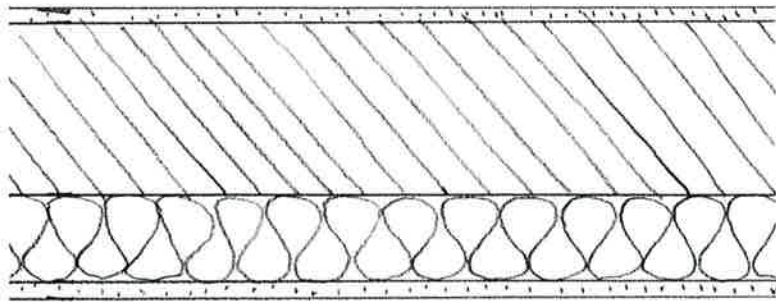
Wand mit temperiertem Luftraum



Wand mit Luftkollektor



Wand Massiv



Wand mit Dämmung



mit solaren Gewinnen

keine solare Gewinne

In der DIN 4108 sind die wärmeübertragenden Hüllflächen zu ermitteln und mit ihren Konstruktionsaufbauten nach der Bauteilmethode die Wärmedurchgangskoeffizienten rechnerisch nachzuweisen. Für die Berechnung der solaren Gewinne werden die Fensterflächen nach ihren Himmelsrichtungen mit den jeweiligen Beiwerten multipliziert. Ganzglasfassaden werden nur zu $\frac{2}{3}$ in die Berechnung einbezogen.

Solare Gewinne, die über eine spezielle Konstruktion der Wand oder des Daches möglich wären, sind im Berechnungsverfahren nicht vorgesehen.

Darüber hinaus:

Das Berechnungsverfahren ist ein statisches und normiertes Verfahren, das keine Unterschiede zwischen Nord- und Süddeutschland macht oder auf eine spezifische Lage oder Situation des Gebäudes eingeht.

Das Nutzerverhalten wird ebenfalls nicht bewertet.

Gleich bzw. ähnlich wird in der Normensammlung der DIN 18599 Verfahren. Die DIN 18599 befasst sich mit der Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (Energiebilanz) von Gebäuden. Sie stammt aus dem Jahre 2005 und wurde auch schon überarbeitet. In der letzten Fassung ist noch folgender Satz zu finden:

Zitat: Klimasysteme mit einer Außenluftansaugung aus der Doppelfassade oder einem Wintergarten (Atrien) sind mit dem Verfahren nach DIN V 18599-2, DIN V 18599-3 und DIN V 18599-7 derzeit nicht berechenbar.



Produktdatenblätter zu Kalopor und Kalopor-Ultra (Beide mit Mineralwolle)

30,0 cm 36,5 cm Ultra - 30,0 cm Ultra - 36,5 cm

Steinart/Steintyp KLB-Kalopor, Dämmung aus Mineralwolle - Z 17.1-959

Wanddicke	cm	30,0		
Format	-	20 DF		
Länge	mm	497		
Breite	mm	300		
Höhe	mm	249		
Anzahl Kammes-/Schlitzreihen	-	3		
Festigkeitsklasse (mittlere Festigkeitsklasse)	(N/mm ²)	2 (2,5)	2 (2,5)	4 (5,0)
Druckspannung σ_g m. DBM	MN/m ²	0,35	0,35	0,60
Charakter. Wert Druckfestigkeit f_k	-	0,9	0,9	1,7
Rohdichteklasse	-	0,40	0,45	0,60
Berechnungsgewicht m. DBM	kn/m ²	5,5	5,5	7,0
Wärmeleitfähigkeit λ_g m. DBM	W/mK	0,08	0,09	0,11
W.-durchlasswiderstand R m. DBM	m ² K/W	3,44	3,44	2,84
U-Wert λ m. DBM	W/m ² K	0,24	0,27	0,33
Wärmespeicherfähigkeit	kJ/m ² K	158	173	248

(Angaben nach m2 ????)



Wärmespeicherfähigkeit von Holz und Beton

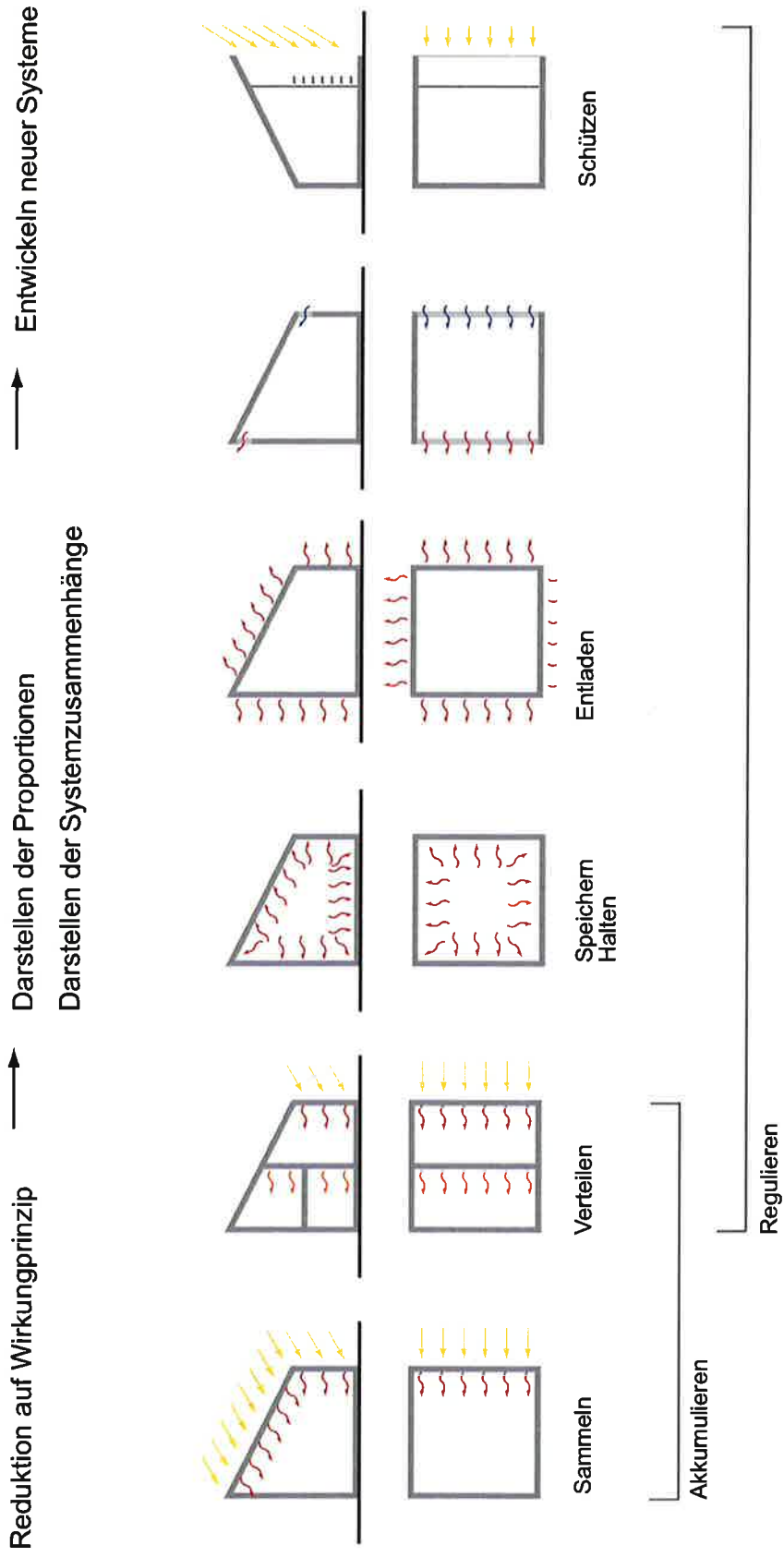
	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne, Buche, Eiche)	Beton (Kiesbeton - Stahlbeton)
ρ [kg/m ³]	400 - 900	1600 - 2200
c [kJ/kg/K]	1,46 - 1,67	0,88
λ [W/m/K]	0,12 - 0,21	0,93 - 1,51
$c \cdot \rho$ [kJ/K/m ³]	584 - 1503	1408 - 1936

Werte aus Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik R. Oldenbourg

(Angaben nach kg.)

Speicherfähigkeit von Materialien Wegen der allgemeinen Betrachtung von innen nach außen eine viel zu vernachlässigter Wert! (kJ(dm³*K)

Was muss ein Gebäude energetisch leisten ?





Kinzigtäler Schwarzwaldhaus



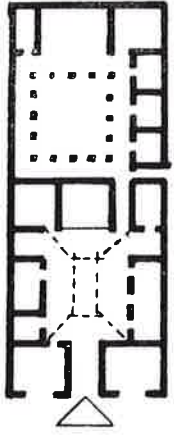
Toraja Mittel-Sulawesi



Hofhäuser in Xidi / China



Karobatak Nord-Sumatra



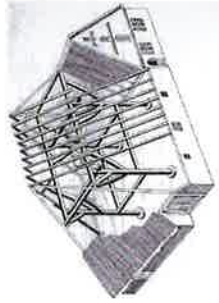
Peristyl Haus Herkulaneum



Hofhaus in der ariden Klimazone – Arabien - China



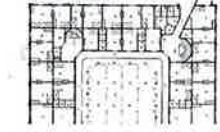
Hauberg



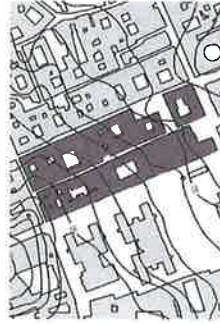
Kemladen Haus Stralsund Kinzigtaler Haus Schwarzwald



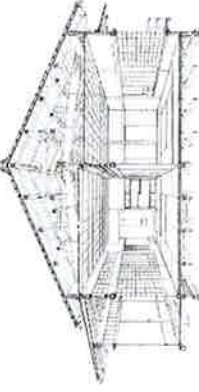
Familistere Guise



Hofhäuser in Neapel



Japanische Haus



Haustyp Venedig

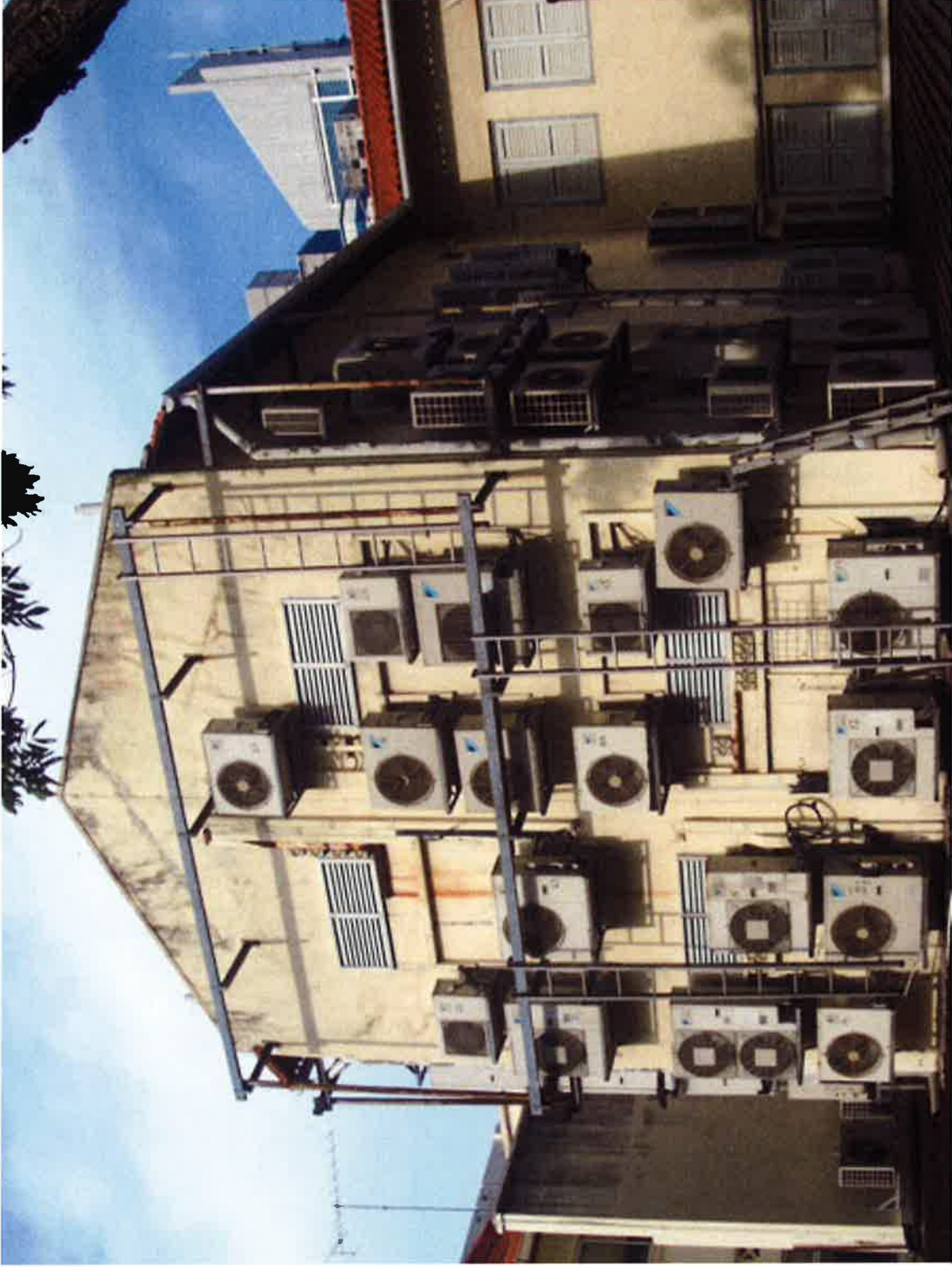


Tessiner Haus



Appenzeller Haus

Die Prinzipien einer klimagerechten Architektur wurde nie
evaluiert



Aus dem architektonischen Prinzip der fortdauernden Evaluation haben wir mit Beginn der Industrialisierung den Veränderungszyklus immer wieder mit Technik erweitert.



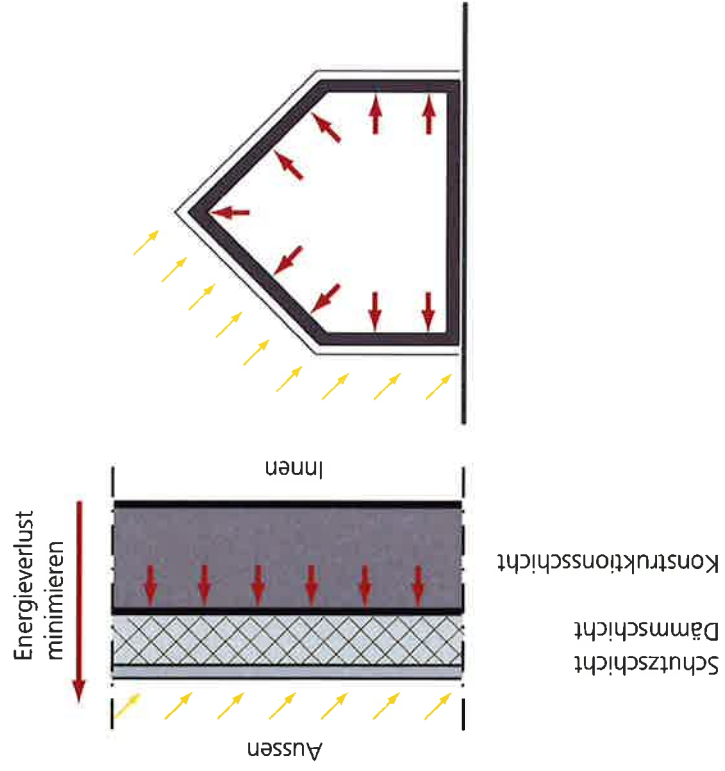
Universitätsbibliothek Freiburg Baujahr 1978 Totalsanierung nach 34 Jahren
wegen zu hoher Unterhaltungskosten von 4 Mio Euro im Jahr. (11.000 € täglich)
Umbaukosten 40 Mio €

Energieverluste minimieren
Dämmung / Dichten

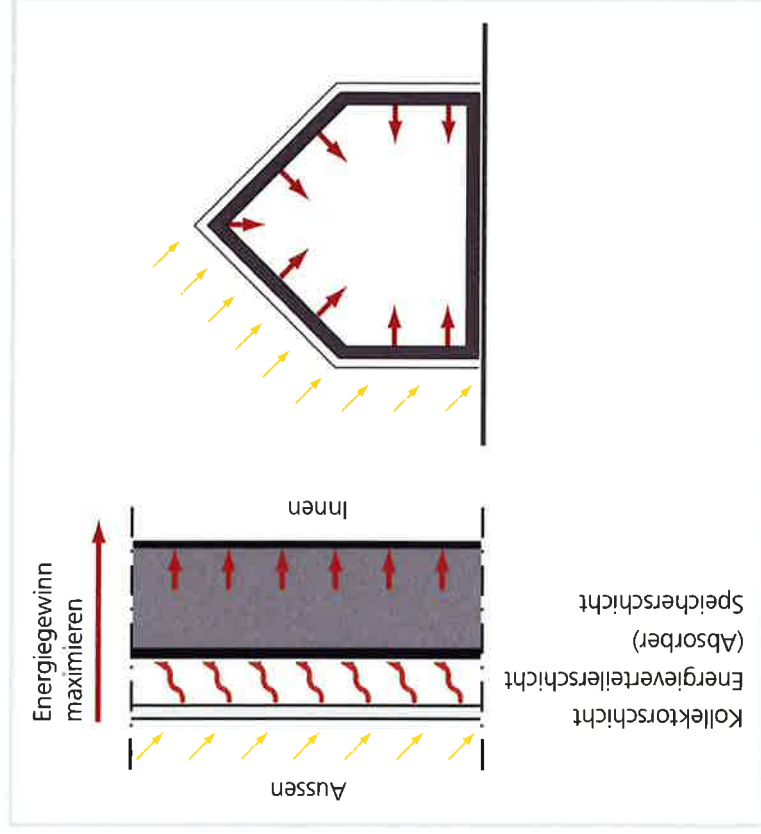


Energiegewinne maximieren
Kybernetisch Planen

$\Sigma \text{Energie} = \text{Energiegewinne} + \text{Energieverluste}$



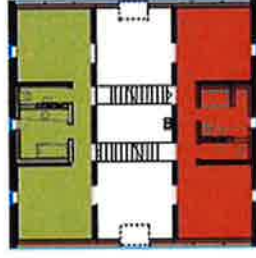
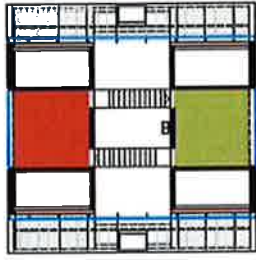
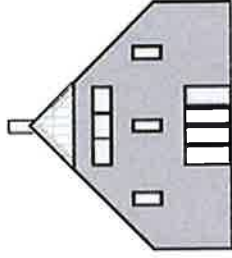
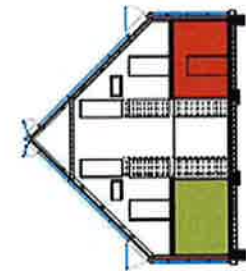
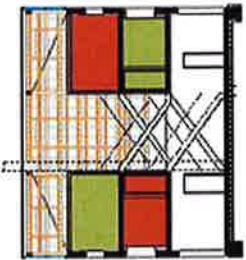
Funktionsprinzip eines (klassischen) energieschützenden Hauses (Winter)



Funktionsprinzip eines energiesammelnden und -speichernden Hauses (Winter)



Patchworkhaus in Müllheim / Baden 2006
Kombination / Energiegarten - Speichermassen -
Pfeifer Roser Kuhn Architekten mit Balck+Partner



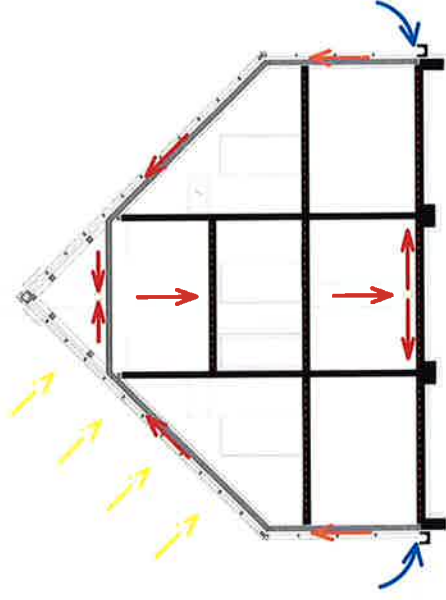
2. OG

1. OG

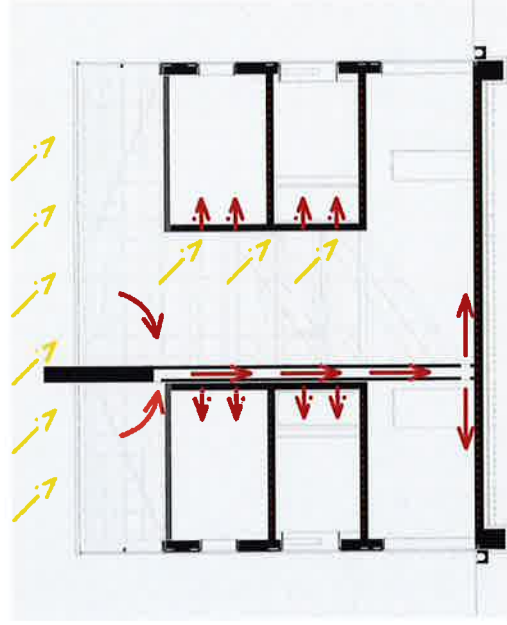
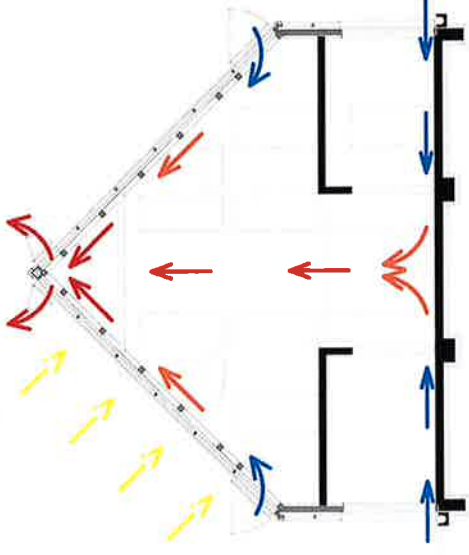
EG

Patchworkhaus Müllheim . Solare Grundrisszonierung

Lufführung Winter



Lufführung Sommer



Patchworkhaus Müllheim – Funktionsweise Luftkollektor – Energiegarten



Patchworkhaus Müllheim – Energiegarten im Haus als Interaktionsraum



Die im Dachspitz gesammelte erwärmte Luft wird über einen einfachen Lüfter und dem zweiten Kaminzug nach unten in die offene Wohnhalle gefördert



Kybernetik

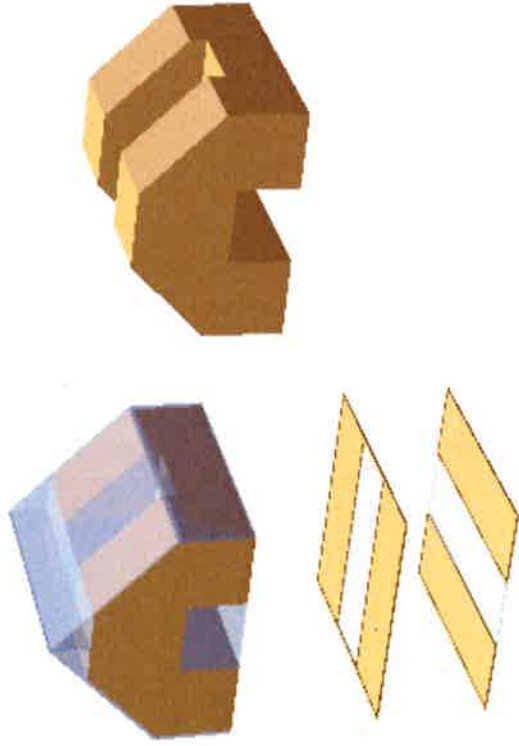
Vernetzung von Raum, Konstruktion, Material und Energie

Bsp. Patchworkhaus



Kybernetik

Vernetzung von Raum, Konstruktion, Material und Energie
Bsp. Patchworkhaus



Masse
Speicherfähigkeit
(Holz außen
Beton innen)

Kybernetik

Vernetzung von Raum, Konstruktion, Material und Energie
Bsp. Patchworkhaus



Masse

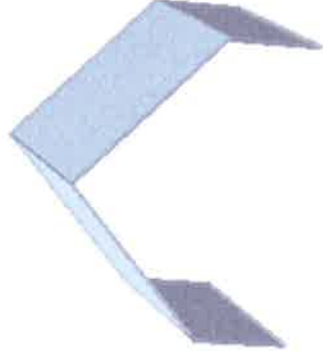
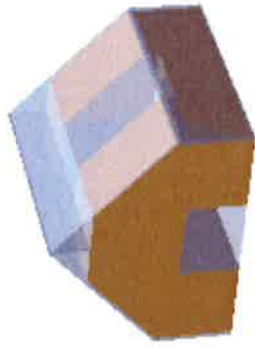
Speicherfähigkeit
(Holz außen
Beton innen)

Raum

Kommunikation
Energiegarten

Kybernetik

Vernetzung von Raum, Konstruktion, Material und Energie
Bsp. Patchworkhaus



Masse

Speicherfähigkeit
(Holz außen
Beton innen)

Raum

Kommunikation
Energiegarten

Hülle

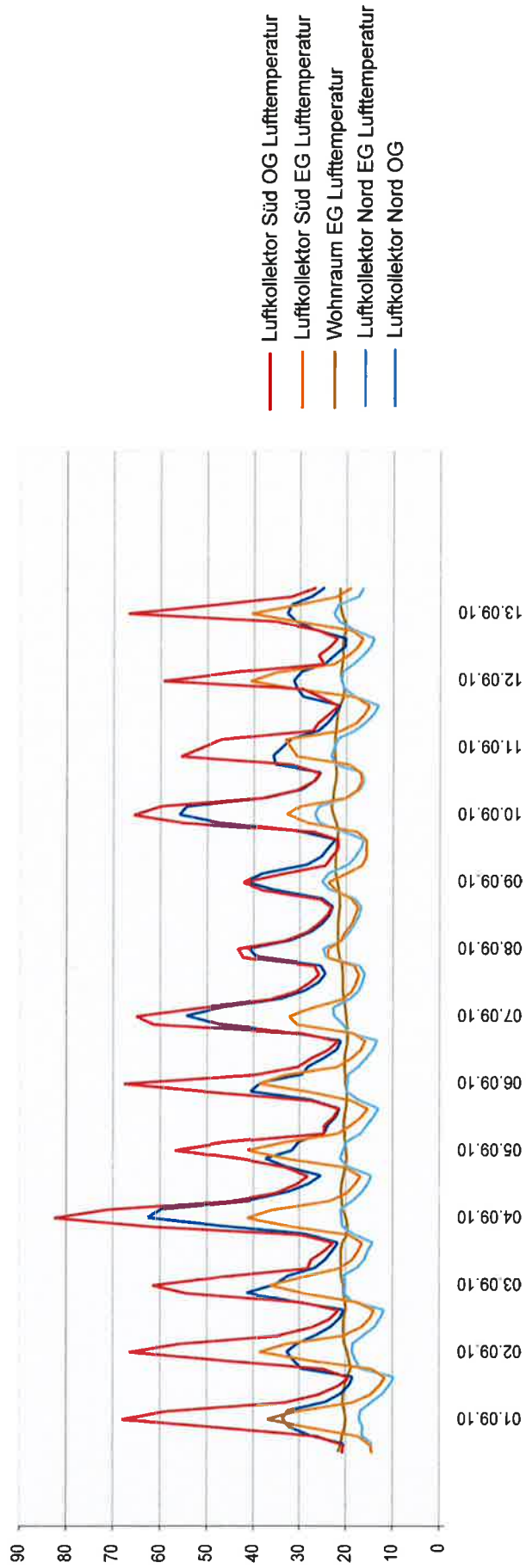
Luftkollektor
Witterungsschutz
(Polycarbonat)



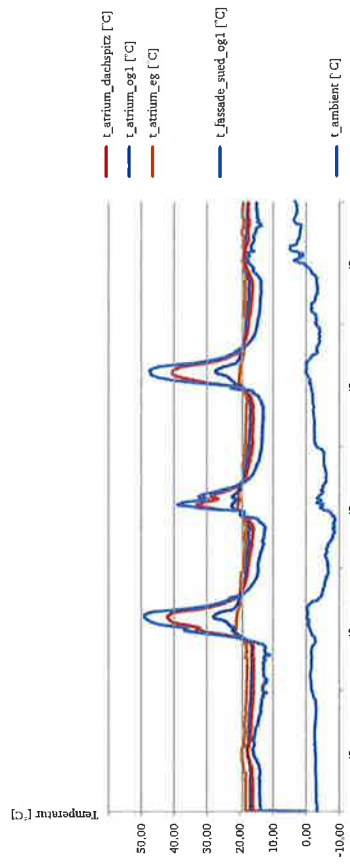
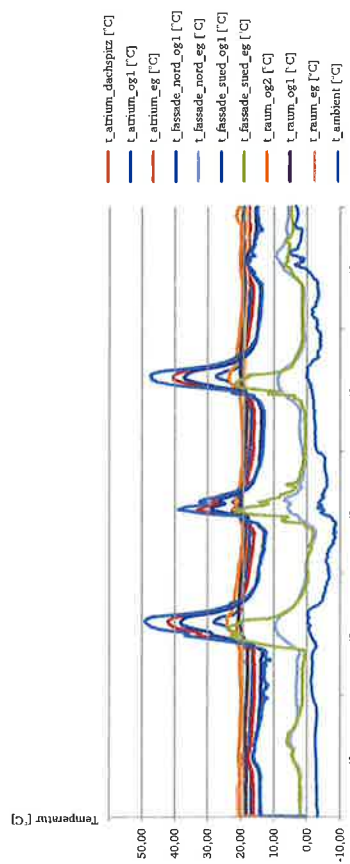
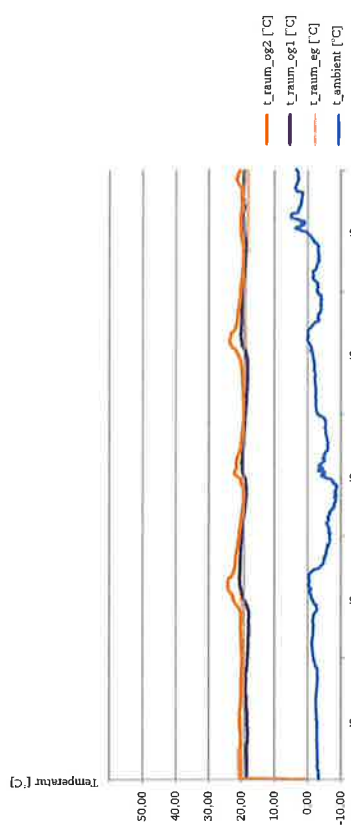
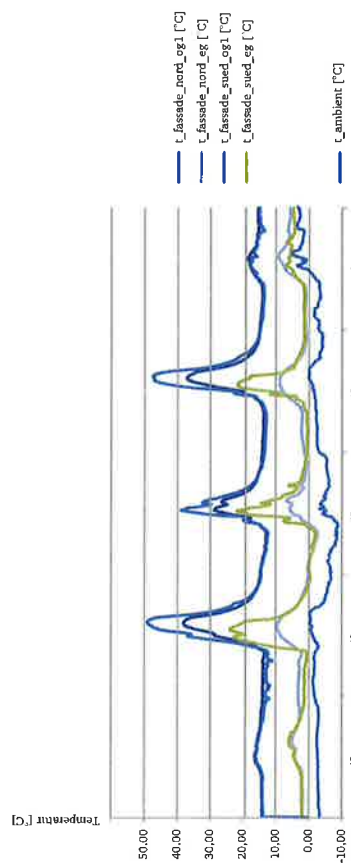
Heizwärmeverbrauch = ca. 30 kWh/m²a

Primärenergiebedarf $Q_p = 24,3$ kWh/m²a

Zusammengefasst günstiger als ein Passivhaus



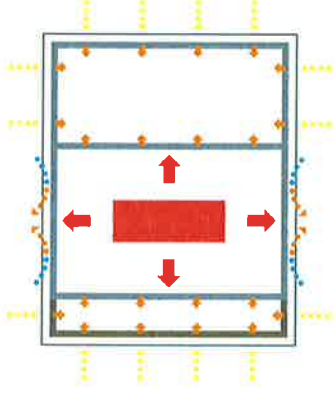
Patchworkhaus Müllheim – Messdaten im September 2010



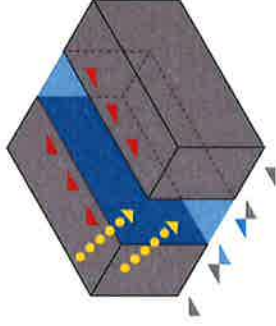
Messdaten einer Frostwoche Dezember 2012

Basismodule der Planung

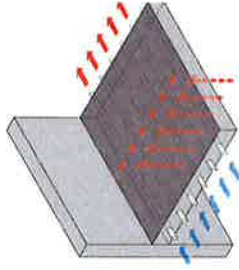
Zonierung der Funktionen nach energetischen Gesichtspunkten



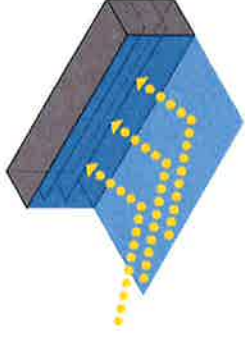
Energiegarten-Luftkollektor
-Hypokausten-Kombination



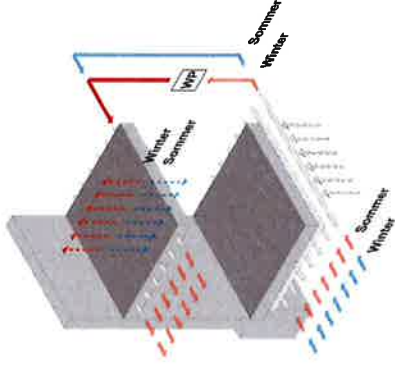
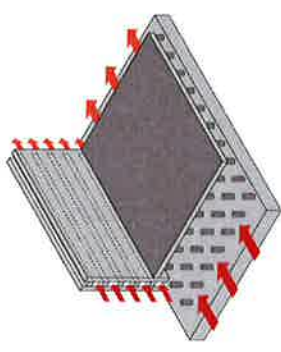
Bauteilaktivierung / Speichermassen

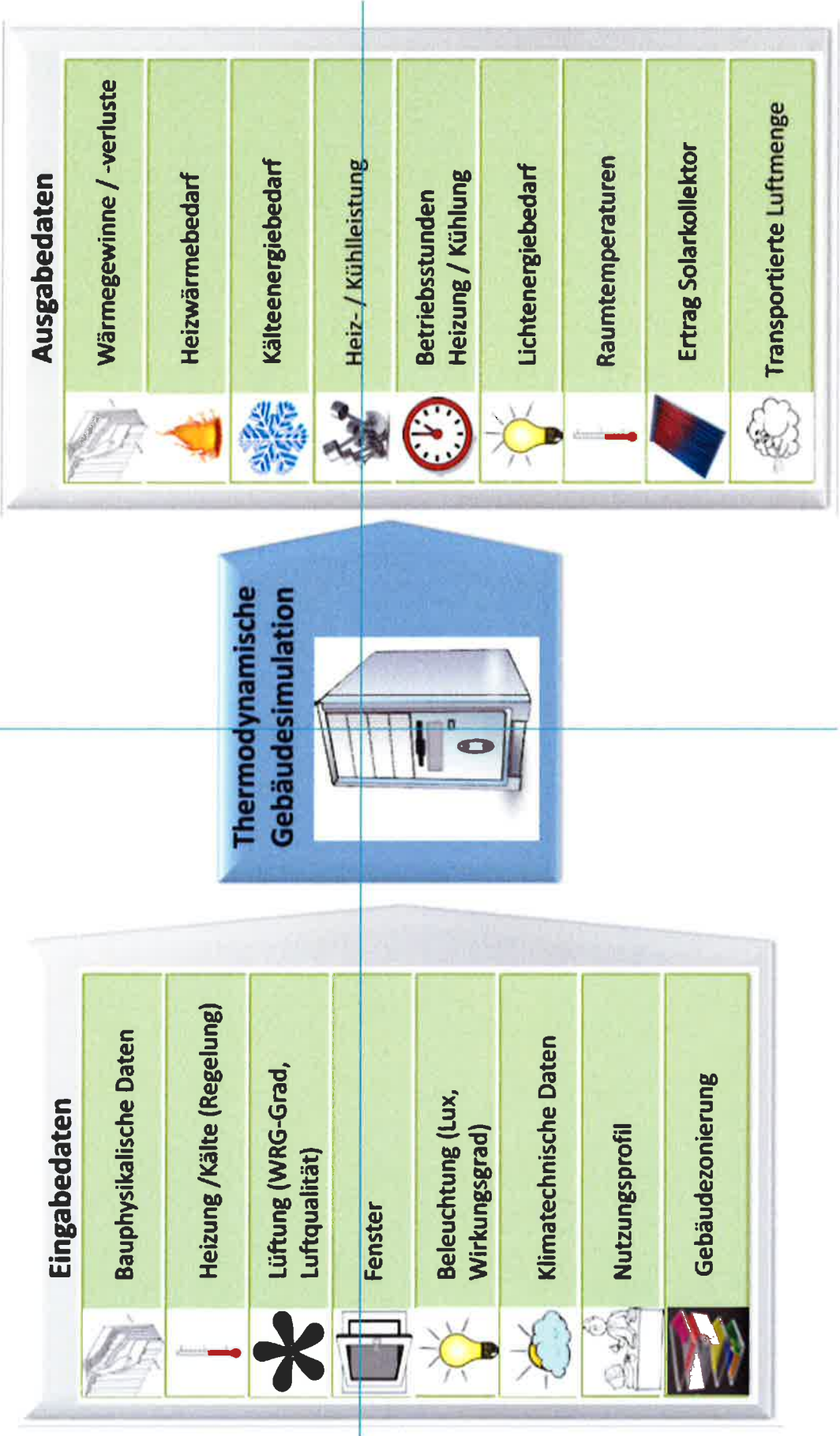


Wasser
zur Reflexion, Kühlung, Speicherung
Adiabate Kühlung




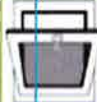

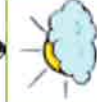




Nutzung von Prozessenergien

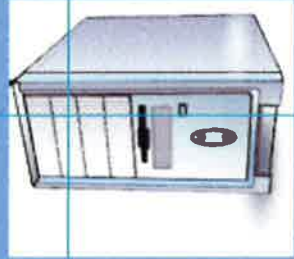









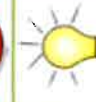



Eingabedaten

	Bauphysikalische Daten
	Heizung / Kälte (Regelung)
	Lüftung (WRG-Grad, Luftqualität)
	Fenster
	Beleuchtung (Lux, Wirkungsgrad)
	Klimatechnische Daten
	Nutzungsprofil
	Gebäudezonierung

Thermodynamische Gebäudesimulation



Ausgabedaten

	Wärmegewinne / -verluste
	Heizwärmebedarf
	Kälteenergiebedarf
	Heiz- / Kühlleistung
	Betriebsstunden Heizung / Kühlung
	Lichtenergiebedarf
	Raumtemperaturen
	Ertrag Solarkollektor
	Transportierte Luftmenge

Systematik der thermodynamischen Simulation

Prinzip Energiegewinnung Wand _Außen _ Speichermassen_



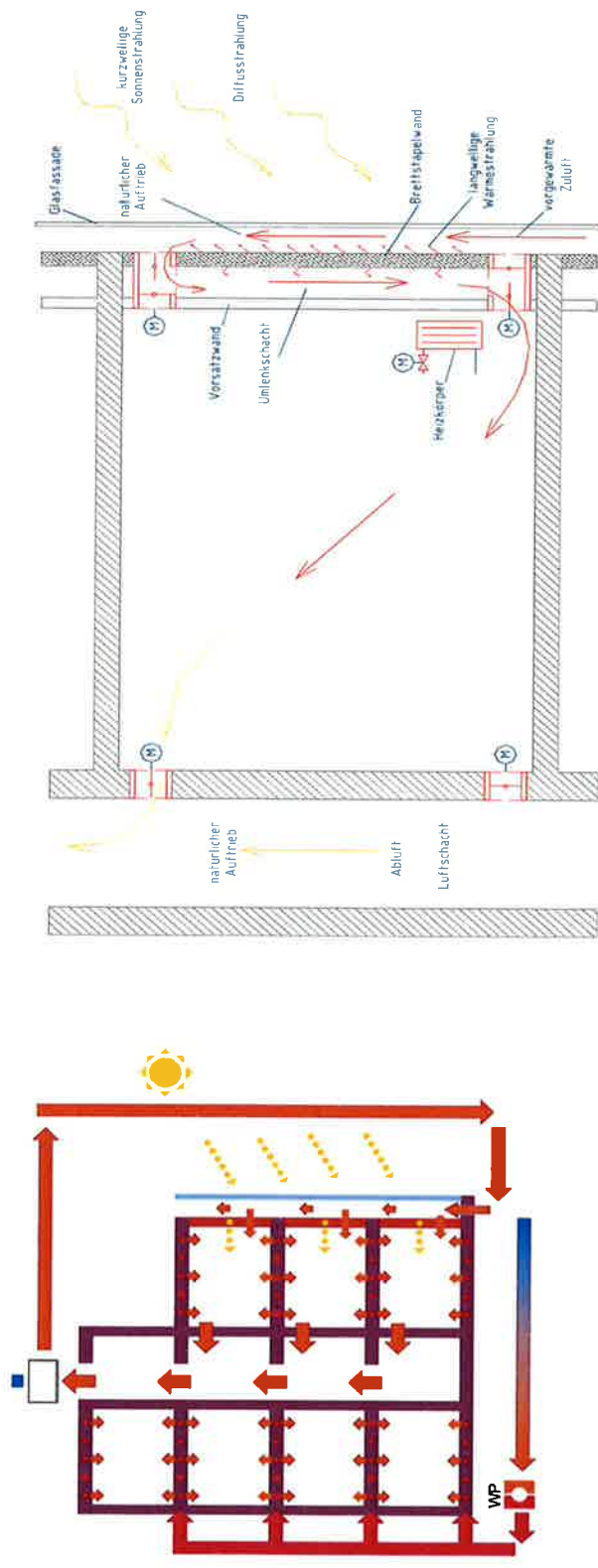
Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene Universität Freiburg 2003-2007

offener Grundriss, Installationskerne als Tragfunktionen, Laborinstallationen vor der Nordfassade.
Bauteilaktivierung, Luftkollektor – vor Holzwand

Architekten: Pfeifer Kuhn Architekten Freiburg Energiekonzept Delzer Kybernetik Lörrach

Grundfunktionen Wärmen / Winterfall

Erdwärme temperiert Betondecken. Energiegärten und Speichermassen = gute Klimapuffer
Solar erwärmte Luft strömt über Luftkollektor in die Büros.
Verbrauchte Raumluft strömt über Wärmetauscher entnommen und dem Kreislauf wieder zugeführt.



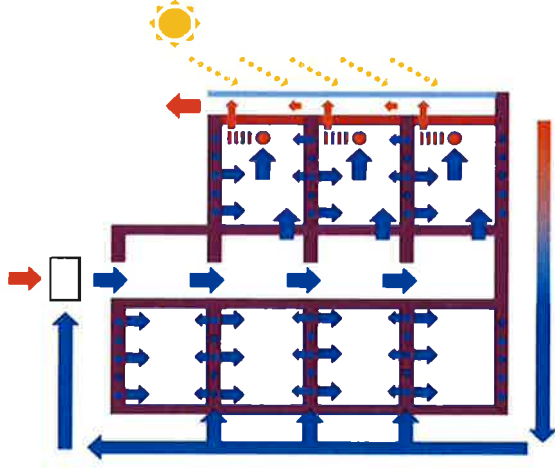
Architekten: Pfeifer Kuhn Architekten Freiburg Energiekonzept Delzer Kybernetik Lörrach

Grundfunktionen Kühlen/Sommerfall

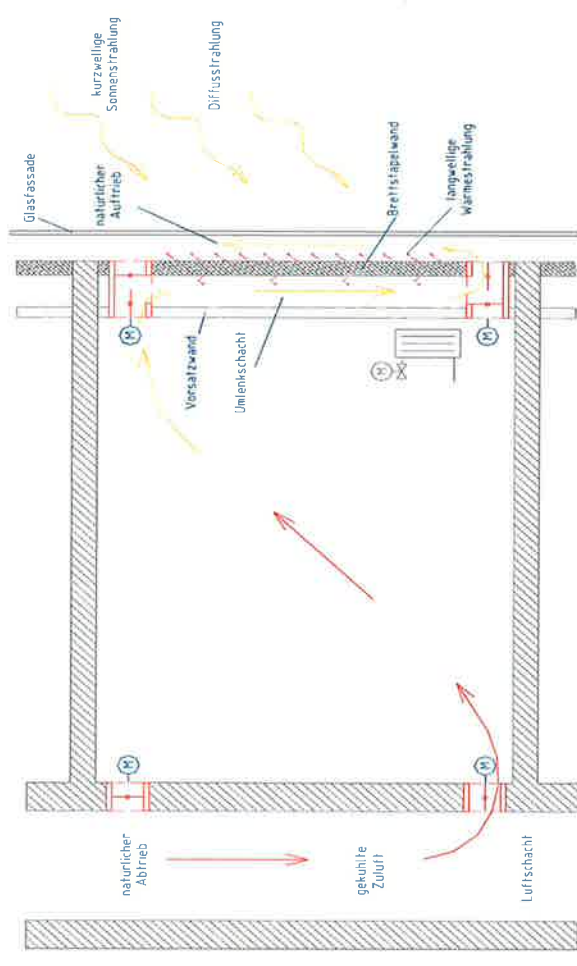
Institut für Umweltmedizin und
Krankenhaushygiene Universität Freiburg
2003-2007

Bauteilkühlung durch Bauteilaktivierung über Erdkollektor.
Wärmetauscher wird mit gekühltem Wasser aus dem Erdregister versorgt.

Die kühle Luft fällt über Schächte in die Bürozone. Die erwärmte Luft aus den Bürozone wird über natürlichen Auftrieb im Luftkollektor nach außen abgezogen.



Heizwärmebedarf = 47,6 kWh/m²a



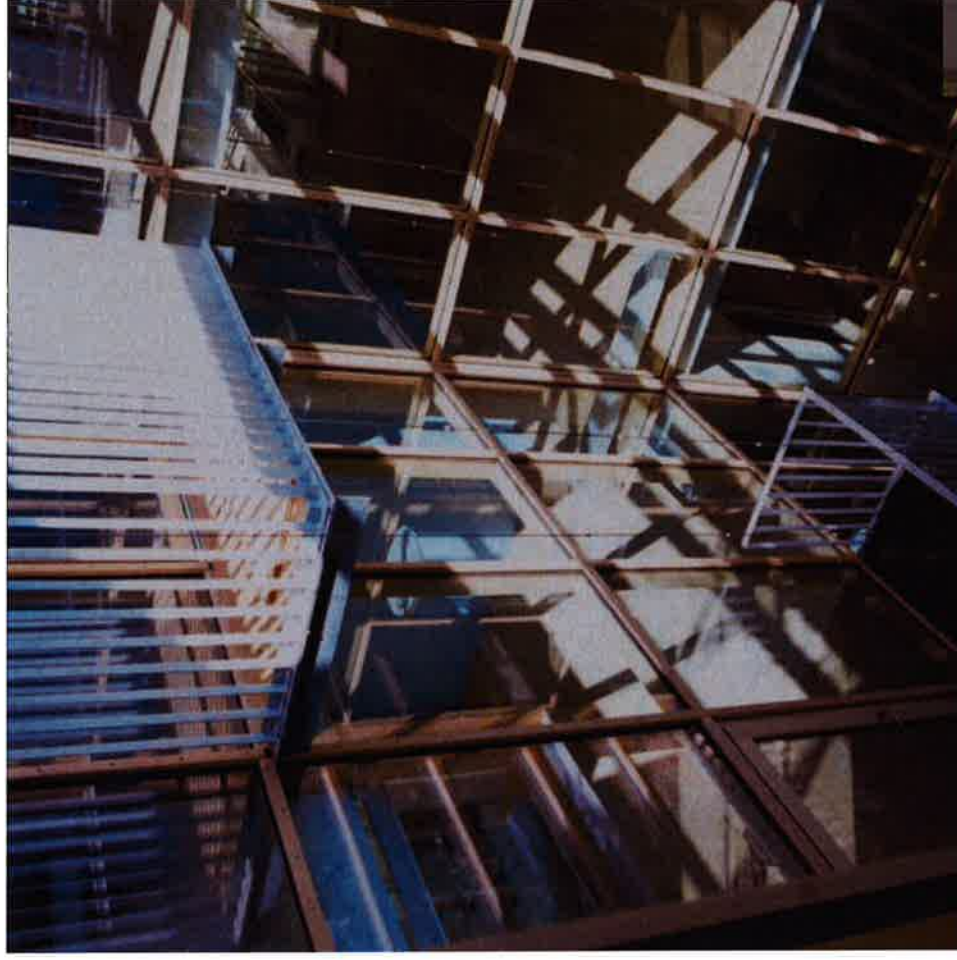
Primärenergiebedarf = 46,3 kWh/m²a

Architekten: Pfeifer Kuhn Architekten Freiburg Energiekonzept Delzer Kybernetik Lörrach



Südseite mit dem 3- geschossigen Luftkollektor -
Speichermasse Holz / Energiegärten

Architekten: Pfeifer Kuhn Architekten Freiburg Energiekonzept Delzer Kybernetik Lörrach



Die Energiegärten sorgen für Belichtung und passive Energiegewinnung.

Architekten: Pfeifer Kuhn Architekten Freiburg Energiekonzept Delzer Kybernetik Löffelholz

Prinzip Energiegewinnung Wand_Außen_Speichermassen_



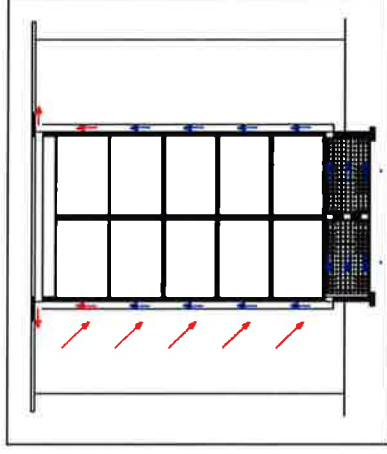
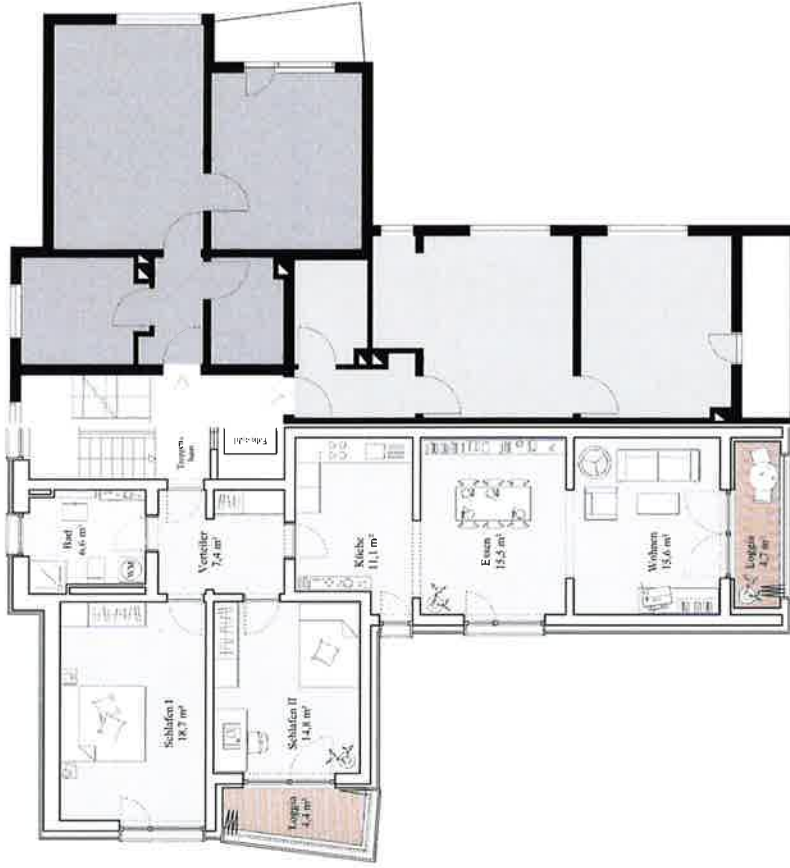
Sozialer Wohnungsbau der Nachkriegszeit



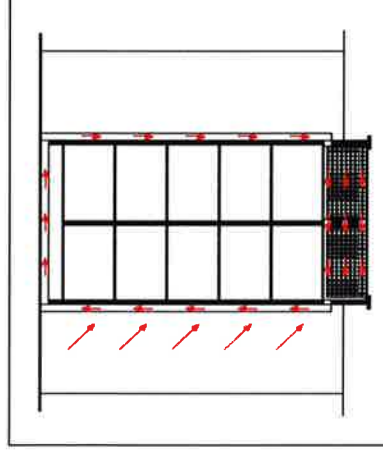
Sanierung 2013 - Luftkollektorfassade_Polycarbonatplatten
Balkone = Energiegärten
Neue Energiekennzahl **Heizenergiekennzahl : 11 kWh/m2a**



Architektur und kybernetisches Konzept: Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff / Prof. Günter Pfeifer
/Thermodynamische Simulation : Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg



„Sommerfall“ (Abluft / Umluft)



„Winterfall“ (Umluft)

Gegenüberstellung Vorher-Nachher

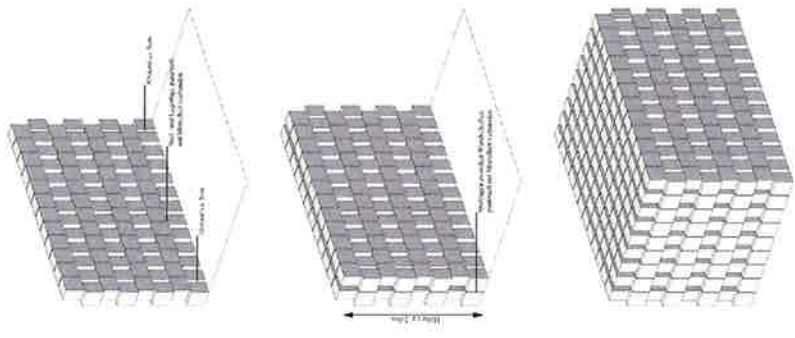


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

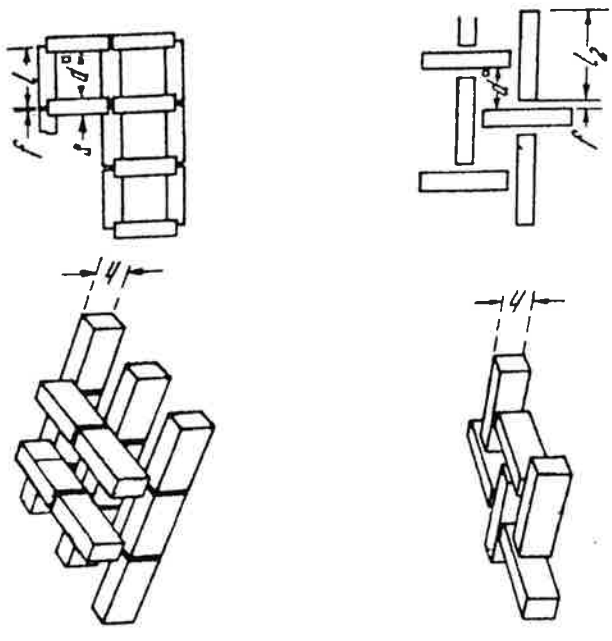
Architektur und kybernetisches Konzept: Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
 Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff / Prof. Günter Pfeifer
 Thermodynamische Simulation : Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg



Entnommene Bohrkern Detail Ziegelsplittbeton



Lilienblater, 232, Mannheim
 (Punktsystem)
 Präzisierung zur Erleichterung
 Steinsetzer im UG



Architektur und kybernetisches Konzept: Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
 Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff / Prof. Günter Pfeifer
 /Thermodynamische Simulation : Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg



Architektur und kybernetisches Konzept: Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff / Prof. Günter Pfeifer
Thermodynamische Simulation : Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg

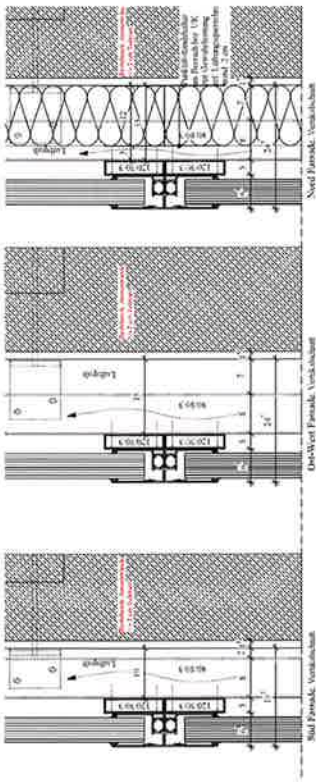


Abb. 37: Wandaufbauten Aussenwand Nord-, Ost-, Süd- und Westseite

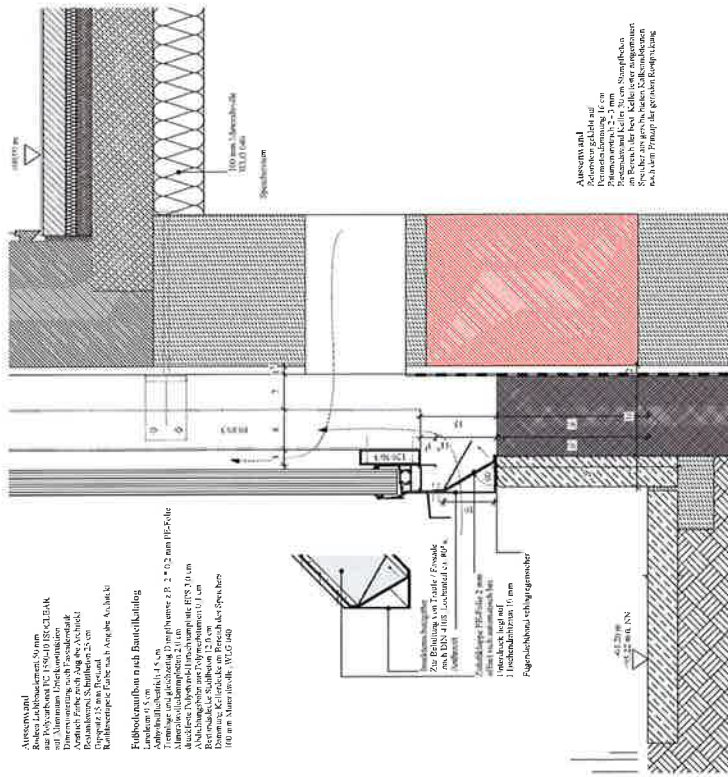


Abb. 38: Schnittmodell, Zuluftflüsse

Architektur und kybernetisches Konzept: Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
 Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff / Prof. Günter Pfeifer
 /Thermodynamische Simulation : Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg

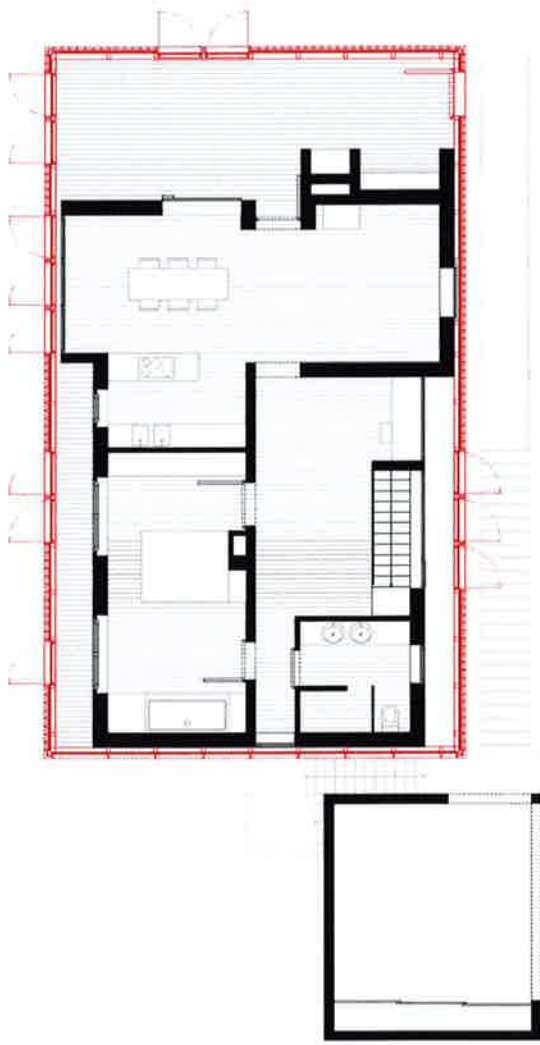




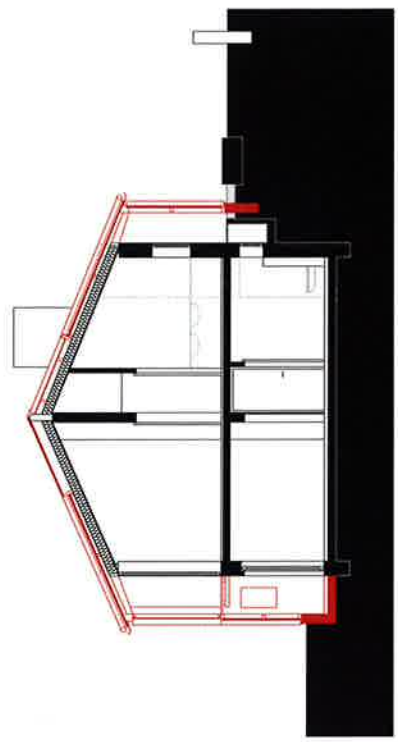
Energetische Überformung eines 60ger Jahre Hauses mit einem kybernetisches Gesamtkonzept.

Architekten: Lisa Barucco / Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Darmstadt

Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: : Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg



Erdgeschoss



Schnitt



Altes Haus das überbaut wurde

Energetische Überformung eines 60er Jahre Hauses mit einem kybernetisches Gesamtkonzept.

Architekten: Lisa Barucco / Günter Pfeifer Foundation Kybernetik Darmstadt
 Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: : Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg



Energiegarten Ost



Wohnraum – Kaminofen – Energiegarten Süd

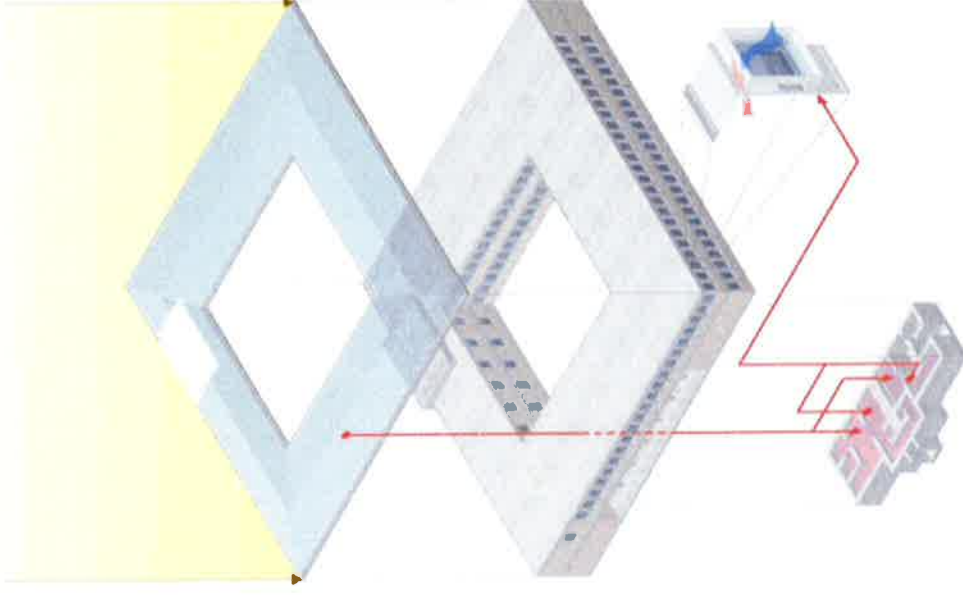


Westseite – Innen Blick in Energiegarten

Energetische Überformung eines 60ger Jahre Hauses mit einem kybernetisches Gesamtkonzept. Komplette neue Luftkollektorthülle. 16 qm integrierte Solarthermiekollektoren an einem Pufferspeicher (10000l) Kaminofen für Restenergieversorgung (4 Ster Holz/a) Wohnfläche 195,5 qm
Energiekenwerte: **Heizenergie 27 kWh/m2a Jahresprimärenergiebedarf 16,5 kWh/m2a nach ENEC**

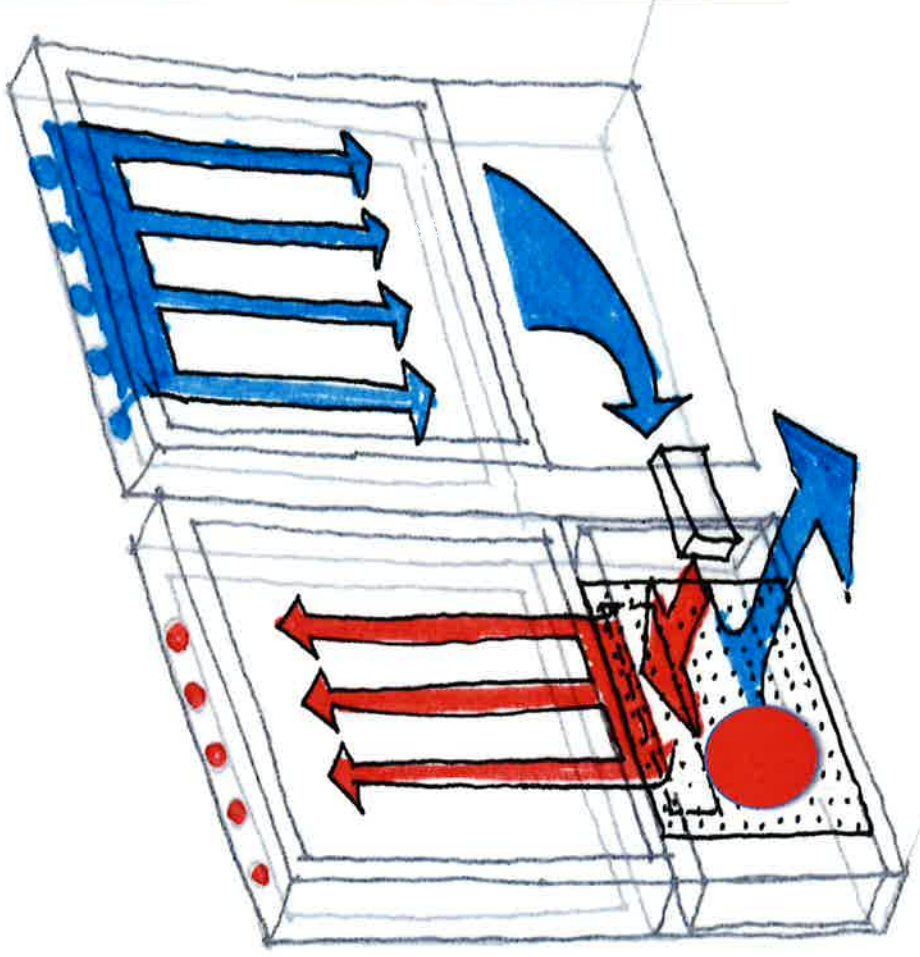
Architekten: Lisa Barucco / Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: : Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg

Prinzip Energiegewinnung _ Fenster _ Dach



Energetische Sanierung Generalvikariat Fulda – Wettbewerbsbeitrag
Konzept: Solarthermie integriert in Polycarbonatplatten - Kastenfensterprinzip
DBU _ Forschungsprojekt _ Pfeifer Kuhn Architekten mit Balck+Partner

Prinzip Energiegewinnung _ Fenster



Wirkungsweise des Kastenfensters:

Damit keine Energie verloren geht wird die Wärme der Raumluft über eine Wärmerückgewinnung im Gerät der Zuluft zugeführt.

Energetische Sanierung Generalvikariat Fulda – Wettbewerbsbeitrag
Konzept: Solarthermie integriert in Polycarbonatplatten – Kastenfensterprinzip
DBU _ Forschungsprojekt _ Pfeifer Kuhn Architekten mit Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg

Prinzip Energiegewinnung _ Dach

Dachkollektor Blech



13.11.13
Temp. Vorl. 10°C
Temp Rückl. 14°C

Abgenommene Wärmemenge – 3 Tage - 9 kWh

Energetische Sanierung Generalvikariat Fulda

Konzept: Solarthermie integriert in Polycarbonatplatten – Kastenfensterprinzip

DBU _ Forschungsprojekt _ Pfeifer Kuhn Architekten mit Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg

Dachkollektor Polycarbonatplatten



13.11.13
Temp. Vorl. 10°C
Temp Rückl. 16°C

Abgenommene Wärmemenge – 3 Tage - 15 kWh
Halbjahresgewinn auf die Fläche von 200 qm =
150 000 kWh

Energie- und Investitionskosten der Wärmeerzeugung, Doppelfassade und Heizung mit Lüftung

	Betrieb bisher	Doppelfassade, Wärmepumpe mit Spitzenlast-Gaskessel
Energiebedarf		
Elektro		
Ventilatoren		3.840
Wärmepumpe		48.828
COP		4,5
Energiebedarf		10.851
Summe Elektro	- €	14.691
Kosten Elektro bei €/kWh	- €	2.540 €
Heizung mit Gas		
COP		
Energiebedarf	525.780	20.926
Summe Energiekosten	34.807 €	1.385 €
Investition		
Einzelraum		
Investition Wärmeerzeugung	- €	328.440
Fassade	- €	208.555,50 €
Nebenkosten 20%	- €	987.476,47 €
Summe Invest	- €	239.206,39 €
		1.763.678 €

88,7 % Ersparnis

Energetische Sanierung Generalvikariat Fulda
 Konzept: Solarthermie integriert in Polycarbonatplatten – Kastenfensterprinzip
 DBU _ Forschungsprojekt _ Pfeifer Kuhn Architekten mit Balck+Partner Facility Engineering Heidelberg

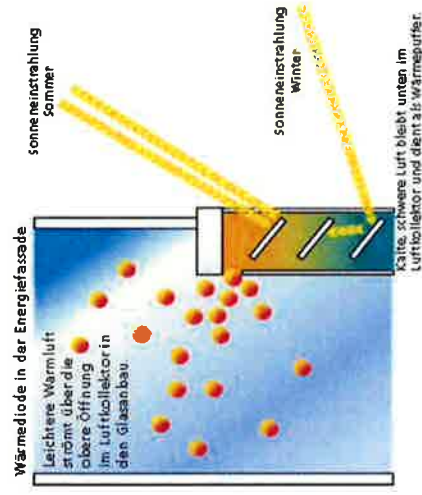
Altes Rathaus Lörrach 1995
Kulturdenkmal



Umbau zur Volkshochschule und Seniorentreff
Sanierung durch Aktivierung der Speichermassen und Nutzung der solaren Energiegewinne - ohne zusätzliche Dämmungen
Architekt: Prof. Günter Pfeifer Freiburg
Energiekonzept / Simulationen: Delzer Kybernetik Lörrach



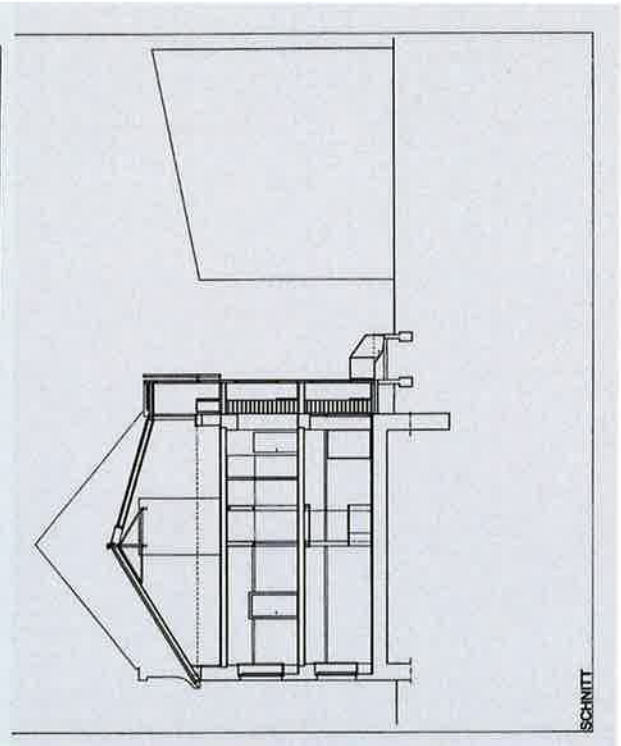
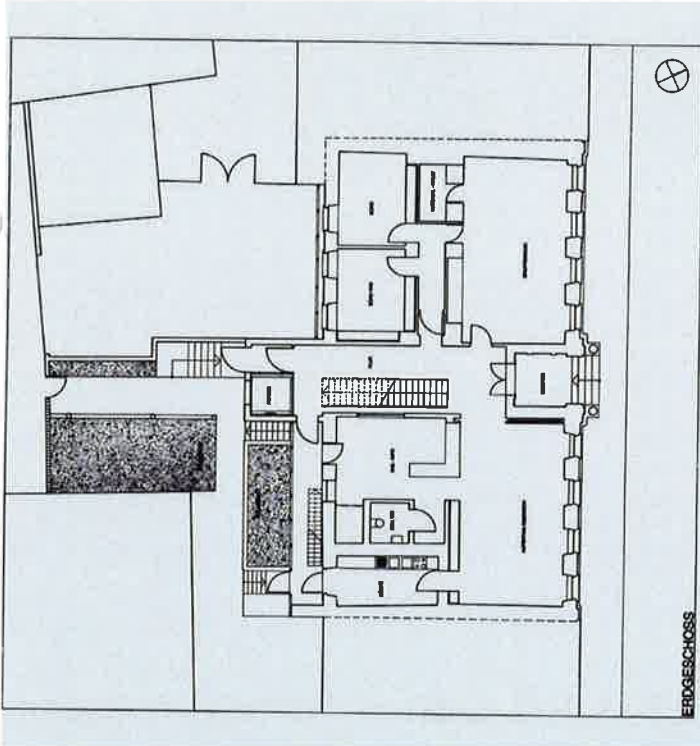
Altes Rathaus Lörrach 1995
Kulturdenkmal



Die Südseite mit den neuen Luftkollector

Sanierung durch Aktivierung der Speichermassen und Nutzung der solaren Energiegewinne - ohne zusätzliche Dämmungen
Architekt: Prof. Günter Pfeifer Freiburg
Energiekonzept / Simulationen: Delzer Kybernetik Lörrach

Altes Rathaus Lörrach 1995
Kulturdenkmal



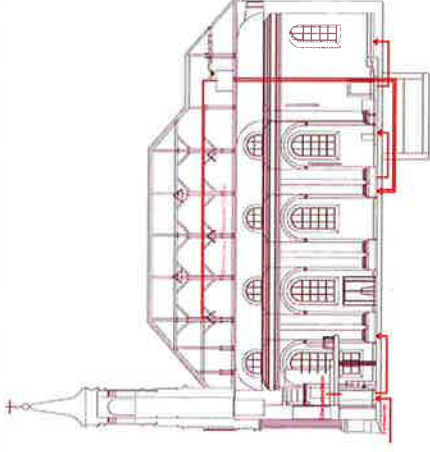
Altes Rathaus Lörrach 1995
Kulturdenkmal



Das Gebäude erhielt keine zusätzliche Dämmung. Die bestehenden alten Fenster blieben in ihrer ursprünglichen Form erhalten und wurden mit einem inneren Öffnungsflügel zum Kastenfenster ausgebaut. **Energiekennzahl – nachgemessen 38 kWh/m²a 1995 !!**

Sanierung durch Aktivierung der Speichermassen und Nutzung der solaren Energiegewinne - ohne zusätzliche Dämmungen
Architekt: Prof. Günter Pfeifer Freiburg Energiekonzept / Simulationen: Delzer Kybernetik Lörrach

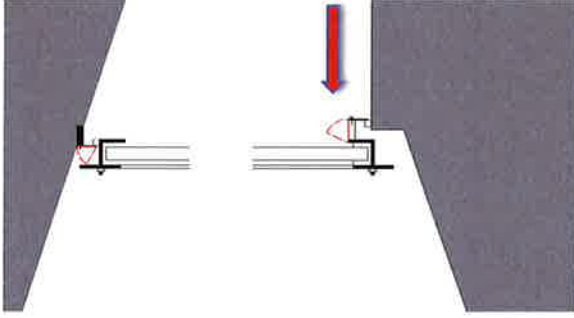
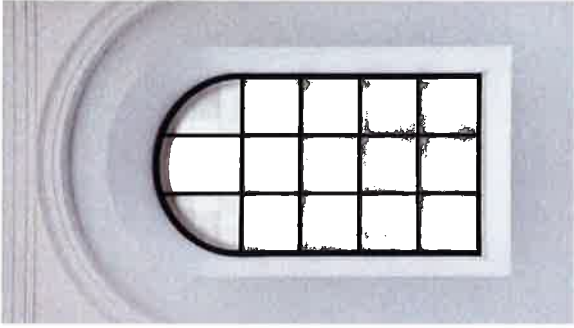
Spitalkirche in Mannheim 2012
Kulturdenkmal



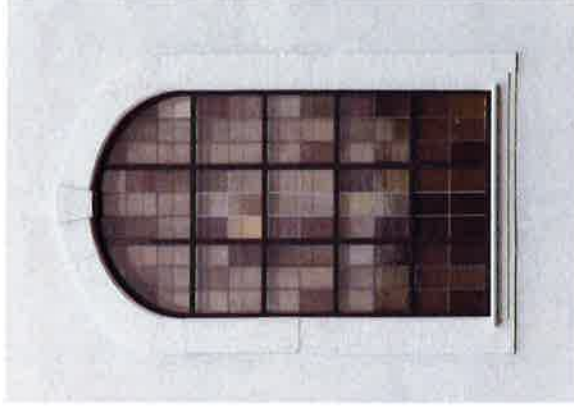
Architekten: Erzbischöfliches Bauamt Heidelberg
Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder
Facility Engineering Heidelberg



Architekten: Erzbischöfliches Bauamt Heidelberg
Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder
Facility Engineering Heidelberg



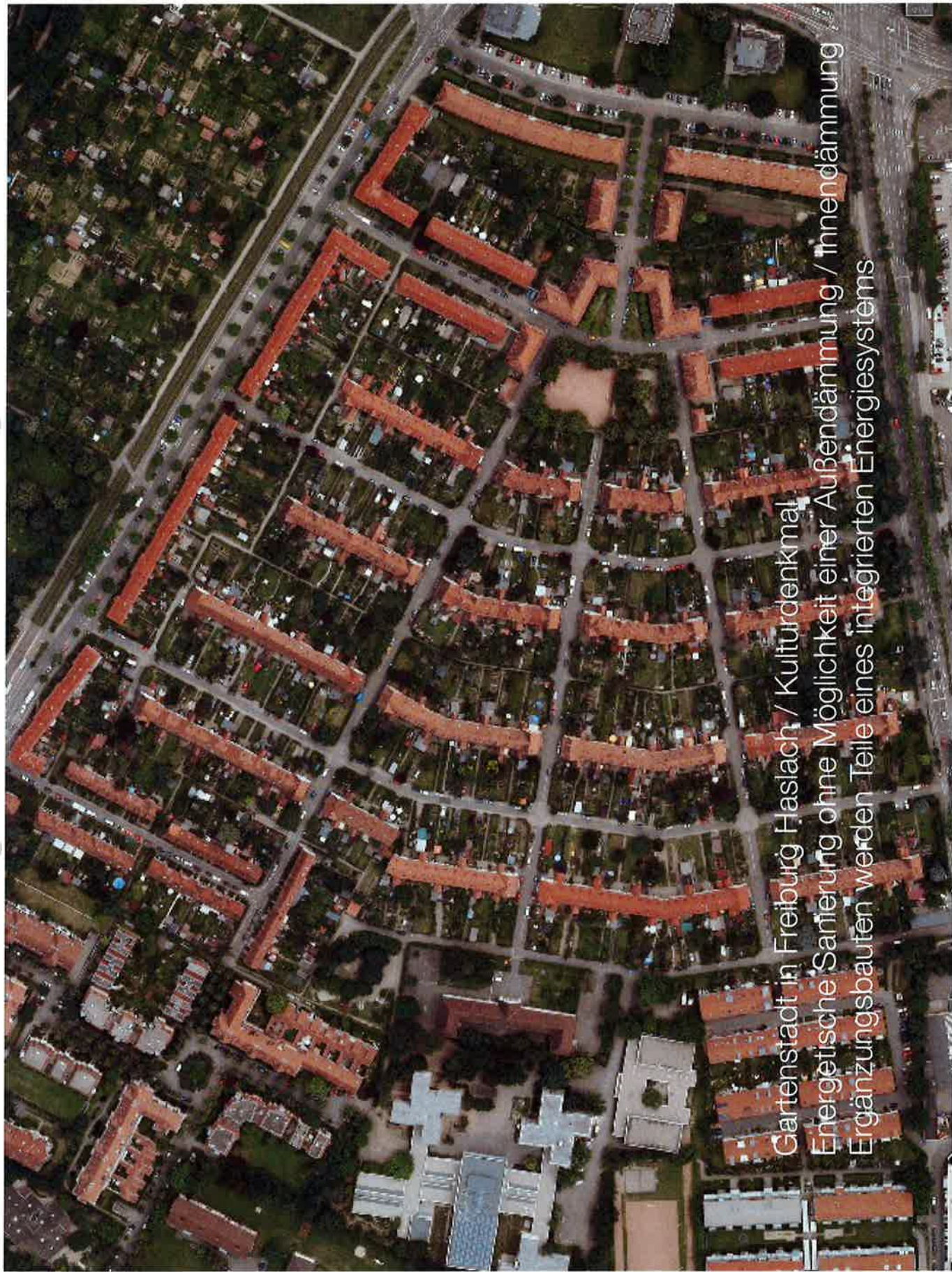
Folienklappen



Fußbodenaufbau 2 teilig –
oben FB Heizung mit Fernwärme,
unten Luftführung aus den Kollektoren



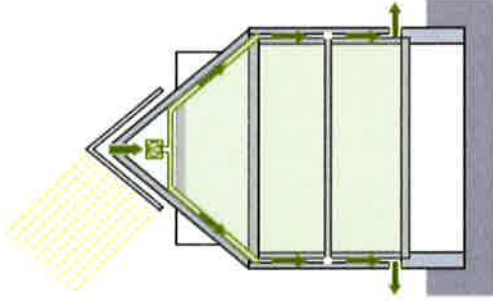
Architekten: Erzbischöfliches Bauamt Heidelberg
Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder
Facility Engineering Heidelberg



Carthenstadt in Freiburg Haslach / Kulturdenkmal
Energetische Sanierung ohne Möglichkeit einer Außendämmung / Innendämmung
Ergänzungsbauten werden Teile eines integrierten Energiesystems

Energiekonzept / Methode

System 1

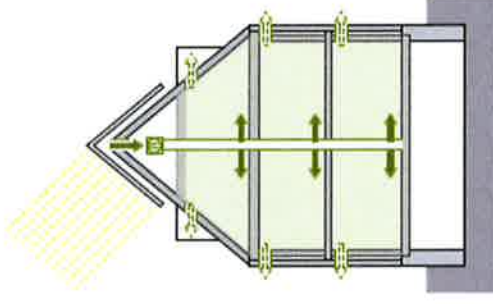


Luftkollektor-Außenwand

Kollektorluft wird temperaturgeführt (Tkol > Tspelt) abgesaugt und in den Luftspalt der Außenwand eingebracht.

Die Wärmeverluste reduzieren sich,

System 2

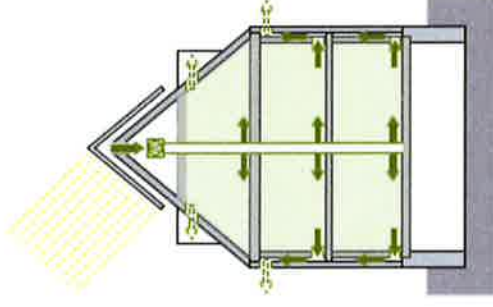


Luftkollektor-Zuluft-Abluft

Kollektorluft wird abgesaugt und als Zuluft in die Räume eingebracht.

Die Lüftungsverluste reduzieren sich,

System 3

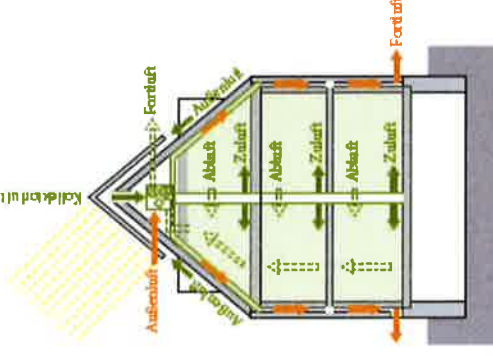


Luftkollektor-Zuluft-Abluft-Außenwand

Kollektorluft wird abgesaugt und als Zuluft in die Räume eingebracht, die Abluft des Raumes durchströmt zusätzlich die Außenwand. Ein Entfeuchter muss vorgeschaltet werden.

Lüftungsverluste reduzieren sich,

System 4



Kopplung zweier Luft- und Energiewege:
Luftkollektor-Zuluft-Abluft & Außenluft-WRG-Außenwand

Kollektorluft wird abgesaugt und als Zuluft in die Räume eingebracht, die Abluft des Raumes steigt über den offenen Treppenraum in den Dachspitz. Die Außenluft wird über WRG erwärmt und temperaturgeführt (Tkol > Tspelt) in den Luftspalt eingebracht.

Modellvorhaben "Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)" "Sondervermögen "Energie-Klimafonds" (EKF)
Gartenstadt Haslach

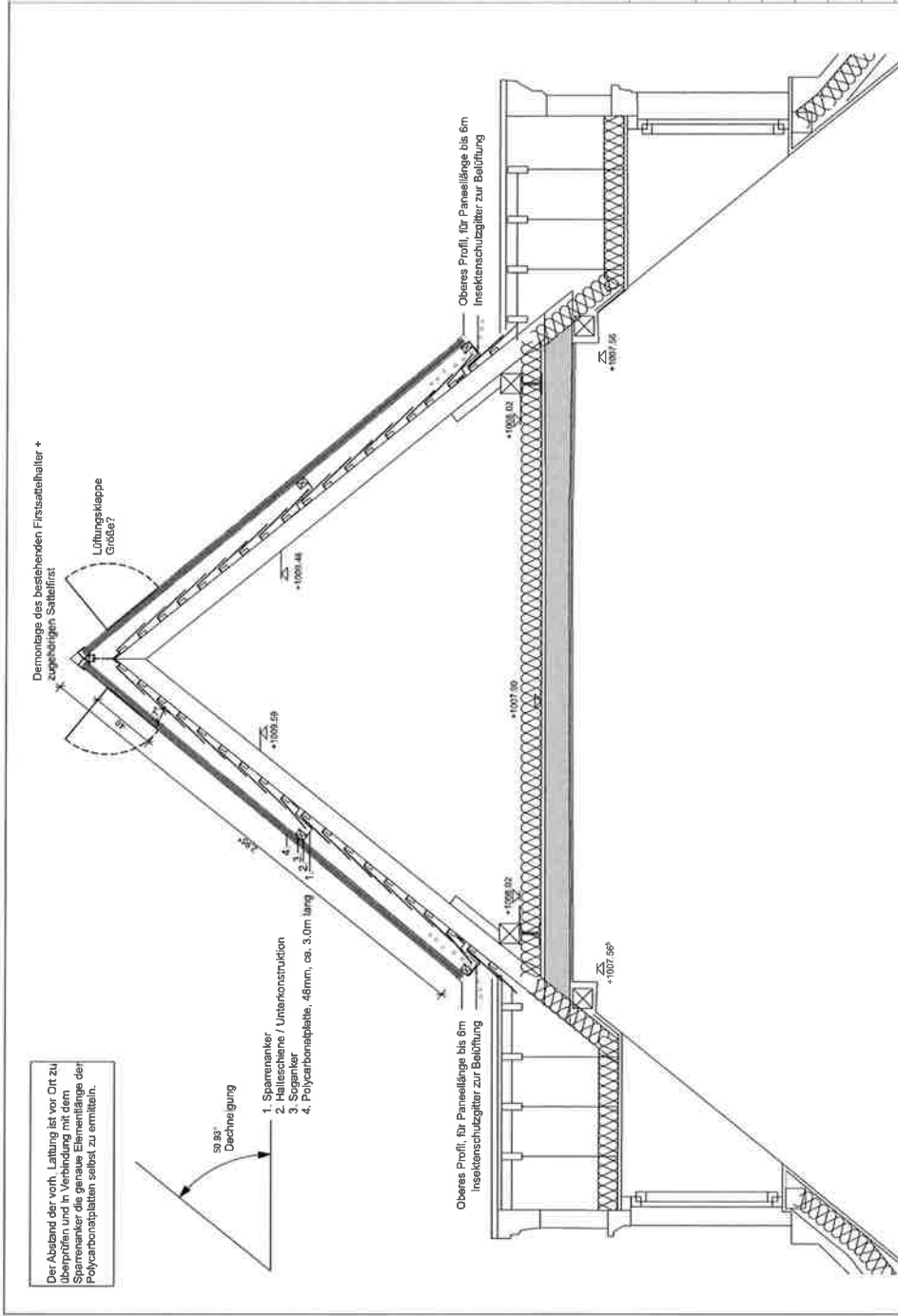
Auftraggeber: Stadtverwaltung Freiburg

Kybernetisches Konzept und Architektur: Prof. Günter Pfeifer Foundation Kybernetik Technische Universität Darmstadt

Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg

TU Kaiserslautern: Jun. Prof. Dr, Angèle Tersluisen.

Luftkollektor / Dachschnitt



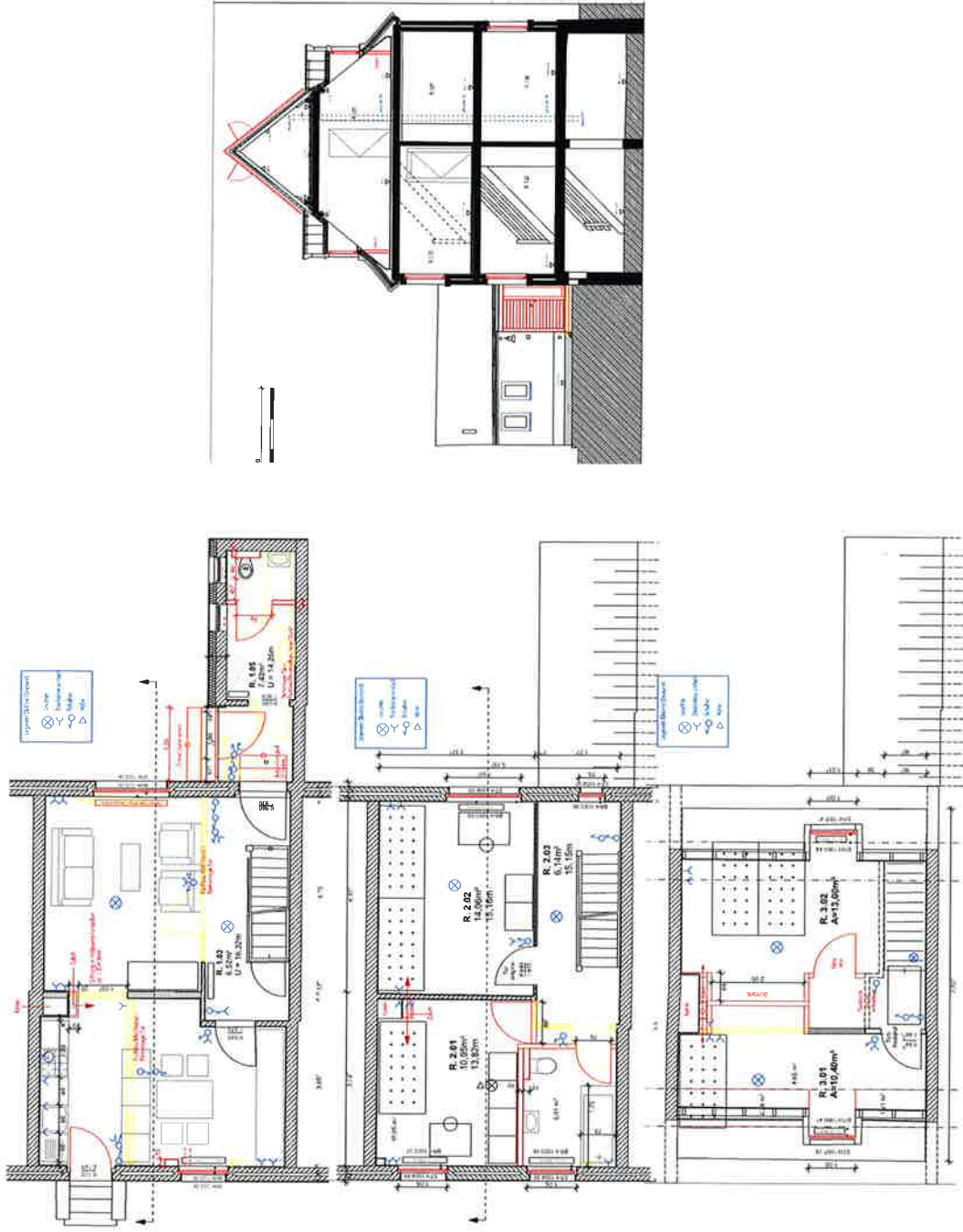
Modellvorhaben "Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)" "Sondervermögen "Energie-Klimafonds" (EKF)
Gartenstadt Haslach

Auftraggeber: Stadtverwaltung Freiburg

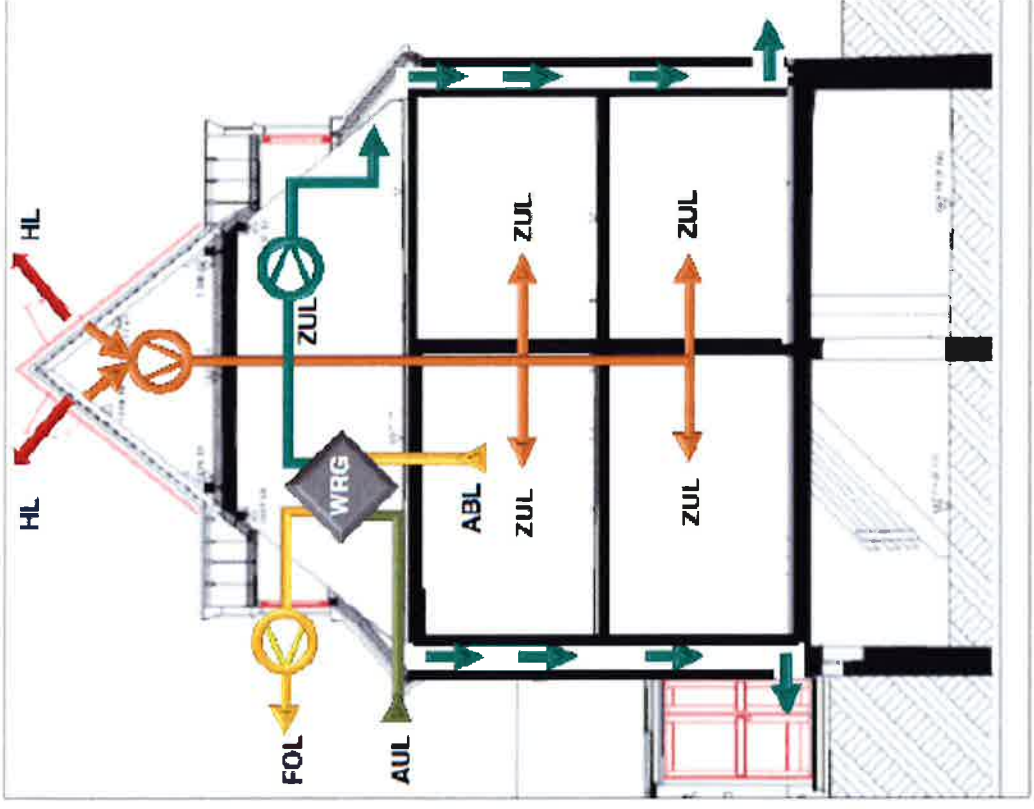
Kybernetisches Konzept und Architektur: Prof. Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt

Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg

TU Kaiserslautern: Jun. Prof. Dr, Angèle Terluisen.



Modellvorhaben "Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)" Sondervermögen "Energie-Klimafonds" (EKF)
 Gartenstadt Haslach
 Auftraggeber: Stadtverwaltung Freiburg
 Kybernetisches Konzept und Architektur: Prof. Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
 Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg
 TU Kaiserslautern: Jun. Prof. Dr. Angèle Tersluisen.



Modellvorhaben "Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)" Sondervermögen "Energie-Klimafonds" (EKF)
 Gartenstadt Haslach
 Auftraggeber: Stadtverwaltung Freiburg
 Kybernetisches Konzept und Architektur: Prof. Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
 Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg
 TU Kaiserslautern: Jun. Prof. Dr. Angèle Tersluisen.



Wohnanlage Karlsruhe - Knielingen

Architekten: Schneider + Schumacher Frankfurt

Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder
Facility Engineering Heidelberg

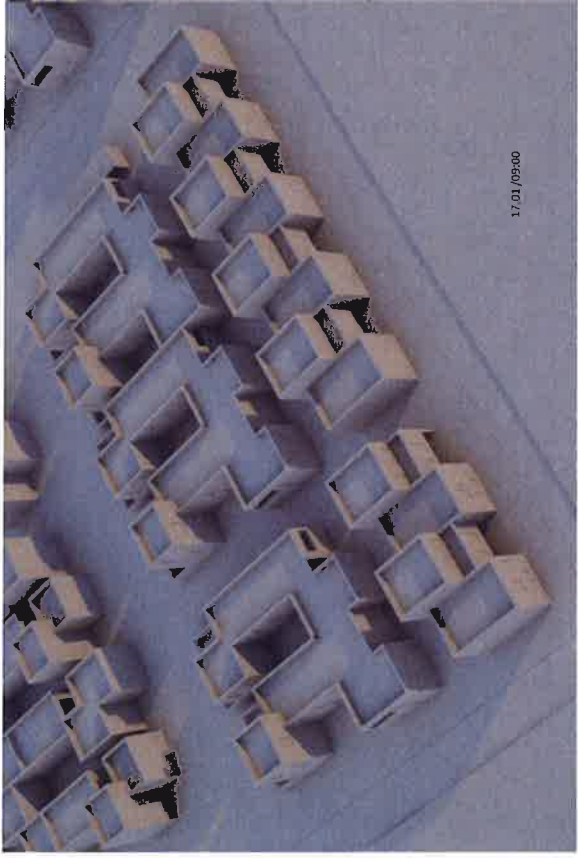


Wohnanlage Karlsruhe - Knielingen

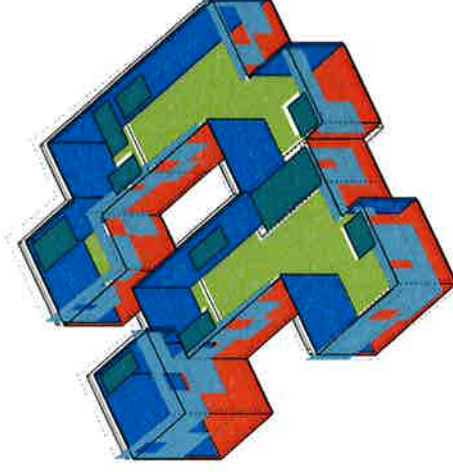
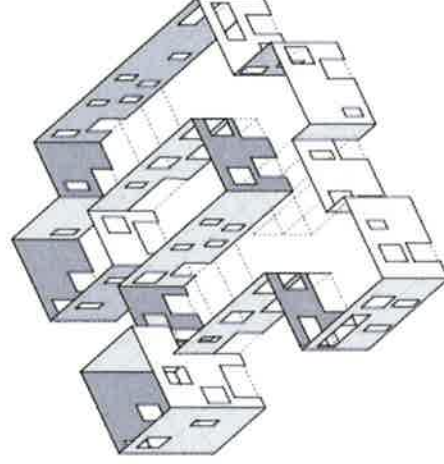
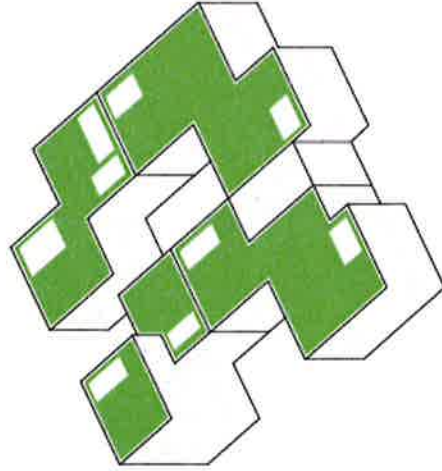
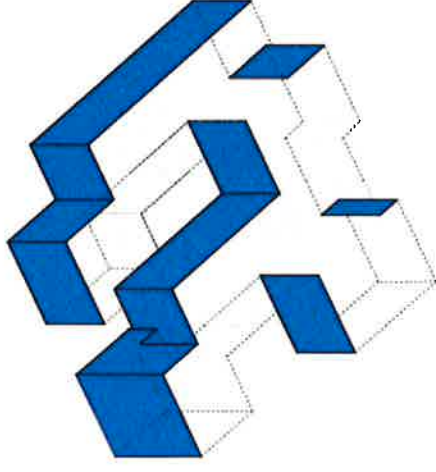
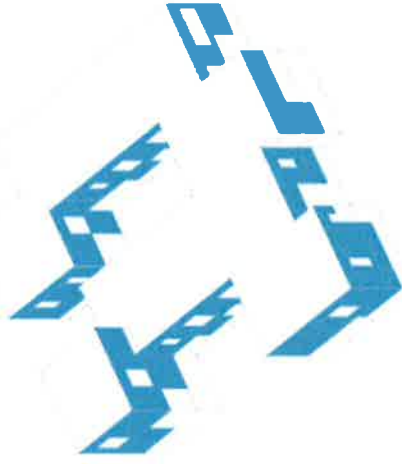
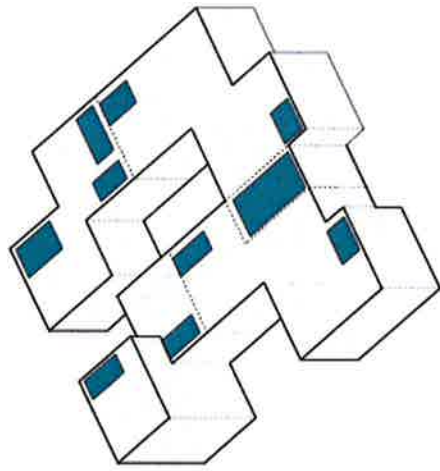
Architekten: Schneider + Schumacher Frankfurt

Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt

Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg



Wohnanlage Karlsruhe - Knielingen
Architekten: Schneider + Schumacher Frankfurt
Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder Facility Engineering Heidelberg

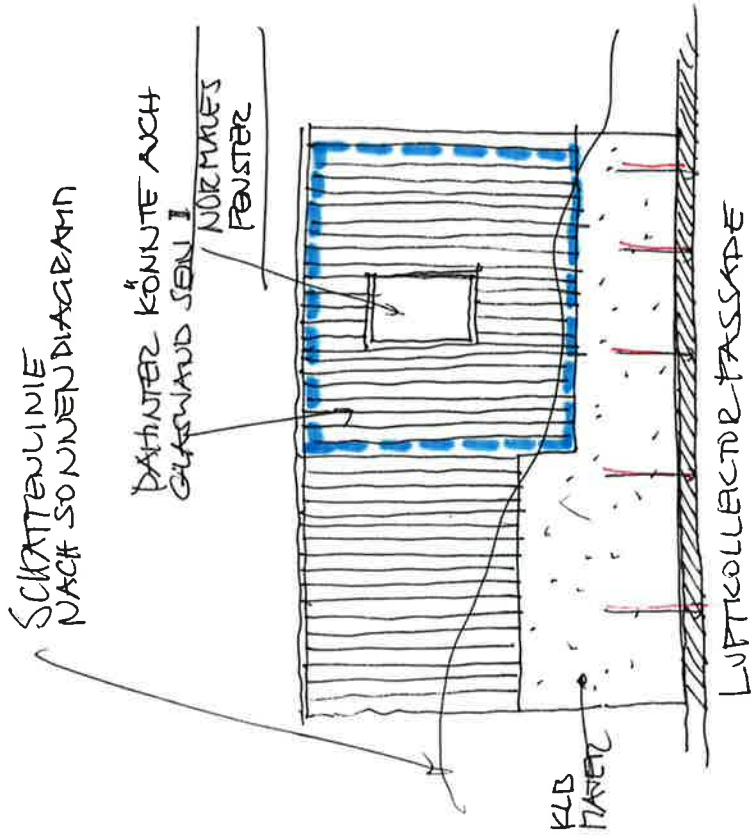
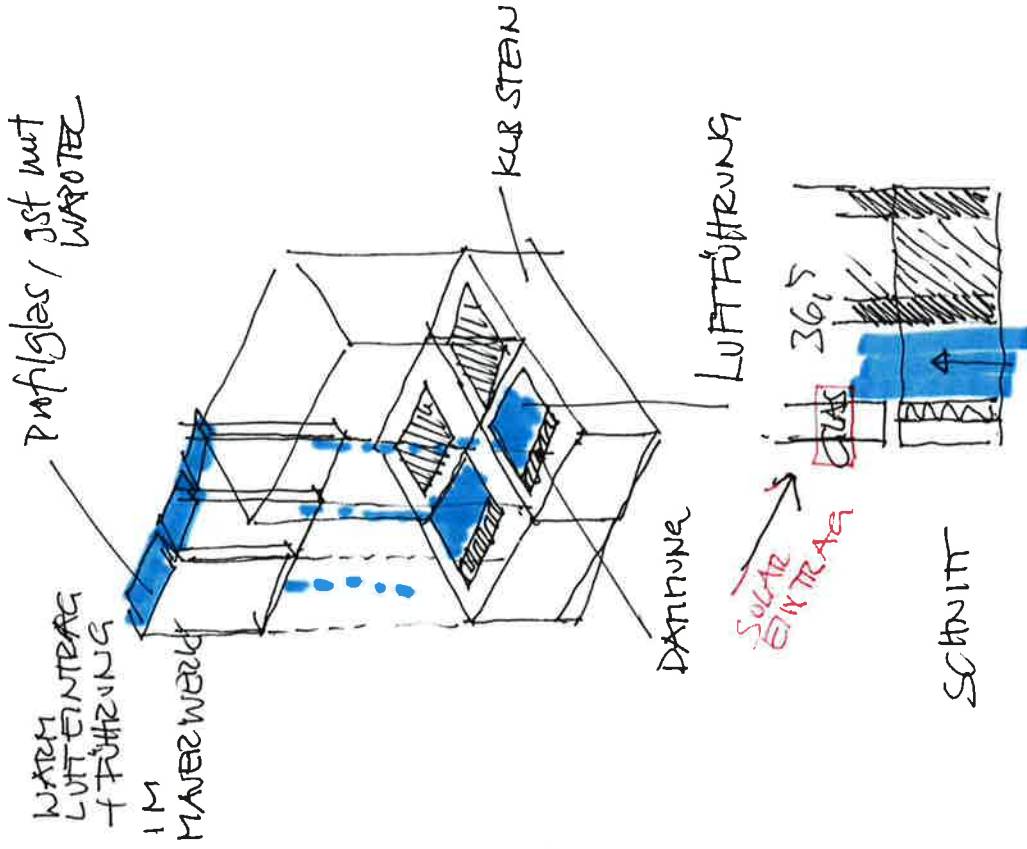


Wohnanlage Karlsruhe - Knielingen

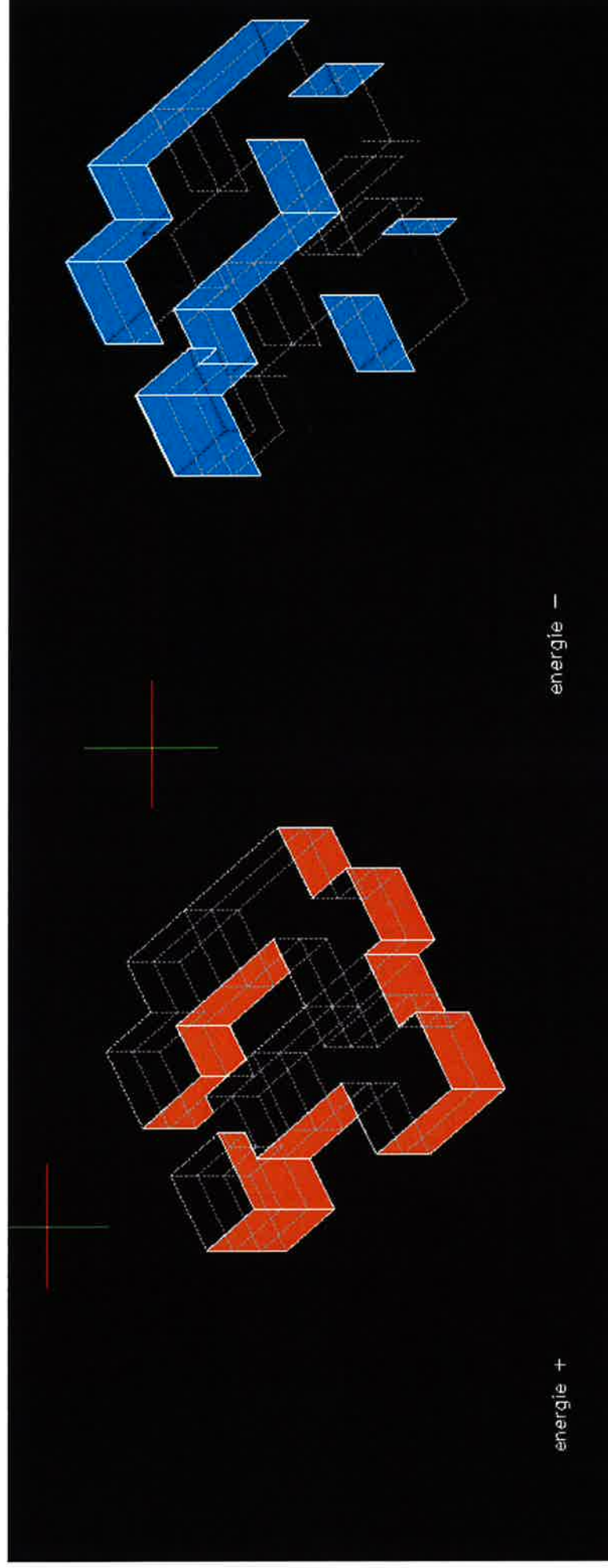
Architekten: Schneider + Schumacher Frankfurt

Kybernetisches Konzept: Prof. Günter Pfeifer
Fondation Kybernetik Technische Universität Darmstadt
Energiekonzept / Thermodynamische Simulation: Balck+Partner / Gerhard Kuder
Facility Engineering Heidelberg

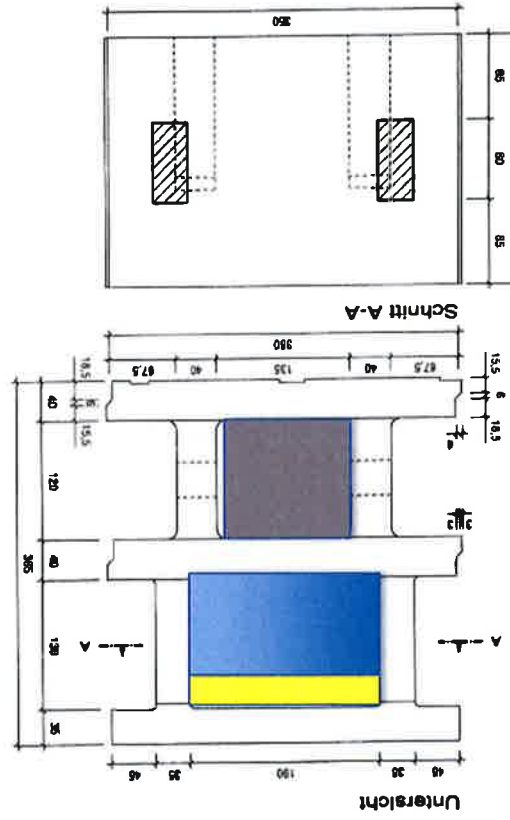
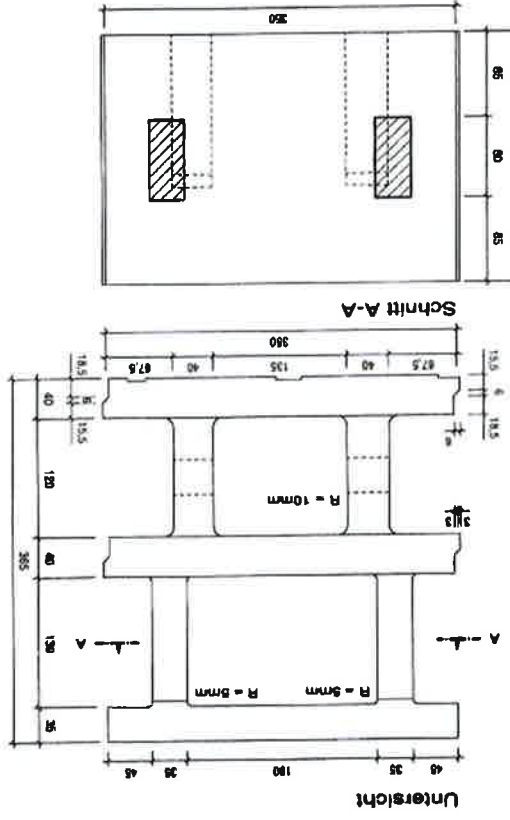
Konzeptionelle Ansätze / Luftkollektorwände



Bereiche der Fassaden mit und ohne Energiegewinn

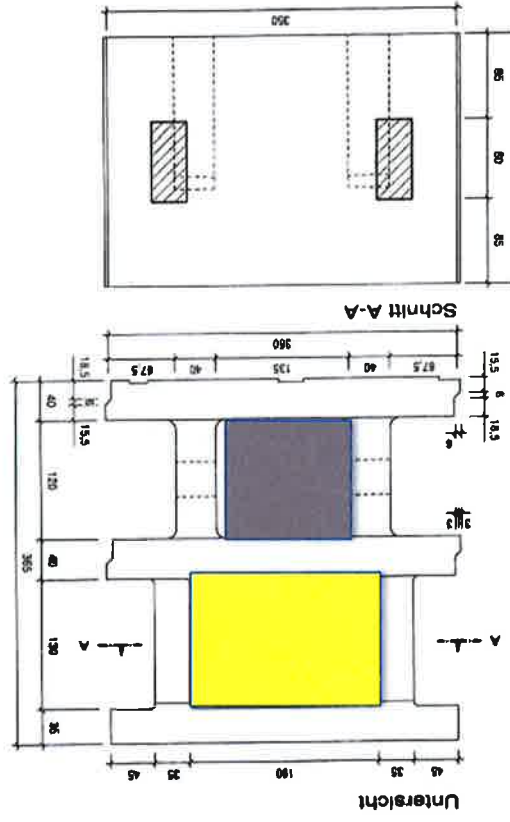
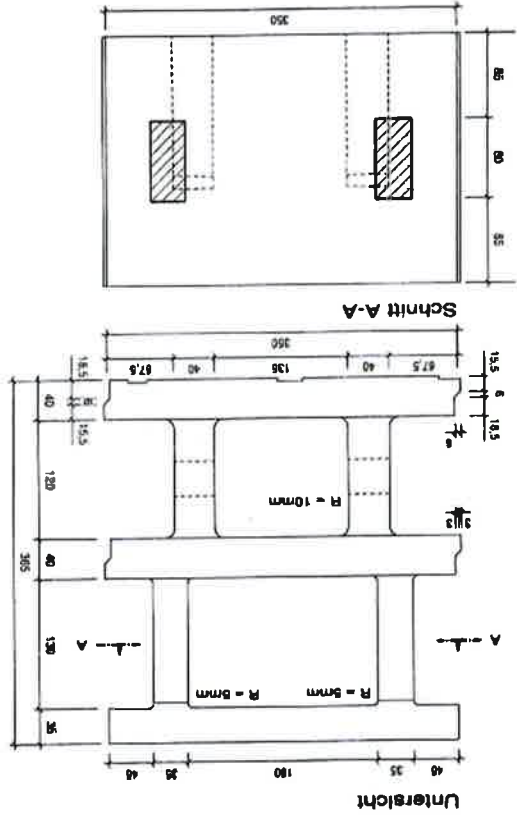


KLB Schalungsstein



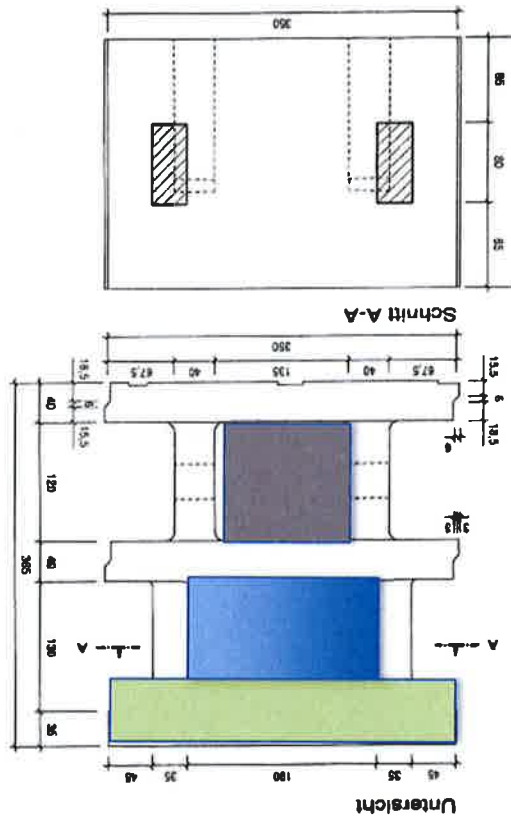
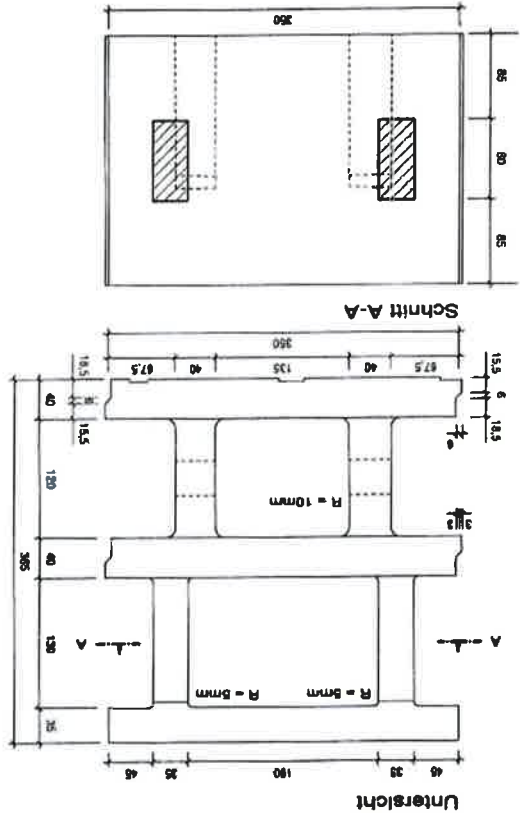
Betonkern
Dämmung der Außenschale,
Luftführung

KLB Schalungsstein



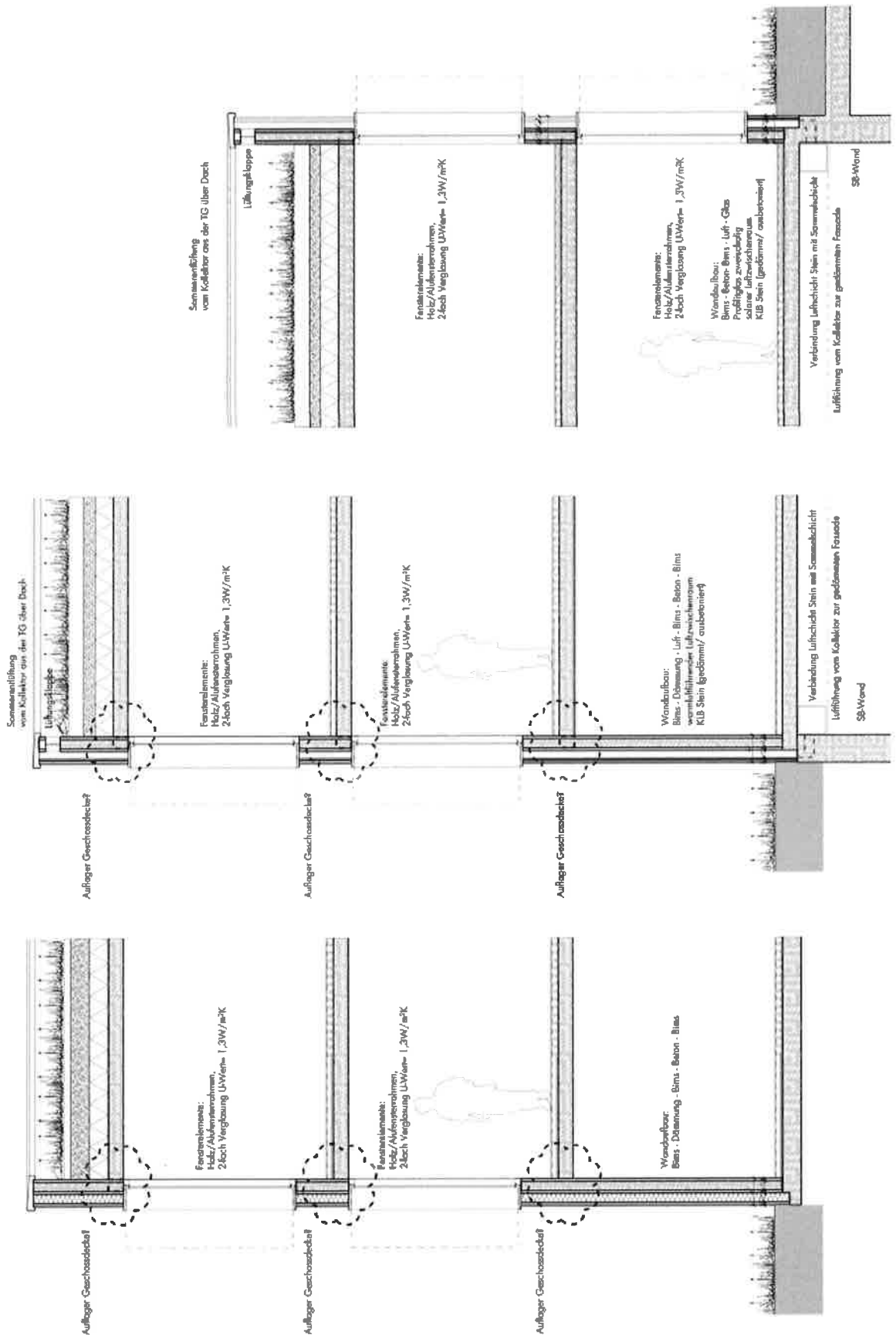
Betonkern
Voll - Dämmung der Außenkammer

KLB Schalungsstein



Betonkern
Luftkollektor mit Bauglas

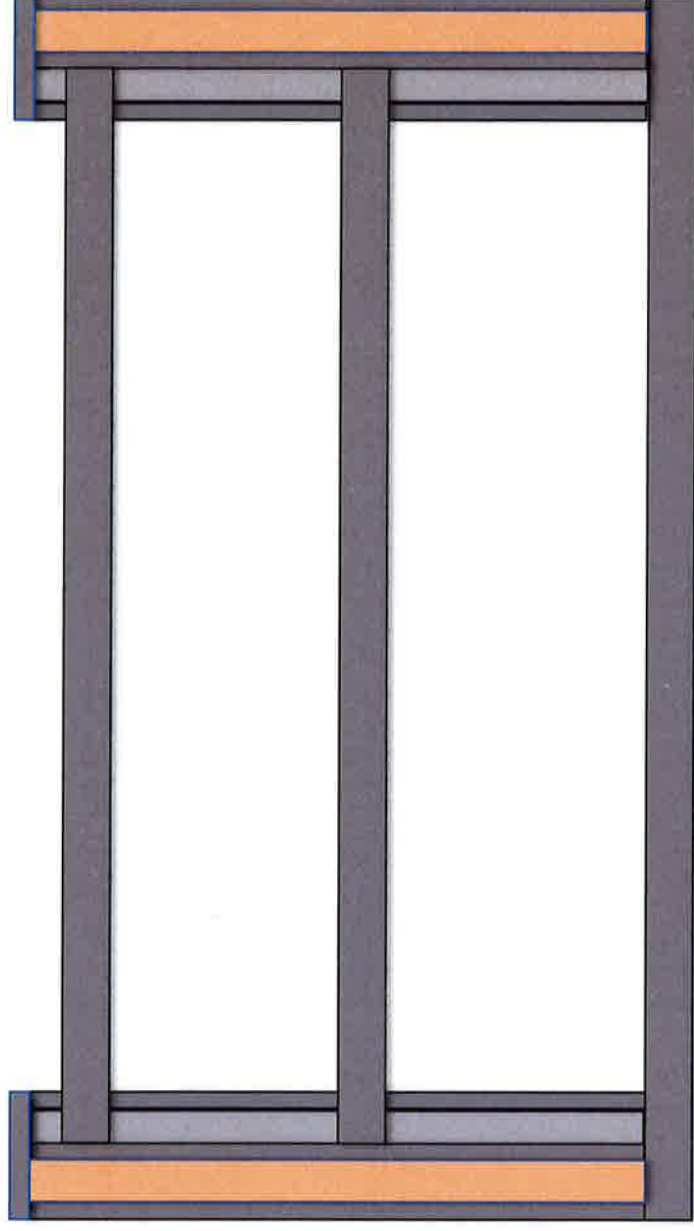
Prinzipschnitte



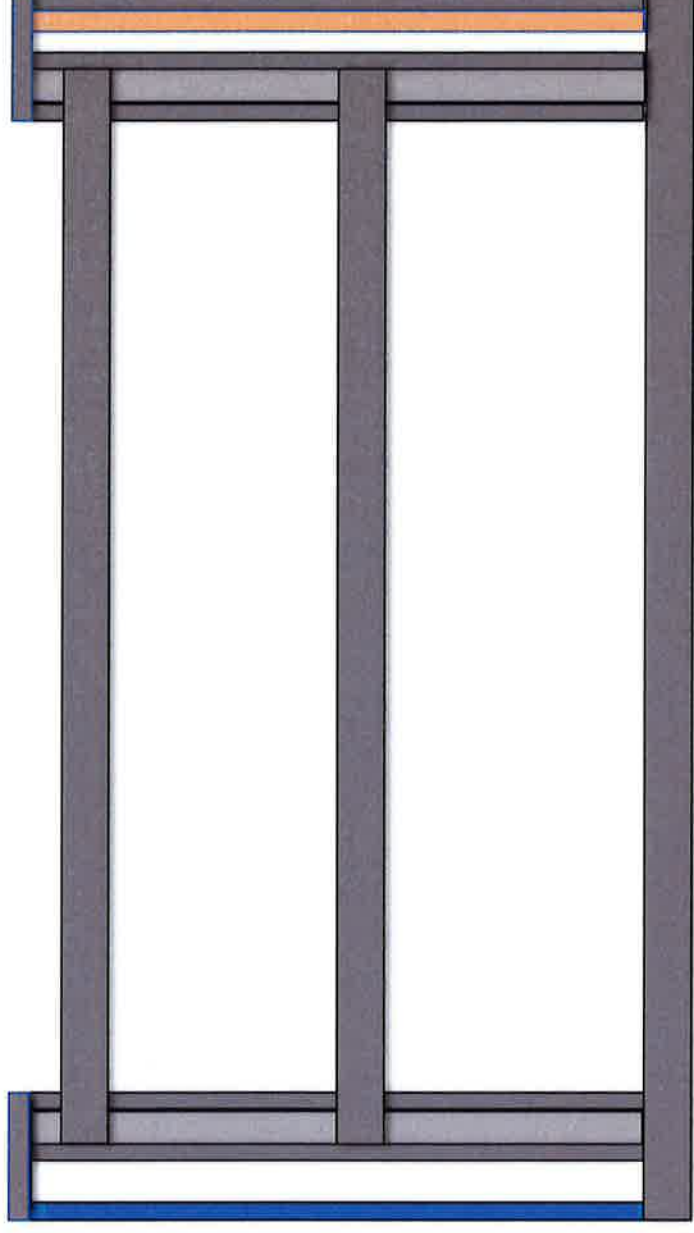
Entwurf -

AW Süd und West Bims-Dämmung-Bims-Beton-Bims

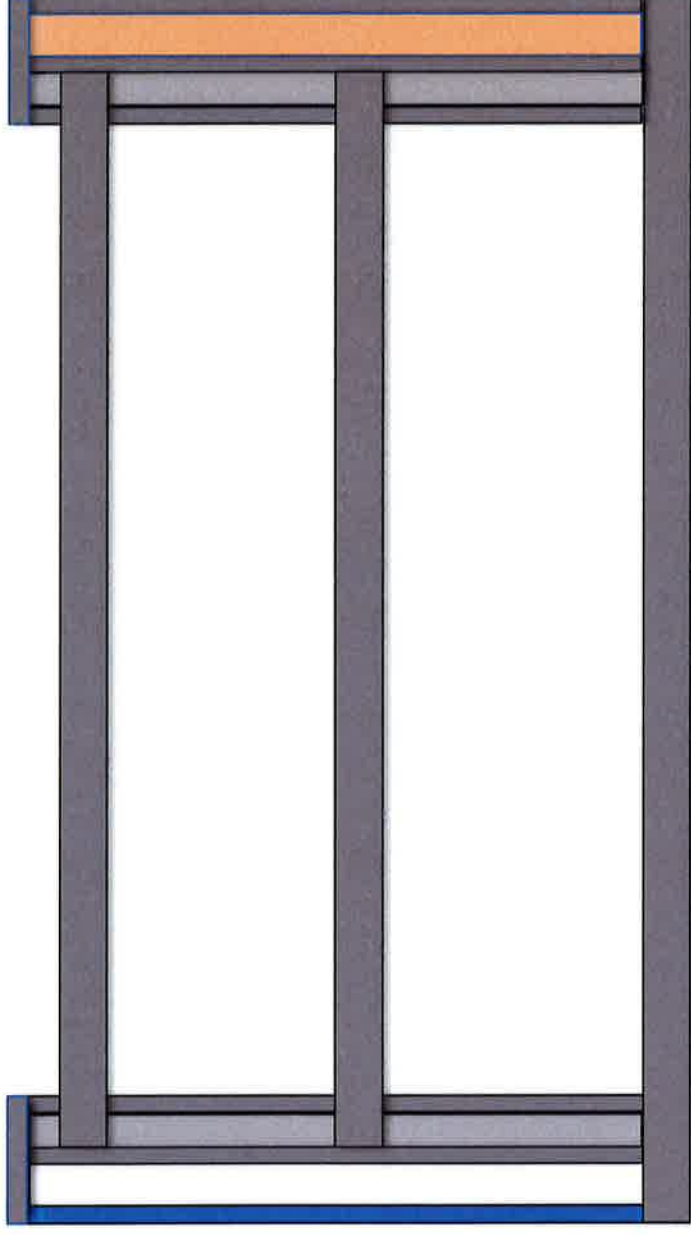
AW Nord und Ost Bims-Dämmung-Bims-Beton-Bims



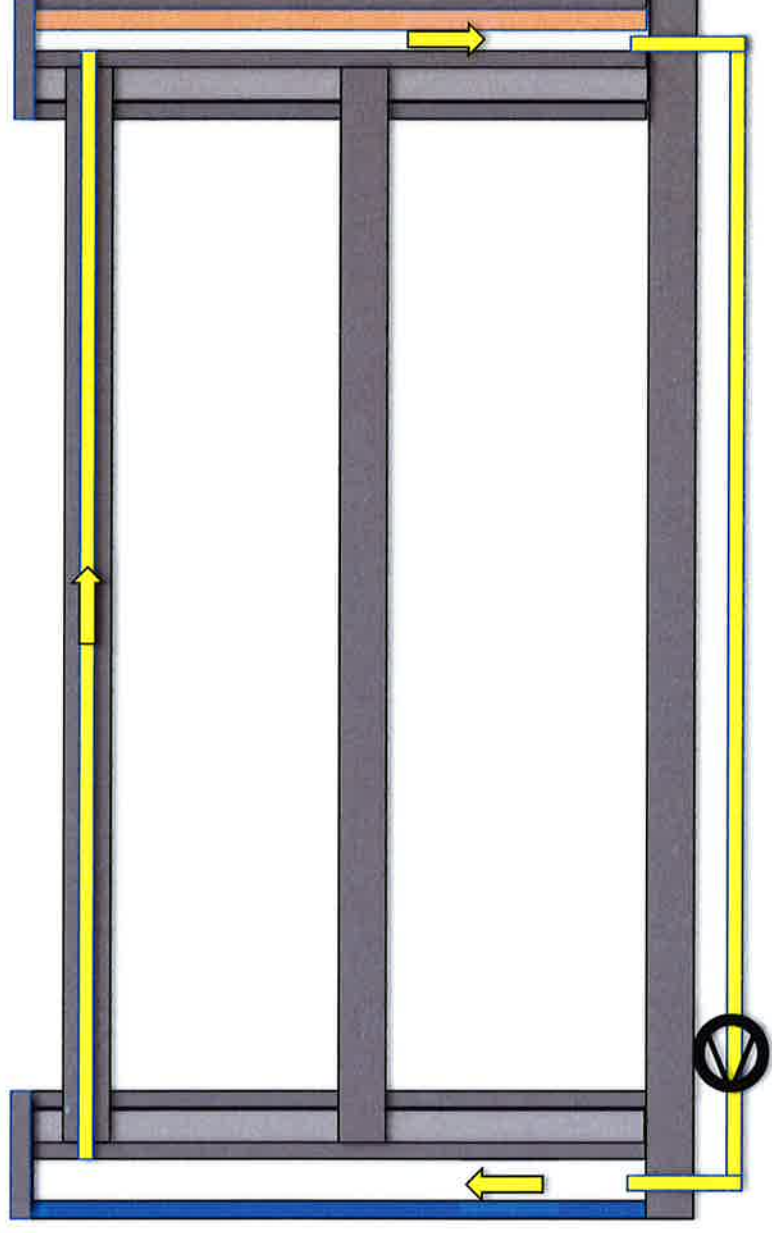
- Variante 1 – AW Süd und West Glas-Luft-Bims-Beton-Bims
AW Nord und Ost Bims-Dämmung-Luft -Bims-Beton-Bims



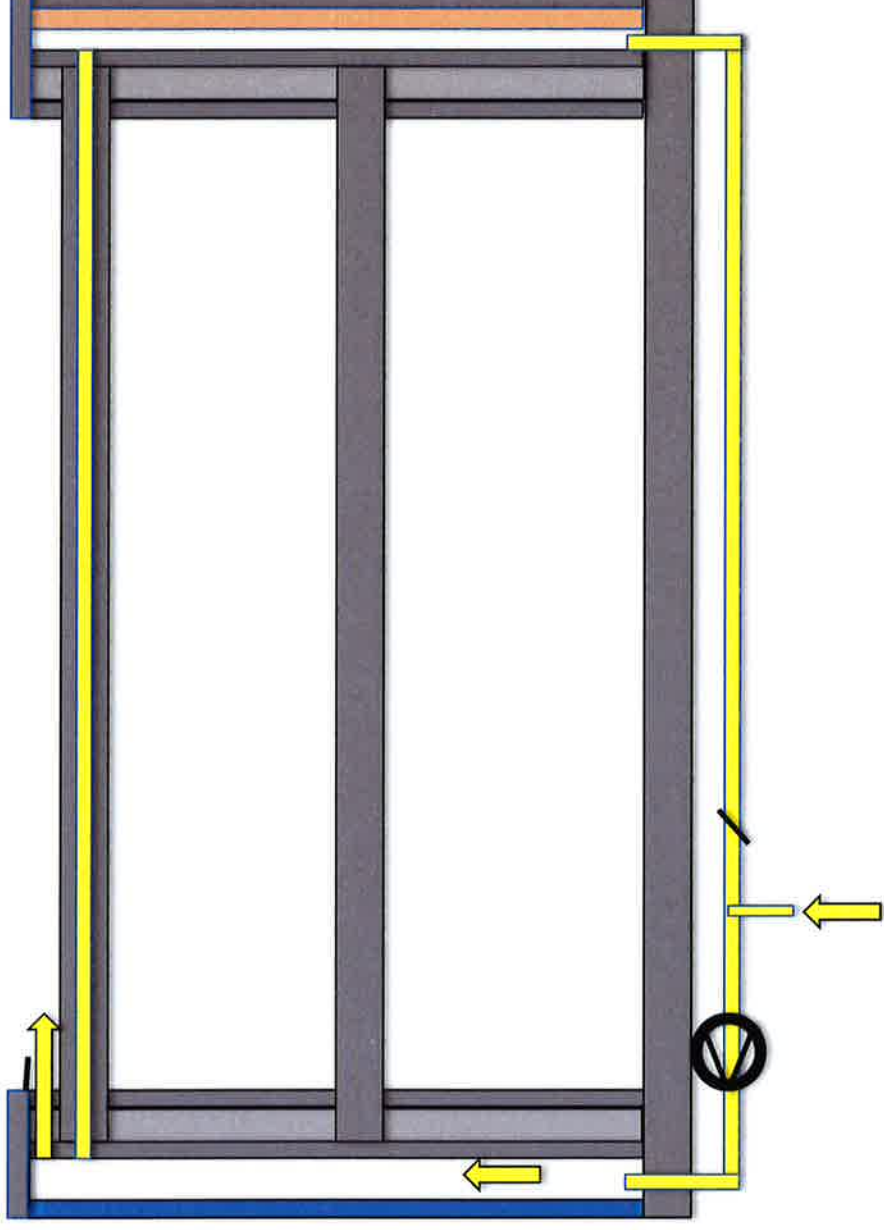
Variante 2 – AW Süd und West Glas-Luft-Bims-Beton-Bims
AW Nord und Ost Bims-Dämmung-Bims-Beton-Bims



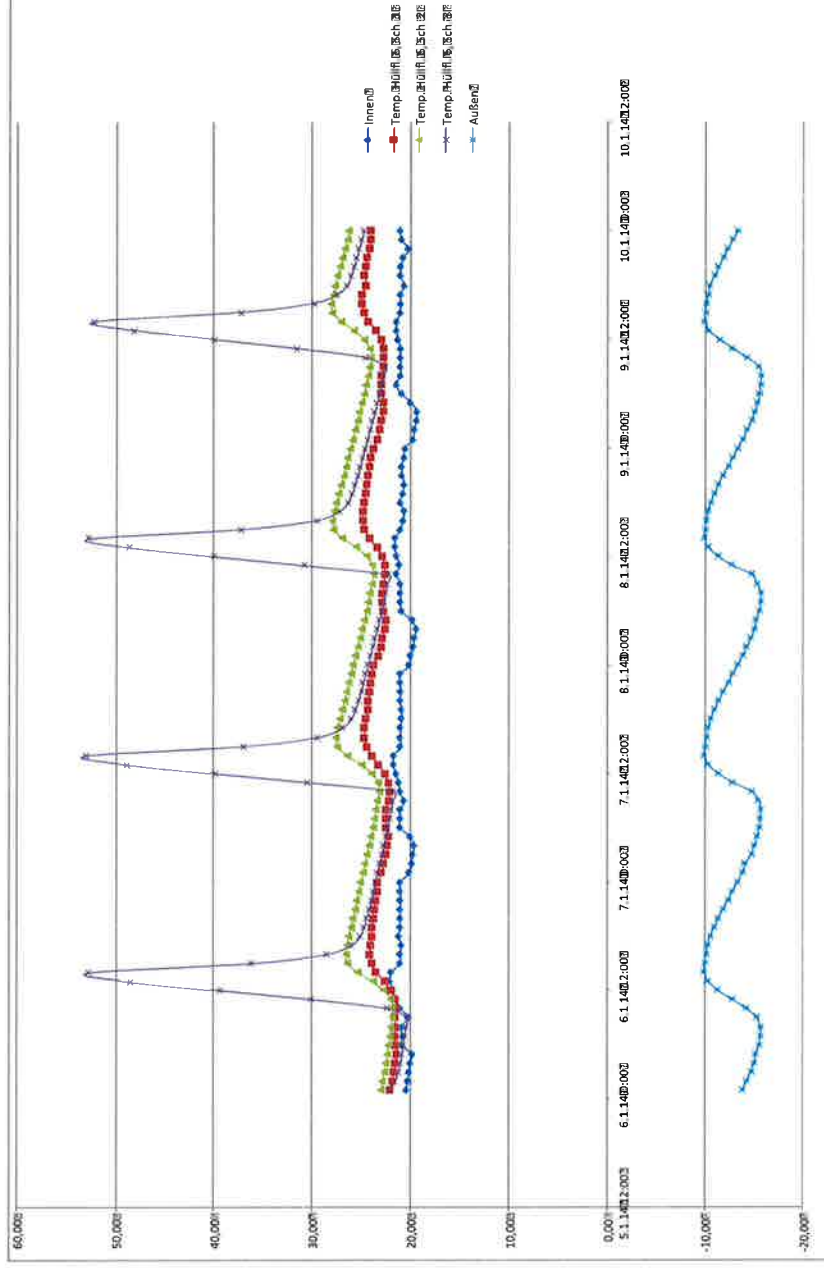
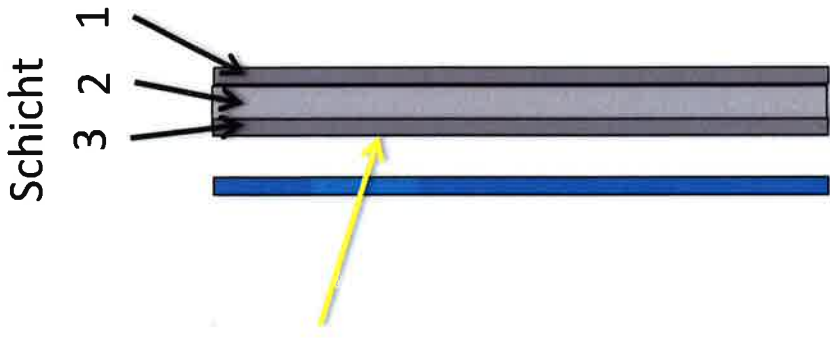
Variante 3 – AW Süd und West Glas-Luft-Bims-Beton-Bims
AW Nord und Ost Bims-Dämmung-Luft-Bims-Beton-Bims
Luftführung vom Kollektor zur gedämmten Fassade



- Variante 3 – AW Süd und West Glas-Luft-Bims-Beton-Bims
AW Nord und Ost Bims-Dämmung-Luft-Bims-Beton-Bims
Luftführung vom Kollektor zur gedämmten Fassade
Sommer Entlüftung des Kollektors aus der TG über Dach



Temperaturverlauf kalte Januarwoche



Maßnahmen	Entwurf	Variante 1	Variante 2
AW	ohne TWD	Klimaleichtblock mit 70mm Dämmung	Klimaleichtblock mit 130mm Dämmung

Simulationsergebnisse

	Zone 1		Gesamt-gebäude	Zone 1		Gesamt-gebäude
	Wohnen			Wohnen		
Lüftungsverluste [kWh/a]	14.485	18.679	14.485	18.679	19.375	19.375
Wandverluste [kWh/a]	6.752	-2.168	6.752	-2.168	-4.649	-4.649
Dachverluste [kWh/a]	1.080	1.203	1.080	1.203	1.190	1.190
Erdreichverluste [kWh/a]	1.318	1.188	1.318	1.188	1.183	1.183
Fensterverluste [kWh/a]	12.695	12.473	12.695	12.473	12.510	12.510
Solare Gewinne [kWh/a]	12.918	11.349	12.918	11.349	11.191	11.191
Interne Gewinne [kWh/a]	11.655	10.670	11.655	10.670	10.645	10.645
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	8.454	6.071	8.454	6.071	4.454	4.454
Max. Heizleistung [kW]	16	16	16	16	14	14
Betriebsstunden Heizung [h]	1.335	951	1.335	951	766	766
Minimaltemperatur [°C]	18,5	19,2	18,5	19,2	19,4	19,4
Maximaltemperatur [°C]**	29,7	31,7	29,7	31,7	31,5	31,5
h > 26 °C	202	489	202	489	473	473
h > 27 °C	56	252	56	252	240	240
h > 28 °C	22	96	22	96	81	81
h > 29 °C	7	31	7	31	26	26
h > 30 °C	0	16	0	16	13	13

Heizwärmebedarf bezogen auf "Entwurf"

in Prozent			-28,2%	-47,3%
------------	--	--	--------	--------

NGF	336, m²	336, m²	336, m²
Heizwärmebedarf [kWh/(m² _{NGF} ·a)]	25,2	18,1	13,3

