

– Schlussbericht –

Schulzentrum Neusäß  
Energiekonzept Wärme

- 9177 -

Bericht Nr.: 9177 / 02  
Ausgestellt am: 29.08.2014

**Auftraggeber:**

Firma/Institution: Landratsamt Augsburg  
Ansprechpartner: Frau Karin Hesse  
Straße: Prinzregentenplatz 4  
PLZ Ort: 86150 Augsburg

**Untersuchungsobjekt:**

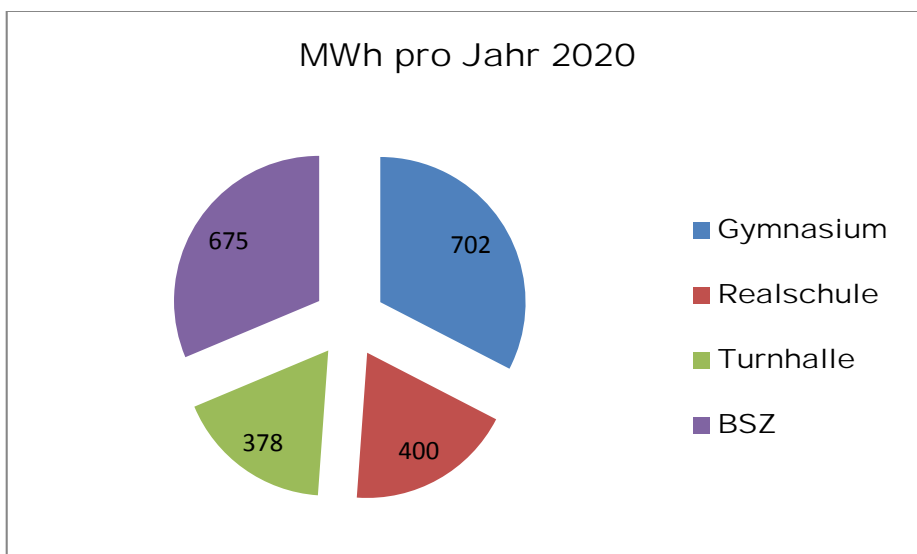
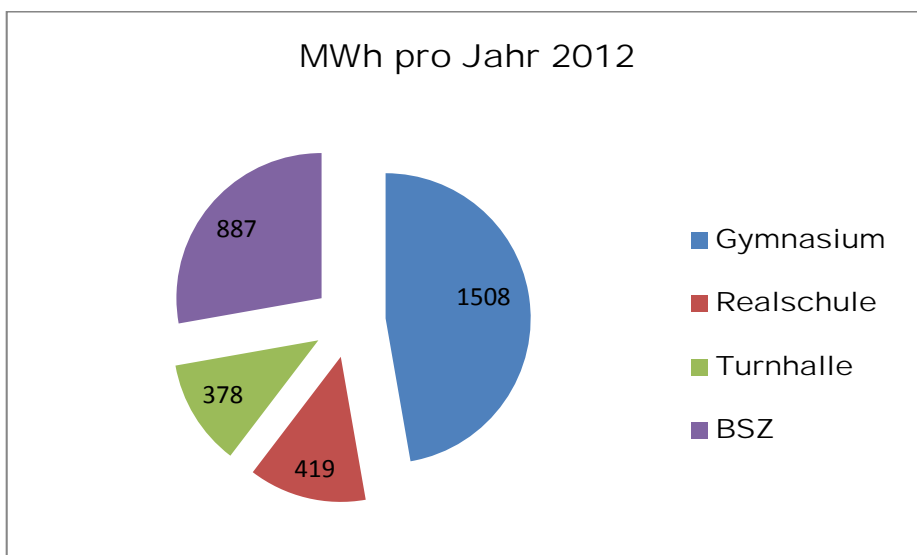
Bezeichnung: Schulzentrum Neusäß

**Auftragnehmer:**

Firma/Institution: IBOS-TGA Ingenieurgesellschaft  
für Technische Gebäude Ausrüstung mbH  
Straße: Wolframstraße 19 a  
PLZ Ort: 86161 Augsburg  
Abteilung: Technische Gebäude Ausrüstung  
Ansprechpartner: Herr Oswald Silberhorn  
Telefon: 0821 / 45 40 55 - 0  
Email: [info@ibos-tga.de](mailto:info@ibos-tga.de)

Tabelle 1: Energieverbrauch und Kosten

Jahr	Einheit pro	Gymnasium	Realschule	Turnhalle	Berufschulzentrum alt	Berufschulzentrum	Gesamt gerundet
2001 bis 2009	Ø MWh	1.684	579	515	879	-	3.700
	Ø T€	79	27	24	41	-	170
<b>2010 bis 2012</b>	Ø MWh	1.508	419	375	887	-	<b>3.200</b>
	Ø T€	83	23	21	49	-	175
2016	Ø MWh	1.508	419	375	-	675	3.000
	Ø T€	108	30	27	-	48	215
<b>2020</b>	Ø MWh	<b>702</b>	400	375	-	675	<b>2.200</b>
	Ø T€	<b>66</b>	38	35	-	63	200



Davon rechnerisch abgeschätzter Anteil an Trinkwarmwasser:

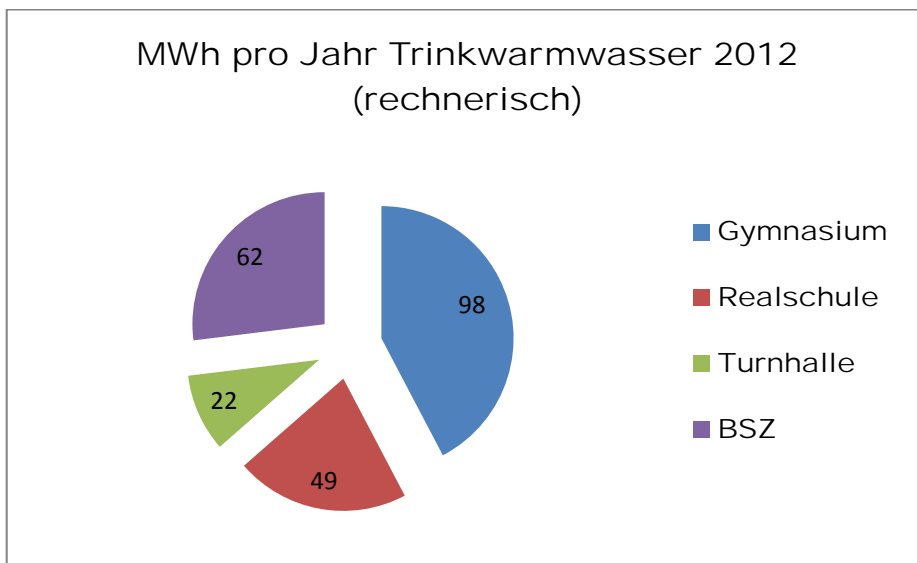
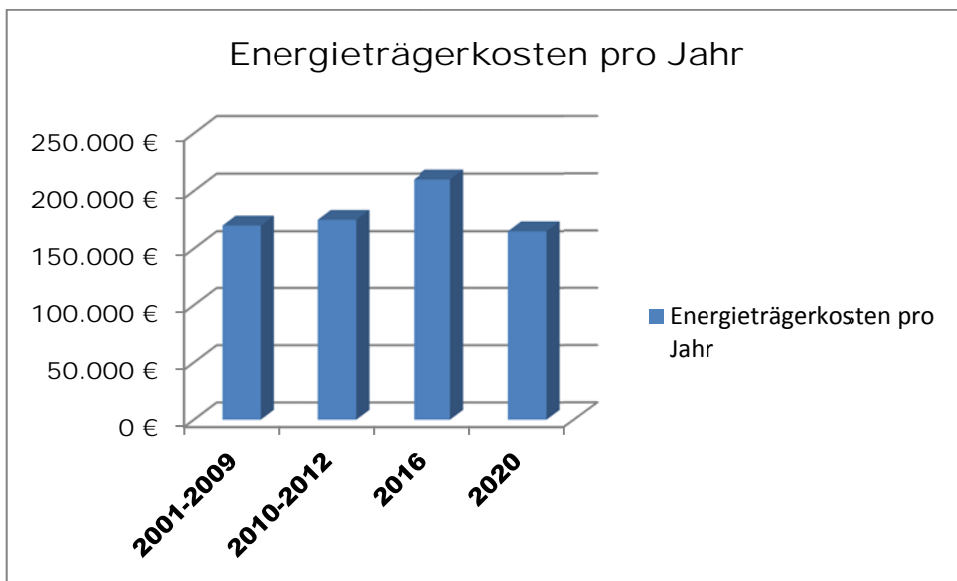


Tabelle 2: Wärmeerzeuger - Vollbenutzungsstd. und Energieträgerkosten

Jahr	Einheit pro	Fröhling / Viessmann 1.250 kW / 1.070 kW	Hackschnitzel 830 kW	Neu: z.B. Gas BW ca. 800 kW
2001 bis 2009	MWh	3.700	-	-
	T€	170	-	-
	vbStd.	1.600	-	-
2010 bis 2012	MWh	1.200	2.000	-
	T€	95	80	-
	vbStd.	500	2.400	-
2016	MWh	<b>1.000</b>	2.000	-
	T€	<b>105</b>	105	-
	vbStd.	<b>400</b>	2400	-
2020	MWh	-	<b>1.800</b>	<b>400</b>
	T€	-	<b>125</b>	<b>40</b>
	vbStd.	-	<b>2200</b>	<b>500</b>



Betrachtet man zum Zeitpunkt 2012 den Anteil der Kosten so zeigt sich

- 2001-2009 ø Kosten/a 170.000.-- €
- 2010-2012 ø Kosten/a 175.000.-- €
- Prognose 2016 Kosten/a 210.000.-- €
- Prognose 2020 Kosten/a 165.000.-- €

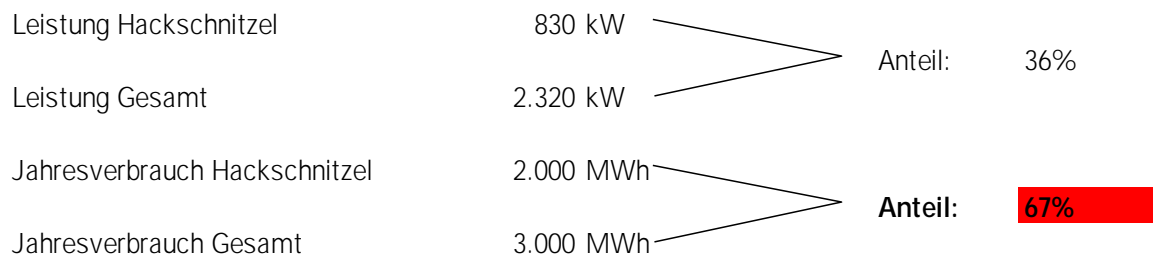
Die in der Machbarkeitsstudie von 2006 angenommene Heizkostensparnis von 108.000.-- € trat nicht ein.

Betrachtet man den Deckungsanteil des Energieträgers Hackschnitzel an der Leistung und am Gesamtverbrauch für die Szenarien so ergibt sich Folgendes:

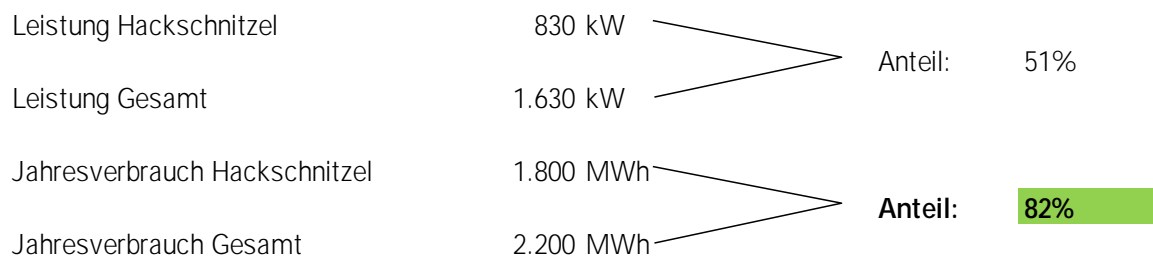
Anteil Hackschnitzelkessel im Betrachtungszeitraum von 2010 bis 2012

Leistung Hackschnitzel	830 kW	}	Anteil:	36%
Leistung Gesamt	2.320 kW			
Jahresverbrauch Hackschnitzel	2.000 MWh	}	Anteil:	63%
Jahresverbrauch Gesamt	3.200 MWh			

## Prognose Anteil Hackschnitzelkessel im Betrachtungszeitraum 2016



## Prognose Anteil Hackschnitzelkessel im Betrachtungszeitraum 2020



Im Jahr 2020 ist der Hackschnitzelkessel 11 Jahre alt und hat damit erst etwas mehr als die Hälfte der theoretisch angesetzten Lebensdauer (nach den Berechnungen der Machbarkeitsstudie) von 20 Jahren erreicht. Er übernimmt dann auch den Deckungsanteil am Gesamtverbrauch von > 80 %. Bis 2016 (neues Berufsschulzentrum ersetzt Altes) beträgt der Deckungsanteil lediglich 63 %.

Tabelle 3: Energieträgergegenüberstellung in Kosten/Energieeinheit

Jahr	Öl		Hackschnitzel		Gas	
	€/MWh	Ø EPS*	€/MWh	€Diff. zu Öl	€/MWh	€Diff. zu Öl
2001	35	Basisjahr				
2002	30	-16%				
2003	32	-5%				
2004	57	18%				
2005	48	8%				
<b>2006</b>	<b>56</b>	<b>10%</b>	<b>23</b>	<b>33</b>		
2007	48	5%				
2008	75	11%				
<b>2009</b>	<b>51</b>	<b>5%</b>	<b>35</b>	<b>16</b>		
2010	61	6%	37	24		
2011	84	9%	44	40		
<b>2012</b>	<b>86</b>	<b>8%</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	<b>41</b>
2016	113	8%	58	54	59	54
2020	148	8%	76	71	77	70

\* EPS = durchschnittliche Energiepreissteigerung in % bezogen auf das Basisjahr

Der durchschnittliche Preis für die Energieträger stellt sich folgendermaßen dar:

- Kosten Heizöl/MWh. 2006 56,-- €
- Kosten für Hackschnitzel /MWh. 2006 23,-- €
  
- Kosten Heizöl/MWh. 2009 51,-- €
- Kosten für Hackschnitzel /MWh. 2009 35,-- €
  
- Kosten Heizöl/MWh. 2012 86,-- €
- Kosten für Hackschnitzel/MWh. 2012 45,-- €

Auf die MWh bezogen war über die Jahre hinweg gesehen der Energieträger Hackschnitzel ca. halb so teuer wie Heizöl. Die Preissteigerung für den Brennstoff Holz orientiert sich erkennbar am Ölpreis.

Für das Szenario 2020 wurden die aktuellen Kosten pro MWh am Projekt - Gymnasium Königsbrunn - für Jan. 2014 eingeholt. Der Gaspreis liegt bei ca. 45,-- € pro MWh.

Der gasseitige Anschluss könnte lt. Auskunft der SWA von einer Leitung in der Landrat-Dr.-Frey-Straße, und zwar südlich des Feuerwehrhauses hergestellt werden. Der Baukostenzuschuss für den Anschluss bis zum Gymnasium, bei einer geschätzten Anschlussleistung von 1.300 kW, liegt bei ca. 35.000 – 40.000 € brutto. Für diese Maßnahme wäre ein Vorlauf von ca. 20 Wochen einzuplanen.

**Empfehlung zur künftigen Wärmeversorgung:**

1. Der vorhandene Hackschnitzelkessel ist jetzt erst vier Jahre alt und kann laut Szenario bis 2020 das angestrebte Ziel, nämlich mehr als 80 % des Jahresverbrauchs über Hackschnitzel zu decken, erreichen. Insofern wird empfohlen, die Hackschnitzelwärmeerzeugung zu optimieren und auch über 2020 hinaus beizubehalten.
2. Die vorhandene Spitzenlastabdeckung durch die beiden ölbefeuerten Kessel in der Zentrale des Gymnasiums könnte beibehalten werden, möglicherweise bis 2020. Kurzfristig ist allerdings eine Erneuerung des Wärmetauschers Gymnasium (leckt bei niedrigen Wassertemperaturen) und eine Verbesserung der hydraulischen Einbindung des Hackschnitzelkessels sowie ein hydraulischer Netzabgleich erforderlich.
3. Für 2020, nach energetischer Sanierung des Gymnasiums haben die dortigen Kessel ihre theoretische Lebensdauer erreicht und es empfiehlt sich die künftige Spitzenlast-Wärmeversorgung von der Energiezentrale aus zu realisieren. Dort ist ausreichend Platz für die Unterbringung eines entsprechenden Kessels. Im Vorfeld ist es ratsam an den Unterstationen der einzelnen Gebäude Leistungsmessungen z.B. über einen Monat in der Kälteperiode, durchzuführen um weiteren Aufschluss zur Auslegung der benötigten Kesselgröße zu erhalten.
4. Damit könnte auch die Umstellung des bisherigen Energieträgers Heizöl auf Erdgas erfolgen. Voraussetzung ist allerdings der Anschluss an die Hauptgasversorgungsleitung in der Landrat-Dr. Frey-Straße. Nach ersten Auskünften der Stadtwerke Augsburg SWA ist dies möglich. Es kann eine Leistung bis ca. 1200 kW zur Verfügung gestellt werden. Die Anschlusskosten wurden seitens der SWA mit ca. 32.000.-€ inkl. MwSt. beziffert. Die Anschlussleitung kann nur bis zum nächstliegenden Gebäude, d.h. zum Gymnasium geführt werden. Es ist also erforderlich vom Gymnasium zur Energiezentrale eine interne, betreibereigene Gasleitung zwischen Gymnasium und Energiezentrale zu verlegen (siehe Anlage 1 Lageplan).
5. Die vorhandene Wärmeversorgung über Erdleitungen auf dem Schulcampus sollte auf Grund der offensichtlich hohen Wärmeverluste, erneuert werden. In diesem Zusammenhang bietet sich an, ein komplettes Versorgungsnetz von der Energiezentrale aus aufzubauen, das auch das neue Berufsschulzentrum versorgt. Es bietet sich an, parallel zu dem Nahwärmenetz ein Kältenetz zu verlegen, das es in Zukunft zulässt, auch für die zur Sanierung anstehenden Gebäude Kühlmöglichkeiten anzubieten (siehe Anlage 2).
6. Parallel könnte in diesem Zug auch ein Leerrohrsystem für ein Kommunikationsnetz erstellt werden.

**Empfehlung zur Betriebsoptimierung:**

Für die Optimierung des Gebäude- und Anlagenbetriebes werden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

1. Der vorhandene Pufferspeicher in der Energiezentrale erscheint nach den Auskünften des Betriebspersonals zu gering ausgelegt. Für den Fall der Nahwärmelösung ist die Entscheidung für einen zentralen Wärmespeicher oder dezentrale Wärmespeicher in den jeweiligen Gebäuden zu treffen. Hierzu ist eine separate Untersuchung durchzuführen.
2. Für sämtliche Liegenschaften des Campus ist eine Gebäudeleittechnik zur Effizienzsteuerung und zum Monitoring der Anlagen und des Verbrauchs zu empfehlen.

**Empfehlung zur Kälteversorgung:**

Unter Berücksichtigung der Sanierung von Gymnasium und Realschule ist, wie erwähnt damit zu rechnen, dass dort ebenfalls Kältebedarf entsteht. Überschlägig ergibt sich dort 2020 ein Kältebedarf von ca. 180 kW. Unter Einbezug der Realschule steigt der Wert auf ca. 260 kW. Für dieses Szenario bietet sich die Lösung des eingangs erwähnten kombinierten Nahwärme-/Kältenetzes an. Die Kälteerzeugung könnte dann über eine Absorptionskältemaschine mit Austreiberwärmeversorgung über Hackschnitzel oder Solarthermie am Standort Energiezentrale erfolgen.

Unabhängig von der Art der Kälteerzeugung ist für das Kältenetz der Einsatz von Kältespeichern zu prüfen. Hierzu ist eine separate Untersuchung durchzuführen. Zur Dimensionierung und Optimierung ist es ratsam an den Lüftungsgeräten des Berufsschulzentrums Leistungserfassungen z.B. über einen Monat in der Sommerperiode durchzuführen, um weiteren Aufschluss zur Auslegung zu erhalten.

Für den aktuellen Bauteil „Berufsschulzentrum“ wird jetzt der Einsatz dezentraler in den Lüftungsgeräten integrierter Kälteerzeugern realisiert. Unabhängig davon wird empfohlen eine Kälteversorgungsleitung zwischen Berufsschulzentrum und Energiezentrale zu verlegen. Bei dieser Lösung können die zusätzlichen Kosten der adiabatischen Kühlung entfallen.

Zu den o.g. Ausführungen wurden auf der Folgeseite überschlägige Kosten zusammengestellt, die von den Stadtwerken SWA, vom IB FDW und aus unseren Erfahrungswerten stammen.



Zusammenstellung von notwendigen Aktivitäten und Schätzkosten				
Massnahme	Ausführung durch	Kostenstelle	Zeitpunkt	Kosten brutto in €
Speicher zur Optimierung der Laufzeiten des Hackschnitzelkessel	IB FDW	Allgemein	2015	66.734
Hydraulischer Abgleich des Wärmeversorgungsnetzes	IB FDW	Instandhaltung	2015	32.808
Weitere Optimierung des Wärmeversorgungsnetzes (Speicheroptimierung)	ZAE	Instandhaltung	2014	Std. Aufstellung
Planung des Wärmeversorgungsnetzes	IB FDW	Instandhaltung	2014	Angebot * <sup>1</sup>
Ertüchtigung der Unterstation -Gymnasium-Erneuerung des Wärmetauschers	IB FDW	Instandhaltung	2014	Angebot * <sup>1</sup>
Leistungsmessung Wärme-Gymnasium und Realschule	IB FDW	Allgemein	Wi 14/15	Angebot * <sup>1</sup>
Gasanschluss SWA zum Gymnasium	SWA	Allgemein	n.A. * <sup>3</sup>	32.000
Gasltg. intern vom Gymnasium zur Energiezentrale	IB FDW	Allgemein	n.A. * <sup>3</sup>	Angebot * <sup>1</sup>
Messung integrierte Kälte in Lüftungsanlagen BSN	IB FDW	Allgemein	2016	Angebot * <sup>1</sup>
Kälteltg. vom Gymnasium zur Energiezentrale	IB FDW	Allgemein		entfällt* <sup>2</sup>
Kälteleitung vom BSN zur Energiezentrale	IB FDW	Allgemein		entfällt* <sup>2</sup>
Weitere Optimierung des Kälteversorgungsnetzes	ZAE			entfällt* <sup>2</sup>
* <sup>1</sup> Angebot wird von IB FDW lt. Besprechung erarbeitet				
* <sup>2</sup> entfällt lt. Besprechung				
* <sup>3</sup> nach Angabe SWA.				

Blatt 10

Der Schlussbericht aus 10 Seiten zuzüglich:

- Schema Wärme-Kältenetz
- Lageplan mit Leitungsführung

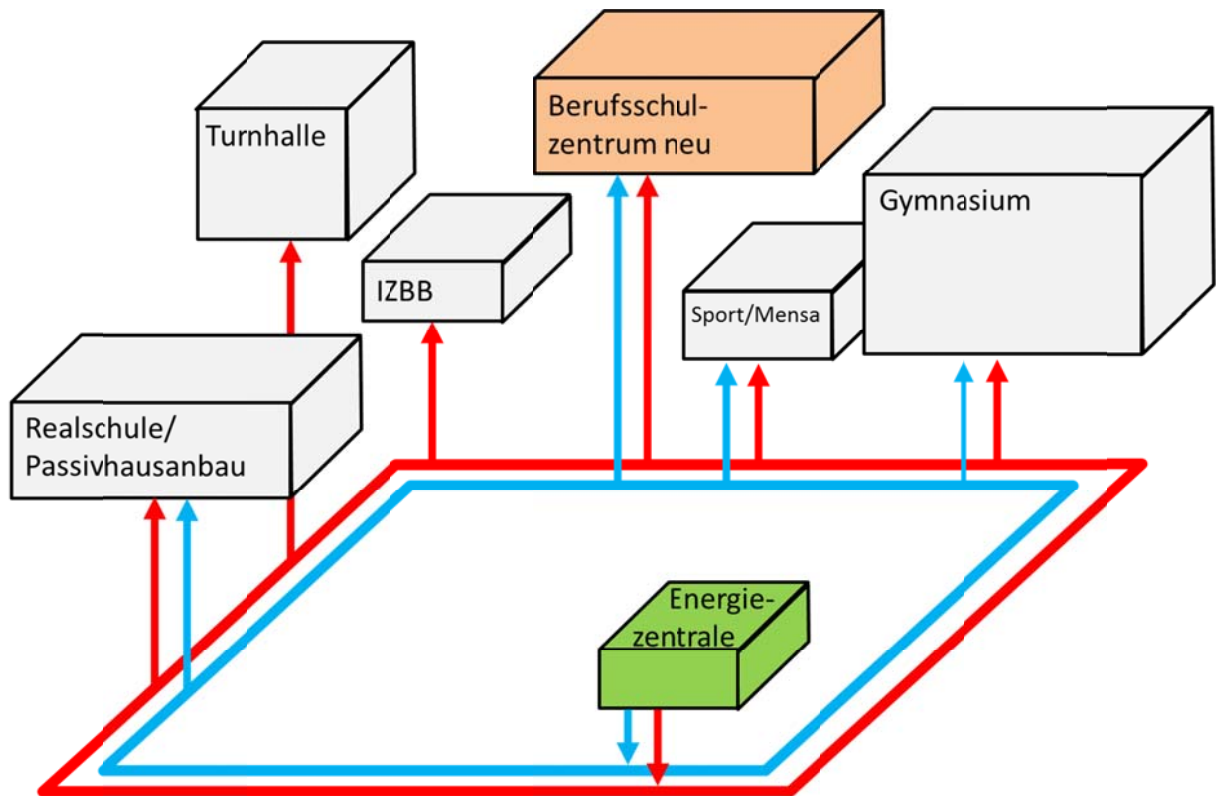
Augsburg, den 29.08 2014

O. Silberhorn  
IBOS-TGA Ingenieurgesellschaft für  
Technische – Gebäude - Ausrüstung mbH

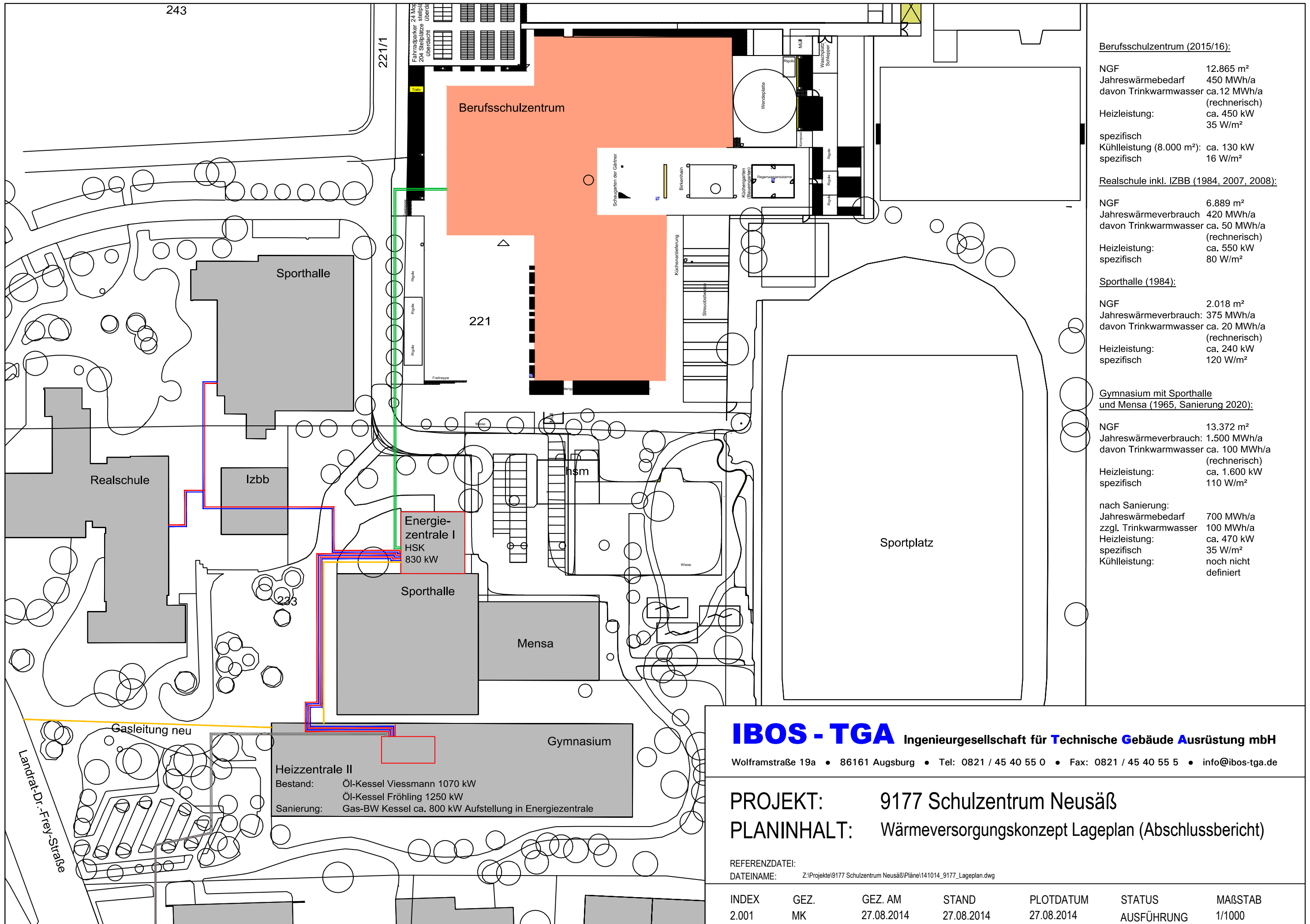


**Fortbildungszertifikat  
der Bayerischen  
Ingenieurkammer-Bau  
2012**

### Anlage 1: Wärme- und Kältenetz



## Anlage 2: Übersichtsplan



<b>Berufsschulzentrum (2015/16):</b>	
NGF	12.865 m <sup>2</sup>
Jahreswärmebedarf	450 MWh/a
davon Trinkwarmwasser	ca. 12 MWh/a (rechnerisch)
Heizleistung:	ca. 450 kW
	35 W/m <sup>2</sup>
spezifisch	
Kühlleistung (8.000 m <sup>2</sup> ):	ca. 130 kW
spezifisch	16 W/m <sup>2</sup>
<b>Realschule inkl. IZBB (1984, 2007, 2008):</b>	
NGF	6.889 m <sup>2</sup>
Jahreswärmeverbrauch	420 MWh/a
davon Trinkwarmwasser	ca. 50 MWh/a (rechnerisch)
Heizleistung:	ca. 550 kW
spezifisch	80 W/m <sup>2</sup>
<b>Sporthalle (1984):</b>	
NGF	2.018 m <sup>2</sup>
Jahreswärmeverbrauch:	375 MWh/a
davon Trinkwarmwasser	ca. 20 MWh/a (rechnerisch)
Heizleistung:	ca. 240 kW
spezifisch	120 W/m <sup>2</sup>
<b>Gymnasium mit Sporthalle und Mensa (1965, Sanierung 2020):</b>	
NGF	13.372 m <sup>2</sup>
Jahreswärmeverbrauch:	1.500 MWh/a
davon Trinkwarmwasser	ca. 100 MWh/a (rechnerisch)
Heizleistung:	ca. 1.600 kW
spezifisch	110 W/m <sup>2</sup>
nach Sanierung:	
Jahreswärmebedarf	700 MWh/a
zzgl. Trinkwarmwasser	100 MWh/a
Heizleistung:	ca. 470 kW
spezifisch	35 W/m <sup>2</sup>
Kühlleistung:	noch nicht definiert

**IBOS - TGA** Ingenieurgesellschaft für Technische Gebäude Ausrüstung mbH  
 Wolframstraße 19a • 86161 Augsburg • Tel: 0821 / 45 40 55 0 • Fax: 0821 / 45 40 55 5 • info@ibos-tga.de

**PROJEKT:** 9177 Schulzentrum Neusäß  
**PLANINHALT:** Wärmeversorgungskonzept Lageplan (Abschlussbericht)

REFERENZDATEI:  
 DATEINAME: Z:\Projekte\9177 Schulzentrum Neusäß\Pläne\141014\_9177\_Lageplan.dwg

INDEX	GEZ.	GEZ. AM	STAND	PLOTDATUM	STATUS	MAßSTAB
2.001	MK	27.08.2014	27.08.2014	27.08.2014	AUSFÜHRUNG	1/1000

## Anlage 3: Übersicht kurzfristige Maßnahmen

**Landratsamt Augsburg**  
**Frau Karin Hesse**  
Prinzregentenplatz 4

86150 Augsburg

Wolframstr. 19 a  
D - 86161 Augsburg  
Fon 0821 / 45 40 550  
Fax 0821 / 45 40 555  
Mail: info@ibos-tga.de  
<http://www.ibos-tga.de>

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen  
Si/s

Datum  
29.08.2014

## **9177-3: Schulzentrum Neusäß** **Energieversorgungskonzept (Wärme)**

Sehr geehrte Frau Hesse,

als Anlage erhalten Sie eine weitere Ergänzung zum Schlussbericht des Energiekonzept-Wärme. Diese beinhaltet Erläuterungen und Abschätzungen von möglichen Energieeinsparungen aufgrund von Maßnahmen im Bereich

- Optimierung der Laufzeiten des Hackschnitzelkessels
- Ertüchtigung des Nahwärmenetzes und
- Hydraulischer Abgleich

Die angegebenen Zahlen betreffen aus heutiger Sicht erreichbare Einsparungen gegenüber dem Bestand.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

O. Silberhorn

**IBOS-TGA** Ingenieurgesellschaft für  
Technische – Gebäude - Ausrüstung mbH

Anlage:

## **Erläuterungen und Abschätzungen von möglichen Energieeinsparungen aufgrund von Maßnahmen im Bereich Optimierung der Laufzeiten des Hackschnitzelkessels, Ertüchtigung des Nahwärmenetzes und hydraulischer Abgleich für das Schulzentrum Neusäß:**

### **Optimierung der Laufzeiten des Hackschnitzelkessels:**

Durch den Einbau eines Warmwasserwärmespeichers soll die Lebensdauer des Holzhackschnitzelkessels verlängert und die Brennerlaufzeiten verlängert werden. Es wird eine Brennstoffeinsparung in der Größenordnung von ca. 5% erwartet. Dies entspricht ca. **100 Megawattstunden MWh pro Jahr** bezogen auf den aktuellen mittleren Verbrauch von 2.000 MWh. Gleichzeitig werden entsprechend CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>-Ausstoß reduziert.

### **Ertüchtigung des Nahwärmenetzes:**

Mit dem Ausbau und der Ertüchtigung des vorhandenen Wärmenetzes sollen künftig alle Verbraucher des Schulzentrums über gut gedämmte Leitungen von der Energiezentrale aus versorgt werden. In der Energiezentrale wird der Betrieb des vorhandenen Hackschnitzelkessels durch Einbau eines entsprechend großen Pufferspeichers optimiert. Für die Spitzenlast und Redundanz werden zwei gasbefeuerte Wärmeerzeuger vorgesehen. Die Wärmeverteilung wird durch einen hydraulischen Abgleich der Unterstationen optimiert. Der Anschluss der Abnehmer erfolgt über Wärmetauscher. Die beiden ölbefeuerten Wärmeerzeuger im „Gymnasium“ können im Ausbauzustand entfallen. Im ersten Schritt wird die Wärmeversorgung zwischen Energiezentrale und Gymnasium aufgrund der zum Teil sehr hohen Verluste mit besser gedämmten Rohrleitungssystemen erneuert.

Generell gilt für ein Wärmenetz, dass über das verlegte Netz ein Mindestwärmeabsatz von 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse erfolgt. Im vorliegenden Fall liegt dieser Wert für den Abschnitt Energiezentrale zum Gymnasium bei 13.000 kWh pro Jahr und Trassenmeter. Bei alten erdverlegten Wärmenetzen muss von einem Netzverlust in der Größenordnung ca. 30% ausgegangen werden. Bei neu verlegten Wärmenetzen mit moderaten Vor- und Rücklauftemperaturen kann man von einem Zielwert kleiner 10% Netzverluste ausgehen. Bezogen auf die betrachtete Leitung zwischen Energiezentrale und Gymnasium erscheint demnach eine Reduzierung um ca. 20% entsprechend **300 MWh pro Jahr** möglich.

### **Hydraulischer Abgleich:**

Neben der Einsparung durch Dämmung der Versorgungsleitungen können Einsparungen durch den hydraulischen Abgleich des Leitungssystems, moderate Vor- und Rücklauftemperaturen und ausreichend große Spreizung zwischen Vorlauf- und Rücklaufemperatur erreicht werden. Letztere Maßnahme reduziert die Wassermenge und damit gleichzeitig den Aufwand an Strom für die erforderlichen Pumpen.

Als Erfahrungswert kann für einen Abgleich des Wärmenetzes von einer möglichen Einsparung von ca. 3% ausgegangen werden. Demnach erscheint eine Einsparung von ca. **96 MWh pro Jahr** bezogen auf den aktuellen mittleren Verbrauch von 3.200 MWh möglich.

Augsburg, den 29.08 2014

O. Silberhorn

**IBOS-TGA** Ingenieurgesellschaft für  
Technische – Gebäude - Ausrüstung mbH



Fortbildungszertifikat  
der Bayerischen  
Ingenieurekammer-Bau  
2012