

Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



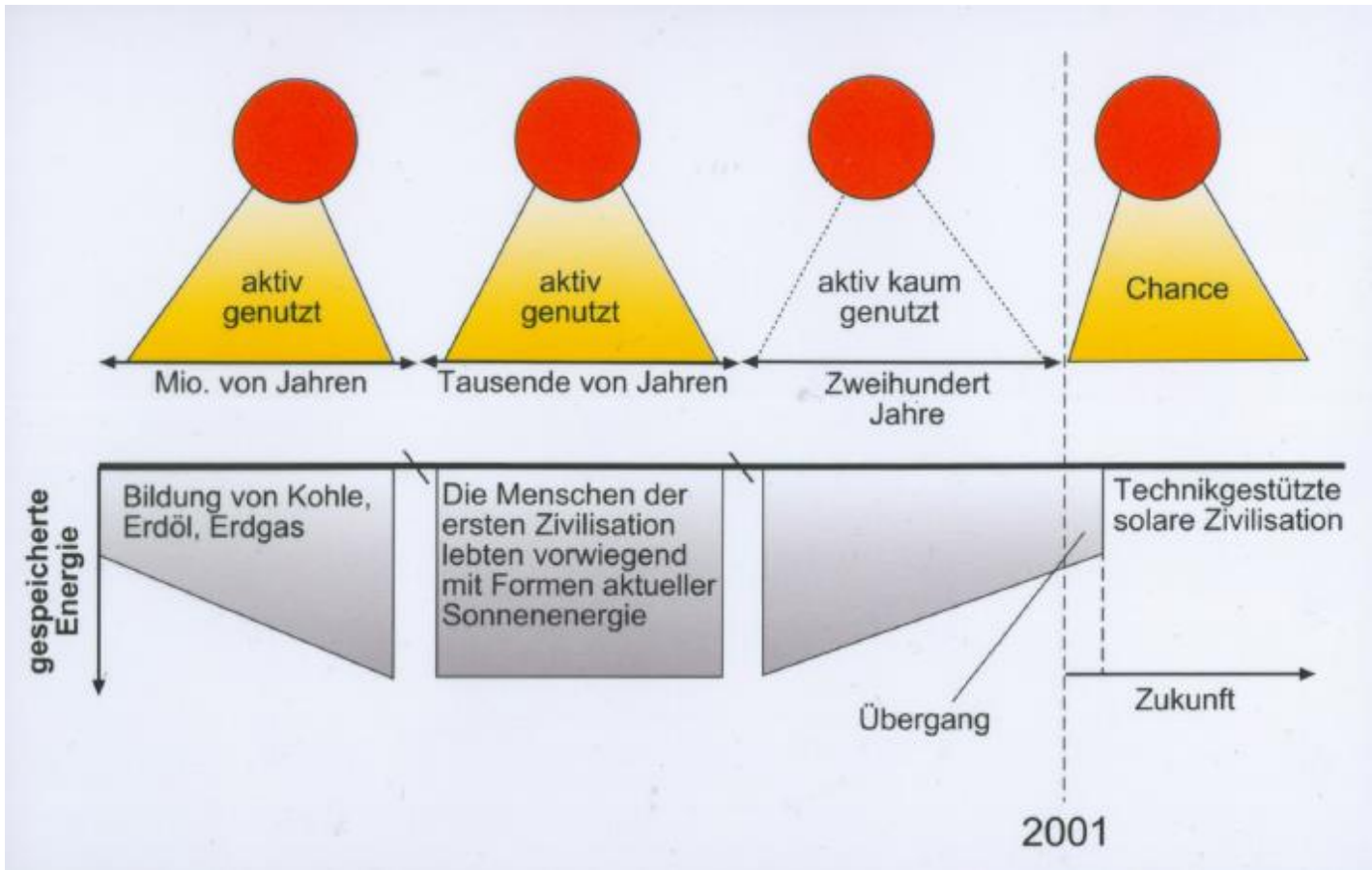
ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE

Herbstsymposium: Bauen für die Zukunft – Aus der Praxis für die Praxis



**ENERGIE- UND KOSTENEFFIZIENTE SANIERUNG
VON SCHULBAUTEN
DER 70er-JAHRE**

ZEITABSCHNITTE DER SONNENENERGIENUTZUNG



100 JAHRE FRIEDENSCHULE IN SCHWEINFURT



NORDWESTANSICHT 1908

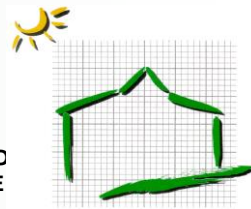


NORDWESTANSICHT 2005

**Energetische und ökologische Modernisierung einer Jugendstilschule
unter Denkmalschutz**

Architekturbüro Werner Haase

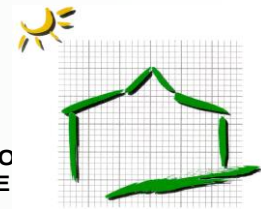
Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



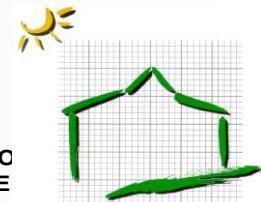
ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE



NORDWESTANSICHT 2012



Erdgeschoss



Lüftungskonzept: »Regierungs-Entschließung vom 16. Juni 1884«



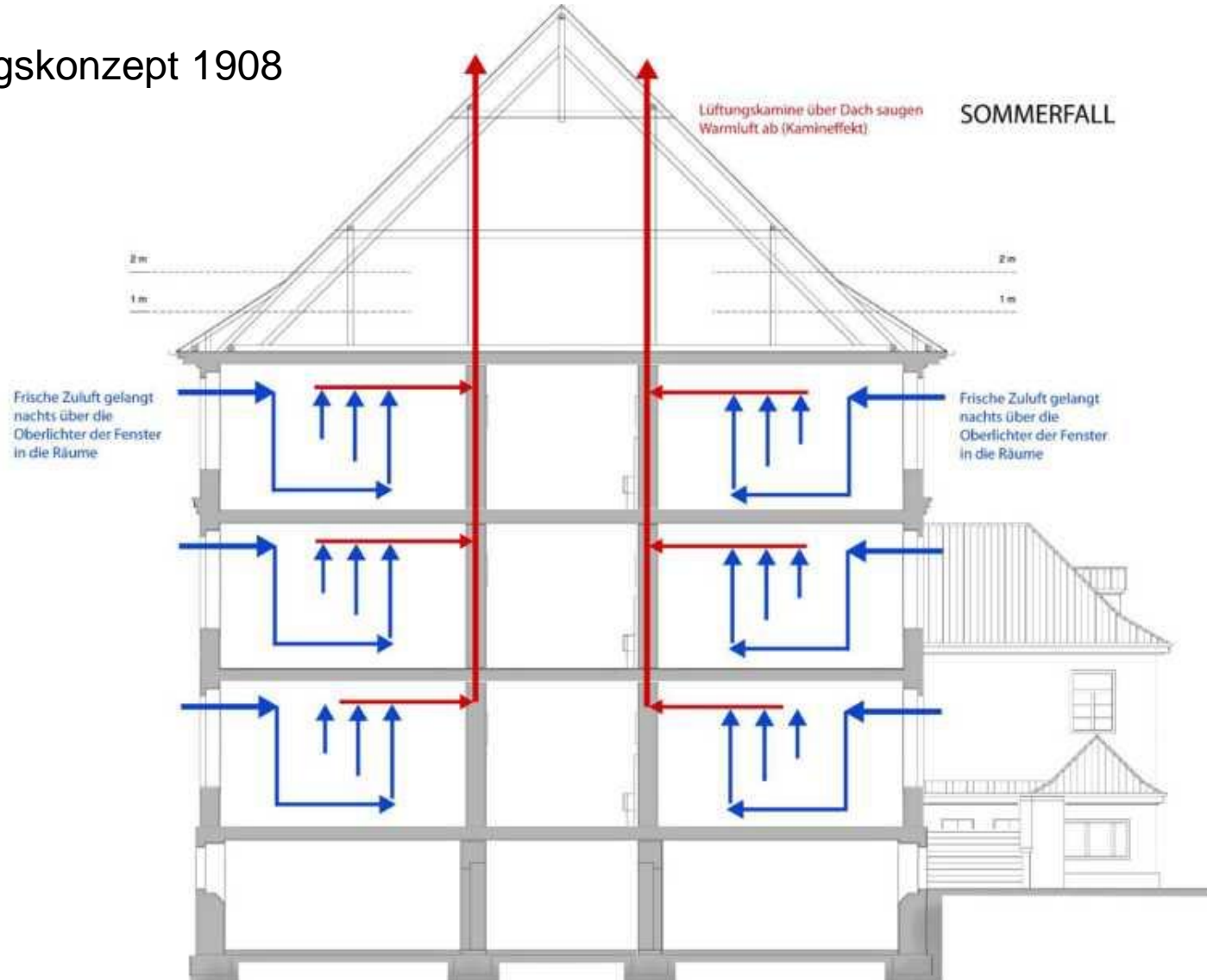
§ 9 - Lüfterneuerung in den Schulzimmern

»Zur Erzielung der notwendigen Lüfterneuerung sind Ventilationskammine herzustellen. [...]«

»Der Luftkamin muss zur Ableitung der verbrauchten Luft im Schulzimmer zwei Öffnungen haben: die eine zunächst dem Fußboden, die andere zunächst der Decke. [...]«

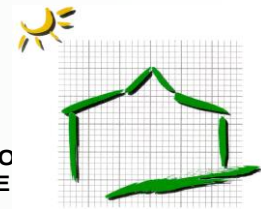
»Außerdem müssen sämtliche Fenster mit beweglichem Oberlichte versehen sein, welches mittels Stellvorrichtung herabgelassen werden kann.«

Lüftungskonzept 1908



Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



Klassenzimmer 1908



Klassenzimmer 2008

Energetische Sanierung des Gymnasiums Sonthofen



Bestand

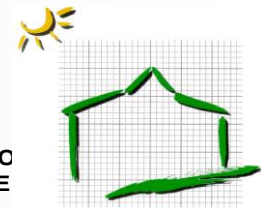


Saniert



Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



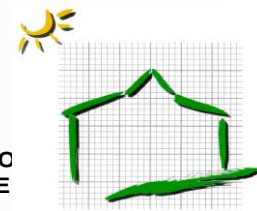
ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE



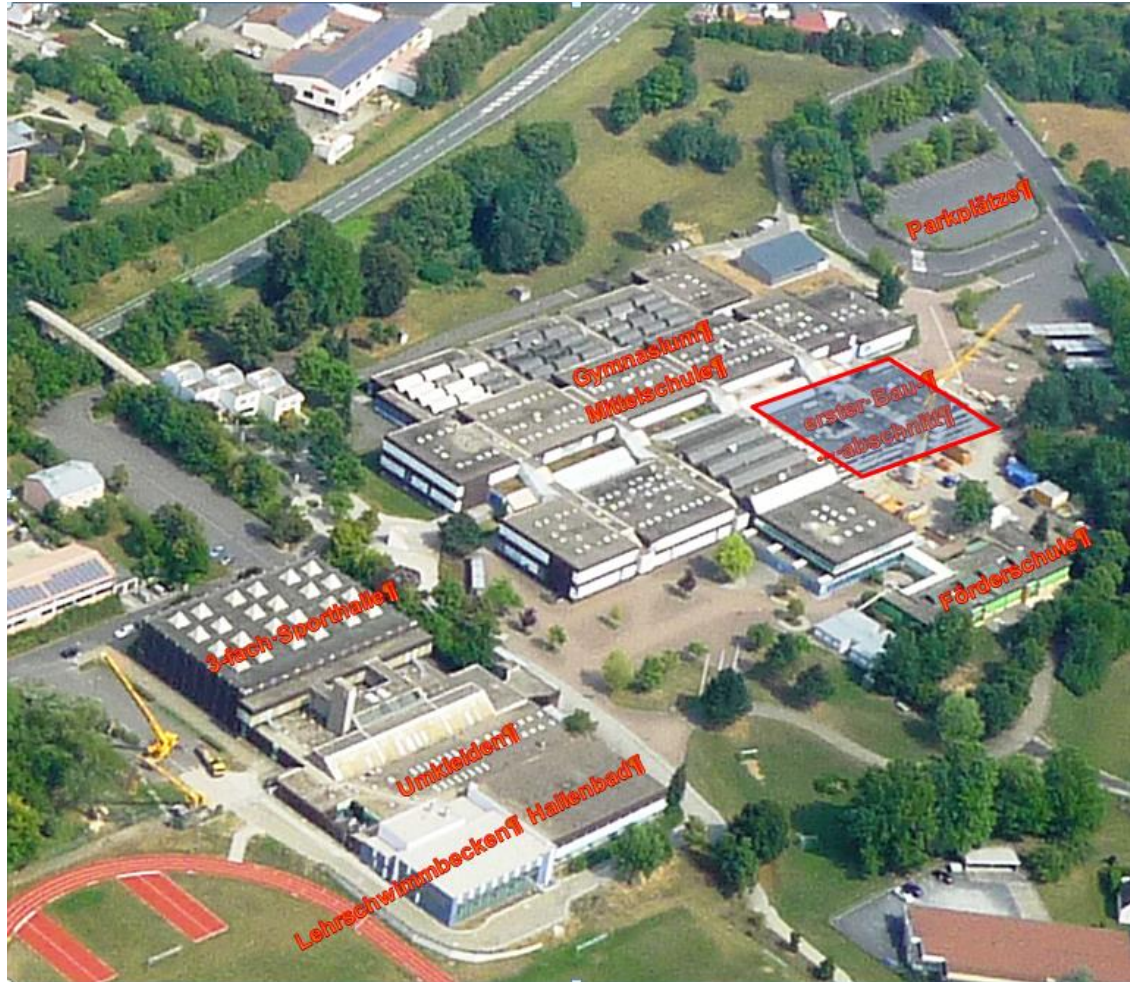
GYMNASIUM SONTHOFEN

Architekturbüro Werner Haase

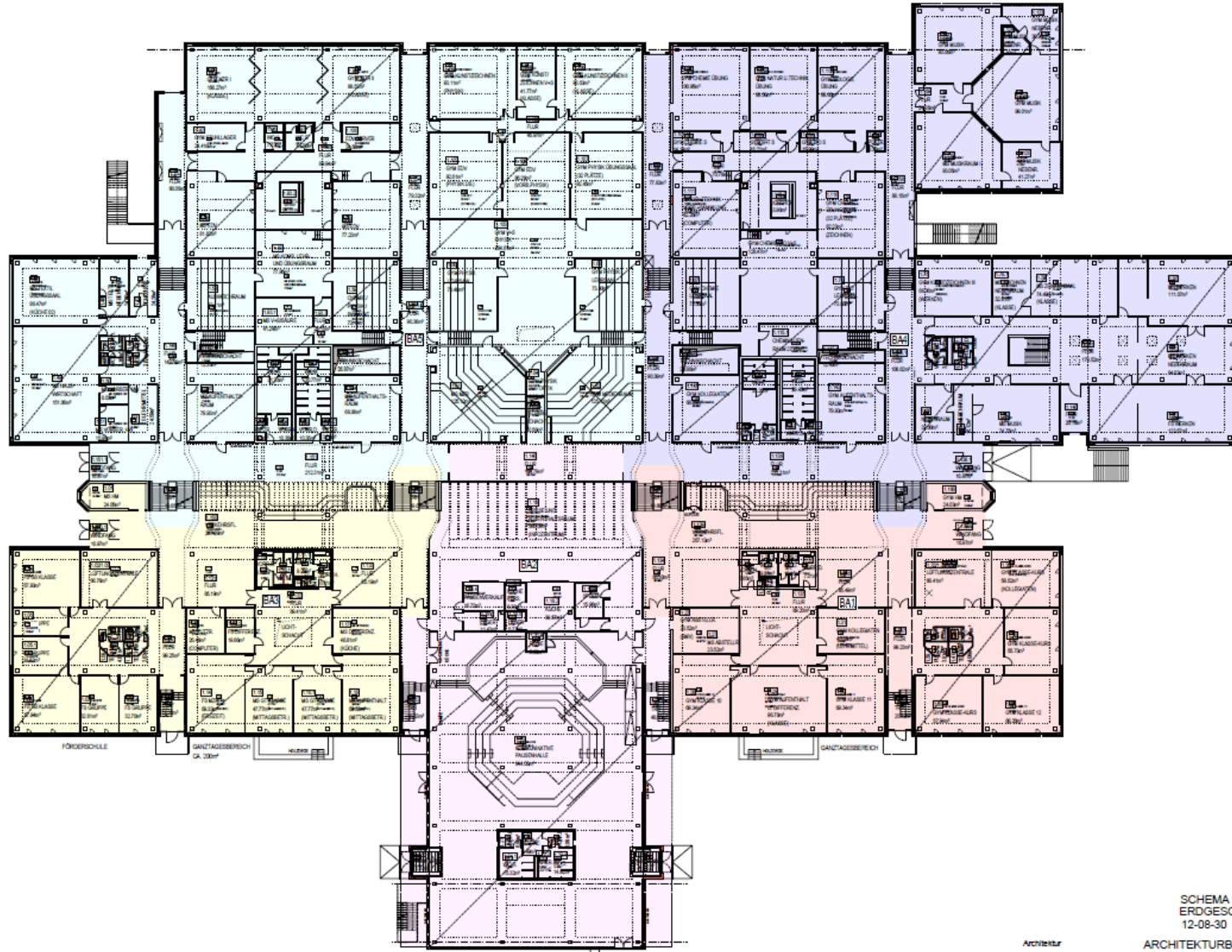
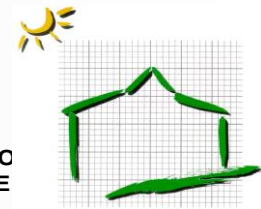
Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE



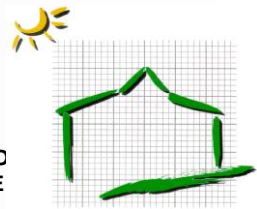
SCHUL- UND SPORTZENTRUM LOHR a.M.



SCHEMA BAUABSCHNITTE
ERDGESCHOSS
12-08-30
1:250
9-40

Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE



SCHUL- UND SPORTZENTRUM LOHR a.M.



Fensterband mit Paneel



Corten-Stahl: Lochfraß



Offene Faserdämmung



Verschlossener Sonnenschutz,
Fassadenschäden



Turnhalle: fensterlos mit Lichtpyramiden auf dem Flachdach

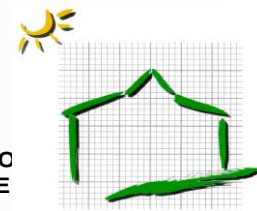


Schwimmhalle: „blinde“ Glasflächen



Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



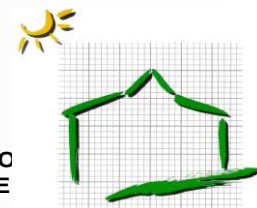
ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE



Innenansichten

MUSTERKLASSENZIMMER, BESTAND





Schulzentrum Bestand
BGF 22.786 m²
davon beheizt: 18.572 m²

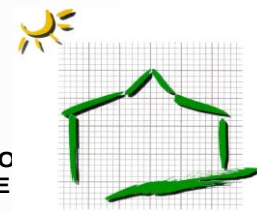
BRI: Gesamt 123.400 m³
BRI: Schulbereich 86.500 m³
BRI: Sportbereich 36.900 m³

Sportzentrum Bestand
BGF 6.955 m²
davon beheizt: 4.855 m²

Schülerzahlen:
Mittelschule 390
Gymnasium 850

5 Mio. kWh/a Gas entspricht 500.000 l Heizöl

**1.050.000 kWh/ Stromverbrauch entspricht
300 Haushalten**



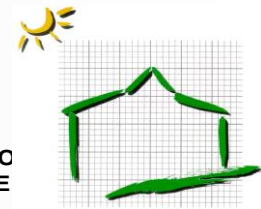
Derzeitiger Energieverbrauch Wärme: 5.000.000.kWh/a = 500.000 l Öl/a
Stromverbrauch: 1.050.000 kWh/a = 300.000 l Öl/a

Rapsölertrag: ca. 1.100 l / ha /a = ca. 100.000 l Öl/km²

8 km² Fläche Rapsfeld um 1 Schule zu beheizen ?

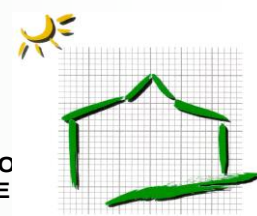
Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
info@arch-haase-karlstadt.de



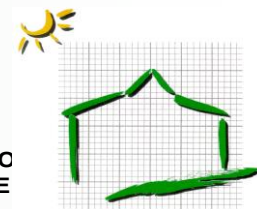
ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE





**„Die Steinzeit ging nicht zu Ende,
weil die Steine ausgegangen wären, sondern weil
jemand eine bessere Idee hatte.“**

(Alun Anderson, Doktor der Biologie)



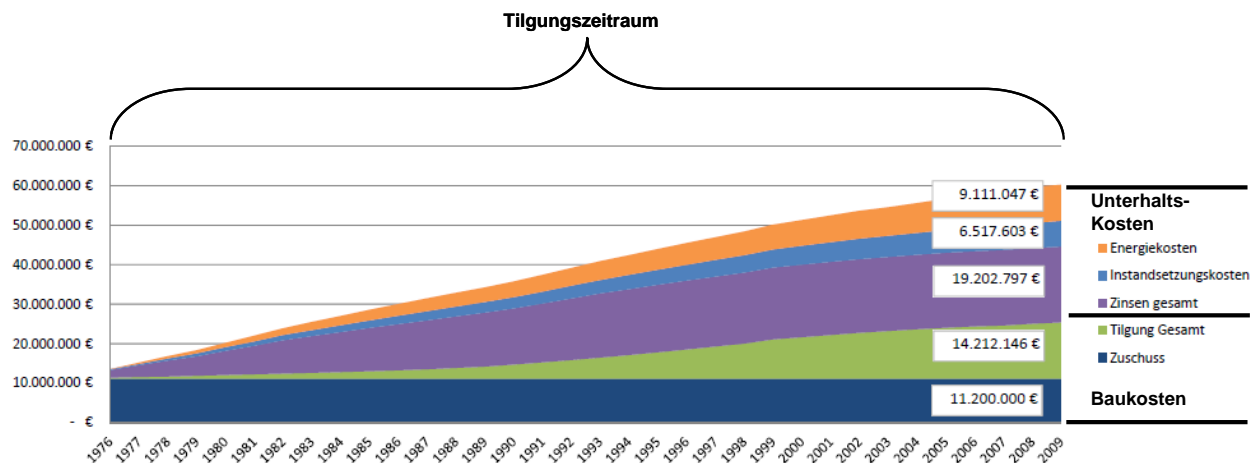
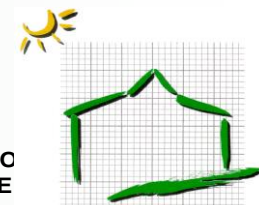
Gefordert ist ein Neustart des Gebäudes, der Haustechnik, der Philosophie, der Tageslichtnutzung, Unterrichtstechniken



Erweiterte Voruntersuchungen, durch die DBU gefördert, zeigten Schwachstellen auf und ermittelten das Zukunftspotential zur Sanierung einer Schule im Kasseler Schulmodell und definierten das Sanierungsziel sowohl CO₂ um 80% und die Nachfolgekosten drastisch zu senken.



Dies erfordert eine integrale Planung mit späterem Monitoring und Nachoptimierungen.



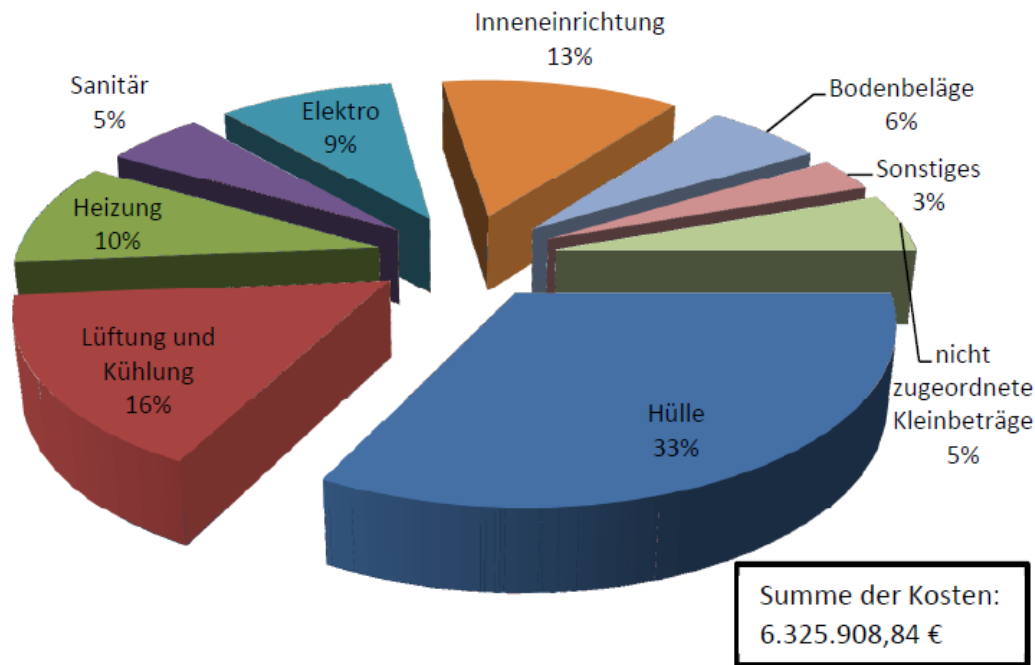
Baukosten 1978: 24.40Mio. €

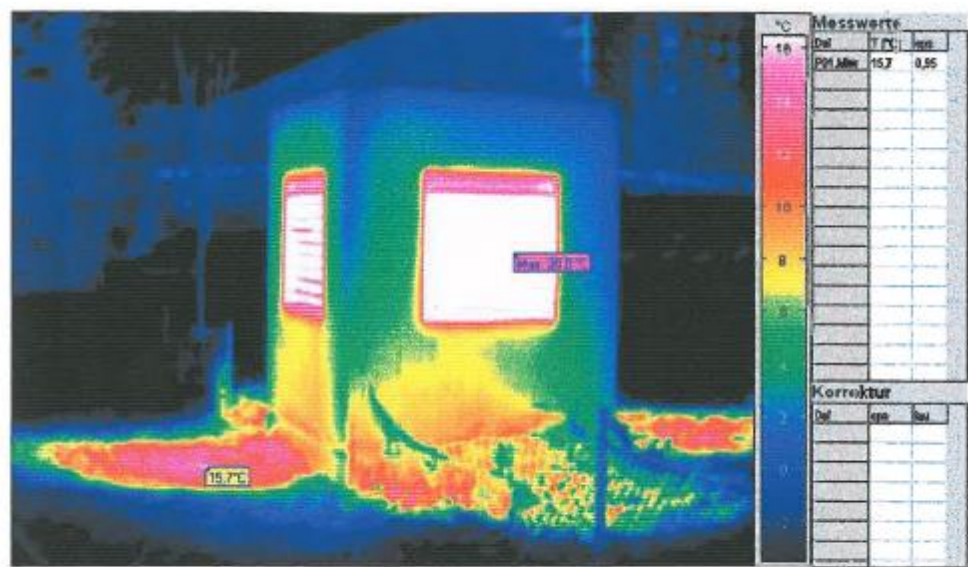
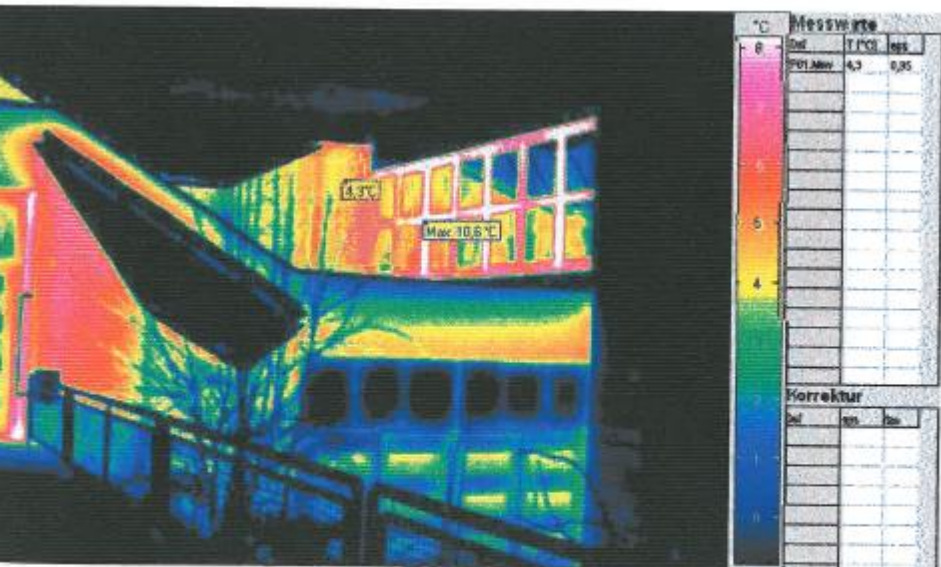
Nachfolgekosten 30 Jahre: 35.95 Mio. €

Nachfolgekosten bis heute: ca. 39 Mio. €

Reparatur- und Instandsetzungskosten von ca. 6.5 Mio. € in der Zeit von 1978 - 2010

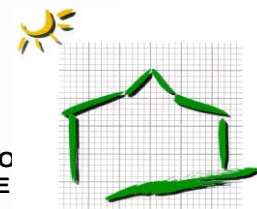
Aufschlüsselung der Kosten in %



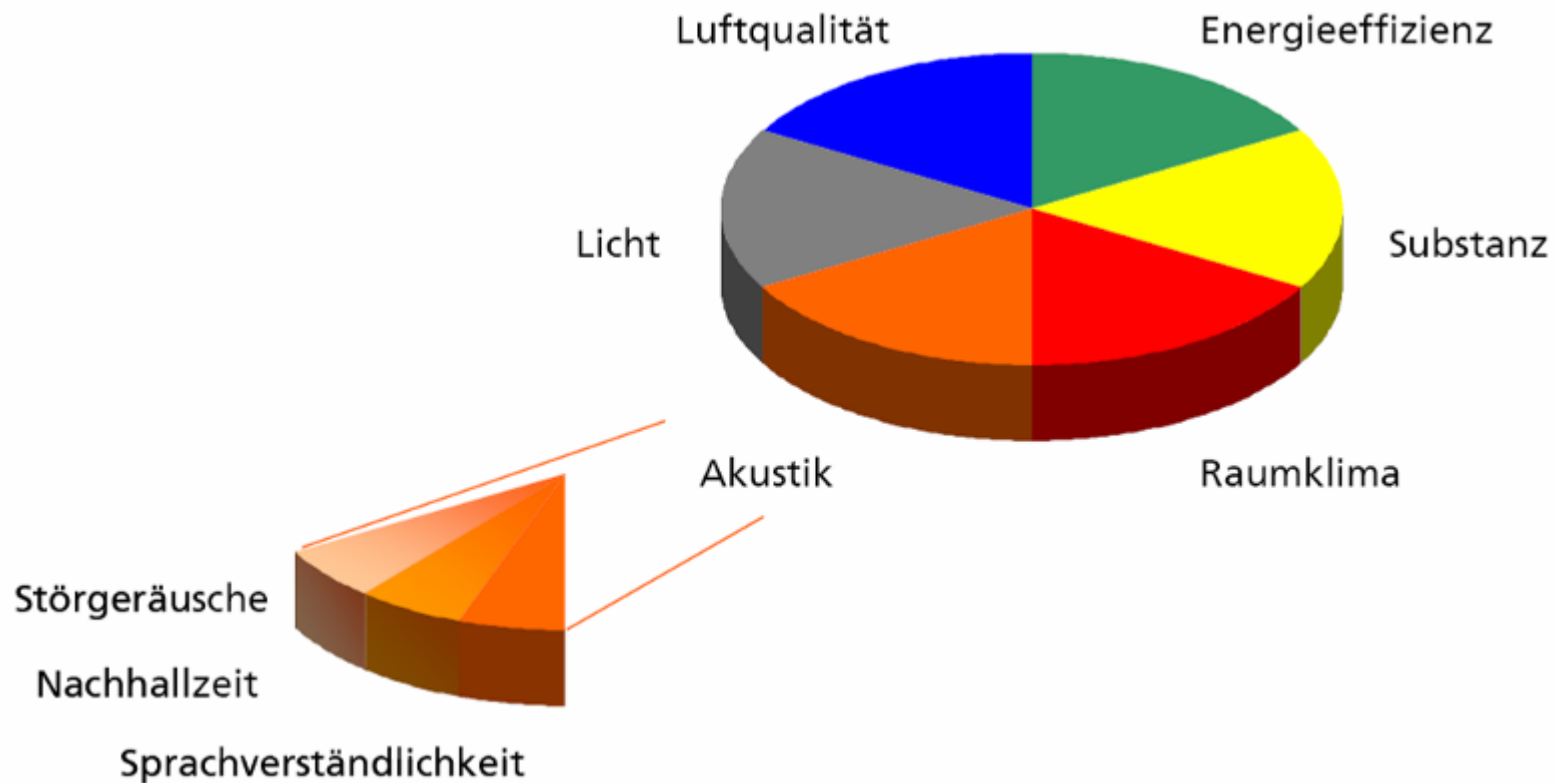


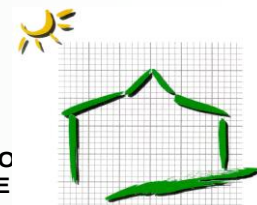
Blick vom Eingang West auf die Nordfassade von A2, sehr hohe Temperaturen der Rahmen der Verglasung
[Quelle 4: Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

Auslaß der Fortluft der Lüftungsanlage des Schulzentrums
[Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]



Ganzheitliche, energetische Sanierung öffentlicher Gebäude





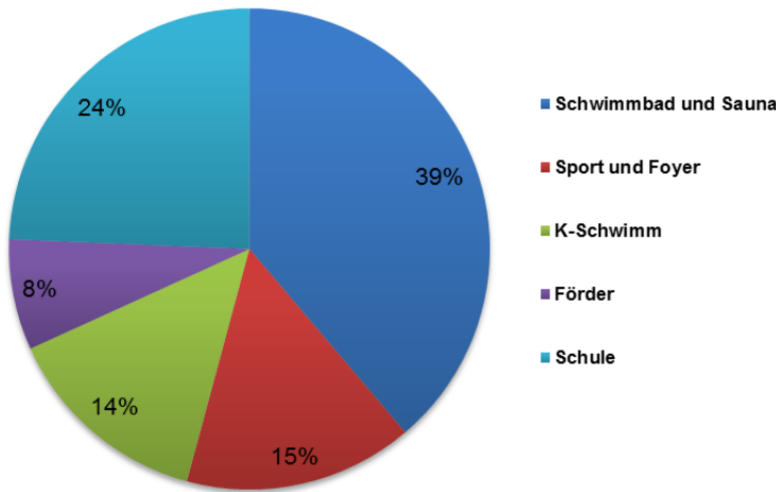
Außenflächen Schulgebäude in m ²		Bestand U-Wert in W/m ² K				Saniert U-Wert in W/m ² K			
Außenwandfläche	6.280	0,91	x 84	480.043,20	0,19	x 84	100.228,00		
Fensterfläche	3.070	3,40	x 84	876.792,00	0,70	x 84	180.516,00		
Dachfläche	11.100	0,40	x 84	372.960,00	0,13	x 84	121.212,00		
Bodenplatte	11.100	x 0,5	0,80	x 84	372.960,00	x 0,5	0,80	x 84	372.960,00
Wärmeverluste der Bauteile				2.102.775,20					774.616,00
+ Energie- u. Leitungsverluste		25 %		+ 525.688,80	5 %		+ 38.745,00		
+ Lüftungsverluste				+ ca. 600.000,00	WRG		+ 60.000,00		
- interne Gewinne				./ 300.000,00			./ 300.000,00		
Summe Wärmeverluste				2.928.464,00			573.361,00		

Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
 Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
 info@arch-haase-karlstadt.de

Abbildung 24 - Prozentualer Heizwärmeverbrauch "Schul- und Sportzentrum"

Prozentualer Heizwärmeverbrauch



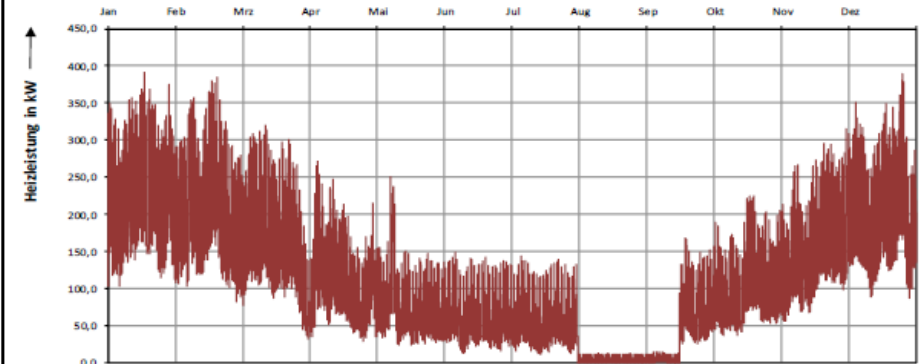
Wärmebedarf Schule/a
 ca. 235.000 kWh !

Abbildung 23 - Jahresverlauf Heizleistung "Schul- und Sportzentrum"

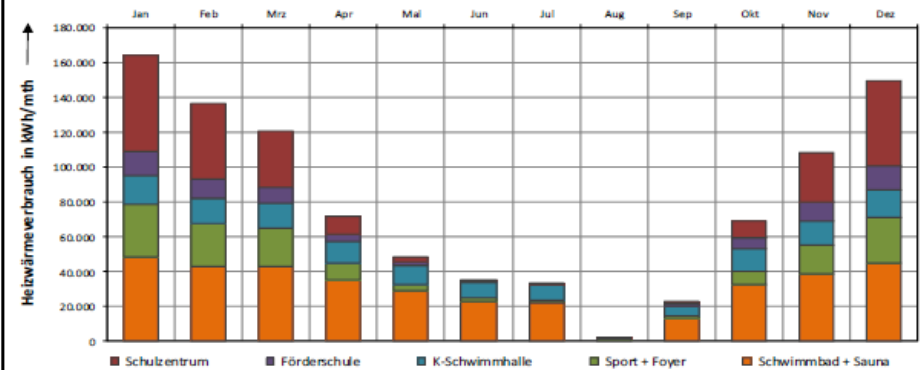
Thermische Gebäude- und Anlagensimulation (Heizen)

Umfang: Schwimmbad, Sauna, Dreifachturnhalle einschl. Foyer, Kleinschwimmhalle, Förderschule sowie Schulzentrum
Variante: Randbedingungen und Rückgewinnungen gem. Planstand August 2012 (Variante V-00a)
Ergebnis: Jahres-Heizwärmeverbrauch 961.101 kWh/a bei einer maximalen Heizleistung (NT+HT) von 391 kWp

Jahresverlauf der Heizleistung - Summe NT+HT

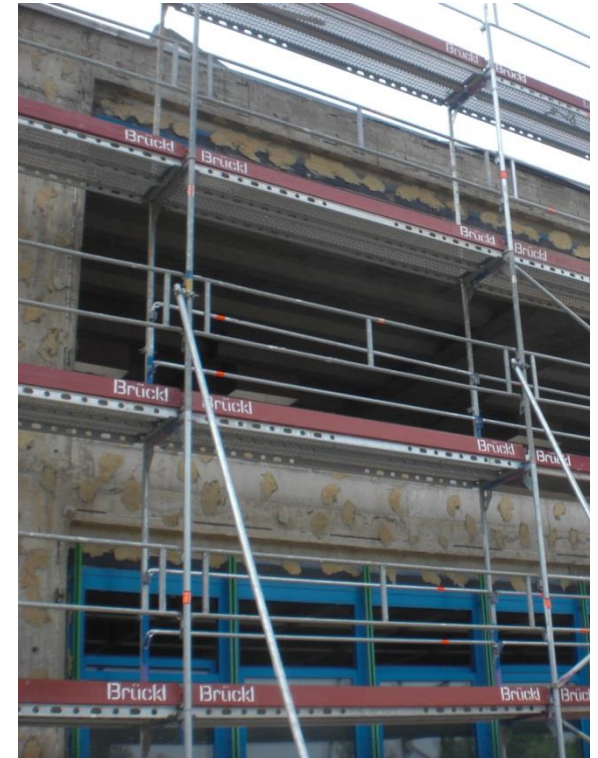


Grafische Darstellung des monatlichen Heizwärmeverbrauchs in [kWh] - Summe NT+HT



Tabellarische Auflistung des monatlichen Heizwärmeverbrauchs in [kWh] - Summe NT+HT

Monat	Schwimmbad + Sauna	Sport + Foyer	K-Schwimm	Förder	Schule	Summe
Januar	48.415 (29,6 %)	30.254 (18,5 %)	16.372 (10,0 %)	13.984 (8,5 %)	54.715 (33,4 %)	163.739 kWh
Februar	42.882 (31,4 %)	25.106 (18,4 %)	14.319 (10,5 %)	11.164 (8,2 %)	43.014 (31,5 %)	136.465 kWh
März	43.142 (35,7 %)	21.900 (18,1 %)	14.568 (12,1 %)	8.700 (7,2 %)	32.562 (26,9 %)	120.871 kWh
April	35.084 (48,8 %)	9.791 (13,6 %)	12.607 (17,5 %)	4.118 (5,7 %)	10.366 (14,4 %)	71.967 kWh
Mai	28.945 (59,7 %)	3.947 (8,2 %)	10.886 (22,5 %)	1.673 (3,5 %)	2.992 (6,2 %)	48.343 kWh
Juni	23.182 (65,2 %)	1.583 (4,5 %)	9.385 (26,4 %)	488 (1,4 %)	914 (2,6 %)	35.529 kWh
Juli	21.970 (68,7 %)	1.631 (5,0 %)	8.815 (26,8 %)	166 (0,5 %)	363 (1,1 %)	32.944 kWh
August	0 (0,0 %)	1.647 (83,3 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	118 (6,7 %)	1.766 kWh
September	13.192 (57,8 %)	1.576 (6,9 %)	5.392 (23,7 %)	1.010 (4,4 %)	1.601 (7,0 %)	22.770 kWh
Oktober	32.458 (46,8 %)	7.951 (11,5 %)	12.639 (18,2 %)	6.046 (8,7 %)	10.204 (14,7 %)	69.298 kWh
November	38.419 (35,6 %)	16.785 (15,5 %)	14.016 (13,0 %)	10.825 (9,8 %)	28.200 (26,1 %)	108.024 kWh
Dezember	45.220 (30,3 %)	25.952 (17,4 %)	15.678 (10,5 %)	13.544 (9,1 %)	48.991 (32,8 %)	149.384 kWh
Jahressumme	372.770 (38,8 %)	148.102 (15,4 %)	134.673 (14,0 %)	71.516 (7,4 %)	234.040 (24,4 %)	961.101 kWh



Bauabschnitt 1





Bauabschnitt 1

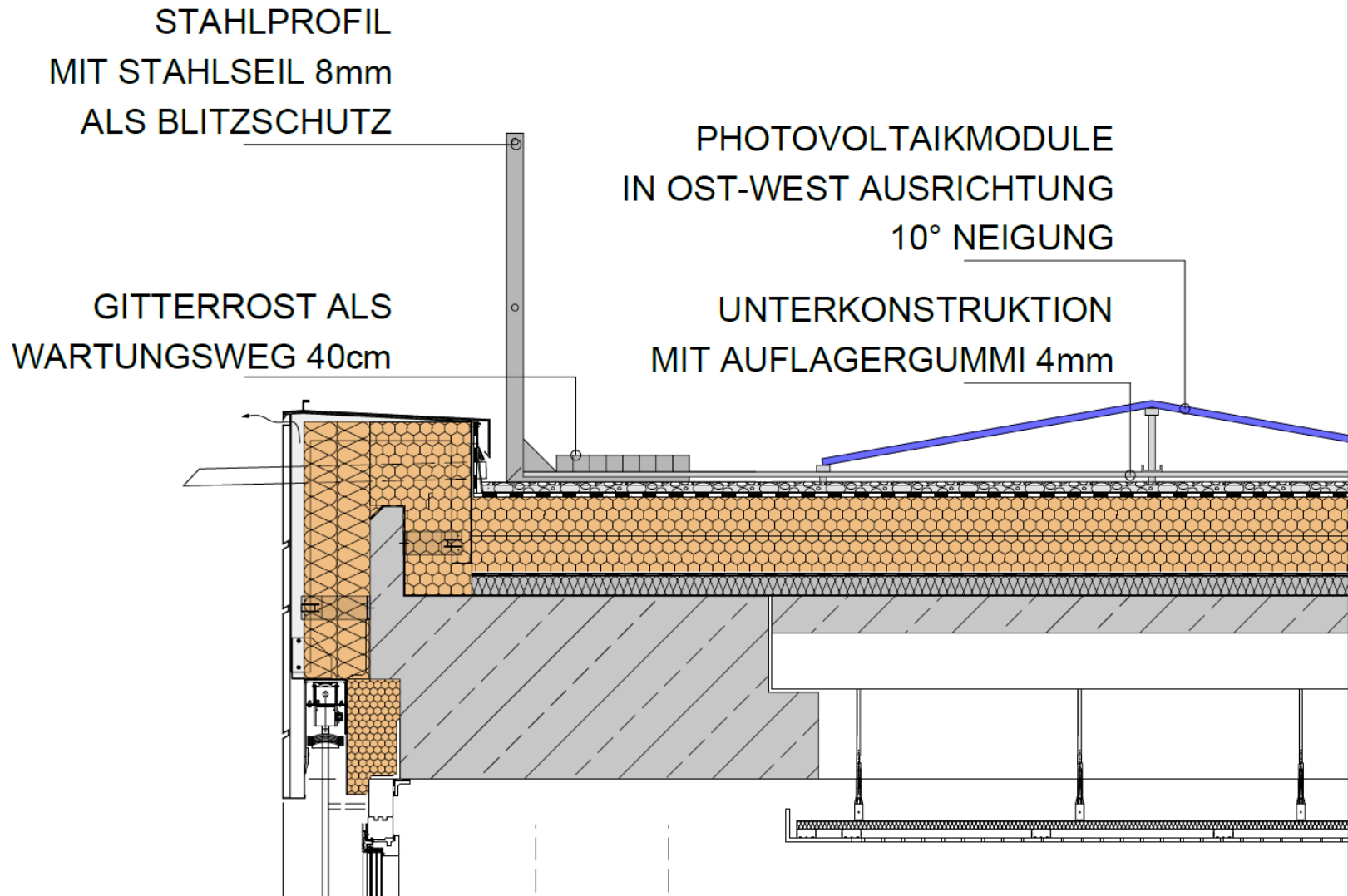


Abbildung 20 - Heizwärmebedarf im Planungsverlauf "Schul- und Sportzentrum"

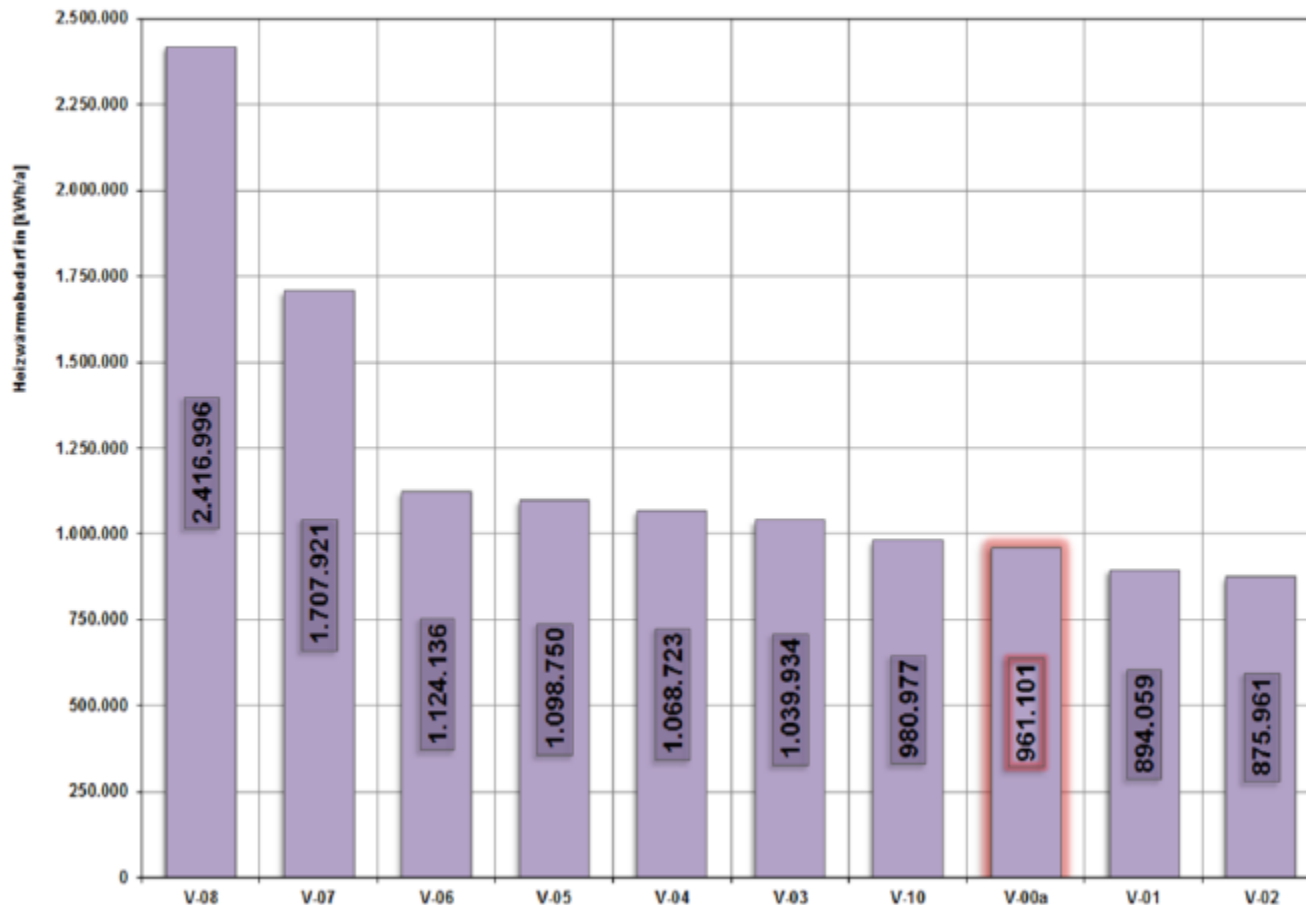


Abbildung 35 - Nutzenergiebilanz NT-Wärmepumpe

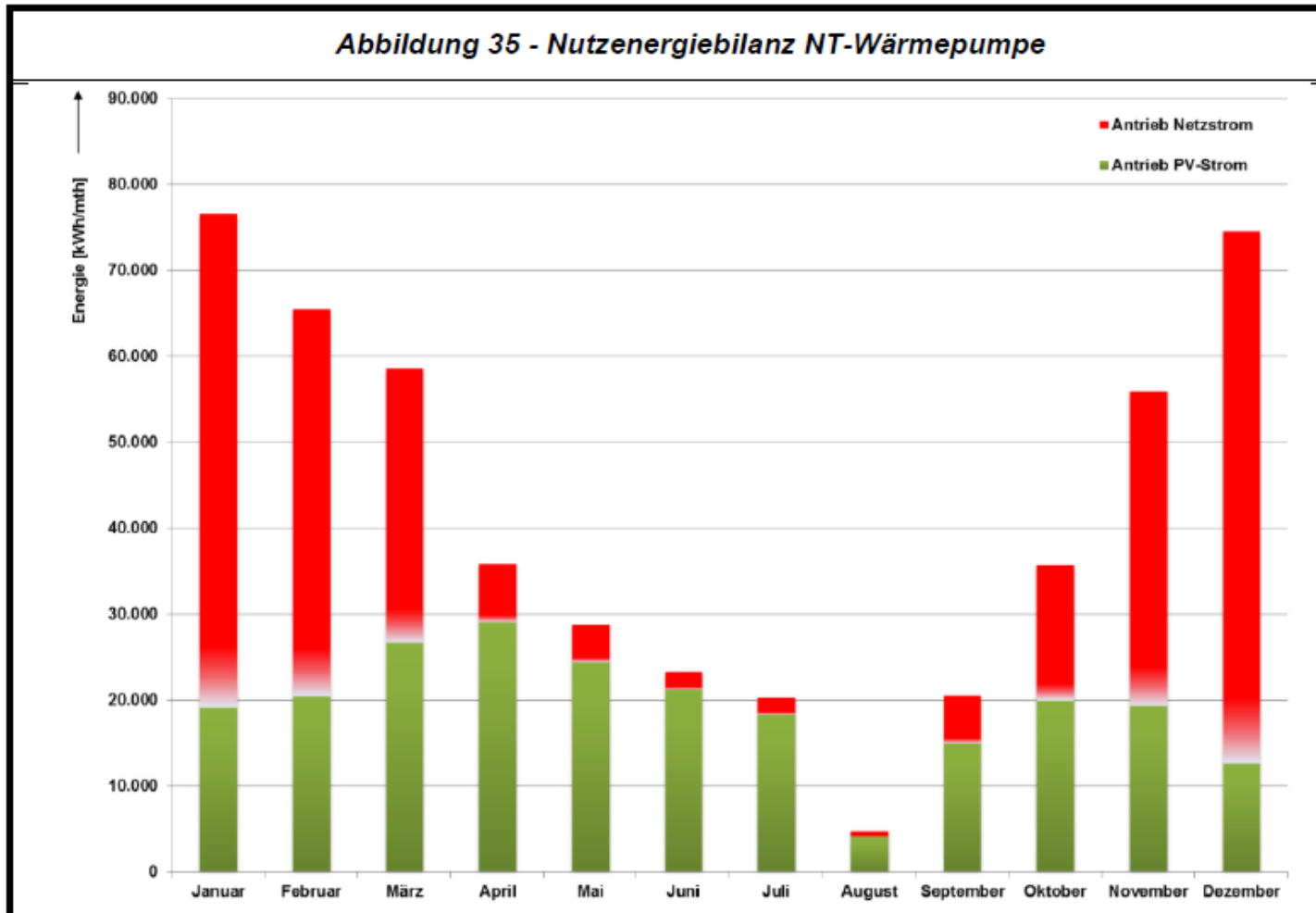
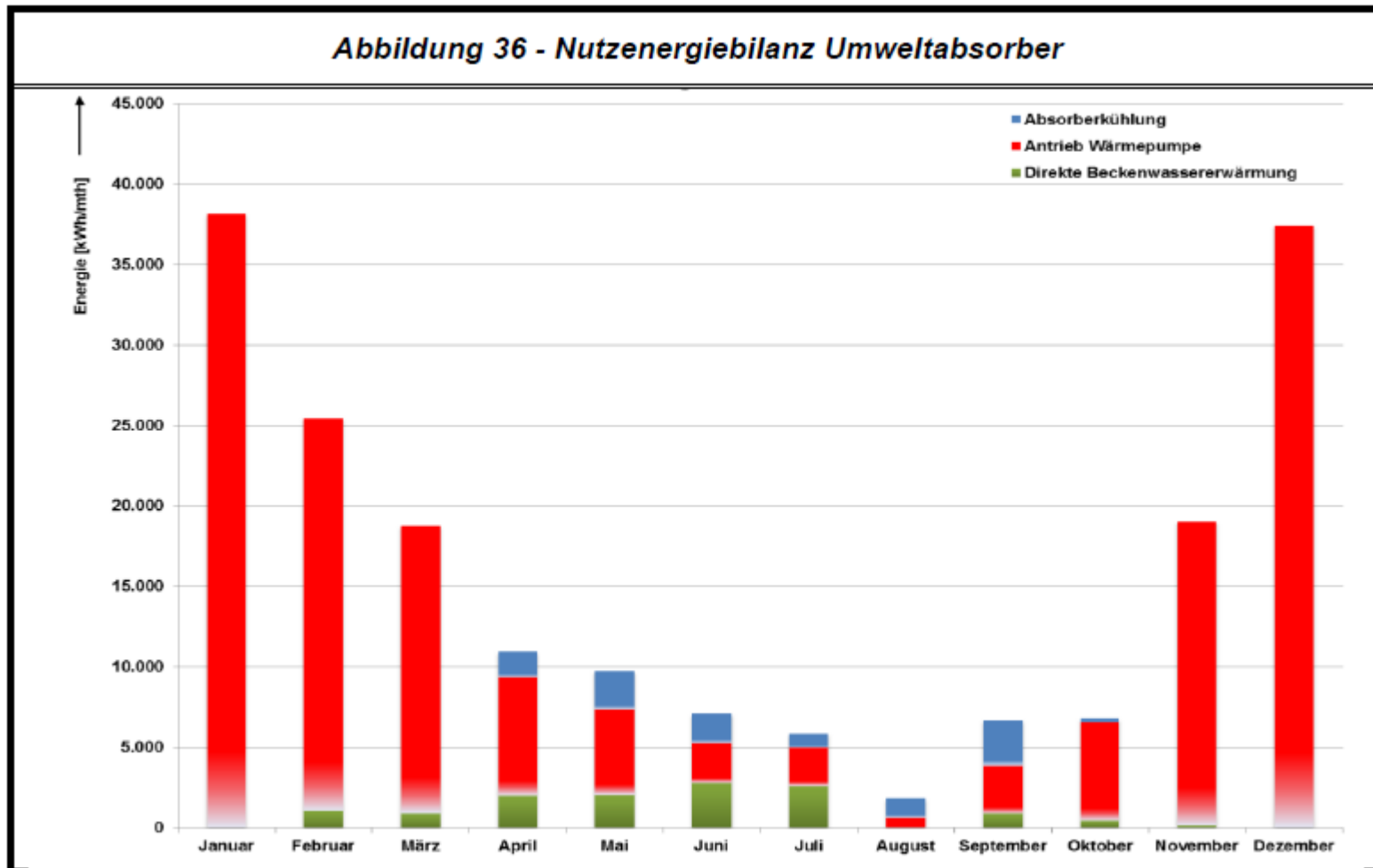
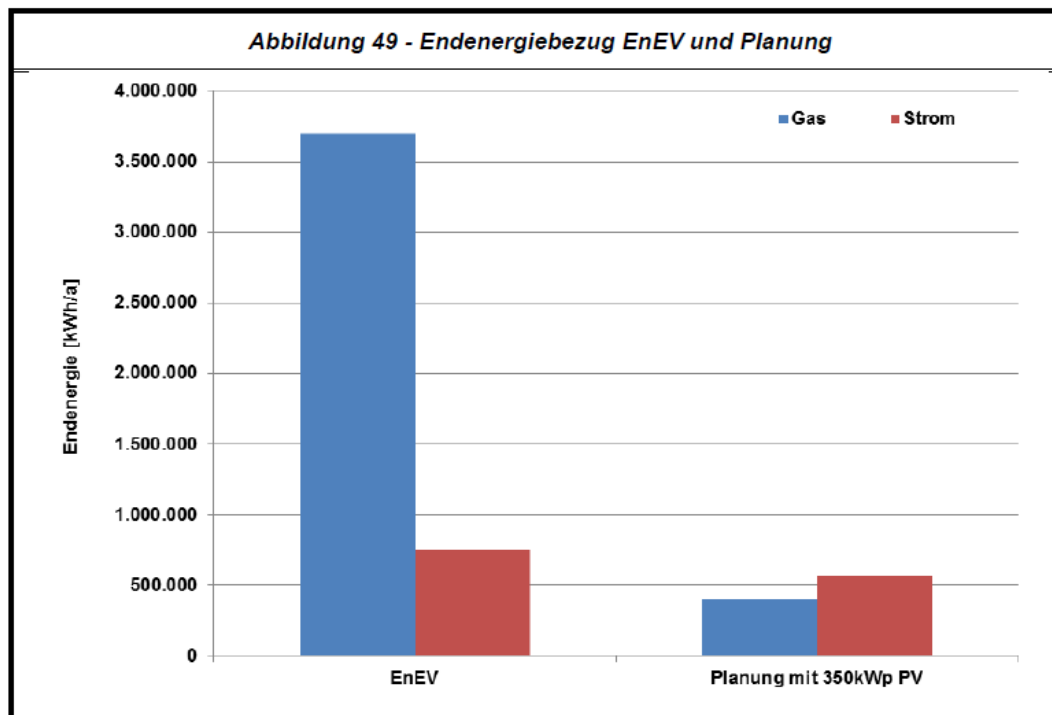


Abbildung 36 - Nutzenergiebilanz Umweltabsorber





Hieraus ergeben sich im Vergleich zur EnEV folgende Einsparungen beim Endenergiebezug:

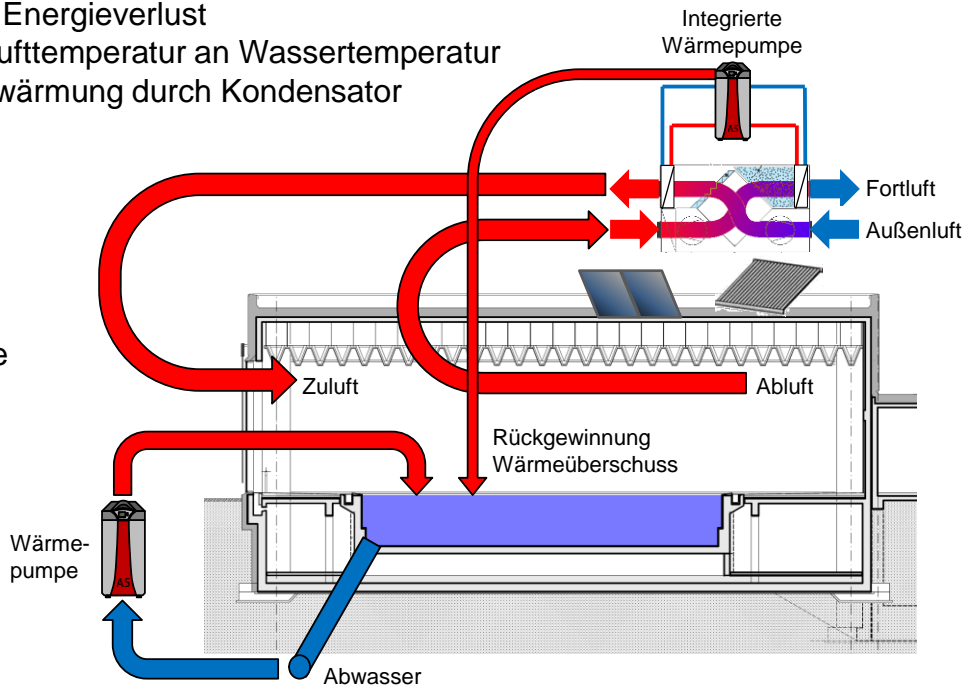
Endenergie	EnEV [kWh/a]	Planung [kWh/a]	Prozentuale Einsparung [%]
Gas	3.701.969	401.798	- 89,1
Strom	751.592	568.621	- 24,3

Thermische Kreisläufe im Schwimmbad

Lüftungstechnik

- RLT Schwimmhalle mit nachgeschalteter Wärmepumpe
- mehrstufige Wärmerückgewinnung (Wirkungsgrad bis 98%)
- Aufheizung ohne Energieverlust
- Anpassung der Lufttemperatur an Wassertemperatur
- Beckenwassererwärmung durch Kondensator

Hochgedämmte
Außenhülle
(kondensatfrei)



Abwasser-Wärmerückgewinnung

- Beckenwassererwärmung durch Abwasserentwärmung
- nötige Restwärme aus Heizzentrale

Beckenhydraulik

- Erneuerung der Beckenverrohrung
- Sanierung des Beckenkopfes
- optimierte Filtertechnik
- Einsparung beim Wasser- und Energieverbrauch

Energiedefizite werden über die Heizzentrale ausgeglichen.



Absorberanlage

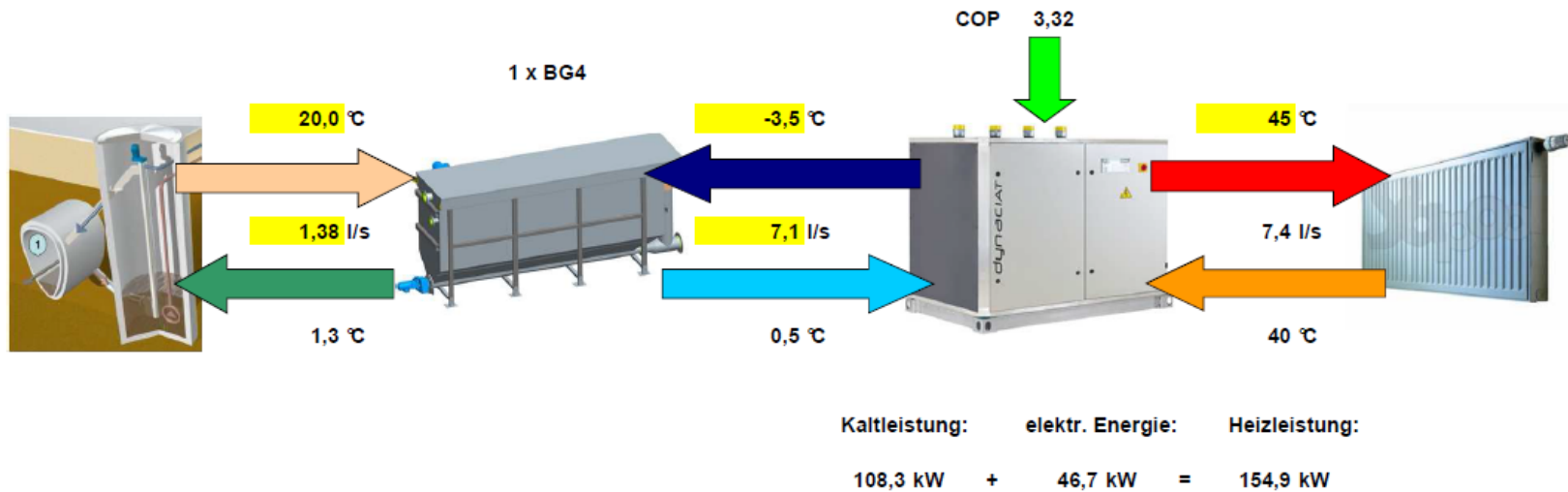
- Beitrag zur Warmwassererwärmung
- Nutzung von erneuerbaren Energien
- keine Energiepreiskopplung
- ca. 1200 m² Absorber

Beleuchtung

- tageslichtabhängige Steuerung
- Präsenzmelder
- elektronische Vorschaltgeräte (EVG)
- Austausch der Leuchten wird erleichtert
- optimierte Beckenbeleuchtung

Abwasser-Wärmerückgewinnung

Auslegung HUBER ThermWin, Projekt xxx



Funktion Eisspeicher Winterfall

Einspeisung- Wärmequelle



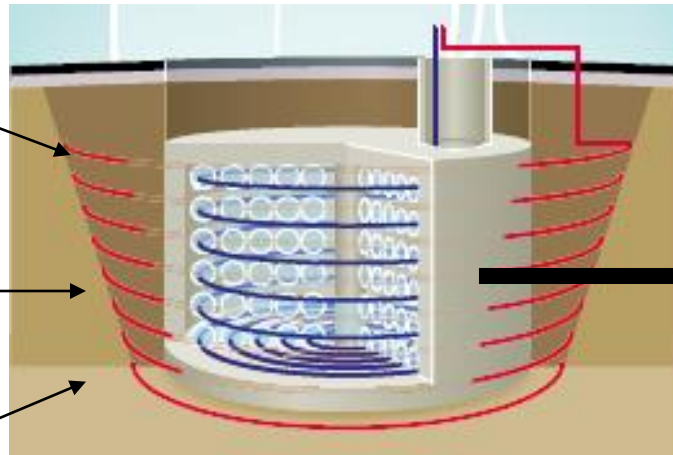
Abwasser ca. 25°C



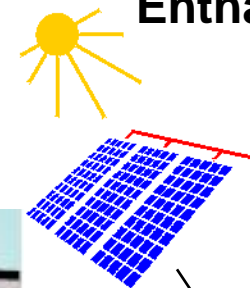
Absorber



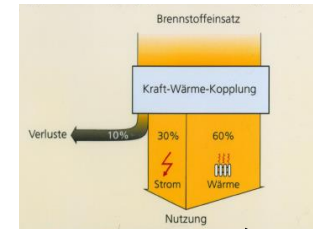
Server Kühlung ca. 25°C



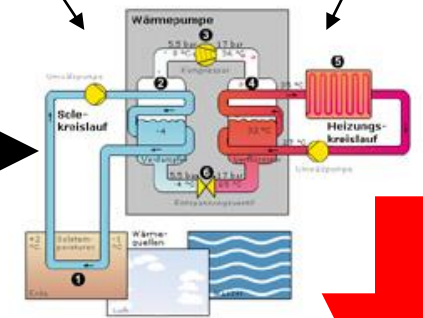
Entnahme - Heizfall



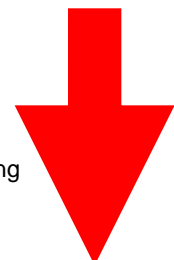
PV-Anlage



BHKW



WP 30-200 kW Heizleistung
 modulierend



Aus der Natur und „Wärmeabfall“

**WÄRME: FÜR
 SCHULE
 SCHWIMMBAD
 TURNHALLE**

Von März bis Mitte Mai - keine Regeneration, da Eis für sommerliche Kühlung gepuffert wird.

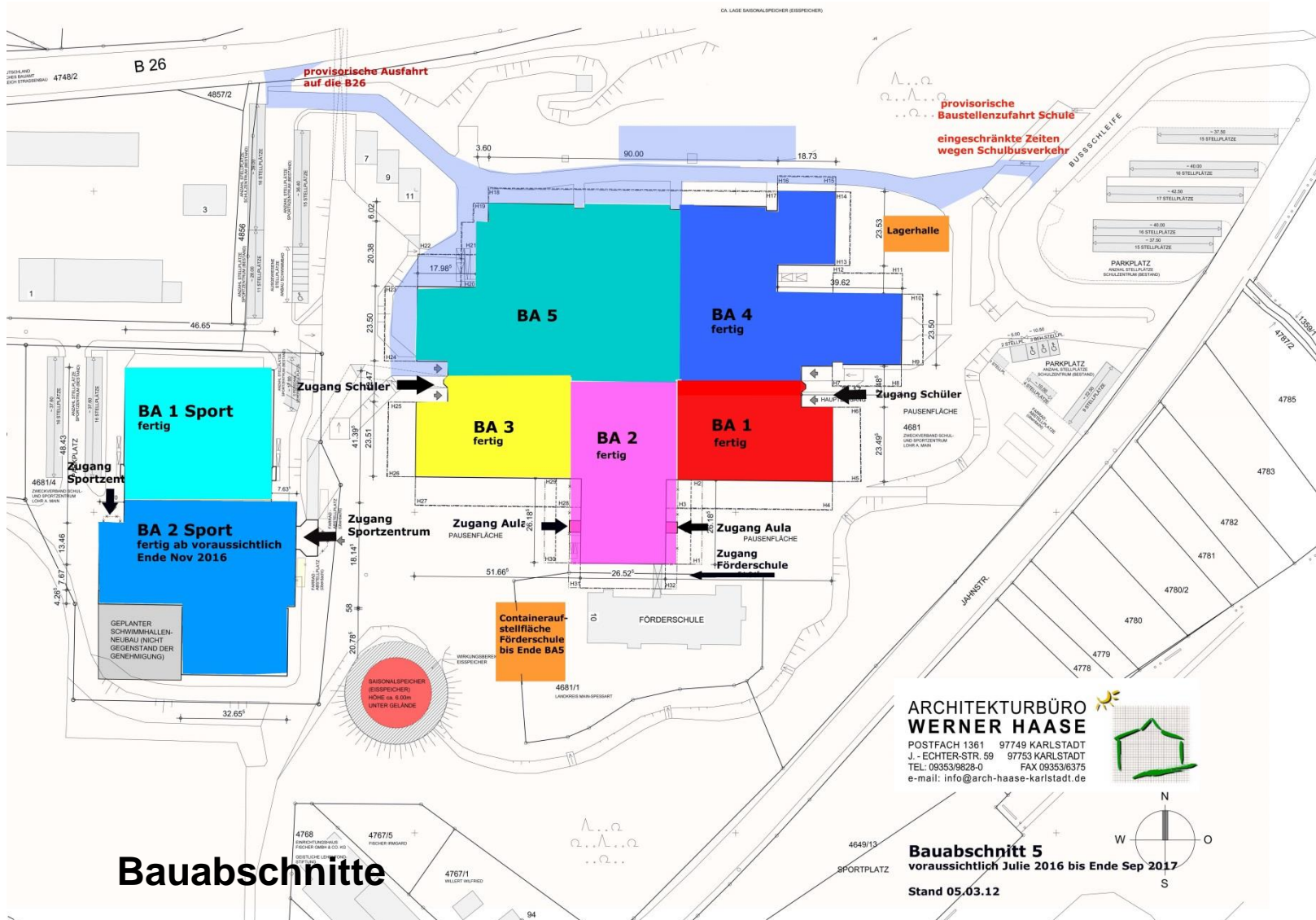
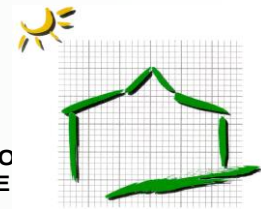
Mai bis Schuljahresende (30. Juli) – Eisspeicher kühlt mit „Abfallkälte“ aus dem Winter Deckenkühlflächen, Zuluft, Server etc.

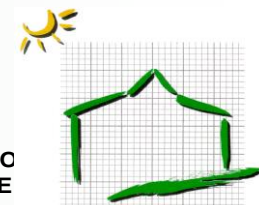
Ab August aufheizen des Speichers auf z. B. 45°C Wasser.

Ab Herbst Vorlauf Niedertemperaturheizung aus Wasserspeicher, der ca. ab Ende Dezember den Phasenwechsel einleitet mit Eisbildung.

➤ Prinzip

Abwärme und Umweltwärme im Plusbereich kann kontinuierlich in den Eisspeicher eingetragen werden. Die WP kann unabhängig vom Wärmeangebot der Umwelt aus dem Eisspeicher Wärme herstellen.





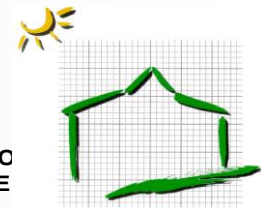
Gebäude	Heizwärmebedarf Bestand [kWh / a]	Heizwärmebedarf Sanierung [kWh / a]	Prozentuale Einsparung [%]
Schulzentrum	3.159.000	262.005	- 91,7
Förderschule	105.000	79.459	-24,3
Sport- und Schwimmzentrum	1.391.000	581.989	- 58,2
Kleinschwimmhalle	-	150.329	+ 100

Endenergie	Bestand	Planung
Erdgas / Biogas [kWh / a]	ca. 5.000.000	401.798
Strom / Ökostrom [kWh / a]	ca. 1.050.000	568.621
Stromeinspeisung [kWh / a]	-	89.393

Treibhausgasemissionen	Bestand	Planung
Strom und Gas [Tonnen CO ₂ -Äquivalent / a]	2.331	49 - 454
Mögliche Reduktion durch Einspeisung PV-Strom [Tonnen CO ₂ -Äquivalent / a]	-	55,1

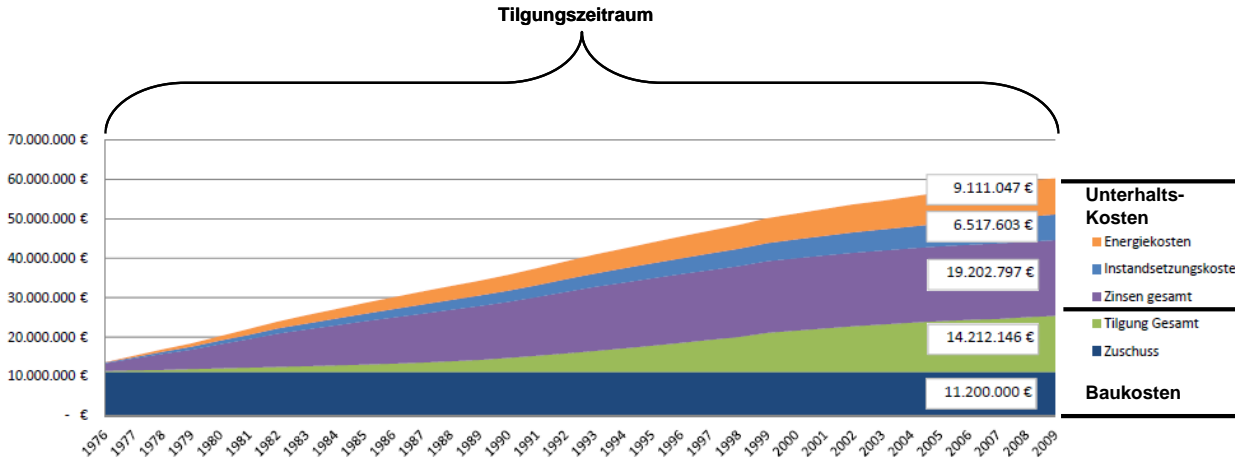
Architekturbüro Werner Haase

Julius - Echter - Str. 59 – 97753 Karlstadt
 Tel 09353 – 98 28-0 – Fax 09353 – 63 75
 info@arch-haase-karlstadt.de



ARCHITEKTURBÜRO
 WERNER HAASE

Aufsummierte Gesamtkosten - Bestand von 1978-2009

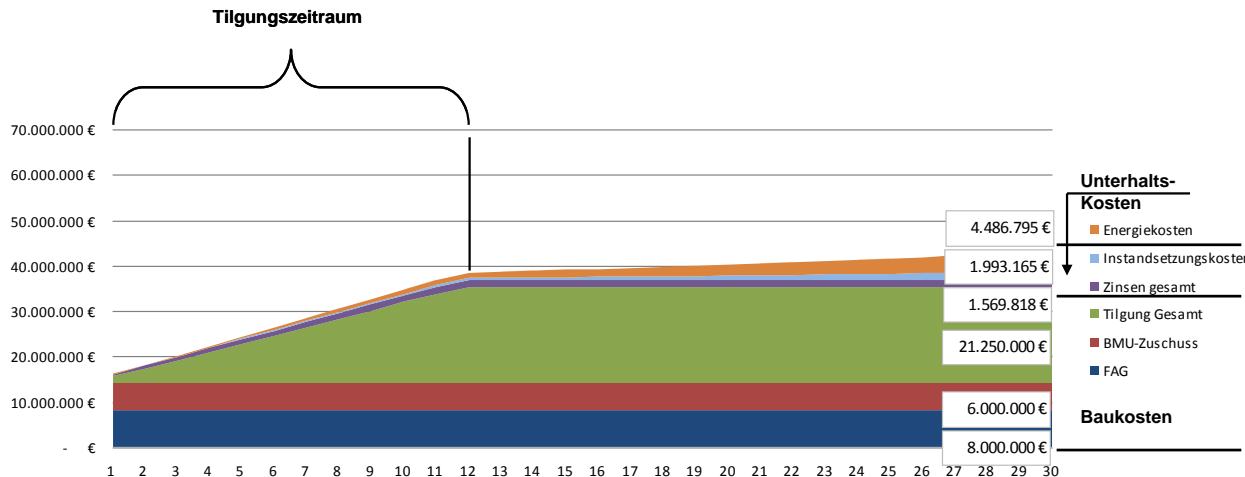


Baukosten 1978: 24.40 Mio. €
./. Zuschuss Eigenanteil ca. 13 Mio. €

Nachfolgekosten
30 Jahre: 35.95 Mio. €

„Hypothek für 30 Jahre“ 49.00 Mio. €

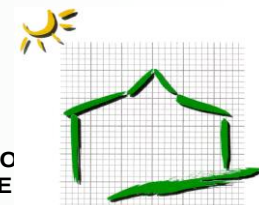
Aufsummierte Gesamtkosten - Geplant 2016-2046



Baukosten : ca. 41 Mio. €
./. Zuschuss Eigenanteil 26 Mio. €

Nachfolgekosten
30 Jahre: ca. 8-10 Mio. €

„Hypothek für die nächsten 30 Jahre“ ca. 36 Mio. €



Kostenvergleich Neubau - Sanierung

Vergleich Neubau: EnEV 2009

Gesamtkosten: ca. 45.000.000 €

Hierbei wären:

Baukonstruktion (ca. 29.250.000 €) = ca. 65%

Haustechnik (ca. 15.750.000 €) = ca. 35%

Zusätzlich Abbruchkosten ca. 2.000.000 €
zusätzlich Containerstadt für 90 Räume,
4 Jahre ca. 3.000.000 €

Gesamtkosten: 50.000.000 €

Sanierung: als Null-Energiehaus

Gesamtkosten. ca. 33.600.000 €

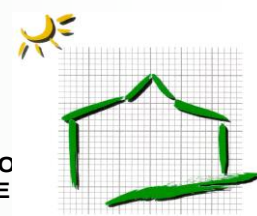
Hierbei wären:

Baukonstruktion (ca. 18.600.000 €) = 55 %

Haustechnik (ca. 15.000.000 €) = 45 %

Abbruchkosten in Gesamtsumme enthalten,
keine Container nötig.

Zusätzliche Kosten für PV-Module und
Active-Boards

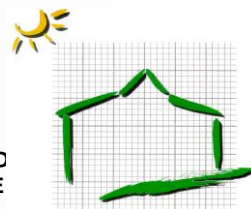


Fazit:

Durch eine integrale Planung, die gleichzeitig einzelne Wärmeschutz-Verordnungsschritte überspringt und gleichzeitig effiziente Energieverwendung mit möglichst hoher Einbindung kostenloser Umweltenergie ist es möglich, Energiekosten weitgehend zu reduzieren.

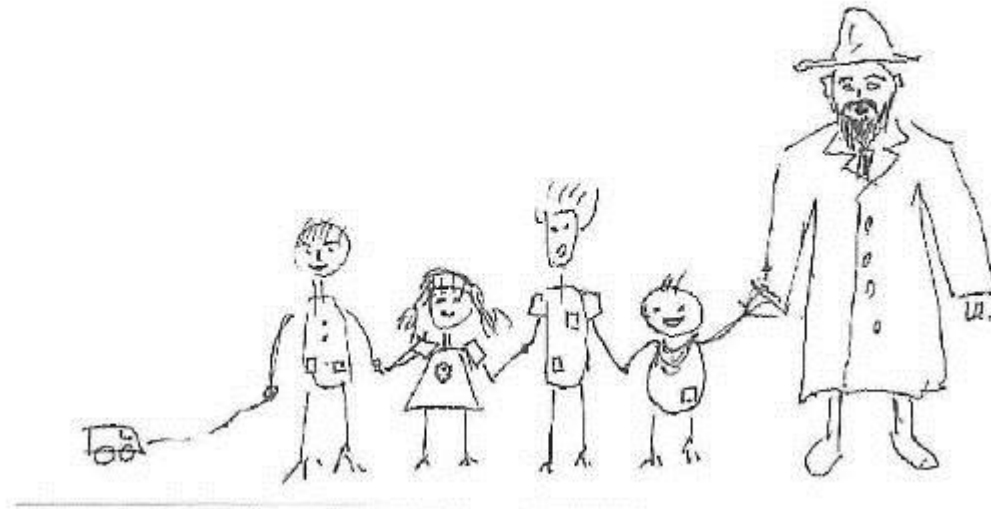
Hierbei müssen alle Effizienzmöglichkeiten und alle kostenlosen Energieangebote genutzt und miteinander verbunden werden. Für die Zukunft ist es wichtig, eine neue Wirtschaftlichkeit dadurch zu bekommen, dass die niedrigen Zinsen für „rentable“ Verschuldungen genutzt werden, die weitgehend durch ersparte Unterhalts- und Reparaturkosten abgetragen werden können.

Dadurch erhält die nächste Generation geringere Belastungen im Bereich Finanzen und Umwelt – bei frühzeitig besten Lehr- und Lernbedingungen.



**„WO KÄMEN WIR HIN, WENN ALLE SAGTEN,
WO KÄMEN WIR HIN UND NIEMAND GINGE,
UM MAL ZU SCHAUEN, WOHIN MAN KÄME, WENN MAN GINGE.“**

(Zitat von Kurt Marti)



DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT