

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Altbausanierung im Passivhausstandard

Kostengünstige Versorgungssysteme in der Altbausanierung unter Passivhausbedingungen

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Gliederung

- 1. Einführung der Gebäudestands und Ausgangspunkte
- 2. Bauphysik und Vermeidung von Bauschäden
- 3. Forschungsprojekt: Arnoldstraße
- 4. Merkmal Haustechnik und mechanisches Lüftungssystem
- 5. Forschungsprojekt: Usedom
- 6. Energieversorgung Passivhäuser
- 7. Kastenfenster Funktion und Konstruktion
- 8. Solarfassade
- 9. Forschungsprojekt: Sanierung von Umgebinderhäusern zu Passivhäusern
- 10. Forschungsprojekt: Neubau von Kita in Sachsen als Holzwerthaus

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

1. Einführung der Gebäudestands und Ausgangspunkte Kennwerte energetischer Gebäudestandards

	EnEV ¹⁾	3-Liter Haus ¹⁾	Passivhaus ¹⁾	Plusenergiehaus ¹⁾	Passiv+ Haus N&S
U-Wert Wände [W/m²K]	0,25 - 0,50	0,15 - 0,25	< 0,16	0,12	0,10
U-Wert Dach [W/m²K]	0,20 - 0,40	0,10 - 0,20	< 0,15	0,12	0,08
U-Wert Grund [W/m²K]	0,25 - 0,40	0,15 - 0,25	< 0,16	0,10	0,08
U-Wert Fenster [W/m²K]	1,20 - 1,40	0,80 - 1,20	< 0,80	0,70	0,57
Wärmebrückenfreiheit		reduziert	$\psi < 0,01$	?	$\psi < 0,01$
Lüftungsanlage	-	ja	ja, mit Wärmerückgewinnung	ja, mit Wärmerückgewinnung	ja, mit Wärmerückgewinnung
Solaranlage	-	möglichst thermisch	ja thermisch	Photovoltaikanlage	thermische und Photovoltaikanlage

¹⁾ entnommen aus: ENERGIEDEPESCHE - 1 - März 2003

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Kennwerte energetischer Gebäudestandards

	EnEV ¹⁾	3-Liter Haus ¹⁾	Passivhaus ¹⁾	Plusenergiehaus ¹⁾	Passiv+ Haus N&S
Heizwärmebedarf [kWh/m ² a]	≤ 70 (für Neubauten)	34 _{prim}	15	10...15	≈ 4
Stromverbrauch (Haushalt, Lüftung, Hilffstrom) [kWh/m ² a]	-	-	-	-	13
Warmwasser	-	-	-	-	3
solare Gewinne [kWh/a]	-	-	-	-	2500
thermisch	-	-	-	-	3000
elektrisch	-	-	-	bei 3 kW Leistung: 2500	
Primärenergiebedarf [kWh/m ² a]	<115 für A/V-Verh. 0,7 (EFH)	-	<120 durchschnittl. < 70	-	<60 gedeckt durch solare Gewinne
ökologische Bewertung der Baustoffe	-	-	-	-	vorhanden

¹⁾ entnommen aus: ENERGIEDEPESCHE - 1 - März 2003

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Materialeigenschaften

Nr.	Baustoff	Dichte ρ [kg/m³]	Wärme- leitfähigkeit λ [W/(m.K)]	Wärme- speicher- fähigkeit s [kJ/(m³.K)]	Wasserdampf- diffusions- widerstandszahl m [-]	Bau- stoff- klasse	PEI nicht erneuerbar [kWh/m³]	PEI erneuerbar [kWh/m³]	CO2eq [kg/m³]	SO2eq [kg/m³]
1a	Decorputz BAYOSAN EST 03	1600	0,87	1472	10 - 15	A1	2520	-	360	0,9
1b	Grund-& Armierungsputz BAYOSAN MC 55 W	1300	0,87	1196	10 - 15	A1	2520	-	360	0,9
2	HWL-Platte Heraklith-BM-Platte	391	0,075	821	2 - 5	B1	312	698	-70	0,828
3	Doka-N-Träger	600	0,13	1260	40	B2	1488	4830	-379	2,14
4	Zellulosedämmstoff ISOFLOC L	35 - 70	0,040	56 - 112	1 - 2	B2	56	-	-55	0,089
5	Mineralwolle-Dämmplatte TW-2 G + H Isover	30	0,04	25	1	A2	130	-	50	0,172
6	Sterling OSB-Platte	630	0,13	1440	160	B2	985	5582	-750	1,802
7	Holzweichfaserplatte , bituminiert	280	0,05	440	5	B2	1178	2536	-185	1,984
8	Nadelschnittholz	600	0,13	1260	40	B2	263	3269	-1053	0,431
9	Fermacell-Gipsfaserplatten	1250	0,36	840	11	A1-A2	1014	-	-12	1,467
10	Kerto-Träger	550	0,15	1155	60 - 80	B2	1200	5764	-572	2,794
11	Holzzementplatte AMROCK	1250	0,2	1750	25 - 78	B1	2083	1820	646	5,053
12	Butyl-Dichtband ILLBRUCK	1100	-	-	450000	B2				
13	Dachziegel	1800	0,46	1656	8	A1	1800	-	630	2,16

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Ausgangspunkt

- Datenbank www.passivhausprojekte.de:
 - **705** registrierte Projekte
 - Davon nur **13** in der Altbausanierung (~**2%**)!
 - „klassische Sanierung“: Anteil 30%
- Untersuchungen in Diplomarbeiten mit HTWK / Uni Leipzig erarbeiteten Konzepte für komplexe Gebäudesanierungen auf Passivhausstandard:
 - Umsetzung ist möglich!

Sanierung unter Denkmalschutzbedingungen

Folgende Probleme müssen gelöst werden:

- Wärmeschutz
- Wärmebrückenfreiheit
- Luftdichtheit
- Diffusionsoffenheit

Folgende Maßnahmen sind zu planen:

- Solarfassade
- Innendämmung an denkmalgeschützten Fassaden
- luftdichte und wärmebrückenfreie Ausbildung der Decken- und Innenwandanschlüsse
- Austausch der Fenster

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

2. Bauphysik und Vermeidung von Bauschäden Praktische Umsetzung

- Sanierung mehrerer Bestandsgebäude
 - Jugendzentrum
 - Reihenhauser 70er Jahre
 - Einfamilienhäuser
- Nicht immer Passivhausstandard, aber deutliches Unterbieten der EnEV (schon vor deren Verabschiedung!)
- In gewachsenen Wohnanlagen: Anpassung an umgebende Bebauung



Sanierung Jugendfreizeitzentrum

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Leipzig – Goyastraße (1992)



- Erstes Niedrigenergiehaus (NEH) in der Altbausanierung unter Denkmalschutz
- 12cm Steinfaser
- Wärmebrückenreduzierung

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Leipzig – Lene-Voigt-Straße (1993)

1:1-Umsetzung eines Energie- und Wassersparkkonzeptes: NEH

- Dämmung von Außenwand und Kellerdecke
- Fenstererneuerung und –verkleinerung
- Bauphysik: keine Schimmelbildung
- Erneuerung der Lüftungsanlage



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



1996 Nebengebäude Schillerhaus Leipzig: Bauphysikalische Sanierung
Luftdichtheit, Wärmebrückenreduzierung, Isolierung

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



1997 Sonnenapotheke Landsberg: Niedrigenergiehaus

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Chemnitz, Zweifamilienhaus (2005) >> Passivhaus



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Chemnitz, Zweifamilienhaus (2005)



Einbau Kastenfenster

Neubau Dachgaube



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com



2005 Chemnitz, Zweifamilienhaus:
Passivhaus



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Leipzig-Kleinzschocher 2005

- Mit Aufstockung und Sanierung zum Passivhaus (2.-4.OG)

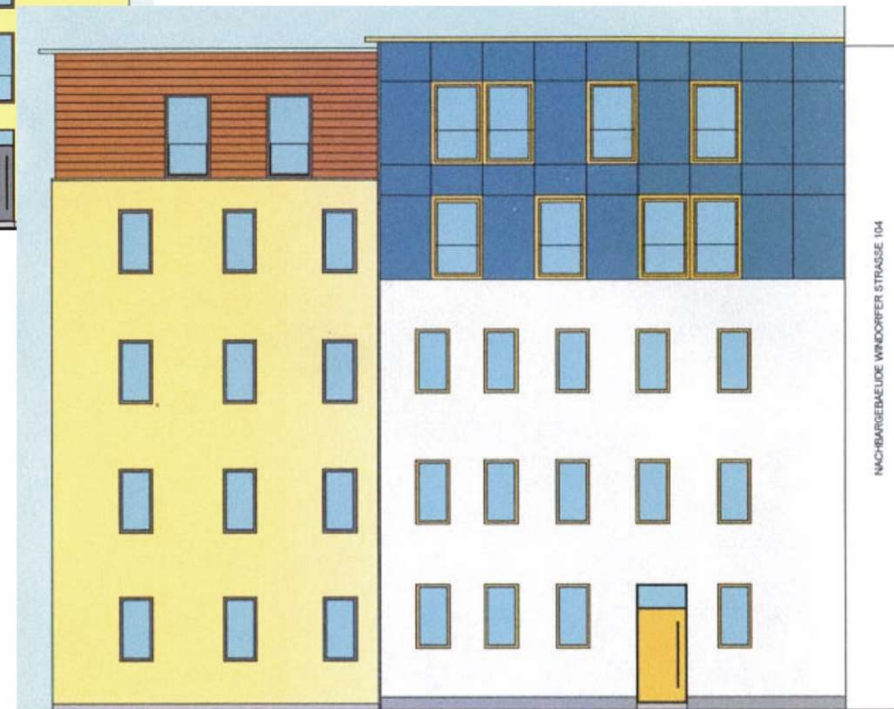


Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



ANSICHT SÜD / WINDORFER STASSE 108



ANSICHT OST / WINDORFER STASSE 106+108

2005 Leipzig: Altbausanierung
zum Passivhaus, Aufstockung

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



2005 Leipzig: Altbausanierung zum Passivhaus, Aufstockung

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



2005 Leipzig: Altbausanierung zum Passivhaus, Aufstockung

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

3. Forschungsprojekt: Arnoldstraße

Projekte: Leipzig-Arnoldstraße 2005

- Sanierung eines Gründerzeit-Reihenhauses auf Passivhausstandard



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

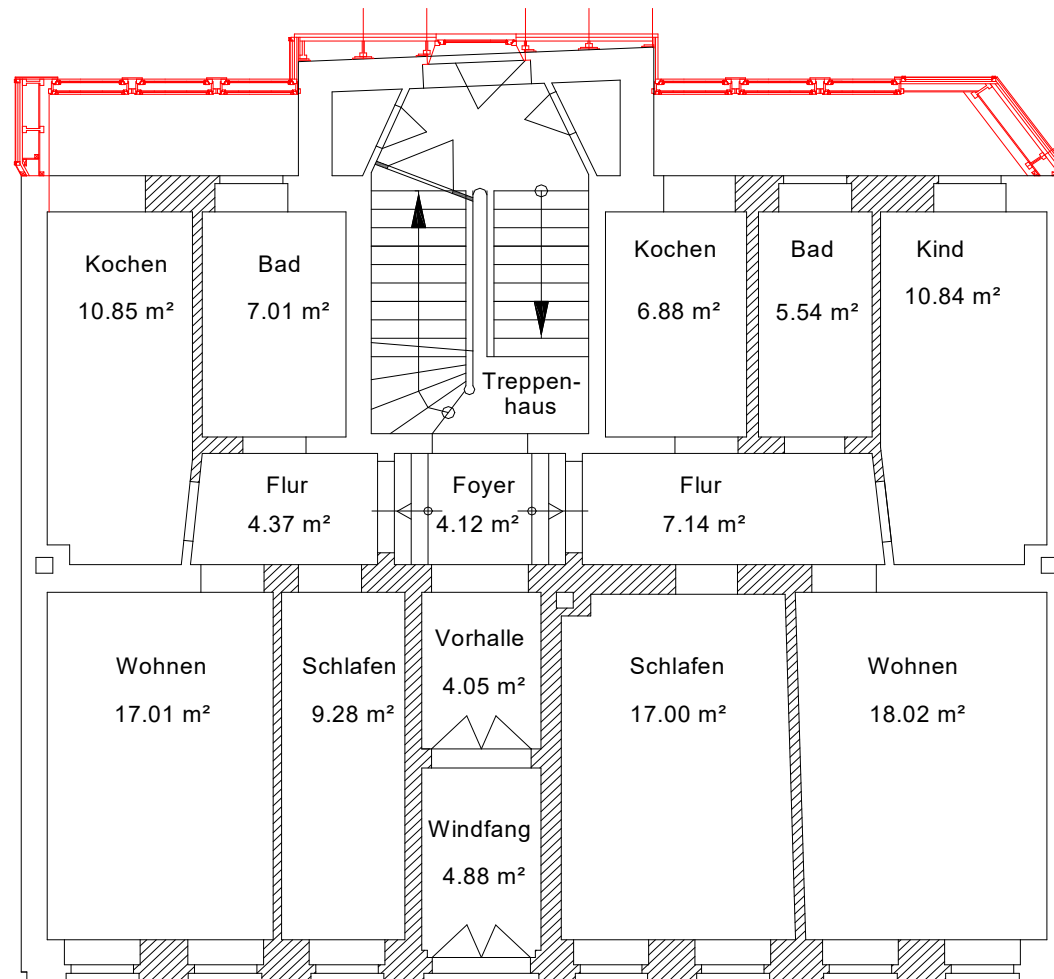
E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Leipzig-Arnoldstraße: Hofansicht Ist-Zustand

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Leipzig-Arnoldstraße: Grundriss EG mit Anbauten

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

Tel.: 01722622026



Leipzig-Arnoldstraße
Hofansicht saniert

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Leipzig-Arnoldstraße Hofansicht saniert

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

„Produktion von Wasser“

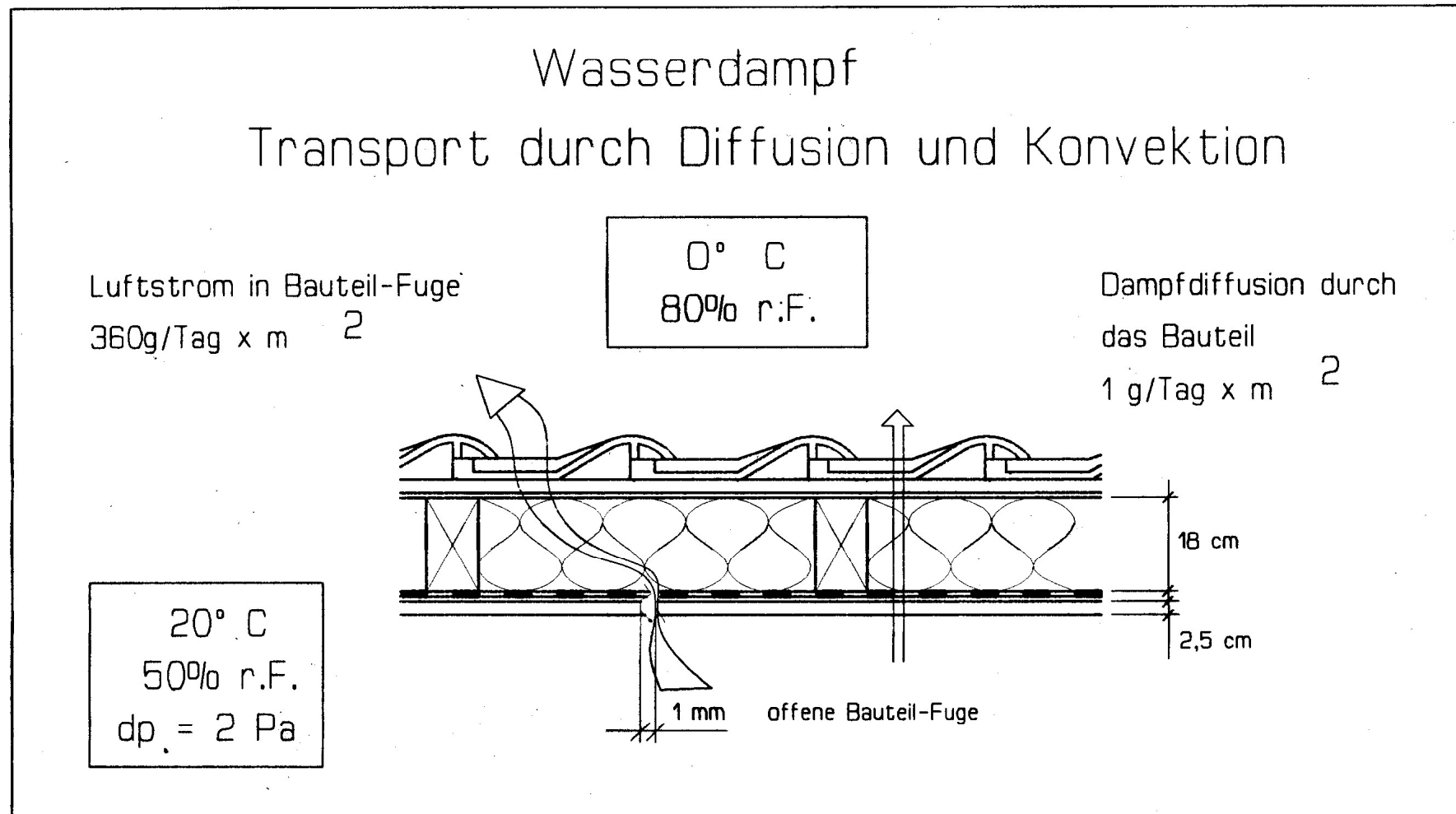
Duschbad	1700 g/ Bad
Wannenbad	1100 g/ Bad
Waschmaschine	200 – 900 g/ h
Geschirrspülmaschine	200 g/ Spülung
Wäsche geschleudert	50 – 200 g/ h
Schlafen	40 – 50 g/ h
Hausarbeit	ca. 90 g/ h
anstrengende Tätigkeit	ca. 170 g/ h
Pflanzen	7 – 20 g/ h

Quelle: Handbuch Energie/ Bau 5. Auflage 1998

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Vermeidung von Bauschäden



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Diffusion –
zu langsam für eine ausreichende Feuchteabfuhr

Beispiel Wohnungsbad mit 7 m² Außenwand

- Feuchteeintrag durch Duschen am Morgen
 - Ca. 900 – 1299 g Wasser
- Feuchteabfuhr durch Außenwand:
 - 60 g/ Tag HLZ/Gasbeton oder
 - 37 g/ Tag mit 8 cm PS-WDVS

Die Abfuhr durch Diffusion würde erst nach 15 – 20 Tagen
(gedämmt: 24 – 32 Tagen) erfolgt sein.

Fazit: Auf die Wohnungslüftung kommt es an !!

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Dichtheit von Dämmkonstruktionen

Wandaufbau: Dämmstoff $\lambda = 0.040 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 14 \text{ cm}$

$A = 1 \text{ m}^2$

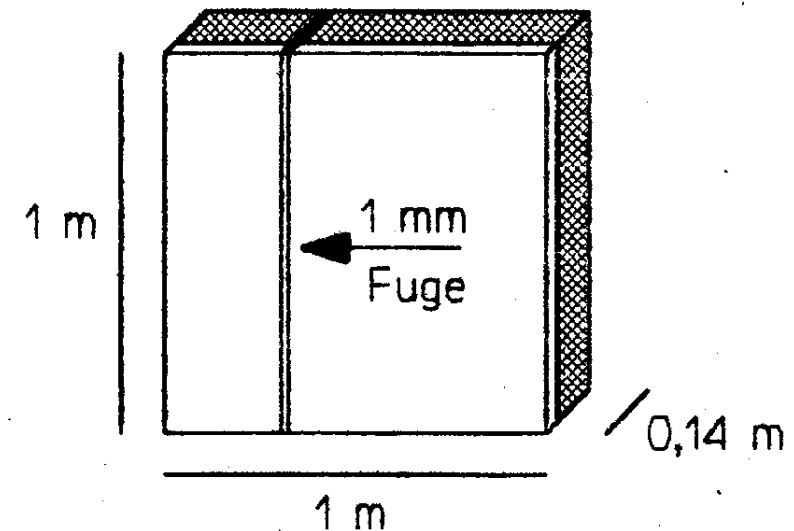
Luftdichtungsschicht

U-Wert ca. $0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fuge je m^2 Dämmfläche

1 mm breit

1 m lang



Resultierender U-Wert ca. $4,8 \cdot \text{U-Wert} = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

Meßbedingungen: Innen: $+20 \text{ }^\circ\text{C}$

Außen: $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Windstärke: $2-3 = 20 \text{ Pa} = 2 \text{ kp/m}^2$

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Deckensanierung Holzbalkendecke nach bauphysikalischen, energetischen und statischen Gesichtspunkten

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Mangelnde Luftdichtheit

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Mangelnde Luftdichtheit

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Messung von Temperatur und Luftfeuchte

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Messfühlereinbau Außenwand

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026



Messfühlereinbau Außenwand

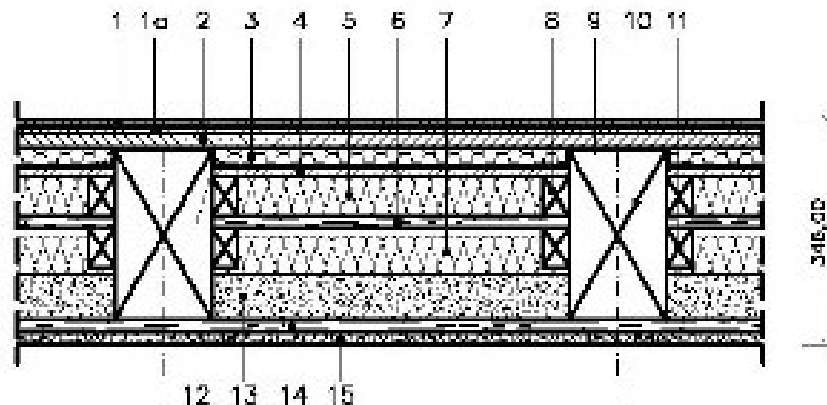
Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

Tel.: 01722622026

Projekte: Leipzig-Arnoldstraße 2005

Holzbalkendecke saniert



1	Ferrmacell-Gipsfaser-Trockenestrich	10,00 mm
1a	Ferrmacell-Gipsfaser-Trockenestrich	10,00 mm
2	Holzweichfaserplatte	22,00 mm
3	Pappwabe mit Feinschlackefüllung	30,00 mm
4	OSB-Platte	15,00 mm
5	Flachs-Dämmplatte	60,00 mm
6	Einschub	ca. 19 mm
7	Flachs-Dämmplatte	60,00 mm
8	Lattung, neu	40/80 mm
9	Hanf-Trittschallfilzmatte	5,00 mm
10	Holzbalken, vorhanden	150/260 mm
11	Lattung, vorhanden	40/60 mm
12	Siga-Sicral-Klebeband	
13	Grobschlackefüllung	ca. 70 mm
14	Sparschalung	ca. 19 mm
15	Putz auf Rohr	ca. 20 mm



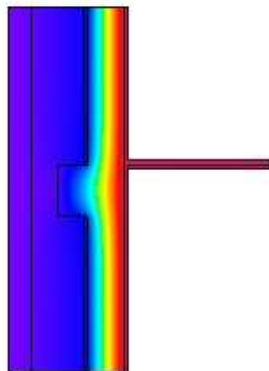
Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

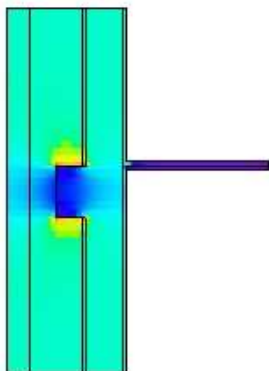
Tel.: 01722622026

Projekte: Leipzig-Arnoldstraße

- Holzbalkenköpfe



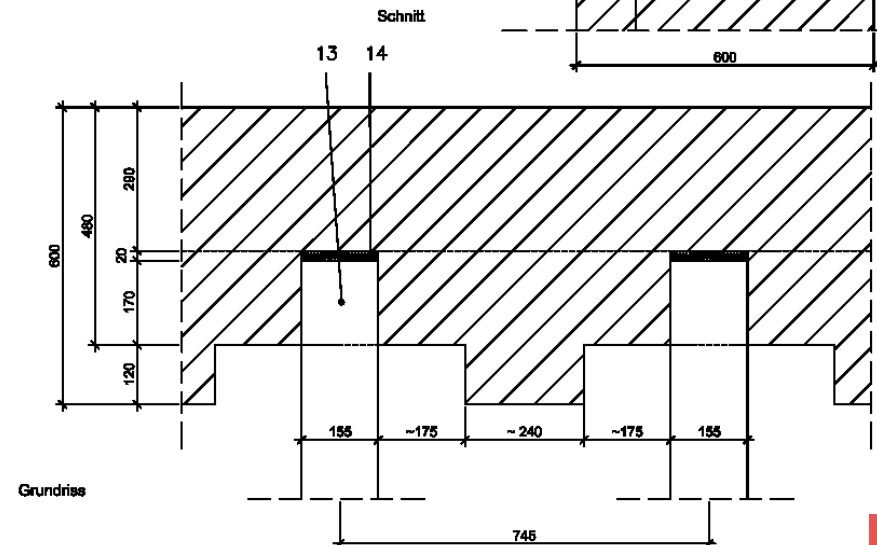
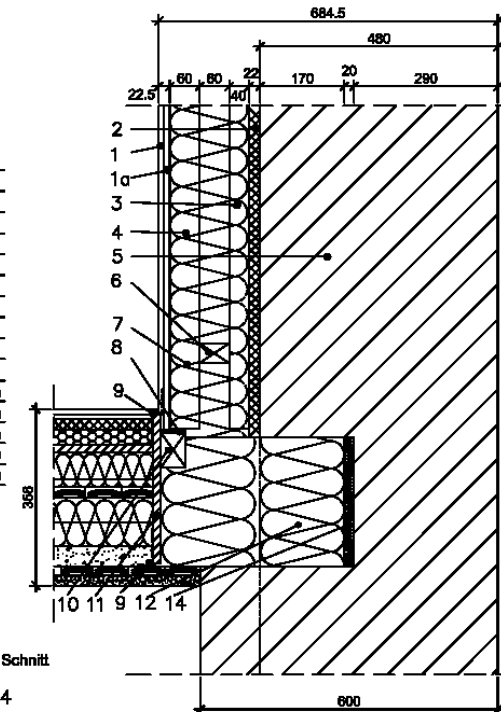
Neu



Bestand

Detail: Anschluß Decke-
Aussenwand

1	Fenmacell-Platte	10,00 mm
1a	Fenmacell-Platte	12,50 mm
2	Holzweichfaserstreifen	22,00 mm
3	vertikal Lattung	60/40 mm
4	vertikal Lattung	40/60 mm
5	Mauerwerk	480,00 mm
6	horizontal Lattung	40/60 mm
7	Zellulosedämmung	182,00 mm
8	Hanf-Trillschallstreifen	5,00 mm
9	Siga-Skorall-Klebeband	
10	Querholz vorhanden	50/70 mm
11	OSB-Streifen	15/310 mm
12	Flache-Dämmplatte	190,00 mm
13	Holzbalken	155/260 mm
14	Flache-Dämmplatte	20,00 mm

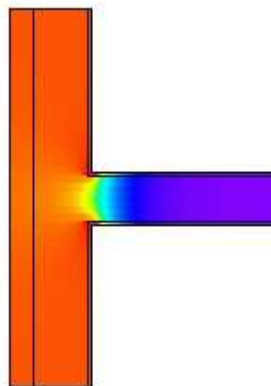
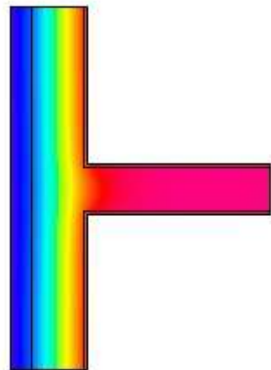


Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

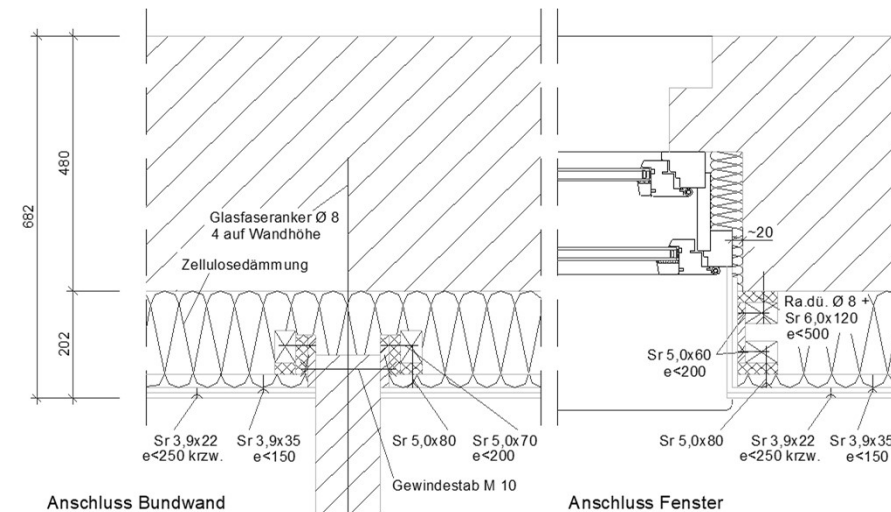
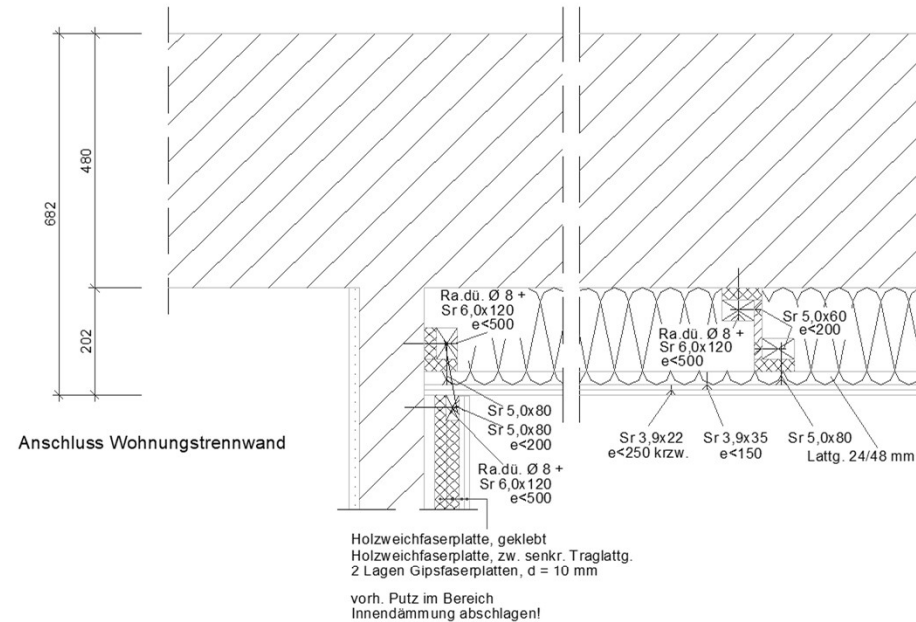
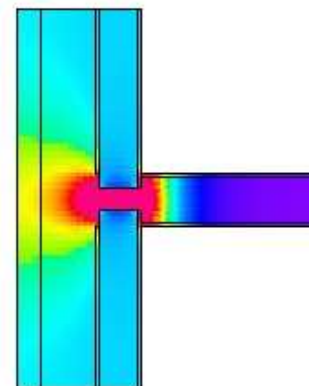
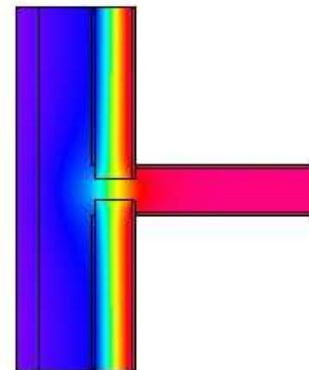
E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

Projekte: Leipzig-Arnoldstraße

Bestand



Neu



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Kaufhaus Schocken in Chemnitz



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Kaufhaus Schocken in Chemnitz



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Kaufhaus Schocken in Chemnitz



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

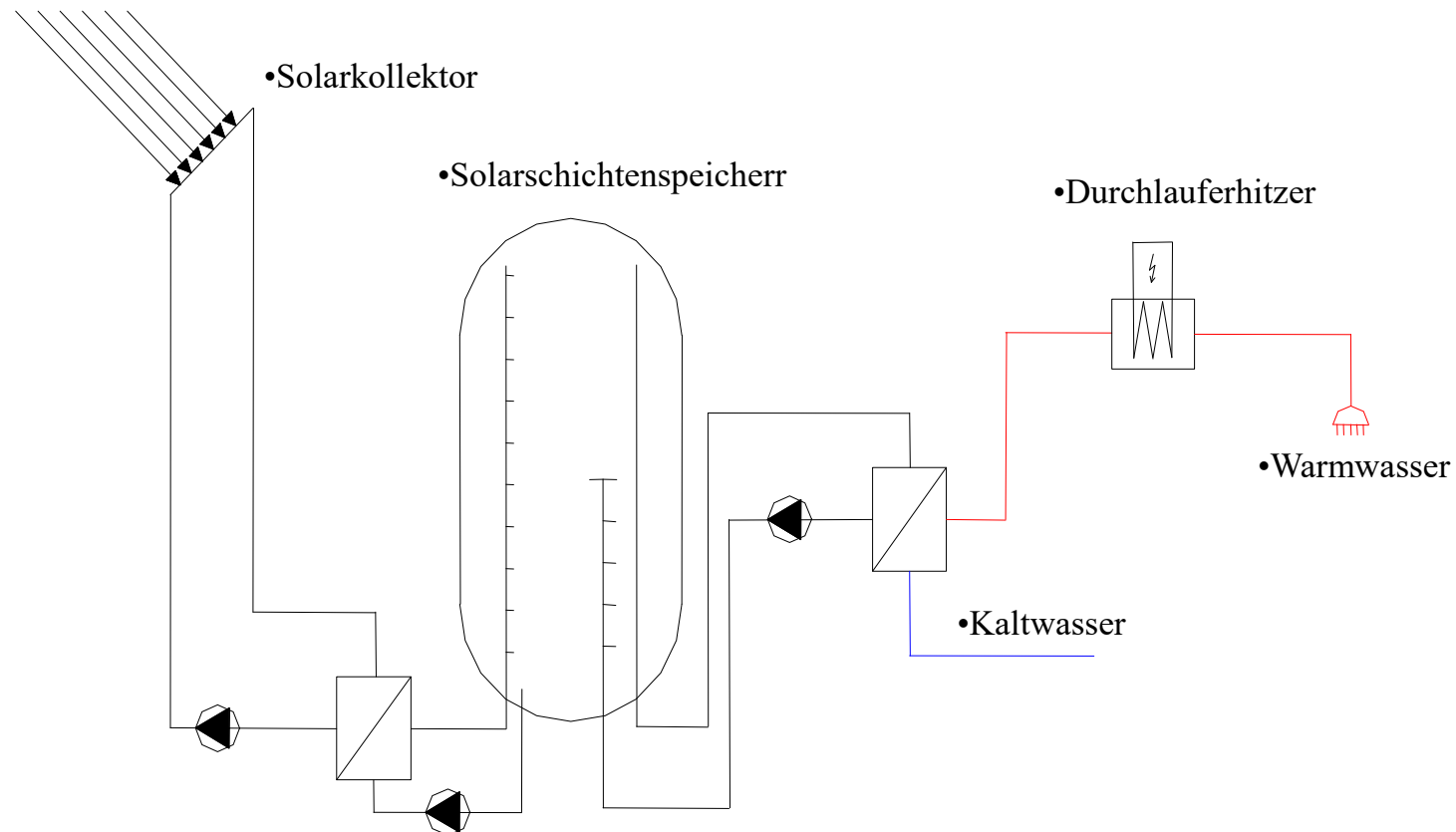
E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

4. Merkmal Haustechnik und mechanisches Lüftungssystem

Haustechnik:

- Restheizung über Elektroheizkörper
- Warmwasserbereitung mit Solaranlage (950l Schichtenspeicher) mit dezentraler Nachheizung mittels Durchlauferhitzern
- semizentrale Lüftungsanlage mit Luftvorwärmung durch Erdreichwärmetauscher und Kastenfenster sowie mechanischer Zu- und Ablufteinheit in jeder Wohnung

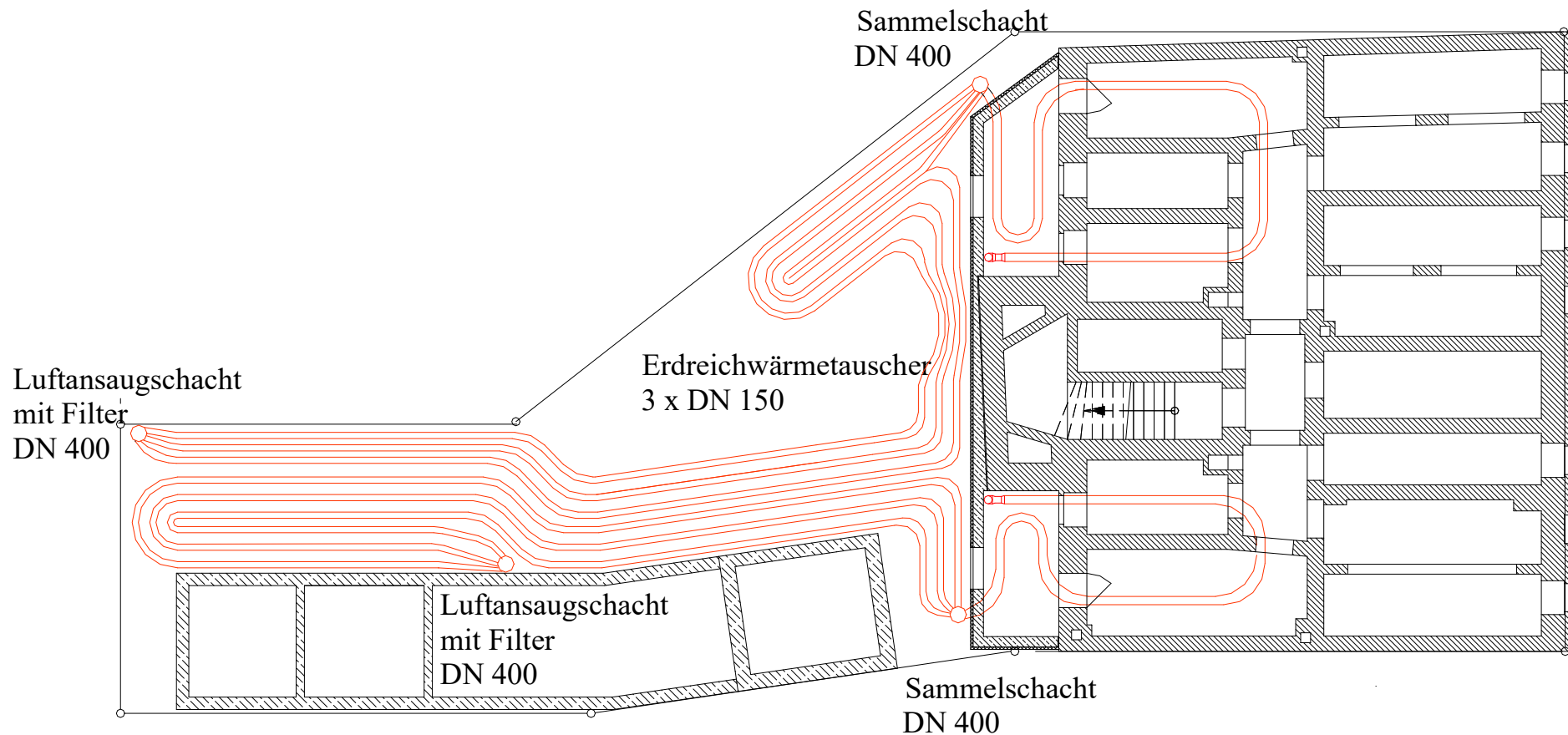
Prinzip der Warmwasserversorgung



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Erdreich-Wärmetauscher

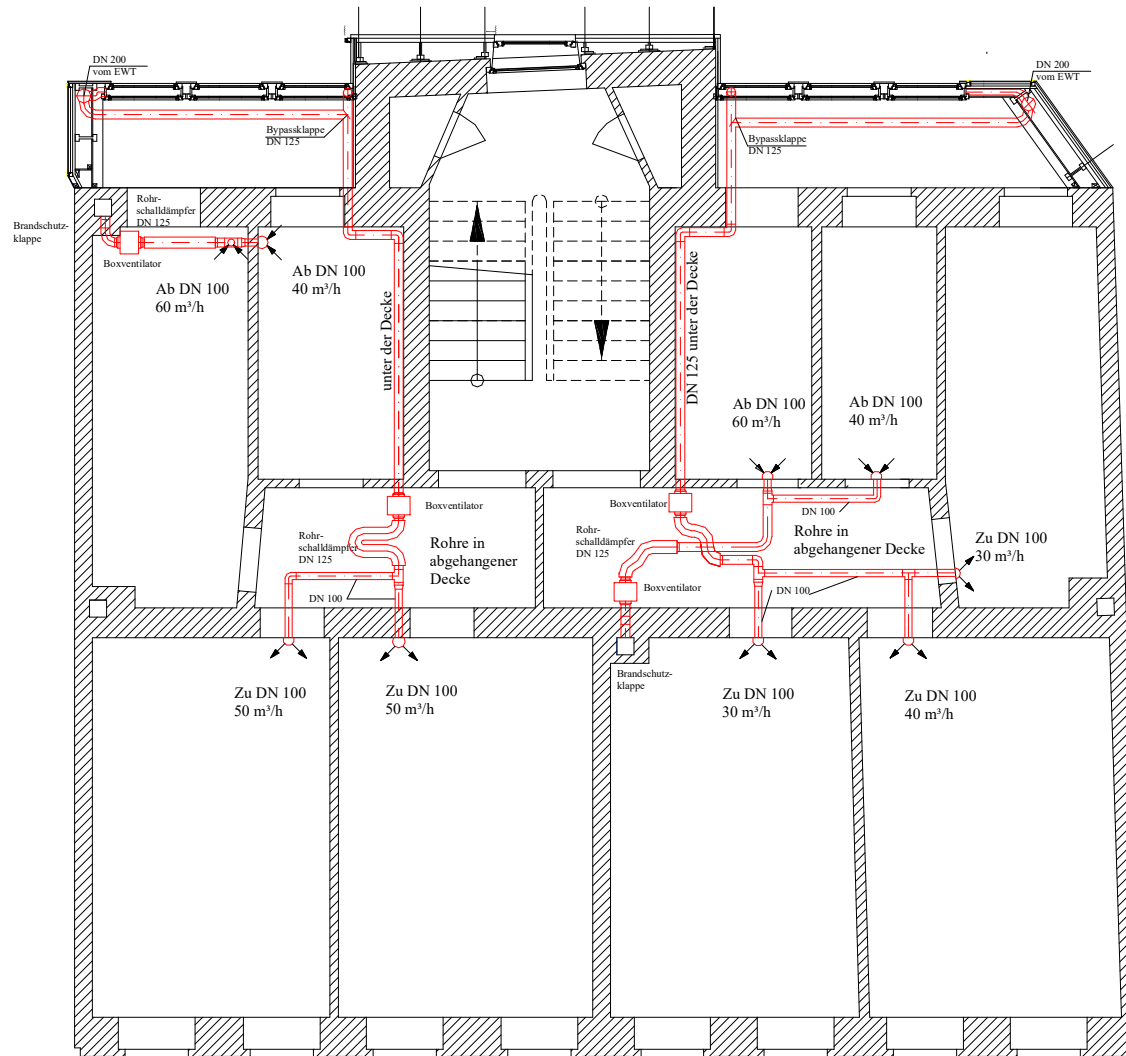


Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

Tel.: 01722622026

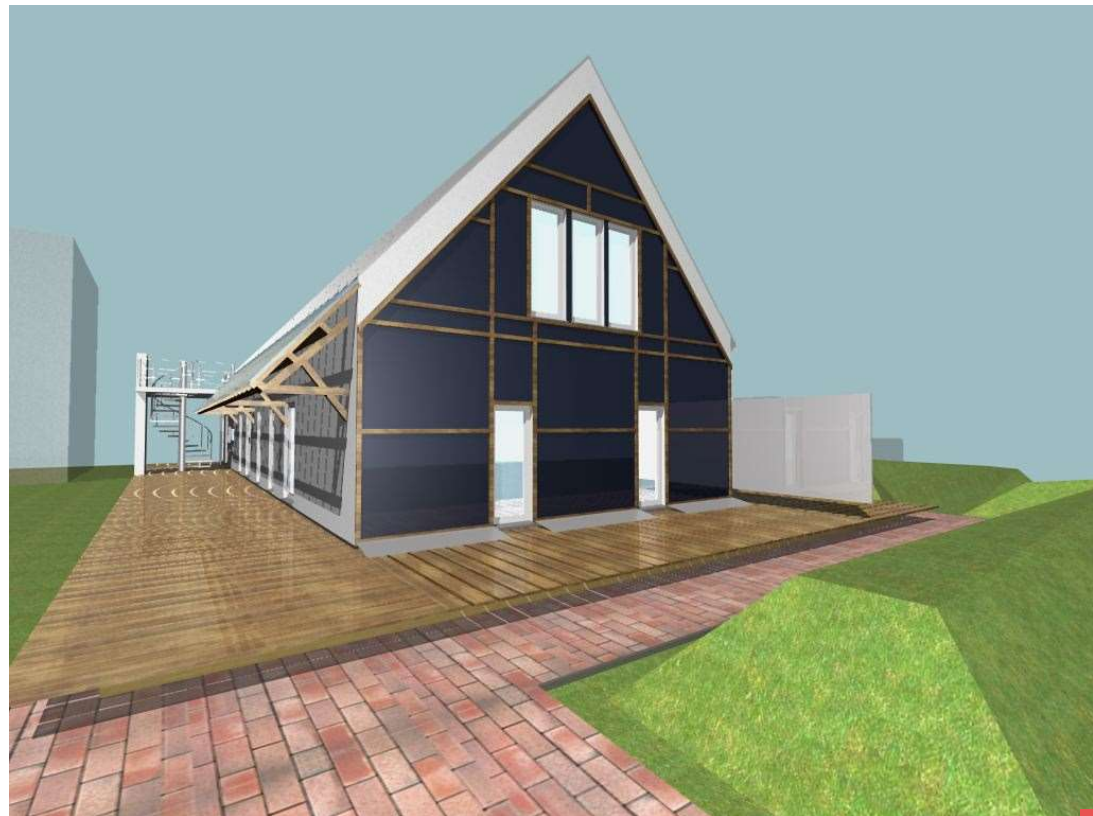
Mechanische Lüftung



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

5. Forschungsprojekt: Usedom Ferienhaus Usedom



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Ferienhaus Usedom



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Ferienhaus Usedom



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Ferienhaus Usedom



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Projekte: Ferienhaus Usedom



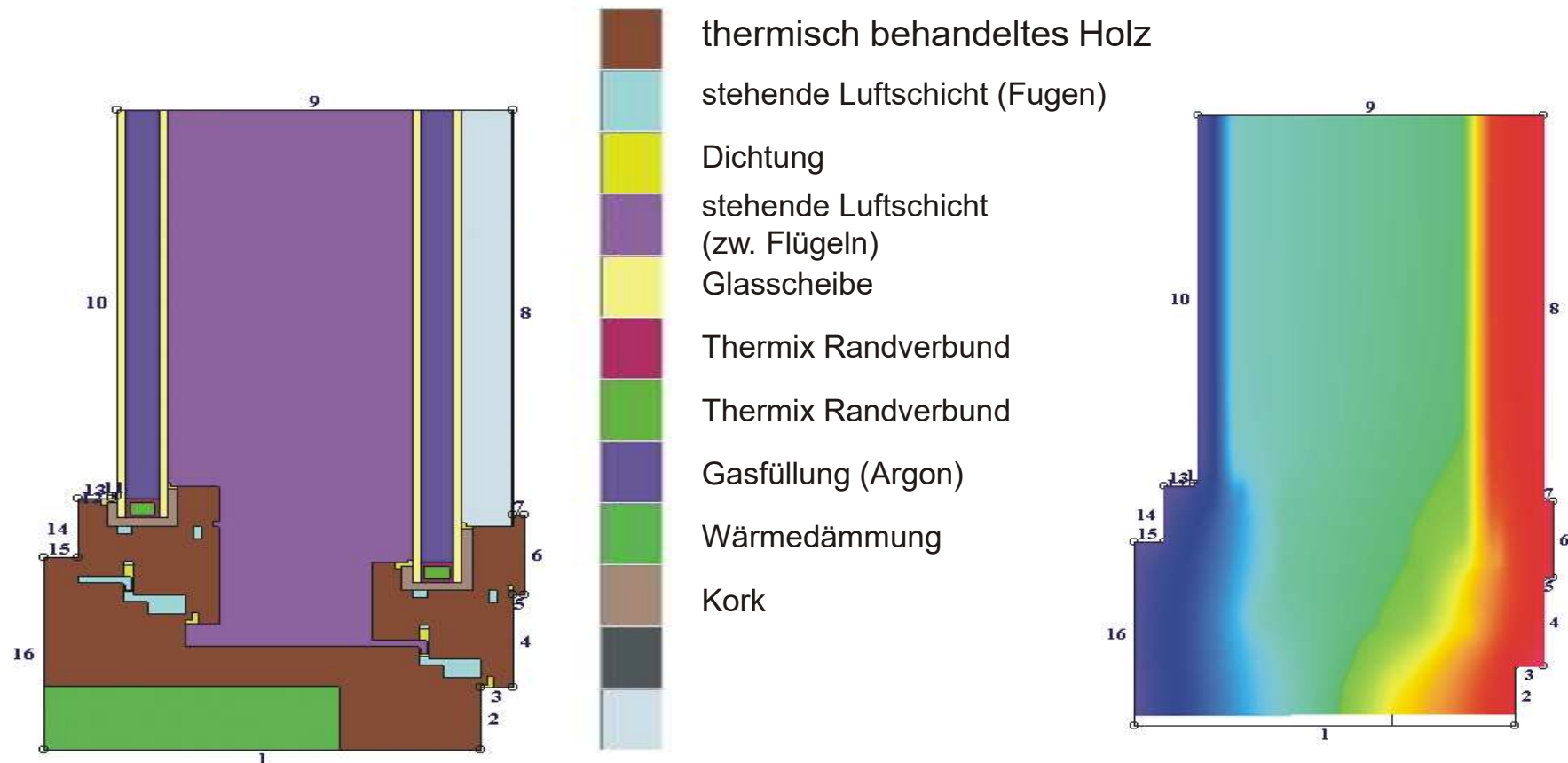
6. Energieversorgung für Passivhäuser

- Voraussetzung: niedriger Energiebedarf von Passivhäusern $< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
=> nur noch Restenergieversorgung notwendig!
- Durch Nutzung interner Wärmequellen nur relativ niedriges Temperaturniveau der Zuluft ($\sim 15^\circ\text{C}$) erforderlich
- Hoher Aufwand für Erdwärmetauscher und Wärmerückgewinnung bei nachträglichem Einbau

Mögliche alternative Wärmequellen:

- Kastenfenster
- Solarwand
- Solardach

7.Kastenfenster: Funktion & Konstruktion



Kastenfenster: Technische Daten

- **Wärmetechnische Kennwerte**

$$U_w = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_l = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_g = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g=0,47$$

$$\text{Lichttransmissionsgrad } T = 0,62$$

$$\Psi_g = 0,028 \text{ (Thermix-Abstandhalter)}$$

- **Luftschalldämmung (DIN ISO 717-1)**

$$R_w = 51 \text{ dB}$$

- **Luftdurchlässigkeit (DIN EN 1026)**

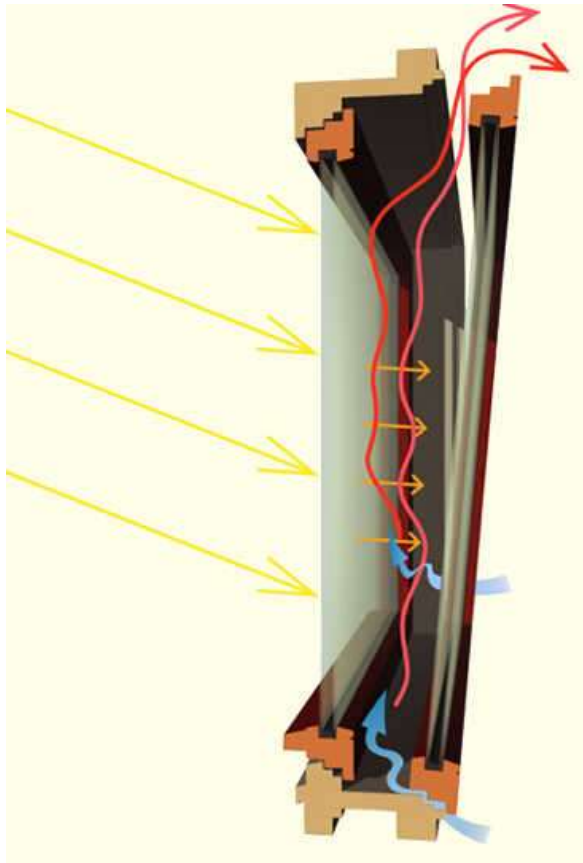
Klasse 4

- **Schlagregendichtheit (DIN EN 1027)**

Klasse 9A

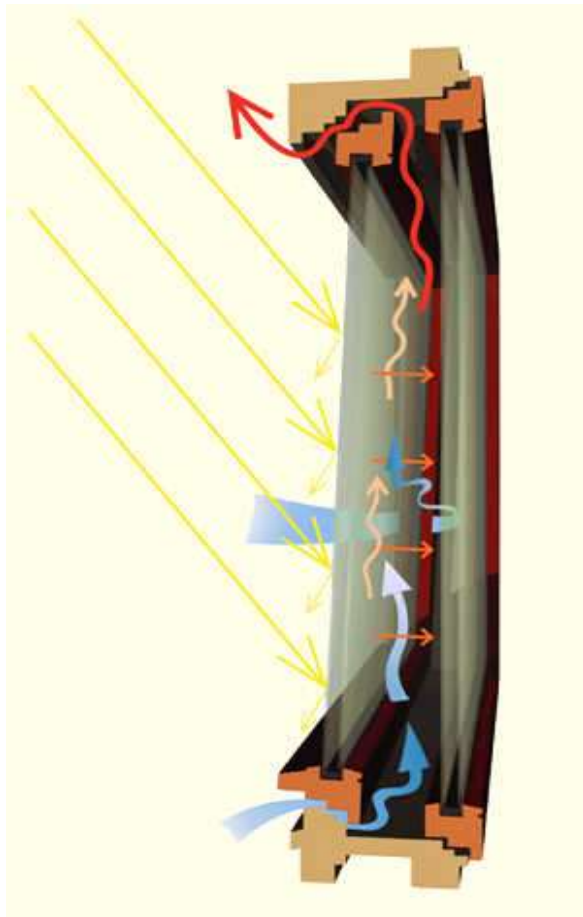


Kastenfenster: Winterfunktion



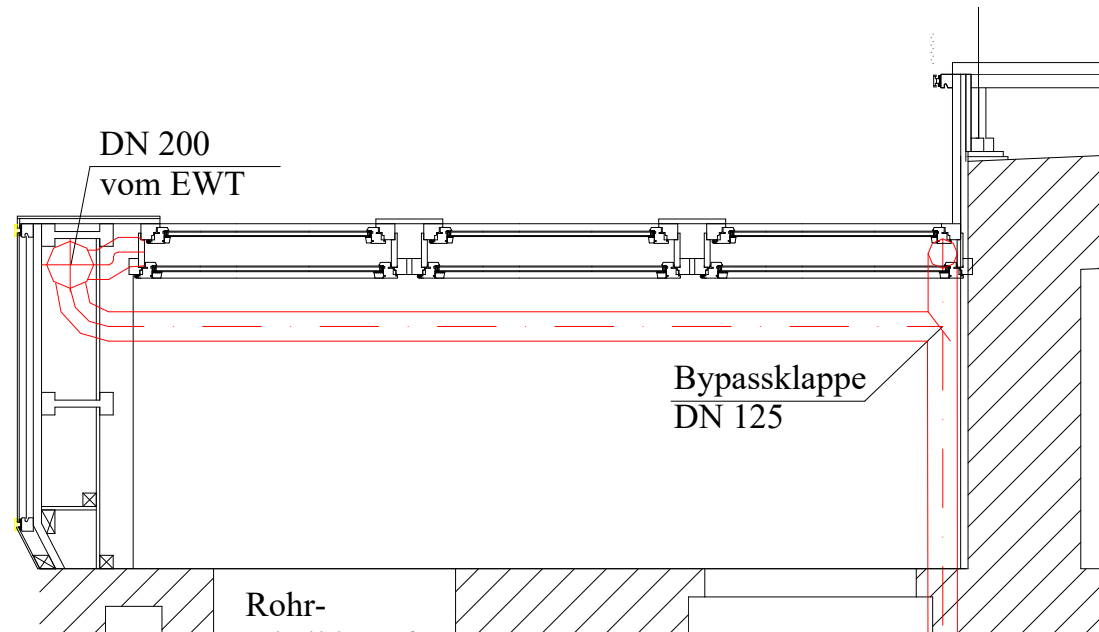
- Wandlung kurzwelligen Sonnenlichts in langwellige Wärmestrahlung
- Nutzen der solaren Gewinne durch Ankippen des inneren Fensterflügels:
- Wärme wird dem Aufenthaltsraum zugeführt
- *Beispiel* Sonniger Wintertag (-5°C): Erhöhen der Innentemperatur von 19°C auf 23°C

Kastenfenster: Sommerfunktion



- Hitzebelastung wird durch Spaltöffnung des äußeren Fensterflügels vermieden:
- Erhitzte Luft zwischen den Fensterflügeln wird nach außen weggelüftet
- Verringern der Hitzebelastung am inneren Fensterflügel
- *Beispiel* Sommertag (35°C):
Innentemperatur 23°C bei Spaltöffnung,
Innentemperatur 25°C bei geschlossenem Fenster

Kastenfenster als Luftkollektor

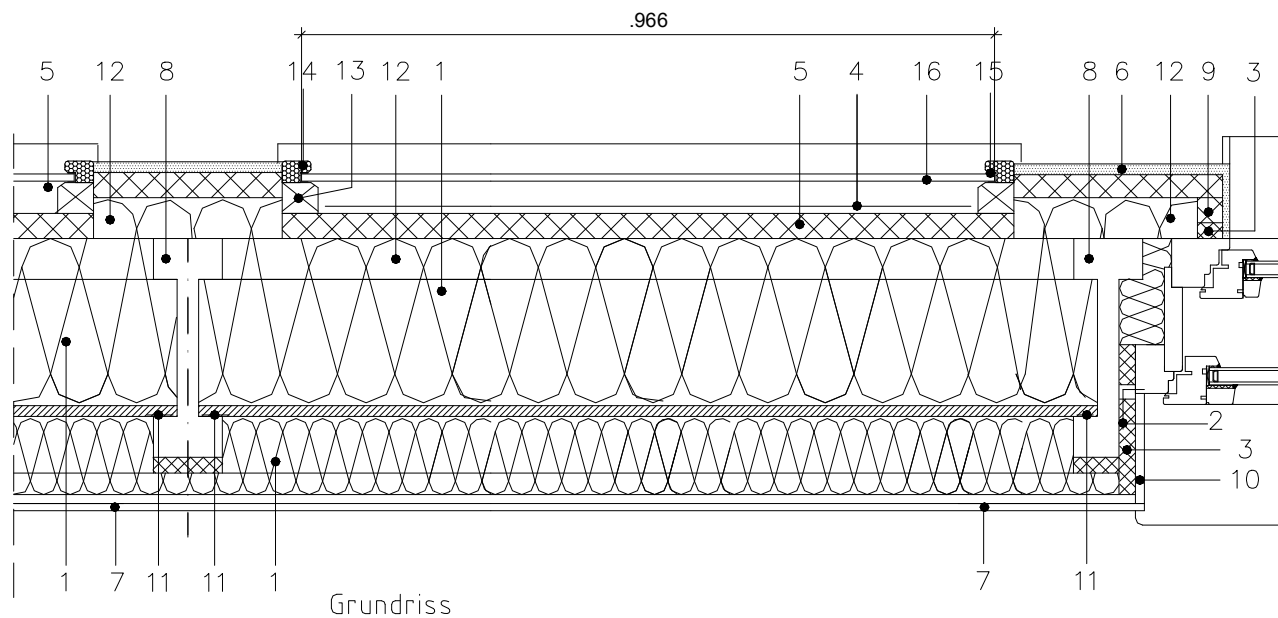


- Vorwärmen der Zuluft zwischen den Fensterflügeln
- Niedriger Luftvolumenstrom
- Reduzieren von Wärmeverlusten: werden der Zuluft wieder zugeführt

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

8. Solarfassade & Solardach



1	Isofloc (eingebblasen)	
2	Siga-Sicral Klebeband	
3	Holzweichfaserstreifen	22,00 mm
4	Absorber	
5	Heraklith-Platte	35,00 mm
6	Aussenputz (Bayosan)	15,00 mm
7	Gipsfaserplatte	22,50 mm
8	Kaufmann-Träger PT 13/300	305/96 mm
9	Heraklith	35/35 mm
10	Gipsfaserplatte	12,50 mm
11	Butyl-Kautschukklebeband	
12	Querlattung	57/57 mm
13	Holz (gefast)	50/43 mm
14	Glashaltewinkel Thermowood	30/40 mm
15	Vorlegeband	
16	ESG	6,00 mm
17	Kunststoff-Abstandhalter	
18	Natursteinfensterbank altern. Blech	
19	Holz	57/70 mm

Solarfassade

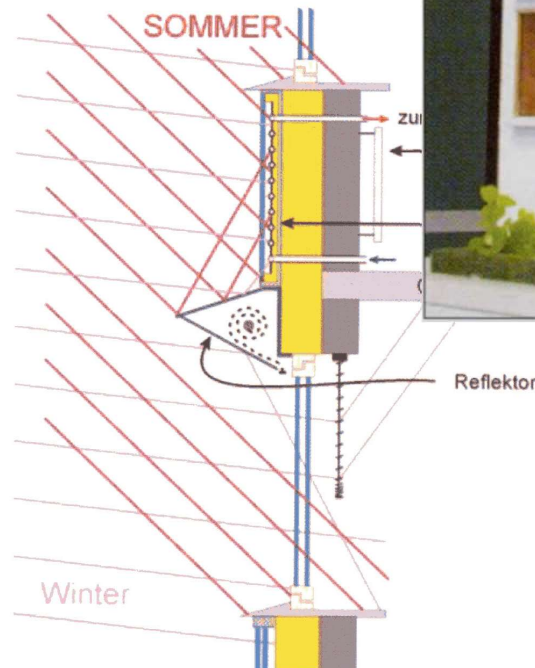
- Ausgeglichener Kollektor-Ertrag über das ganze Jahr
 - Höhere Deckungsgrade bei Warmwasserbereitung durch 90°-Neigung
 - Geringer Anlagenstillstand im Sommer
 - U-Wert-Reduzierung:
 - Wärmestrom in den Raum: Kollektor/Absorber ist wärmer als Außenluft
 - Reduzierung um 85-90% (gute Sonneneinstrahlung)
 - Reduzierung um 35-50% (wenig Sonneneinstrahlung)
- => Verringern der Wärmeverluste



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Solarfassade: Ertragserhöhung mit Lichtlenkmodulen (Uni Kassel)



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com

Tel.: 01722622026

Solardach

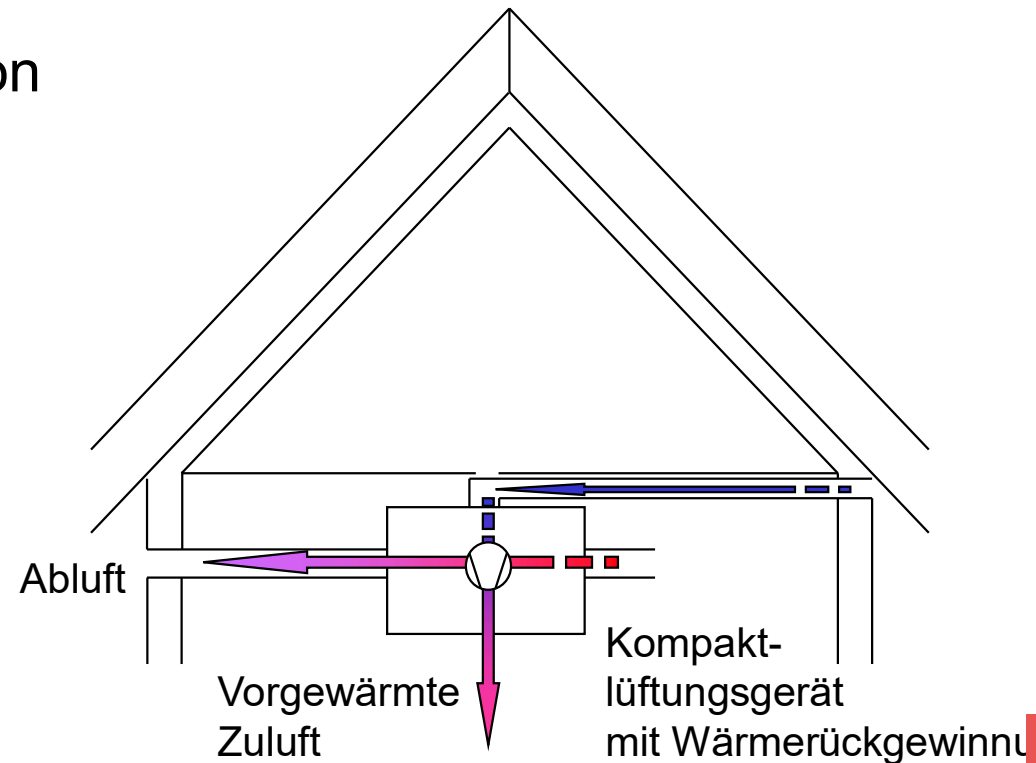
- Südwest-Seite komplett mit Photovoltaik bedeckt
>> Dach finanziert sich durch EEG-Vergütung selbst



- 32 Amorphe PV-Lamine (Solartec) á 136 Wp auf Trapezblechen
- Kollektorfläche 88 m²

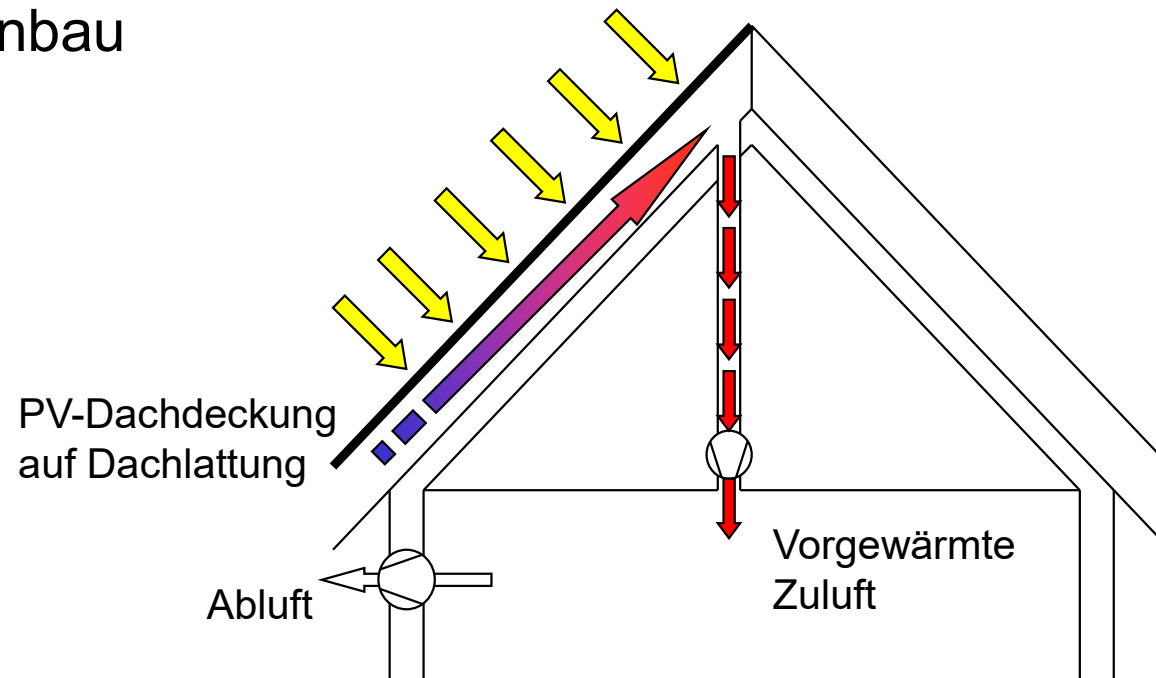
Solardach: Konventionelle Passivhauslüftung

- Lüftung mit Kompaktlüftungsgerät und Wärmerückgewinnung
 - Hohe Effizienz
 - Schwieriger und aufwändiger Einbau in bestehenden Wohnungen!
 - Starke Belästigung von Mietern
 - Hohe Kosten



Solardach: Vereinfachte Abluft

- Lüftung mit dezentraler Abluftführung
 - Geringer Stromverbrauch von DC-Lüftern
 - Kaum Kosten
 - Einfacher Einbau



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Solardach: Lüftungskonzept

- Dezentrale Lüftung ohne Wärmerückgewinnung
- Drei Abzugstellen der vorgewärmten Zuluft in Firstnähe für drei Ferienwohnungen
- Steuerung über PV-Direktkopplung der DC-Lüfter = wartungsfrei!



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Solardach: Luftführung in Isolierung zwischen Dachsparren



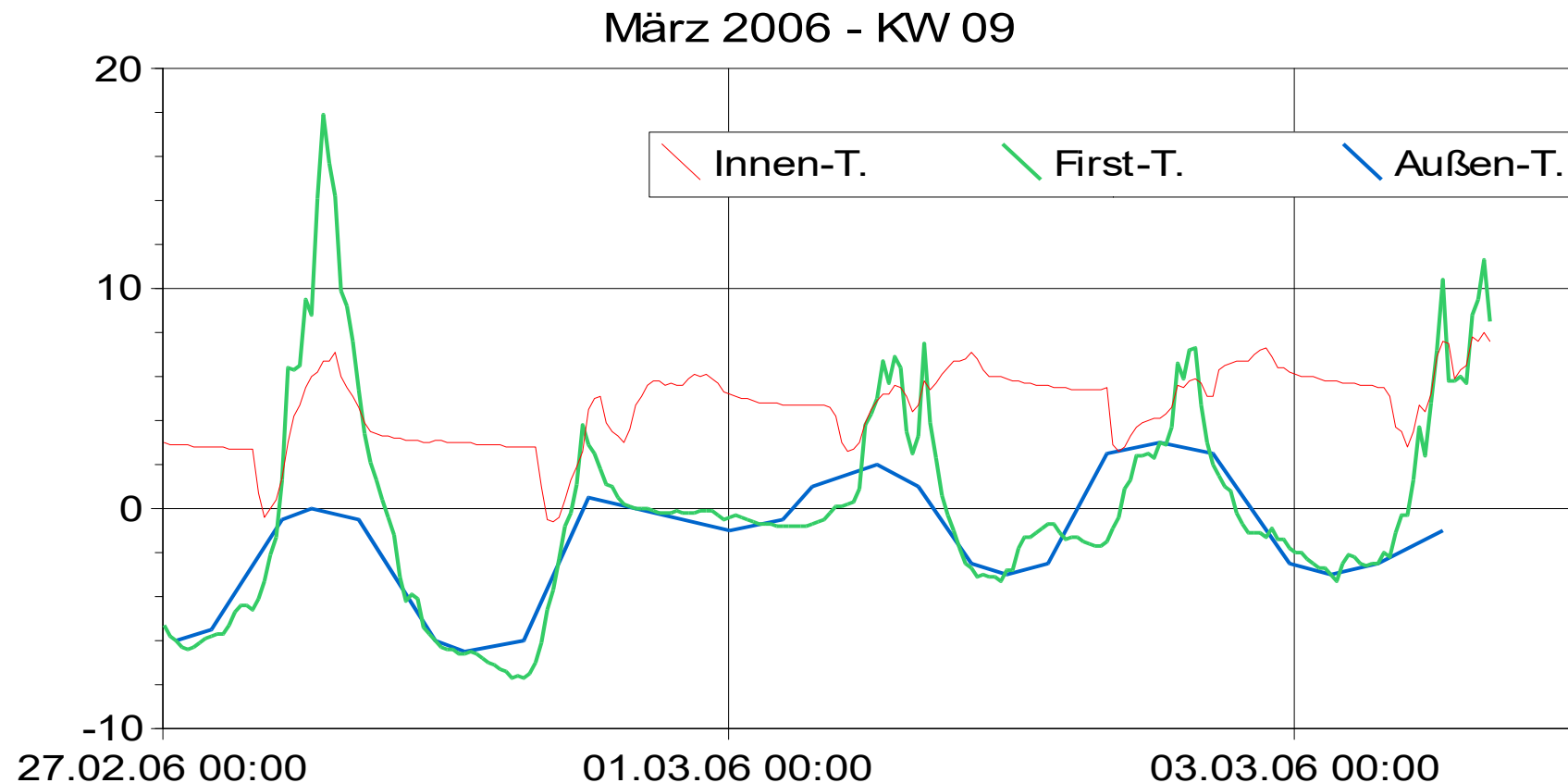
Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Solardach: Betriebserfahrungen im Winter



Solardach: Aktuelle Messwerte



Solardach: Ertragsvorhersage

- Heizwärmebedarf nach PHPP
18 kWh/m²a
- Ertrag Solardach
530 kWh nutzbare Wärme in der Heizperiode,
entspricht
3 kWh/m²a Nutzfläche
- Heizwärmebedarf gesamt
15 kWh/m²a
 >> Passivhaus!
- Investitionskosten für Lüftungsanlage (ohne Dach / PV-Anlage):
ca. 500 €

Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

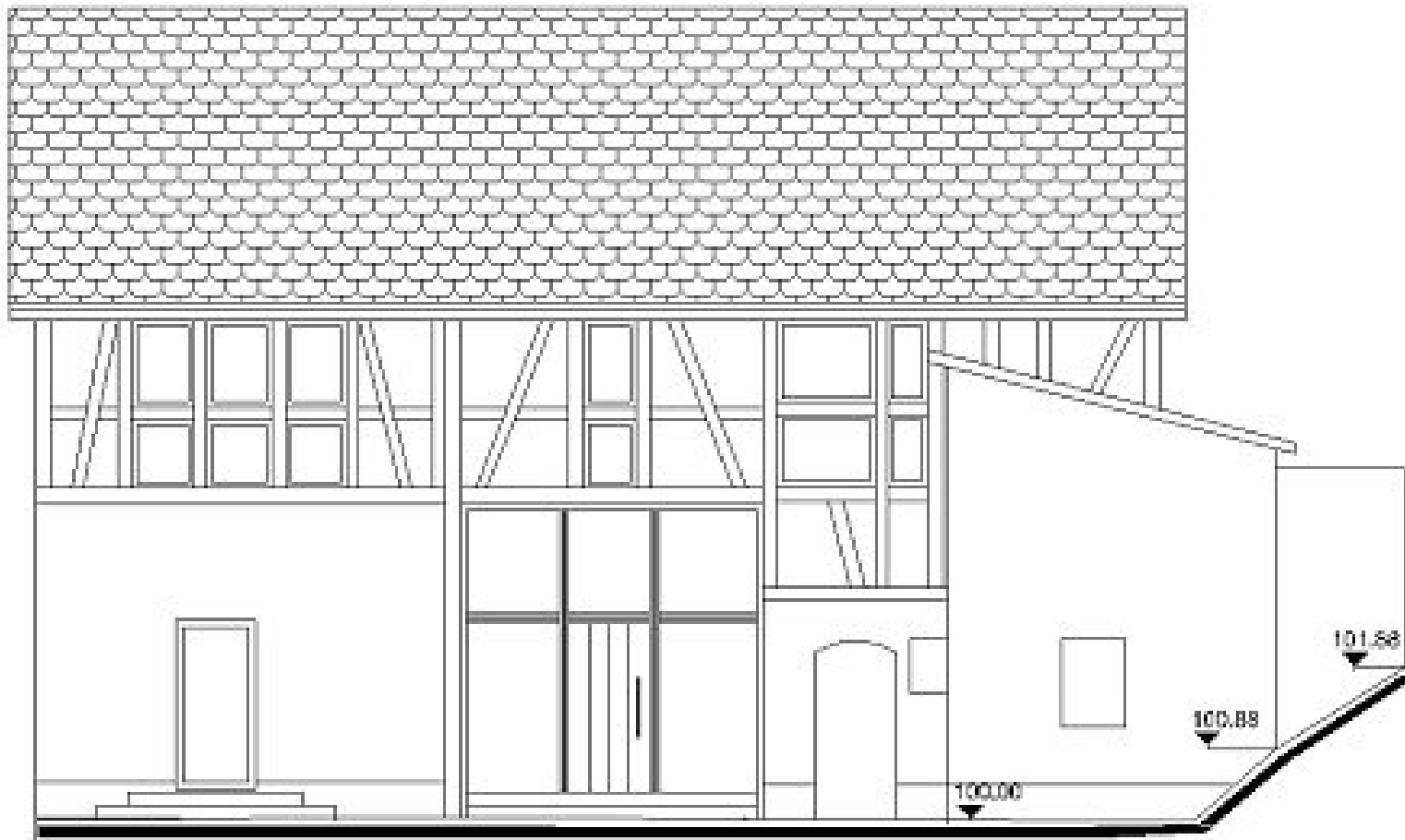
9.Forschungsprojekte: Sanierung von Umgebinderhäusern zu Passivhäusern



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

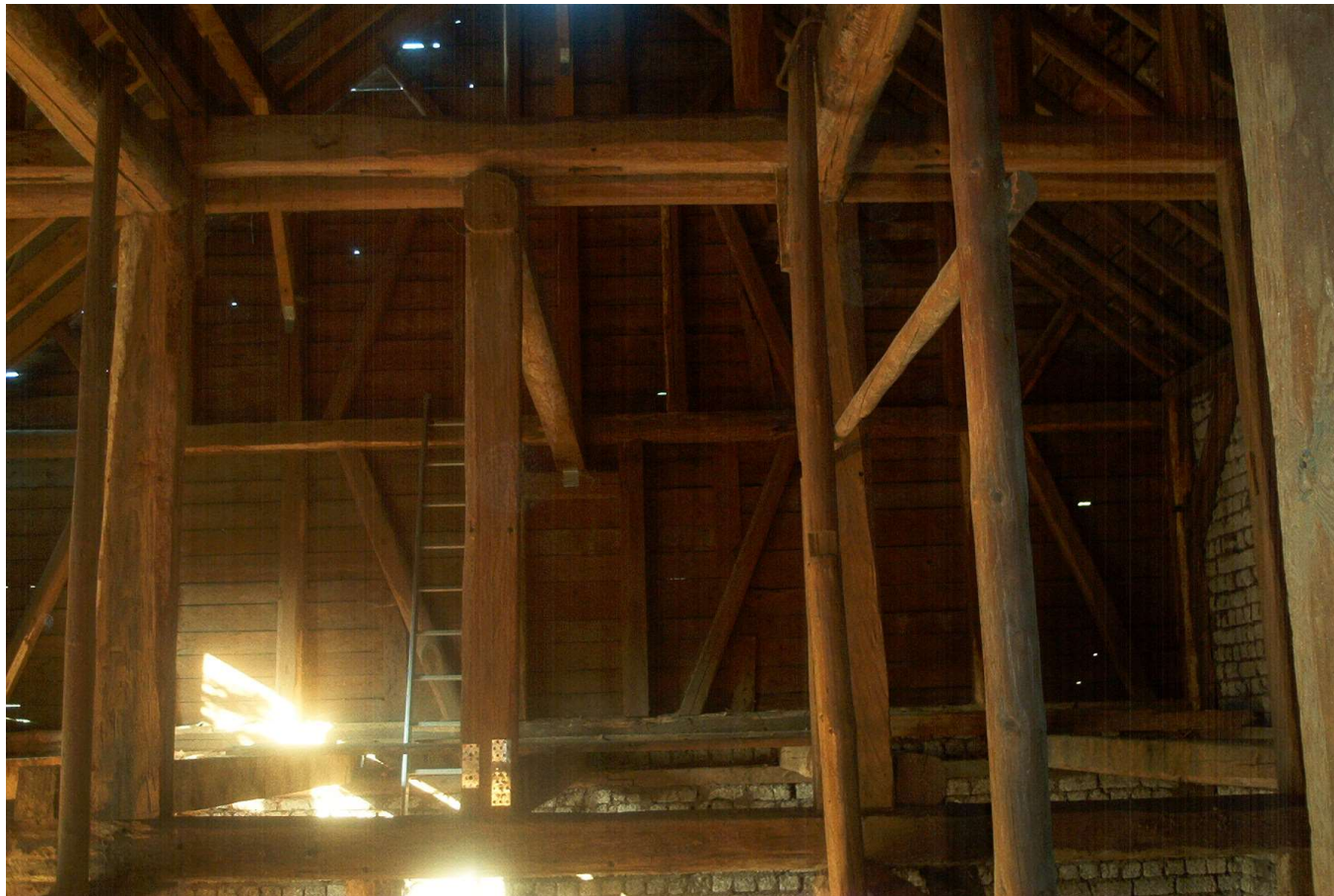
Beispiel: Sanierung Scheune zum Passivhaus in Hessen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung Scheune zum Passivhaus in Hessen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung Scheune zum Passivhaus in Hessen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

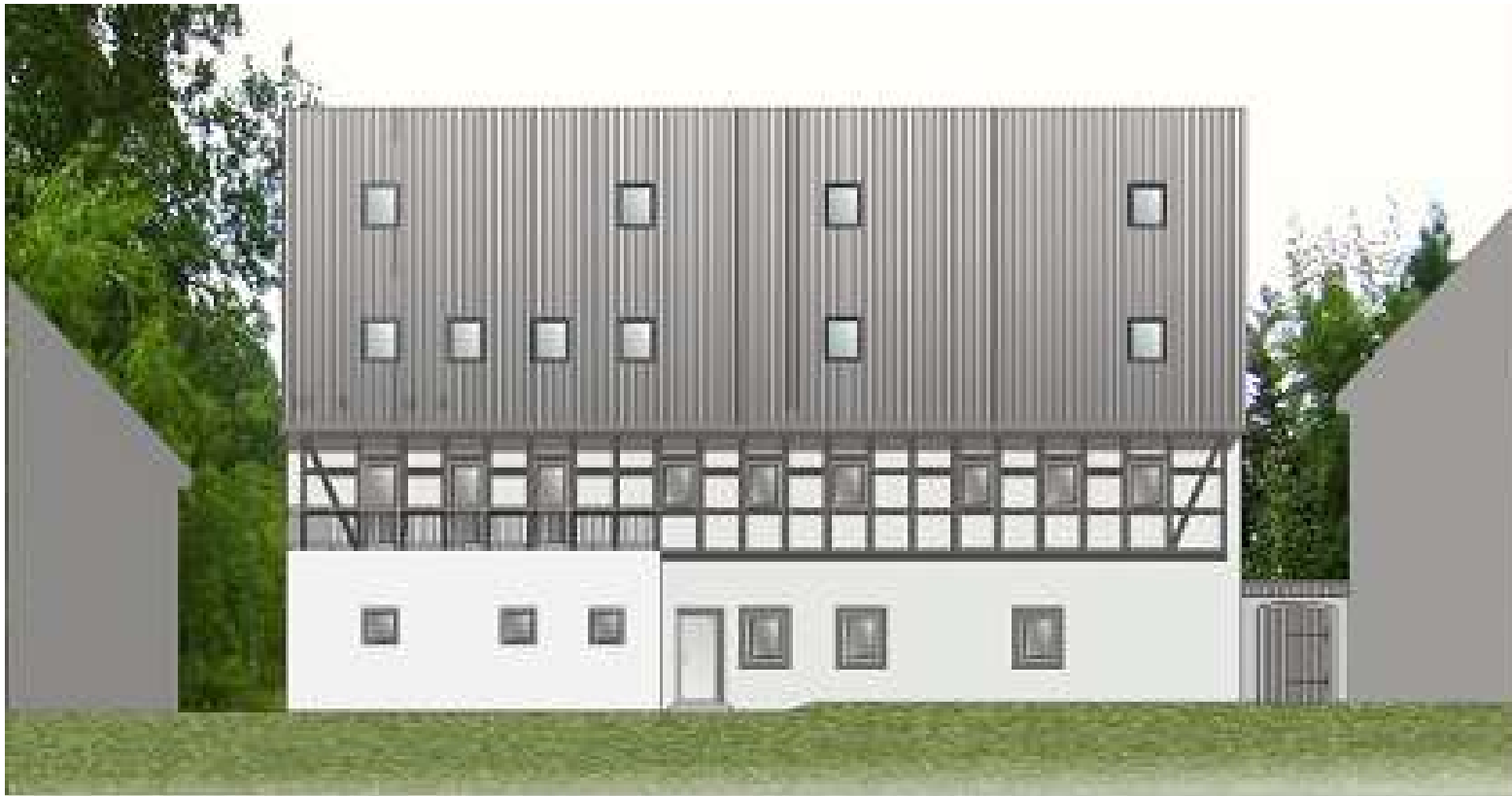
Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Sanierung und Umbau Scheune zu Passivhaus in Thüringen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

10.Forschungsprojekt: Neubau von Kita in Sachsen als Holzwerthaus



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Neubau Kita in Sachsen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Neubau Kita in Sachsen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Beispiel: Neubau Kita in Sachsen



Diplom-Ingenieur: Andreas Naumann

E-Mail: andreasnaumann53@gmail.com Tel.: 01722622026

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen:

<http://www.naumannstahr.info>

Info@naumannstahr.info