

## **Projektbezeichnung:**

# **Sporthallenneubau in Kombination mit Plaisir-Schule Katharinenplaisir, Backnang**

## **Vorstellung des Entwurfes zur Energieversorgung**

**im ATU der Stadt Backnang  
Donnerstag, der 22.11.2007**

1. Grundlagen zur Ermittlung des Wärmebedarfs
2. Systembeschreibung der geplanten Wärme- und Stromversorgung
3. Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpensystemen
4. Vergleich der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Standard-Systems und der empfohlenen Variante 2b
5. Grafik der Energieflüsse: Standard-System
6. Grafik der Energieflüsse: Empfohlenes System, 2b

aufgestellt, Weissach im Tal,  
den 12.11.2007  
Frank Müller

Projekt-Nr. 2007\_23  
Projektbezeichnung: Sporthallenneubau in Kombination mit der Plaisir-Schule  
Katharinenplaisir

## 1. Grundlagen zur Ermittlung des Wärmebedarfs

Es erfolgte die Variation des Systems der Wärmeerzeugung für unterschiedliche Stufen des baulichen Wärmeschutzes.

Hierfür lieferte das **Büro Bauphysik 5** am **24.08.2007** die Grundlagen in Form von VIER untersuchten Varianten des baulichen Wärmeschutzes.

Als Basisvariante zur Wärmeerzeugung wurde die Versorgung mit dem vorhandenen Erdgasbrennwertkessel der Plaisir-Schule angenommen.

Im einzelnen verglichen wurden:

Stufe 0: Dämmstandard zur Einhaltung der ENEC  
Stufe 3: Erhöhter baulicher Wärmedämmstandard: ENEC – 30%

Im Rahmen der Vorstellung der ersten Fassungen des Energiekonzeptes wurde von Seiten der Stadtverwaltung Backnang der ausdrückliche Wunsch geäußert, die geltenden Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz „deutlich“ zu überschreiten,

Deswegen wurden im Detail nur für die Stufen 0 und 3 des Wärmeschutzes genaue Kosten- und Vergleichberechnungen für die Energieversorgungsvarianten durchgeführt.

Die Unterschreitung des zulässigen Heizwärmebedarfs um 10% und 20% wurde bewusst nicht näher betrachtet.

Für diese Varianten erfolgte die Ermittlung der zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren.

Die Kostenvergleiche können zur Auswahl des letztendlich gewünschten Konzeptes verwendet werden.

Als Entscheidungsgrundlage/Hilfe können auch die Mehrungen der Kosten der baulichen Wärmeschutzmaßnahmen, die in Abhängigkeit der gewählten Dämmstufe bezogen auf die ENEC entstehen würden. Diese Kosten wurden vom Büro „Knecht Planungs- und Bauleitungs- GmbH“ genauer untersucht.

Ziel war die Entwicklung eines Gesamtenergiekonzeptes, mit dem der **Hallenneubau inkl. der Schule** weniger Energie (Wärme und Strom!) benötigt als die derzeit bestehende Plaisir-Schule! Es sollte ein Quasi „**Plus**“-**Energiegebäude** entstehen.

## 2. Systembeschreibung der geplanten Wärme- und Stromversorgung

### Variante 2a:

**Solarunterstützte Wärmepumpe** mit ca. 35 kW therm. Leistung mit Heißgasauskopplung und einer ca. 55 m<sup>2</sup> großen Vakuumflachkollektoranlage.

**Auslegung der Wärmepumpe nur auf 50% der Maximalleistung des Hallenneubaus und Anbindung an die erdgasbetriebene Wärmeversorgung** der Plaisir-Schule.

Ca. 70% der benötigten Nutzwärme des Hallenneubaus können so von der Wärmepumpe gedeckt werden!

Vorteile:      Arbeitszahlen ca. 6,0-7,5 (Jahresmittelwert)  
                  geringerer Strombedarf als bei Systemen ohne solare Unterstützung  
                  kleinerer Erdkollektor als bei Systemen ohne solare Unterstützung

Als Quelle für die Elektrokomppressionswärmepumpe sollen Erdsondenbohrungen dienen. Vorgesehen sind **4 Sondenbohrungen** mit je 100 Meter Tiefen. Wegen der vorgesehenen solarthermischen Unterstützung der Wärmepumpe können die Entzugsleistungen der Sondenanlagen gegenüber Standard-Systemen um ca. 20% erhöht werden. Pro Laufmeter Sonde ist damit eine Entzugsleistung von ca. 60 W möglich. Die thermische Solaranlage dient der verstärkten "Regeneration" der Erdsonden.

„Rest“-Wärme: Stromaufnahme der Wärmepumpe; im vorliegenden Objekt ca. 15-20% der Gesamtwärmelieferung der Wärmepumpe.

Das Büro Voigtmann hat im einem Schreiben vom 10.08.2007 die generelle Nutzbarkeit der Erdwärme im betroffenen Baugebiet bestätigt.

Ungefähre Systemgrößen:

Systemspeicher mit ca. 2.500l (Wärme) und ca. 1.250-1.500l (Vorwärmer: WP)

Siehe Schema und Anlagen: Wärmepumpendaten, Kollektordaten.

Zur **Eigenstromerzeugung** ist eine **45 kWpeak** leistende **PV-Anlage** auf dem Hallendach vorgesehen. Diese ist bei den aktuellen Baukosten und durch das EEG über 20 Jahre garantierten Stromvergütungen wirtschaftlich zu betreiben.

### Variante 2b:

Abweichend bzw. ergänzend zur Variante 2a ist bei diesem System der Einsatz eines erdgasbetriebenen **Kleinst-BHKW's** vorgesehen. Dieses soll eine **elektrische Leistung** von **ca. 5 kW** und eine **thermische Leistung** von **ca. 12 kW** besitzen und in der Heizzentrale der Schule installiert werden Die Integration in das Gesamtsystem soll über einen Pufferspeicher erfolgen.

Das BHKW soll zeitgleich mit der Wärmepumpe betrieben werden. Hierdurch ist eine nahezu vollständige Eigenstromnutzung des mit dem BHKW erzeugten Stroms möglich.

## Ing.-Büro Frank Müller

Energieberatung + Anlagenplanung  
Backnanger Straße 3, 71554 Weissach i.T.  
Tel. 07191/300783 Fax 300785

## RatioPlan GmbH

Katharinenplaisir  
Sporthallenneubau mit Schule (Bestand)

Dies erlaubt eine Einsparung an „Netzstrombezug“ zu ca. 140 €/MWh und ist damit wirtschaftlicher als eine Rückspeisung ins Stromnetz.

Die **Variante 2b** mit **BHKW** wurde in die Untersuchungen mit aufgenommen, um den Strombezug der Elektrowärmepumpe im Kombination mit der auch bei der Variante 2a vorgesehenen **45 kWpeak** leistenden PV-Anlage auf dem Hallendach zusätzlich zu minimieren.

Im Kleinst-BHKW mit vorgesehenem Abgaswärmetauscher erfolgt die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung mit einem Wirkungsgrad von nahezu 100%.

Hierdurch kann in Kombination mit einer Elektrowärmepumpe im Sporthallenneubau ein Systemwirkungsgrad von deutlich über 100 % erzielt werden.  
Dies ist bei Netzstrombezug nur schwer möglich.

## 3. Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpensystemen

Beispielrechnung: Wärmepumpen: Jahresarbeitszahlen

### Elektrowärmepumpe mit Netzstrombezug, d.h. der „Standard“ am Markt

Arbeitszahl der Wärmepumpe:	4,5
Wärmelieferung bei Einsatz eine kWh Strom:	4,5
Primärenergiebedarf im Kraftwerk für eine kWh Strom	3,3

“Wahre“ Arbeitszahl der Elektrowärmepumpe:  $4,5/3,3 = 1,36!$

### Solar unterstützte Elektrowärmepumpe mit Stromerzeugung durch BHKW

Arbeitszahl der Wärmepumpe:	6,0
Wärmelieferung bei Einsatz eine kWh Strom:	6,0
Primärenergiebedarf im BHKW für eine kWh Strom	1,0
Bei Nutzung der Abwärme!	

“Wahre“ Arbeitszahl der Elektrowärmepumpe:  $6,0/1,0 = 6,0!$

### Fazit:

Das vorgeschlagene System nutzt die **Energie mehr als 4 mal so effizient**, wie ein Standard-System mit reinem Netzstrombezug!

## **Angaben zum System/Variantenvergleich**

Bei dem durchgeführten Systemvergleich wurden auch die Verbrauchswerte der bestehenden Plaisir-Schule berücksichtigt. Dies ist erforderlich, da durch den vorgesehenen Wärme- und Stromverbund der beiden Objekte eine klare Trennung der Energieversorgung nicht mehr möglich ist.

Als Referenzvariante „0“ wurde die Wärmeversorgung mit dem vorhandenen Erdgasbrennwertkessel der Schule angenommen.

Strombezug bei Variante 0: Generell aus dem Netz der SÜWAG.

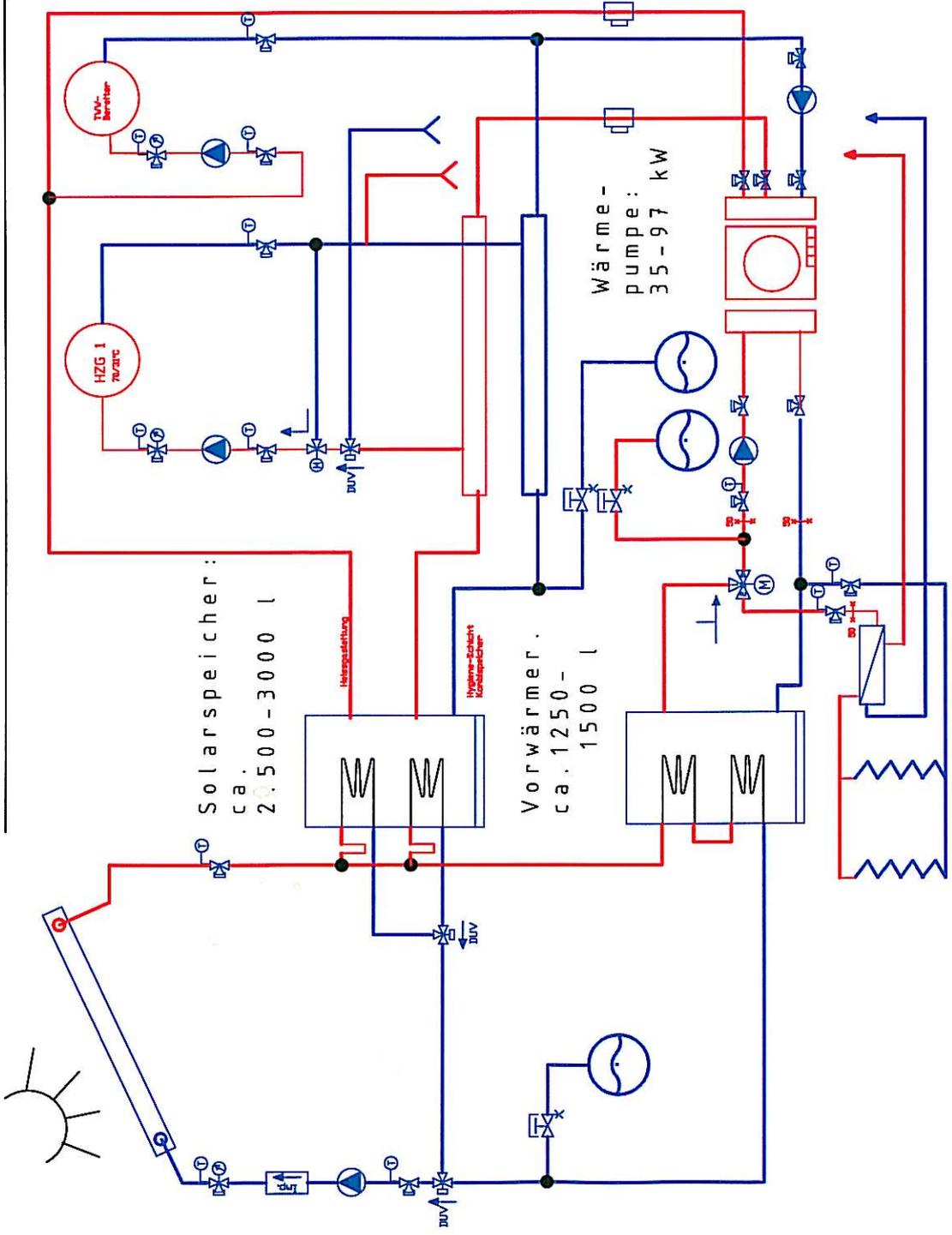
## **Empfehlung: Variante 2b:**

- Wirtschaftliche Möglichkeit zur Senkung des Energiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen unter den derzeitigen Stand der Plaisir-Schule
- Innovatives Gesamtkonzept aus optimaler Kombination des erhöhten baulichen Wärmeschutzes mit einer effizienten Art der Wärme- und Stromerzeugung
- Gleichzeitige Kraftwärmekopplung in Kombination Nutzung der mit Erdwärme sowie der aktiven Solarenergienutzung

aufgestellt, Weissach im Tal, den 12.11.2007  
Frank Müller, RatioPlan GmbH

Solkollektor: 25-55 m<sup>2</sup>  
 Vakuumflachkollektor

SCHEMA: HEIZUNG UND WARMWASSERBEREITUNG



Erdwärmetauscher:  
 ca. 25 kW (Studie: 75 kW) Entzugsleistung  
 Erdsonden: 4 Stück je 100 Tiefe

Ohne Darstellung der Wärmeerzeugung in  
 der Plaisir-Schule: BHKW und BWK

Legende:

Dimensionen	Cu	MEFLA
DN 10	12x1	16x2,85
12	15x1	20x3,85
15	20x1	26x5,0
20	26x1	32x6,30
25	32x1,5	38x7,35
32	38x1,5	46x8,40
40	42x2	50x9,40
50	54x2	63x11,45

Leitungen ohne Dim.-Angaben  
 Cu 15x1 oder Mepla 16x2,85

- X Kugelhahn
- X Kugelhahn mit Rückschlagklappe
- X Kofferrückschlagklappe
- X Strömungsgüterventil
- ∩ Rückschlagklappe
- φ Temperatursonde
- Schutzflügel
- ⊕ Sicherheitsventil
- ⊗ Absperrventil mit Entlüftung
- ⊙ Pumpe mit Nr.
- ⊠ Värmenengenszähler
- ⊡ Temperaturfühler

Ing.-Büro Frank Müller  
 Rottluffen GmbH  
 Industriestraße 10  
 42699 Solingen

Information: Neubau Sporthalle:  
 "Gethartenerpallast"

Projekt: Schema: Heizung und Warmwasserbereitung  
 Datum: 17.05.07  
 Zeichner: Frank Müller  
 Gezeichnet: Frank Müller  
 Geprüft: Frank Müller  
 Freigegeben: Frank Müller

# Energiekonzept der geplanten neuen Turnhalle am Katharinenplaisir

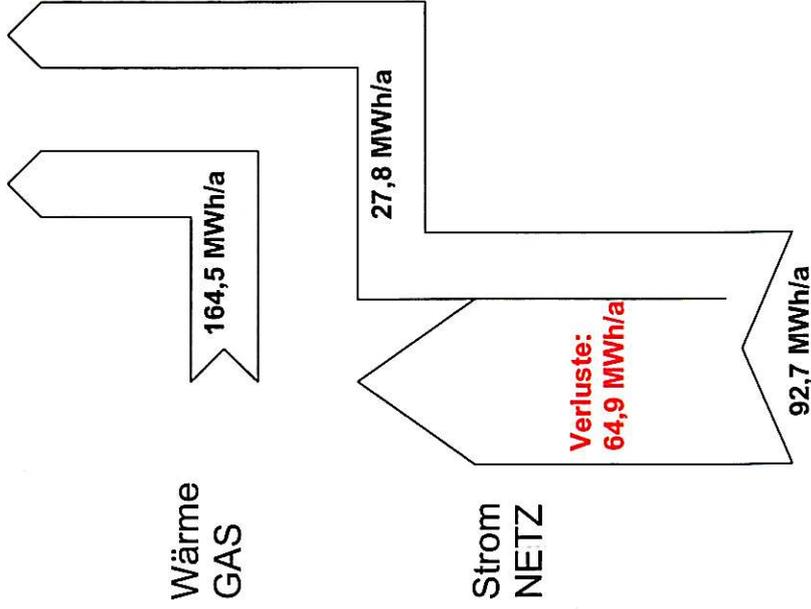
## Vergleich der CO2-Bilanzen „Standard“ und „geplante“ Version der Wärme- und Stromversorgung

	Standard	„SOLL“-Version
	Schule	Schule
Heizung mit Gas	164,5 MWh/a	164,5 MWh/a
Strombezug aus Netz	27,8 MWh/a	27,8 MWh/a
	Halle	Halle
Heizung mit Gas	163,2 MWh/a	116,0 MWh/a
Strombezug aus Netz	30,0 MWh/a	30,0 MWh/a + 42 MWh/a
CO2-Erzeugung	Schule	Gesamt
Aus Wärmeversorgung	41,8 to/a	17,9 to/a + 21,6 to/a
Aus Stromversorgung	17,8 to/a	64,0 to/a
<b>Summe:</b>	<b>59,6 to/a</b>	<b>103,5 to/a</b>
	Halle	Gesamt
Aus Wärmeversorgung	41,5 to/a	-16,0 to/a
Aus Stromversorgung	19,2 to/a	-28,8 to/a
<b>Summe</b>	<b>60,7 to/a</b>	<b>-44,8 to/a</b>
	Gesamt	Gesamt
	120,3 to/a	58,7 to/a
<b>Einsparung in to/a</b>		<b>61,6</b>
<b>Einsparung in %</b>		<b>51,2</b>
		<b>Fazit: Neue Schule und Halle benötigen WENIGER Energie als die Schule allein!</b>

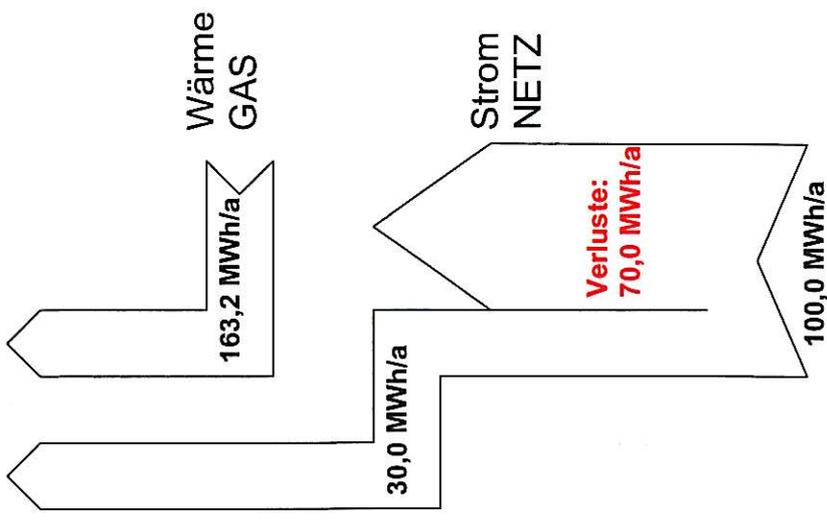
# Energiekonzept der geplanten neuen Turnhalle am Katharinenplaisir

„Standard“-Version nach den gesetzlichen Vorgaben

Plaisir-Schule,  
Bestand:  
Mit Gasbrennwertkessel



Turnhalle  
Bauweise nach ENEC  
Mit Anschluß an Gaskessel der Schule



Energiebedarf:  
Gesamtwerte:  
Schule: 257,2 MWh/a  
Halle: 263,2 MWh/a  
**Summe: 520,4 MWh/a**

# Energiekonzept der geplanten neuen Turnhalle am Katharinenplaisir

**„SOLL“-Version mit erhöhtem baulichen Wärmeschutz und verbesserter Anlagentechnik**

Plaisir-Schule,  
Bestand: Kessel: 170 kW  
Mit Gasbrennwertkessel **UND Gas-BHKW**

Turnhalle  
Bauweise ENEC: - ca. 30 %  
Mit Anschluß an Schule **UND Elektrowärmepumpe mit solarthermischer Unterstützung sowie PV-Anlage**

