

Bewilligungsempfänger
ZV Schul- und Sportzentrum Lohr am Main
Verbandsvorsitzender Herr Landrat Thomas Schiebel
vertreten durch GF Herr Uli Heck
Nägelseestraße 8
97816 Lohr am Main

**Abschlussbericht über die
Integrale Planungsphase zur nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des
bestehenden Nägelsee Schul- und Sportzentrums in Lohr a. M.**


AZ: 28279



Verfasser:
Herr Werner Haase, Dipl.-Ing. (FH) Architekt
Frau Cordula Currle, Dipl.-Ing. (FH) Architektin



Karlstadt, Mai 2011

06/02		Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt			
Az	28279	Referat	25	Fördersumme	125.000 €
Antragstitel		Integrale Planungsphase zur Weiterentwicklung des Schul- und Sportzentrums Lohr zum CO₂-neutralen Gebäude			
Stichworte					
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
19 Monate		01/2010		07/2011	
Projektphase(n)					
Zwischenberichte					
Bewilligungsempfänger		ZV Schul- und Sportzentrum Lohr a. Main Verbandsvorsitzender Herr Landrat Thomas Schiebel vertreten durch GF Herr Uli Heck Nägelseestraße 8 97816 Lohr a. Main		Tel 09352-50042-0 Fax 09352-50042-10	
				Projektleitung Herr Uli Heck	
				Bearbeiter	
Fremdleister		Architekturbüro Werner Haase Julius-Echter-Straße 59 97753 Karlstadt Tel.: 09353-9828-0 Fax: 09353-6375 E-Mail: info@arch-haase-karlstadt.de			
Zielsetzung und Anlass des Vorhabens					
<p>Das im „Kasseler Schulmodell“ 1970-78 in Lohr a. Main errichtete Schulzentrum mit rund 25.000 m² NF setzt sich aus einer Hauptschule, jetzt in Mittelschule umbenannt mit derzeit 390 Schülern, einem Gymnasium mit derzeit 850 Schülern, einer Dreifach-Turnhalle und einem überwiegend für den Schulbetrieb genutzten Hallenbad zusammen. Im Rahmen der damaligen Planung wurde bereits großer Wert auf ein zukunftsfähiges und flexibles Raumkonzept gelegt, welches auch heute noch eine zufrieden stellende Raumqualität und ein gut nutzbares Gesamtkonzept und eine Veränderbarkeit aufweist. Die vielfältigen Baumängel und der sehr hohe Energieverbrauch hatten zur Folge, dass in der Vergangenheit bereits verschiedene Überlegungen angedacht wurden. Auch der Einsatz einer Holzhackschnitzelanlage zur Reduktion der Heizkosten wurde erwogen. Damit eine zukunftsfähige und nachhaltige Unterhaltung der Schule möglich ist, wird im Rahmen des vorliegenden Projektes ein Gesamtkonzept mit dem Ziel der CO₂-Neutralität und der Annäherung an den Passivhausstandard entwickelt. Aufgrund der Größe und Vielschichtigkeit der Anlage bestehen unterschiedliche Möglichkeiten Synergien zw. der Nutzung Schule, Turnhalle und Schwimmbad im Bereich Energieeinsparung -erzeugung und -nutzung, die im Rahmen der Konzepterstellung identifiziert werden, zu nutzen. Außerdem sind Lösungen im Bereich des Brandschutzes, der Altlasten, Barrierefreiheit und einer Anpassung der Räumlichkeiten an heutige pädagogische Konzepte notwendig. Das integrale Planungskonzept soll durch modellhafte Versuchsanlagen, die den Lehrern und Schülern ermöglichen, die Zusammenhänge von Energieverbrauch, Einbindung von Umweltenergie sowie effizienz steigernde Maßnahmen in den Unterricht zu integrieren, ergänzt werden. In die integrale Planung werden die Lehrerschaft, Eltern und Schüler mit eingebunden. Es ist aus der DIN 18599 - Berechnung vorgesehen, den Endenergiebedarf um 90% zu verringern. Im Bereich des Primärenergieaufwandes bzw. der CO₂-Emission sind nach BKI - Energieplaner 80% bzw. 79% Einsparung errechnet. Hierbei sind jedoch die Solareinträge, Pufferspeichereffekte und Energiemanagement nicht ausreichend abbildbar. Es werden hier höhere Einsparungen erwartet.</p>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • http://www.dbu.de					

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Umfassende Bestandsermittlungen wurden unter Nutzung vorhandener Unterlagen, Kosten und Reparaturrechnungen durchgeführt. Erstellung und Digitalisierung aller Bestandszeichnungen inkl. Codierungssystem. Ergänzend wurden alle Wände, Decken, Räume und Ausbaudetails fotografiert und beschrieben, Raumprogrammanalyse und Neuauflistung. Detaillösungen wurden mit bauphysikalischen Überprüfungen, Erfassen der Belichtungsqualitäten und Schadenserfassung bearbeitet. Des Weiteren wurden über Analyse der Reparaturrechnungen Schwachstellen ermittelt.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Über das Projekt wurde mehrmals in der lokalen Presse ausführlich berichtet. Im Internet sind zahlreiche Veröffentlichungen vertreten. Bei verschiedenen Fachvorträgen, wie z. B. bei der dena, DBU, CEP Stuttgart wurden Fachbeiträge präsentiert.

Fazit

Das vorliegende Ergebnis der Vorkonzeptionierung eröffnet den Weg für eine weitgehend CO₂-freie Generalsanierung mit dauerhaft niedrigen Nachfolgekosten. Es zeigt außerdem beispielhaft die Möglichkeit, ein derart hochverbrauchendes Schul- und Sportzentrum in ein CO₂-neutrales Gebäude umzurüsten. Außerdem wird ein Weg eröffnet, dauerhaft Nachfolgekosten zu reduzieren und nachfolgenden Generationen eine zukunftsfähige Schule mit bester Umweltverträglichkeit und niedrigen Nachfolgekosten zu übergeben. Hierdurch wird eine Hypothek für die Zukunft vermieden und eine beispielhafte Sanierung ermöglicht.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <http://www.dbu.de>

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen	Seite 5
Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen	Seite 7
ZUSAMMENFASSUNG	Seite 9
EINLEITUNG	Seite 13
HAUPTTEIL	Seite 20
1. Bestandserfassung Schulgebäude	Seite 20
1.1 Archivrecherche	Seite 20
1.2 Bestandsaufnahme	Seite 20
1.3 Fotodokumentierung und Raumbuch	Seite 21
1.4 Kostenermittlung der Nachfolgekosten ab Bezug	Seite 23
1.4.1 Kostenermittlung d. Verbrauchskosten	Seite 24
1.4.2 Aufschlüsselung der Reparatur- und Unterhaltskosten	Seite 26
2. Bestandserfassung Turn- und Schwimmhalle	Seite 29
3. Erfassen der Gebäudequalität und Verbesserungsmaßnahmen	Seite 31
3.1 Raumprogramm	Seite 40
3.2 Fassade und Fenster	Seite 43
3.3 Brandschutz	Seite 44
3.4 Thermografie	Seite 44
3.5 Sanitär	Seite 51
3.6 Lüftungsanlagen	Seite 51
3.7 Heizung	Seite 51
3.8 Umweltrelevante, baukonstruktive Effizienzmaßnahmen	Seite 57
4. Energiekonzept	Seite 60
4.1 Schwimmbadgebäude	Seite 60
4.2 Turnhalle	Seite 61
4.3 Schulgebäude	Seite 61
4.4 Simulationen	Seite 63
4.5 Messeinrichtungen	Seite 66
4.6 Lebenszyklusbetrachtungen	Seite 70
5. Erstellung einer Kostenschätzung nach Kostengruppen	Seite 71
6. Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung	Seite 76
7. Verbreitung der Vorhabensergebnisse	Seite 78
FAZIT	Seite 79

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildungsverzeichnis

- [Abb. 1] Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte Schulzentrum
- [Abb. 2] Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte Sportzentrum
- [Abb. 3] Draufsicht Schul- und Sportzentrum Nägelsee
- [Abb. 4] Draufsicht Schul- und Sportzentrum Nägelsee
- [Abb. 5] Übersichtsplan
- [Abb. 6] Ausschnitt Plan mit Codierung - Bestand EG A1, A2
- [Abb. 7] Fotodokumentation und Raumbuchauswertung am Beispiel Raum 1.138
- [Abb. 8] Nachfolgekosten von 1976-2008
- [Abb. 9] Kostenermittlung der Verbrauchskosten Gas, Wasser und Strom von 1977-2008
- [Abb. 10] Entwicklung der Wasser- und Kanalgebühren, der Gasbezugskosten und Strombezugskosten von 1977-2008

- [Abb. 11] Aufschlüsselung der Kosten
- [Abb. 12] Verteilung der Kosten - Gebäudehülle
- [Abb. 13] Verteilung der Kosten - Lüftung
- [Abb. 14] Verteilung der Kosten - Heizung
- [Abb. 15] Außenansicht Turnhalle, fensterlos
- [Abb. 16] Flachdach Turnhalle mit Lichtpyramiden
- [Abb. 17] Zu wenig Licht durch die Oberlichter - dauernder Kunstlicheinsatz notwendig
- [Abb. 18] Außenansicht Schwimmhalle
- [Abb. 19] Außenansicht Fensterfront
- [Abb. 20] "Blinde Glasflächen"
- [Abb. 21] Innenansicht Schwimmhalle
- [Abb. 22] Schul- und Sportzentrum
- [Abb. 23] abgeklebte Lichtkuppel
- [Abb. 24] "Lichtkuppel-Orgie"
- [Abb. 25] Durch abgehängte Decke verschattete Lichtkuppel - Kunstlicht trotz Lichtkuppel
- [Abb. 26] Flach- und Glasdachlandschaften
- [Abb. 27] Fensterfronten-Verglasung: im Zwischenraum veralgelt
- [Abb. 28] Bibliothek, Beleuchtung notwendig, trotz Dachverglasung
- [Abb. 29] Verbrauchte Dachverglasung, z. T. blind, kein Sicherheitsglas
- [Abb. 30] Pause- und Spielzone
- [Abb. 31] Pause- und Spielzone
- [Abb. 32] Belichtungsplan Bestand EG
- [Abb. 33] Belichtungsplan Konzept EG
- [Abb. 34] Belichtungsplan Bestand OG
- [Abb. 35] Belichtungsplan Konzept OG
- [Abb. 36] Schnitt Turnhalle, derzeit 54 Gasdrucklampen á 438 W = 80.000 kWh/a
- [Abb. 37] Sheddach - Nordlicht, ca. 20.000-30.000 kWh/a Kunstlicht
- [Abb. 38] Dachverglasung Foyer Turnhalle
- [Abb. 39] Dachverglasung Foyer Turnhalle
- [Abb. 40] Raumbellegung Bestand EG
- [Abb. 41] Raumbellegung Bestand OG
- [Abb. 42] Flächenlayout EG
- [Abb. 43] Flächenlayout OG
- [Abb. 44] Außenansicht - verbrauchte Jalousien
- [Abb. 45] Außenansicht
- [Abb. 46] Westeingang am Bauteil D1 (links), hohe Wärmeverluste an den Betonbauteilen und Wärmebrücken an vielen Anschlüssen
- [Abb. 47] Blick vom Eingang West auf die Nordfassade von A2, sehr hohe Temperaturen der Rahmen der Verglasung

- [Abb. 48] D1.Nordfassade UG und EG, sehr hohe Werte an einigen Fenstern im UG (wahrscheinlich undicht), aber auch an den Betonteilen (zum Teil durch die etwas geschützte, zurückspringende Lage unter dem EG) und an den Rahmen der Fenster im EG.
- [Abb. 49] Auslaß der Fortluft der Lüftungsanlage des Schulzentrums
- [Abb. 50] Auswertung der mittleren äußeren Oberflächentemperaturen verschiedener Bauteile des Schulzentrums (bzw. Spitzentemperaturen an Wärmebrücken) sowie die mittlere Temperaturdifferenz dieser Flächen zur Lufttemperatur
- [Abb. 51] Bibliothek, Westlicher Bereich, hier führen Schäden am Glas stellenweise zu hohen Wärmeverlusten
- [Abb. 52] Bibliothek, westliche Verglasung, extrem niedrige Temperaturen am unteren Rand. Der Strahlungsaustausch mit den kalten Glasflächen führt dazu, dass Oberflächen im Raum, die in Richtung des Glases orientiert sind, Temperaturen deutlich unter der Lufttemperatur aufweisen.
- [Abb. 53] Messwerte bei den Untersuchungen der Verglasung von innen
- [Abb. 54] Übersicht über das Sportzentrum von Westen, hohe Temperaturen am Gebäude der Anlagentechnik, zur Unterseite des auskragenden Zugangs zur Tribüne (links), dem Sockel und einem Fenster.
- [Abb. 55] Detailaufnahme der unteren Kofferecke der Eckverglasung - die Wärmebrücke in der Ecke führt zu Temperaturen, die nur etwa 6K über der Außentemperatur, aber 17K unter der Raumtemperatur liegen
- [Abb. 56] Geländeanschluss des Hallenbades auf der Südseite
- [Abb. 57] Aufteilung des Gasverbrauchs im Bestand
- [Abb. 58] Aufteilung des Stromverbrauchs im Bestand
- [Abb. 59] Schematische Verteilung von Wärmebedarf und -erzeugung für Schule und Sportanlage insgesamt
- [Abb. 60] Lastprofil Schulgebäude bei 0°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.
- [Abb. 61] Lastprofil Schulgebäude bei -10°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.
- [Abb. 62] Lastprofil Schulgebäude bei -15°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.
- [Abb. 63] U-Werte Bestand und nach der Sanierung -Schulzentrum
- [Abb. 64] U-Werte Bestand und nach der Sanierung -Sportzentrum
- [Abb. 65] Bauteilqualität vor der Sanierung
- [Abb. 66] Lastverteilung Referenztag 1 - Schul- und Sportzentrum
- [Abb. 67] Lastverteilung Referenztag 2- Schul- und Sportzentrum
- [Abb. 68] Berechnungswerte nach DIN 18599
- [Abb. 69] Bestand Detail -Außenwand Flachdachanschluss
- [Abb. 70] Detail Variante - Außenwand Flachdachanschluss
- [Abb. 71] Bestand Detail - Fenster Außenwand/Sturz
- [Abb. 72] Variante Fenster Außenwand/Sturz
- [Abb. 73] Variante Fenster Außenwand/Sturz
- [Abb. 74] Aufsummierte Gesamtkosten Bestand
- [Abb. 75] Aufsummierte Gesamtkosten „schnelle Variante“
- [Abb. 76] Aufsummierte Gesamtkosten „langsame Variante“
- [Abb. 77] Vergleich Energiebedarf Bestand/Saniert
- [Abb. 78] Luftbild auf das Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.
- [Abb. 79] Artikel aus der Main-Post - 19.01.2010

Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

Begriffsdefinitionen gemäß Energieausweis nach EnEV:

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z.B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

Endenergiebedarf

Die Endenergie gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierten Innentemperatur, der Warmwasserbedarf, die notwendige Lüftung und eingebaute Beleuchtung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Nutzenergie

Die Energie, die tatsächlich genutzt werden kann, z.B. in Form von Wärme, die von den Heizflächen abgegeben wird. Weil aber bei der Verbrennung im Heizkessel und bei der Wärmeverteilung durch Heizungsrohre im Haus Verluste entstehen, ist die Nutzenergie kleiner als die Endenergie. Diese Verluste können bei alten Heizungen bis zu 50 % betragen und bei modernen Heizungen bis unter 10 % reduziert werden.

Heizwärmebedarf

Der Jahresheizwärmebedarf eines Gebäudes errechnet sich aus den Transmissionswärmeverlusten durch z. B. Wände, Fenster, Böden und Dächer und dem Lüftungswärmeverlust, vermindert um die solaren Gewinne und die internen Wärmegewinne. Bezieht man diesen Jahresheizwärmebedarf auf die beheizbare Fläche, so erhält man die Energiekennzahl „Heizwärmebedarf pro m² und Jahr“.

Abkürzungen:

kWh	Kilowattstunde
MWh	Megawattstunde
BRI	Brutto-Rauminhalt
BGF	Brutto-Grundfläche
NGF	Netto-Grundfläche
VF	Verkehrsfläche
FF	Funktionsfläche
HNF	Hauptnutzfläche
NNF	Nebennutzfläche
A/V-Verhältnis	Verhältnis von Gebäudehüllfläche A zu Brutto-Gebäudevolumen V
P	Person/Besucher
EnEV	Energieeinsparverordnung
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
BHKW	Blockheizkraftwerk
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
ZV	Zweckverband Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
WW	Warmwasser
WRG	Wärmerückgewinnung

Quellenangaben:

[Quelle 1]	Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt
[Quelle 2]	Google Maps
[Quelle 3]	Zweckverband Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.
[Quelle 4]	Protherm, Dr. Arnim Schwab, Diplom Physiker, „Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie“
[Quelle 5]	Ratec erneuerbare Energien GmbH, Hans-Christian Winter, Lindenberg

Verfasser des Abschlussberichtes:

Werner Haase, Dipl.-Ing. (FH) Architekt
Cordula Currie, Dipl.-Ing. (FH) Architektin
Jochen Spieß, Dipl.-Ing. (FH), Architekt
Steffen Haase, Dipl.-Ing. (FH)
Helge Bey, Dipl.-Ing. Univ.
zertifizierter Passivhausplaner
Martina Peuser

Text
Zuarbeit und Projektbearbeitung
Simulationen, Grafik, DIN 18599
Therm, DIN 18599

PHPP, Recherchen
Schreiben, Layout

Zusammenfassung

Die Projektvoruntersuchung des Nägelsee Schul- und Sportzentrums in Lohr zeigt, dass durch eine ganzheitliche Bestandserfassung und darauf aufbauend eine integrale Konzepterstellung eines so komplexen Gebäudebestandes zukunftsfähige Gesamtlösungen ermöglicht.

Der Bestand wurde umfassend ermittelt und analysiert. Hierbei wurde nicht nur der „Planbestand“ untersucht, sondern auch die angefallenen Zins-, Energie- und Reparatur- bzw. Wartungskosten. Hierdurch wurden Schadensbilder, aber auch Erkenntnisse aus den damaligen Planungen bestätigt. Für die Zukunft können daher Ursachen von bisherigen Schäden und Nachfolgekosten vermieden werden. Die Kostenauswertung zeigt jedoch auch, dass in den Bestandsgebäuden sich verschiedene Bauteile kostenmäßig hervorragend bewährt haben.

Das Schulzentrum kostete lt. Verwendungsnachweis 1978 49,7 Mio. DM; entspr. 25,4 Mio. Euro. Dies entspricht einem Neubauwert 2008 von 56,25 Mio. €. (Euroindex 1.152,5 bezogen auf 1914; Quelle: Signal Iduna)

Das Schulzentrum hatte seit 1978 bis 2008 Zinskosten, Energie-, Reparatur- und Wartungskosten von insgesamt ca. 38 Mio. Euro verursacht. Das Ergebnis der Voruntersuchung geht davon aus, dass nach der umfassenden Sanierung voraussichtlich weniger als 10 Mio. Euro Nachfolgekosten für die nächsten 30 Jahre erwartet werden können. Die CO₂-Emission betrug in der Vergangenheit pro Jahr ca. 1.783 t. Die Konzeption zeigt Lösungen auf, die eine CO₂-Freiheit durch Einsatz von Dämmung, hocheffizienter Energietechnik in Verbindung mit regenerativen Energien ermöglicht.

Das Schulzentrum wird nach der Generalsanierung die Qualitäten eines Neubaus im Zukunftsstandard haben. Größe und Bausubstanz erlauben langfristig eine zukunftsfähige Nutzung durch Gymnasium und Mittelschule. Die Sporteinrichtungen erfüllen dann ebenso sowohl Bedarf, als auch ökologische Ziele.

Insgesamt zeigt die Voruntersuchung, dass die ganzheitliche, integrale und zukunftsfähige Generalsanierung die ökologischen und ökonomischen Probleme in Verbindung mit zukunftsfähiger Pädagogik hervorragend löst.

Es ist wichtig, das Ergebnis der Voruntersuchungen voll inhaltlich in eine Generalsanierung umzusetzen und sowohl die Erkenntnisse aus der Voruntersuchung, als auch der Umsetzung der Öffentlichkeit zu präsentieren.

Für die Umsetzung in eine weitgehende CO₂-neutrale Gebäudetechnik sind Zusatzinvestitionen in Planung und technische Ausstattung zu tätigen, die möglichst über Zusatzförderungen gedeckt werden sollten, um die darin enthaltenen Innovationen umzusetzen und für die Öffentlichkeit zu erschließen.

Gefördert wurde die Vorplanungsphase durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück unter AZ 28279.

Kooperationspartner:
Architekturbüro Werner Haase
Julius-Echter-Str. 59
97753 Karlstadt
Tel.: 09353-9828-0, Fax: 09353-6375, info@arch-haase-karlstadt.de

Auf den beiden folgenden Seiten sind energetische Kennwerte, gem. DIN 18599, abgebildet. Leider gibt es für den Bereich dieser speziellen Gebäude nicht genügend aussagekräftige Referenzgebäude. Außerdem ist der Bereich energieeffiziente Technik, z. B. „Tandembetrieb“ BHKW mit WP, Einbindung von Schichtenspeichern nicht ausreichend abbildbar. Es ist daher aus unserer Erfahrung zu erwarten, dass bedeutend bessere Primärenergiewerte als die Rechenwerte bei konsequenter Umsetzung erreichbar sind.

Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte

Projekt-Nr.	09-40	Projektleiter	CC
Gebäude	Schulzentrum Nägelsee		
Nutzung	Hauptschule, Gymnasium		
Baujahr	1970-78	Denkmal	nein



NGF	19638	m ²
BGF	22537	m ²
BRI	86474	m ³

Hüllfläche	29500	m ²
A/V	0,34	m ² /m ³

Art der Baumaßnahme	Generalsanierung
---------------------	------------------

	Kostenschätzung		Kostenfeststellung	
Baukosten(netto)	20.981.000	€		€
Jahr	2010			

energetische Kosten	11.183.000	€	53%		€	
---------------------	------------	---	-----	--	---	--

Kostengruppe 300	9.693.000	€	46%		€	
Kostengruppe 400	8.087.500	€	39%		€	
Kostengruppe 700	3.200.500	€	15%		€	

Kosten / m ² NGF	1.068	€
Kosten / m ³ BRI	243	€
Kosten / kg CO ₂ -Einsp.	8,7	€ (nur energetische Kosten)

Werte aus Berechnung nach	DIN 18599	mit	BKI Energieplaner 8.0
Bedarf (berechnet)	Bestand	Saniert	Einsparung / Verbesserung
CO ₂ -Emission	1.628.000	340.000	1.288.000
pro m ²	90	19	71
Primärenergiebedarf	7.222.978	1.459.490	5.763.488
pro m ²	397,7	80,4	317,3
Endenergiebedarf	6.982.514	707.460	6.275.054
pro m ²	384,5	39,0	345,5
Nutzwärmebedarf, Heizung	3.226.739	669.993	2.556.746
pro m ²	177,7	36,9	140,8
Endenergie Beleuchtung	181.790	88.696	93.094
pro m ²	10,0	4,9	5,1
spez. Transmissionswärmeverlust	1,26	0,363	0,897

beheizte NGF	18162	m ²
--------------	-------	----------------

Verbrauchsdaten	Bestand	Saniert
Strom (ohne Wärmeerzeugung)	484.000	kWh/a
Wärme Erdgas	3.159.000	kWh/a
Wärme Wasser		m ³ /a

Abb. 1: Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte

Projekt-Nr.	09-40 B	Projektleiter	CC
Gebäude	Sportzentrum		
Nutzung	Turnhalle, Schwimmhalle		
Baujahr	1970-78	Denkmal	nein

NGF	5868	m ²
BGF	6955	m ²
BRI	31952	m ³

Hüllfläche	12711	m ²
A/V	0,40	m ² /m ³

Art der Baumaßnahme	Generalsanierung
---------------------	------------------



	Kostenschätzung		Kostenfeststellung	
Baukosten	7.074.000	€		€
Jahr	2010			

energetische Kosten	4.931.500	€	70%		€
---------------------	-----------	---	-----	--	---

Kostengruppe 300	2.737.400	€	39%		€
Kostengruppe 400	3.257.500	€	46%		€
Kostengruppe 700	1.079.100	€	15%		€

Kosten / m ² NGF	1.206	€
Kosten / m ³ BRI	221	€
Kosten / kg CO ₂ -Einsp.	9,7	€ (nur energetische Kosten)

Werte aus Berechnung nach	DIN 18599	mit	BKI Energieplaner 8.0
Bedarf (berechnet)	Bestand	Saniert	Einsparung / Verbesserung
CO ₂ -Emission	703.000 kg/a	197.000 kg/a	506.000 kg/a 72%
pro m ²	153 kg/m ² a	43 kg/m ² a	110 kg/m ² a 72%
Primärenergiebedarf	3.110.790 kWh/a	872.009 kWh/a	2.238.781 kWh/a 72%
pro m ²	677,6 kWh/m ² a	189,9 kWh/m ² a	487,6 kWh/m ² a 72%
Endenergiebedarf	2.927.169 kWh/a	744.709 kWh/a	2.182.460 kWh/a 75%
pro m ²	637,6 kWh/m ² a	162,2 kWh/m ² a	475,4 kWh/m ² a 75%
Nutzwärmebedarf, Heizung	1.176.112 kWh/a	287.294 kWh/a	888.818 kWh/a 76%
pro m ²	256,2 kWh/m ² a	62,6 kWh/m ² a	193,6 kWh/m ² a 76%
Endenergie Beleuchtung	85.027 kWh/a	54.627 kWh/a	30.400 kWh/a 36%
pro m ²	18,5 kWh/m ² a	11,9 kWh/m ² a	6,6 kWh/m ² a 36%
spez. Transmissionswärmeverlust	1,183 W/m ² K	0,401 W/m ² K	0,782 W/m ² K 66%

beheizte NGF	4591	m ²
--------------	------	----------------

Verbrauchsdaten	Bestand	Saniert
Strom (ohne Wärmeerzeugung)	470.000 kWh/a	kWh/a
Wärme Erdgas	1.391.000 kWh/a	kWh/a
Wärme Wasser	m ³ /a	m ³ /a

Abb. 2: Gebäudeerfassungsbogen - energetische Kennwerte
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Einleitung

Historie

Im Jahr 1970 wurde in Lohr am Main durch Architekt Gerhard Knopp, München, auf Grund eines Wettbewerbes ein Schulzentrum geplant, welches für die damalige Zeit als sehr fortschrittlich galt. Es umfasste in der Planung Gymnasium, Realschule und Hauptschule, mit der Möglichkeit der Ganztagesnutzung. Zum Schulzentrum gehört außerdem eine 3-fach Turnhalle und ein Hallenbad mit einem 25m x 10m Becken.

Bei der Umsetzung des Wettbewerbes in die Ausführungsplanung wurde das Konzept dahingehend geändert, dass nur Gymnasium und Hauptschule im Gebäude untergebracht wurden und wesentliche Teile der noch großzügigeren Planung auf den jetzigen Bestand reduziert wurden.

Interessant ist, dass bei Vorüberlegungen ab dem Jahr 1966 bereits von einem integrierten Schulsystem mit Ganztagesbetreuung ausgegangen wurde und entsprechende Vorratsflächen für Erweiterungen auf dem Grundstück bestehen. Dies führte 1980 dazu, dass zusätzlich zu dem Franz-Ludwig-von-Erthal-Gymnasium (Humanistischer neusprachlicher und mathematischer naturwissenschaftlicher Zweig) und der Gustav-Woehrnitz-Volksschule (Hauptschule) auf dem Gelände die St. Kilian-Schule, Sonderpädagogisches Förderzentrum, errichtet wurde. Diese nutzt die Infrastruktur des Heizsystems, der Sportanlagen, die Werkbereiche, Musikräume sowie die Hausmeisterdienste mit. Derzeit sind auch im Hauptgebäude Räume durch die St. Kilian-Schule belegt.

Die ursprünglichen Planungen wurden von der Stadt Lohr mit dem damaligen Landkreis Lohr in die Wege geleitet. Durch die Gebietsreform 1972 trat der neu gegründete Landkreis, der jetzt Main-Spessart heißt, in die Vereinbarungen zw. Stadt Lohr und Landkreis Lohr ein. Dies führte zur Gründung des Zweckverbandes Schul- und Sportzentrum Lohr am Main (ZV). Der Landkreis Main-Spessart ist mit 58,8 % und die Stadt Lohr mit 41,2 % an dem Zweckverband beteiligt.

Im Turnus von 2 Jahren wechselt sich der Landkreis und die Stadt Lohr im Vorsitz des Zweckverbandes ab. Derzeit ist der Landrat des Landkreises Main-Spessart, Herr Thomas Schiebel Verbandsvorsitzender.

Geplant ist u. U. die Aufnahme der St. Kilian-Schule in den Zweckverband. Diese Schule ist nicht dringend sanierungsbedürftig. Derzeit findet auf Grund der Schulumorganisation im Förderbereich (Inklusion) eine Veränderung in den pädagogischen Konzepten der Förderschulen statt, die u. U. Verlagerungen von Schülerzahlen vom Förderschulbereich in den allgemeinen Schulbereich zur Folge haben können. Durch eine evtl. Aufnahme in den Zweckverband werden organisatorische Vereinfachungen erwartet. Lediglich im Raumprogramm gibt es derzeit keine gefestigten Aussagen; es wird daher von der jetzigen Situation ausgegangen, da Änderungen im Gesamtschulzentrum räumlich abgedeckt werden können. Die Hauptschule wurde auf Grund der Änderungen des Schulsystems in Bayern in eine Mittelschule übergeführt, was Konsequenzen in der Nutzung der Räume erwarten lässt.

Das Schulzentrum wurde im so genannten Kasseler Schulmodell (1,20 m Raster) geplant und vorwiegend in Stahlbeton, z. T. Fertigteilmbauweise errichtet. Die ausgedehnte Flachdachlandschaft mit einer hohen Anzahl von Lichtkuppeln (203 Stück) und

Sheddächern sowie Oberlichtverglasungen ist weitgehend verbraucht. Ebenso die damals als wartungsfrei bezeichnete Corten-Stahl-Fassade, die derzeit stellenweise durchgerostet ist. Die fassadenintegrierten Fenster sind ebenso weitgehend verbraucht.

Zur damaligen Zeit der Schulbauplanung bestanden kurz dargestellt folgende Randbedingungen:

Nach dem 2. Weltkrieg war Kohle und Strom Mangelware und teuer. Ab den 50er Jahren entstand das so genannte deutsche Wirtschaftswunder mit ständigem Wirtschaftswachstum, stark sinkenden Energiekosten im Vergleich zur Kaufkraft. In den 70er Jahren bestand eine Hochzinspolitik mit Kreditzinsen zw. 8-13 %. Gleichzeitig stieg jährlich die Schülerzahl rapide an und durch Bildungsreformen sowie dem Sanierungsstau an Schulen wurden sehr viele Schulneubauten in der Bundesrepublik benötigt. In dieser Zeit entstand das so genannte Kasseler Schulmodell, mit dem Ziel, durch industrielle Vorfertigung Baukosten zu reduzieren. Da damals die Schulen weitgehend über Kredite finanziert wurden und die Energiekosten auf niedrigstem Niveau lagen, wurde die Wirtschaftlichkeit sehr stark auf die Vermeidung von Zinskosten ausgerichtet und weniger auf die Kosten der (sehr billigen) Energieverbräuche.

Die Kosten für Gas und Strom beliefen sich im Jahr 2009 auf mehr als 500.000 €. Zum Vergleich: Im Jahr 1978 ca. waren es 279.900 €. Hierbei ist interessant, dass die Kosten für Wasser 1978 30.725 € und 2008 32.597 € betragen. Bei Gas 155.000 € im Jahr 1978 und 321.500 € im Jahr 2008. Die Stromkosten betragen 1978 94.250 € und 2008 125.000 €. Insgesamt wurden von 1977 bis einschließlich 2008 für Wasser, Gas und Strombezug 10.423.951 € bezahlt.

Hinzu kommen die hohen Reparaturkosten für Jalousien, Flachdachabdichtungen, Fensterreparaturen, Rohrbrüche und Fassadenausbesserungen. Hier wurden von 1978 bis einschließlich 2008 ca. 6.326.000 € bezahlt; dies sind durchschnittlich pro Jahr ca. 210.000 €. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein Reparaturstau besteht, da die Generalsanierung angedacht wurde. Außerdem waren die Reparaturkosten 1978 durch weniger Reparaturen und niedrigeres Kostenniveau niedriger und haben eine immer stärker steigende Tendenz. Differenzierte Kostenaufschlüsselung s. S. 20 ff.

Des Weiteren ist durch die Größe der Gesamtanlage ein Stab von zwei Hausmeistern, einem Techniker, zwei Hausmeister für den Außenbereich voll beschäftigt.

In der Vergangenheit gab es Überlegungen, eine Teilsanierung im Rahmen eines sog. Energiekonzeptes durchzuführen, die lediglich die Hülle betrafen, das Innenleben der Schule bzw. die Organisation der Schule aber weitgehend belassen hätte. Diese Konzepte hatten jedoch nicht die Qualität, die Wertigkeit des Bestandes zu berücksichtigen bzw. das Änderungspotential der großzügigen Schulanlage auszunutzen. Des Weiteren wurden dabei die finanziellen Auswirkungen sowie die umweltrelevanten Fakten nicht genug beachtet. Ebenso organisatorische Fragen, wie z. B. wo alle Schüler in der Zwischenzeit der Sanierung unterrichtet werden könnten.

Durch die folgenden Untersuchungsergebnisse zeigt sich jedoch, dass das Schulzentrum insgesamt viele Vorteile bietet, die statische Grundsubstanz als gut zu bezeichnen ist und in Größe und Raumqualität Umnutzungen zulässt, die zu einem sehr guten zukünftigen Gesamtkonzept führen werden. Ein großer Vorteil besteht darin, dass durch die Allianz von drei Schultypen im Gebäudekomplex hohe Synergieeffekte und „Verschiebbarkeit in der Nutzung von zugeordneten Räumen“ bestehen.

Für die Zukunft werden neue pädagogische Möglichkeiten erschlossen. Durch die neue zentrale Begegnungsstätte „Mensa“ anstelle der ehemaligen Bibliothek wird das soziale Klima in der Gesamtschulanlage verbessert und ein Miteinander der drei Schultypen gefördert.

Der bisherige z. T. düstere Gesamteindruck durch lange, dunkle Gänge, dunkle Materialien, Sichtbetonflächen und viel Kunstlicht wird in Zukunft durch verstärkte Nutzung von Tageslicht, Schaffung von neuen zusätzlichen Lichthöfen, z. T. über zwei Geschosse, sowie einer neuen Farbgebung beseitigt. Das äußere Erscheinungsbild der „verrosteten Fassade“ auf Grund des Corten-Stahls wird hellen, freundlichen Materialien weichen. Sonne, Licht und Umweltenergie bekommen einen hohen, neuen Stellenwert in der Gesamtausrichtung der Sanierungsplanung.

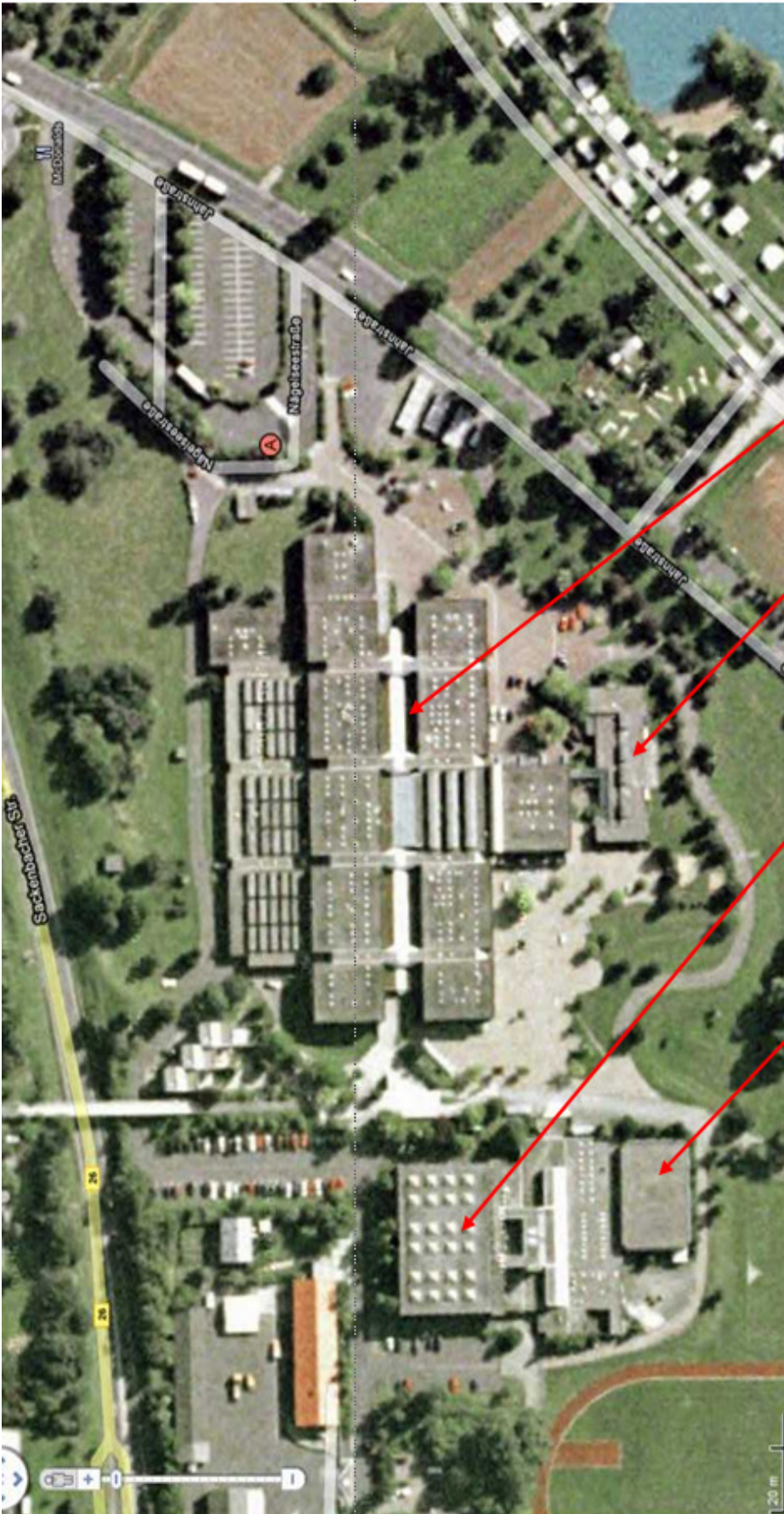
Die Hauptprobleme bestehen derzeit in bauphysikalischen Problemen, dem Ersatz von verbrauchten Bauteilen und Haustechnik, Mängeln in der Belichtung, hohen Kosten für Energie und Unterhalt und verschiedenen Sicherheitsmängeln (Brandschutz), bis hin zur fehlenden Barrierefreiheit. Des Weiteren muss die Zuordnung der Räume neu geordnet werden, da sich seit der Erbauung das Verhältnis der Schülerzahlen von Gymnasium zu Hauptschule (jetzt Mittelschule) nahezu umgekehrt hat.

Aufgrund dieser Probleme war es notwendig, eine umfassende Bestandsermittlung durchzuführen, um fundierte Aussagen über die generelle Sanierbarkeit und die zukünftige Nutzung des Gesamtareals treffen zu können. In der Vergangenheit bestand auf Grund fehlender Untersuchungen eher die Gefahr, emotional zu entscheiden. Es wurde daher vom ZV dieses Gutachten in Auftrag gegeben, welches durch die DBU einerseits finanziell unterstützt wird, andererseits jedoch so tief greifende systematische Untersuchungen fordert, dass hieraus Erkenntnisse zur Sanierung anderer Schulgebäude (vor allen Dingen Kasseler Schulmodelle) genutzt werden können.

Das Gutachten hat die weitere Aufgabe, einen Handlungsleitfaden für alle weiteren Planungsbeteiligten mit den entsprechenden Informationen zu geben. Die Umsetzung kann nur in engster Abstimmung zw. allen beteiligten Planern ein gutes Ergebnis bekommen, wenn alle Beteiligten dieselbe Zielausrichtung befolgen. Hierbei wird eine Koordination und Zielverfolgung notwendig. Da hier z. T. Neuland betreten wird, sind zusätzliche Simulationen und evt. externes Fachwissen einzubinden.

Die Aufgabe ist daher, ein Gesamtkonzept zu entwickeln, welches folgende Fragen beantwortet:

- weitgehender Erhalt von Bausubstanz, um damit sowohl Abfall und Deponieraum zu vermeiden, als auch zusätzlichen Ressourcenverbrauch für neue Bauteile einzusparen
- Verlängerung der Gebäuderestlebensdauer mit Verlängerung der Sanierungsintervalle
- in der Nutzung eine weitgehende Flexibilität zu erreichen, die eine Anpassung an eine dynamische Entwicklung von Pädagogik und Schulsystemen ermöglicht
- die Lernbedingungen dahingehend verbessert, dass Akustik, Beleuchtung mit weitgehender Tageslichtnutzung sowie ausreichende Frischluftversorgung durch kontrollierte Be- und Entlüftung mit WRG während des Unterrichts zur Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit optimiert wird
- Raumprogramme und Schulorganisation zw. den drei beteiligten Schulen abstimmen und koordinieren in Bezug auf Räumlichkeit, Organisation, sowie Inklusion, Verbesserung der sozialen Strukturen, Verflechtung der Schulsystem (Empfehlung des Ministeriums aus dem Jahre 1969) [Quelle: Erläuterungsbericht zum Vorentwurf von 1970 des Büros Knopp]
- Absenkung der Nachfolgekosten auf ein Minimum in Bezug auf Energie, Wasser, Reparaturen sowie der Personalkosten und Zinsen
- Finanzierbarkeit einer Gesamtlösung unter Berücksichtigung der damit verbundenen Zuschussmöglichkeiten mit der Darstellung der Nachfolgekosten, inkl. Finanzierungskosten im Gegensatz zu einer schrittweisen Reparaturlösung. Hierbei sind die Auswirkungen auf den Investitions- und den Unterhaltshaushalt darzustellen.
- Gegenüberstellung des Wertzuwachses, durch die Generalsanierung mit sofortiger Auswirkung auf die Nutzer (bessere Lern- und Lehrbedingungen) und abgesenkten Nachfolgekosten im Gegensatz zu schrittweisen Reparaturen ohne gravierende Verbesserungen für die Nutzer und ohne wesentliche Nachfolgekostenabsenkung.
- Abklären von Sanierungsabschnitten, um möglichst die Schule im Betrieb zu sanieren und Containerkosten zu sparen. Des Weiteren den Bauzeitenplan mit dem Belegungsplan der Schule abstimmen.
- Des Weiteren zeigt die Vorkonzeptstudie einen Weg auf, wie vor der eigentlichen, üblichen Architekturplanung durch genaue Untersuchung verschiedenster Fragen im Vorfeld geklärt werden, die dann zur Aufgaben- und Zieldefinition für die eigentliche Planung dienen. Diese Vorstudie gibt einen genauen Planungs- und Entscheidungskorridor vor, der üblicherweise bei Sanierungsplanungen in dieser Tiefe nicht gegeben werden kann. Dadurch wird die spätere Planung zielgerichtet, effektiver und wirtschaftlicher.
- Die Planungsschritte sollen transparent dargestellt werden, um dadurch anderen Planern Einblick zu geben, welche Wege es bei einer umfassenden, integralen Generalsanierungsplanung als Ergänzung zur üblicherweise gelehrtene Neubauplanung zu beschreiten sind.



Schul- und Sportzentrum : Schwimmbad Turnhalle Förderschule Schule

Abb.3: Draufsicht Schul- und Sportzentrum Nägelessee
[Quelle 2: Google Maps]



Abb.4: Draufsicht Schul- und Sportzentrum Nägelsee
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

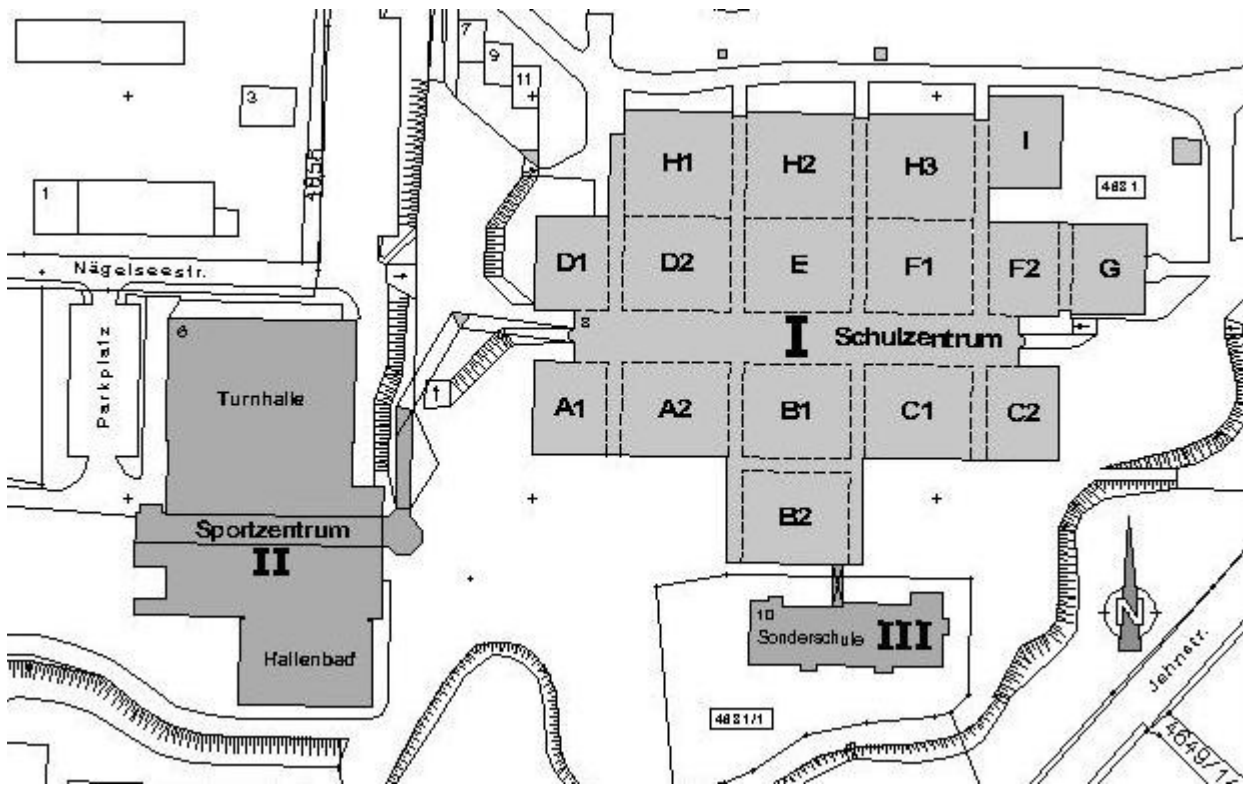


Abb. 5 : Übersichtsplan
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Schulzentrum Bestand

BGF 22.786 m²
 davon beheizt: 18.572 m²

Sportzentrum Bestand

BGF 6.955 m²
 davon beheizt: 4.855 m²

Schülerzahlen:

Mittelschule 390
 Gymnasium 850

Hauptteil

1. Bestandserfassung Schulgebäude

1.1 Archivrecherche

Der Zweckverband verfügt über ein Archiv, in dem im Prinzip alle Unterlagen von der Erbauungszeit bis heute gesammelt wurden. Hierbei stellte sich heraus, dass viele Unterlagen mehrfach vorhanden waren und z. T. in unterschiedlichen Varianten, wobei nicht klar gekennzeichnet war, welche Unterlagen überholt und welche gültig sind. Allerdings wurden in früheren Zeiten Unterlagen herausgegeben, wobei nicht nachvollzogen werden kann, ob diese vollständig zurückkamen bzw. ob es an anderer Stelle noch Unterlagen gibt. Die Mitarbeiter des ZV haben jeweils nach Anforderung uns weitgehend die notwendigen Unterlagen aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

Unser Büro hat die zahlreichen Eingabe-, Werk-, Statik- und Haustechnischen Pläne sortiert und auf Übereinstimmung, so weit möglich, überprüft und die „wahrscheinlich richtige Fassung“ als Grundlage für das örtliche Aufmaß und der daran anschließenden digitalen Zeichnungen verwendet.

Es wurde ein durchgängiges Codierungssystem eingeführt, in dem alle Gebäude, Stockwerke, Räume, Wände, Fenster und Türen erfasst sind und durch die Codierung definiert wurden. Diese Codierung wird für die Zukunft in allen Zeichnungen, Ausschreibungen und Kommunikationen durchgängig verwendet. Dies ermöglicht eine eindeutige Zuordnung von Räumen und Gegenständen.

1.2 Bestandsaufnahme

Vor Ort wurden ein Aufmass und eine Bestandsaufnahme der Grundrisse, Schnitte und Ansichten in Werkplanqualität, mit Definition von tragenden, nichttragenden, fixen und flexiblen Wänden durchgeführt. Alle Stützen und Unterzüge, wurden bei der Umsetzung der Bestandspläne in den digitalen Bestandswerkplan mit den teilweise vorhandenen Statikplänen bzw. Werkplänen abgeglichen. Durch Plausibilitätsprüfung wurde definiert, ob evtl. ein büointerner Aufmassfehler vorlag oder Abweichungen des Baues zu den damaligen Plänen.

Diese Bestandspläne dienen zur Abklärung der späteren Nutzung und als Unterlage für die Genehmigungsverfahren. Hierin enthalten sind das gesamte Schulgebäude, die 3-fach Turnhalle und das Schulschwimmbad, sowie das Gebäude der Förderschule. Dargestellt wird im M 1:100 Grundrisse inkl. Ansichten und Systemschnitt mit Höhenangaben der Hauptbauteile. Des Weiteren ist dies die Basis für die beteiligten Fachplaner, die auf Grund dieser Bestandspläne ihre Arbeit aufbauen und verpflichtet werden, dieselben Codierungsbezeichnungen zu verwenden.

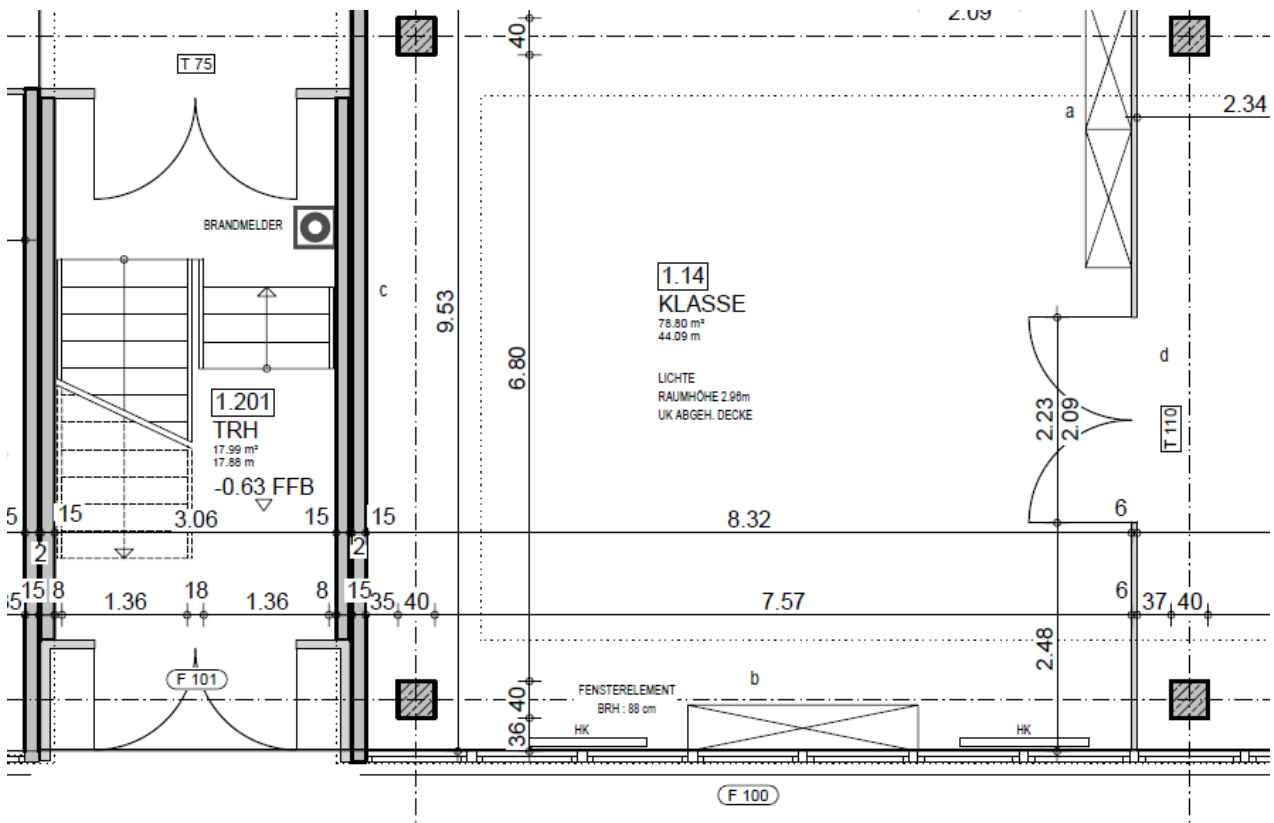


Abb. 6: Ausschnitt Plan mit Codierung: Bestand EG A1, A2
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

1.3 Fotodokumentierung und Raumbuch

Es wurde eine Fotodokumentation unter Berücksichtigung des Codierungsschemas und Einblenden von Raumnummern durchgeführt. Hierdurch wird der derzeitige Bauzustand dokumentiert und in der Büroarbeit kann bei der Bearbeitung von Werkplänen und Ausschreibungen jederzeit auf die entsprechenden Wände, Decken und weiteren Details zugegriffen werden.

Diese Fotodokumentation wird durch ein Raumbuch ergänzt, indem wiederum bezogen auf die Codierung und Fotodokumentation mit Erfassung der Besonderheiten bzw. Wandaufbauten, Decken, Fußböden und weiteren Bauteilen erfasst werden.

Hierbei werden auch Besonderheiten in Form von Abweichung der standardmäßigen Bauausführung beschrieben. Erfassen des Zustandes und des Verschleißes der einzelnen Bauteile. Bewertung der vorgefundenen Bauteile auf Qualität und Restlebensdauer.

FOTODOKUMENTATION - SCHUL - UND SPORTZENTRUM LOHR

ARCHITEKTURBÜRO WERNER HAASE, JULIUS-ECHTER-STR. 59, 97753 KARLSTADT

I. FLURE UND TREPPENHÄUSER/ ERDGESCHOSS RAUM 1.138



Raumbuchauswertung Schul- und Sportzentrum Lohr

Schulzentrum - Pausenhalle Gymnasium Erdgeschoss, innenliegend (z.B. Raum 1.138)

Bauteil- Bestandsbeschreibung	Bewertung	Sanierungsmaßnahmen
Wände		
Wand a		
Windfang mit 2 doppelflügeligen Metalltüren (jeweils Innen- und Außentüren) mit Isolierglaseinsatz mit Oberlichtern (Windfang). Auf beiden Ebenen.	schlechter U-Wert	Erneuerung der Türen notwendig
Wand b		
Innenwand als massive Stahlbetonwand (15cm), grau gestrichen	Sichtbetonwand in gutem Zustand	Sichtbetonwand wird neu gestrichen
Wand c		
Innenwand teilweise als massive Stahlbetonwand, teilweise als Fensterelement zur Bibliothek, mit Drahtglaseinsatz	Sichtbetonbauteile in gutem Zustand. Brandschutzanforderungen an Brandwand bzw. Wand F60 prüfen	Sichtbetonwände werden neu gestrichen. Oberflächenfarbe möglichst weiß. Brandschutzmaßnahmen für die "Brandwand" klären.
Metalltüre in Fensterelement mit Oberlicht	Brandschutzanforderungen werden nicht erfüllt. Drahtglas ist in Schulen nicht mehr zulässig	Sichtkontakt zur Mensa beibehalten. Verglaste Türelemente oder seitliche Verglasung vorsehen. Brandschutzmaßnahmen für Türen und Verglasung werden berücksichtigt.
Wand d		
Innenwand teilweise als massive Stahlbetonwand (untere Ebene) teilweise als Fensterelement mit Drahtglaseinsatz zum Hausmeisterraum (obere Ebene)	Brandschutzanforderungen werden nicht erfüllt. Drahtglas ist in Schulen nicht mehr zulässig	Sichtbetonwände werden neu gestrichen. Oberflächenfarbe möglichst weiß.
Metalltüre mit Drahtglaseinsatz und Oberlicht (obere Ebene)	Türen entsprechen nicht den Anforderungen	Erneuerung der Türen notwendig
2 Verbindungstüren (untere Ebene)	Türen entsprechen nicht den Anforderungen	Erneuerung der Türen notwendig
Boden		
schwarzer Noppenbelag	Bodenbelag in gutem Zustand	Bodenbelag soll beibehalten werden
Decke / Dach		
Dachverglasung, Doppelverglasung mit innenliegender transluzenter Glasfaserdämmung, untere Scheibe Drahtglas	Drahtglas ist in Schulen nicht mehr zulässig, schlechter U-Wert, schlechte Lichtausbeute da starke Verschmutzung, transluzent	zweischeiben bis dreischeiben Isolierverglasung, Klarglas um einen Sichtkontakt nach Draußen zu ermöglichen. RWAs im Dach vorgesehen.
Ausstattung		
Heizung		
1 Flächenheizkörper an Wand b		siehe Energiekonzept
Beleuchtung		
Langfeldleuchten	Beleuchtung mangelhaft	Die Beleuchtung wird durch eine energieeffizientere, dimmbare Variante ersetzt. Eine differenzierte Anpassung an die Tageslichtverhältnisse ermöglicht eine gleichmäßige Raumbelichtung
Sanitär		
Lüftung		
Lüftungsanlage	Luftqualität mangelhaft, vorallem nach den Pausen	Lüftungsanlage wird neu geplant
Bemerkung		

Abb. 7: Fotodokumentation und Raumbuchauswertung am Beispiel Raum 1.138
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

1.4 Kostenermittlung der Nachfolgekosten ab Bezug

Es wurden alle Rechnungen und angefallenen Kosten für Zinsen, Energieverbrauch, Reparaturen und Wartungsarbeiten gesichtet, ausgewertet und aufgelistet.

Der ZV konnte uns aus dem Archiv alle Unterlagen zur Verfügung stellen, die Aufschluss über die Nachfolgekosten von der Inbetriebnahme des Schulzentrums bis Ende 2008 geben. Personalkosten sind hierbei nicht enthalten.

Diese Auswertung hat folgende Ergebnisse:

Jahr	Zinsen an Kreditinstitute	Darlehenstilgung	außerordentl. Darlehenstilgung auf Grund d. Jahresre.	gesamt
1976	1.943.725,77 €	207.450,93 €	0,00 €	2.151.176,70 €
1977	1.021.485,03 €	165.089,32 €	0,00 €	1.186.574,35 €
1978	1.037.088,48 €	147.160,48 €	0,00 €	1.184.248,96 €
1979	929.321,78 €	164.319,36 €	0,00 €	1.093.641,14 €
1980	1.182.882,76 €	196.157,45 €	0,00 €	1.379.040,21 €
1981	1.088.470,24 €	182.914,99 €	0,00 €	1.271.385,23 €
1982	1.203.611,96 €	204.996,06 €	0,00 €	1.408.608,02 €
1983	880.963,96 €	180.086,51 €	0,00 €	1.061.050,47 €
1984	825.753,68 €	190.113,03 €	0,00 €	1.015.866,71 €
1985	837.069,31 €	207.205,84 €	0,00 €	1.044.275,15 €
1986	735.224,47 €	232.363,10 €	0,00 €	967.587,57 €
1987	708.176,43 €	267.570,57 €	0,00 €	975.747,00 €
1988	664.149,83 €	322.377,04 €	0,00 €	986.526,87 €
1989	593.581,90 €	346.452,21 €	0,00 €	940.034,11 €
1990	565.830,83 €	388.272,68 €	119.131,01 €	1.073.234,52 €
1991	619.946,20 €	406.833,09 €	179.463,45 €	1.206.242,74 €
1992	681.924,03 €	432.847,01 €	182.019,91 €	1.296.790,95 €
1993	671.626,11 €	464.010,28 €	140.605,26 €	1.276.241,65 €
1994	488.519,25 €	437.888,52 €	176.140,05 €	1.102.547,82 €
1995	398.740,28 €	509.848,47 €	191.876,95 €	1.100.465,70 €
1996	336.560,76 €	524.506,37 €	184.065,07 €	1.045.132,20 €
1997	296.570,64 €	560.825,27 €	179.463,45 €	1.036.859,36 €
1998	247.638,19 €	541.871,00 €	202.471,58 €	991.980,77 €
1999	215.313,73 €	530.239,15 €	544.551,42 €	1.290.104,30 €
2000	174.261,95 €	433.596,14 €	130.379,43 €	738.237,52 €
2001	157.687,47 €	386.932,18 €	177.929,57 €	722.549,22 €
2002	133.907,06 €	311.016,90 €	240.500,00 €	685.423,96 €
2003	125.999,67 €	182.517,69 €	240.000,00 €	548.517,36 €
2004	110.789,23 €	180.851,35 €	268.500,00 €	560.140,58 €
2005	92.311,70 €	118.197,21 €	297.431,03 €	507.939,94 €
2006	75.934,72 €	78.610,40 €	242.000,00 €	396.545,12 €
2007	56.133,54 €	61.889,50 €	191.000,00 €	309.023,04 €
2008	51.998,05 €	80.001,66 €	319.000,00 €	450.999,71 €
2009	49.597,57 €	91.231,39 €	269.423,74 €	410.252,70 €
ges.	19.202.796,58 €	9.736.243,15 €	4.475.951,92 €	33.414.991,65 €

Abb. 8: Nachfolgekosten von 1976-2008

[Quelle 3: Zweckverband Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.]

Der Posten Zinskosten ist die größte Nachfolgekostensumme. Zur damaligen Zeit war Hochzinspolitik mit Zinsen von ca. 8-12%. Zu dieser Zeit waren Energiekosten im Vergleich zu den Zinsen zu vernachlässigen. Der Umweltgedanke war nicht ausgeprägt und massive Energiekostensteigerungen wurden für die Zukunft zu wenig in Betracht gezogen. Derzeit sollten die niedrigen Zinsen genutzt werden, um die Energiekosten für die Zukunft möglichst gering durch Einsparung und hohen Anteil kostenloser, regenerativer Energie zu halten.

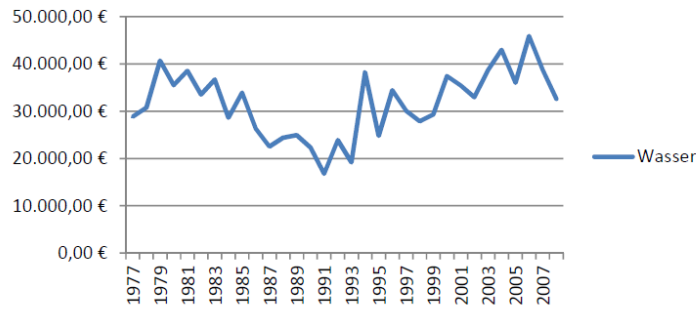
1.4.1 Kostenermittlung der Verbrauchskosten Wasser, Gas und Strom von 1977 bis 31.12.2008

	Wasser	Gas	Strom
1977	28.808,42 €	154.296,75 €	132.944,73 €
1978	30.725,32 €	154.949,75 €	94.252,64 €
1979	40.692,93 €	152.079,75 €	92.337,75 €
1980	35.493,90 €	194.675,68 €	94.577,59 €
1981	38.527,35 €	249.755,35 €	108.842,83 €
1982	33.504,48 €	270.137,92 €	111.675,76 €
1983	36.702,79 €	221.811,95 €	109.392,08 €
1984	28.645,66 €	224.415,02 €	101.155,09 €
1985	33.927,40 €	230.862,90 €	102.928,15 €
1986	26.316,91 €	201.000,39 €	98.856,14 €
1987	22.537,94 €	131.600,16 €	113.503,35 €
1988	24.409,63 €	113.231,72 €	110.576,61 €
1989	24.956,62 €	117.575,38 €	111.252,53 €
1990	22.335,64 €	129.972,39 €	100.123,81 €
1991	16.756,06 €	166.047,29 €	107.844,67 €
1992	23.858,65 €	154.820,38 €	104.191,84 €
1993	19.167,31 €	156.446,50 €	103.095,07 €
1994	38.198,14 €	146.672,54 €	105.329,30 €
1995	24.795,78 €	151.738,41 €	108.540,47 €
1996	34.414,82 €	162.858,75 €	96.675,51 €
1997	30.072,63 €	163.457,79 €	91.559,72 €
1998	27.894,78 €	165.866,63 €	95.874,06 €
1999	29.347,17 €	148.024,49 €	97.980,60 €
2000	37.432,23 €	170.638,86 €	54.071,87 €
2001	35.466,83 €	221.408,69 €	81.304,67 €
2002	32.961,71 €	206.437,54 €	89.520,76 €
2003	38.671,57 €	222.905,13 €	94.337,49 €
2004	42.956,95 €	225.224,44 €	95.994,35 €
2005	36.010,04 €	247.014,85 €	100.716,34 €
2006	45.906,05 €	289.519,34 €	114.488,99 €
2007	38.721,22 €	278.634,86 €	116.616,79 €
2008	32.597,46 €	321.427,26 €	125.066,41 €
	1.012.814,40 €	6.145.508,84 €	3.265.627,97 €

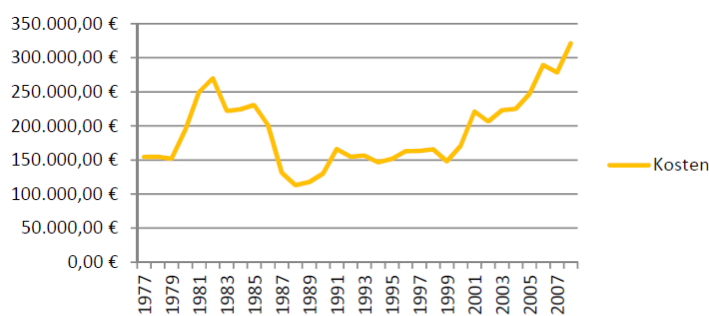
Gesamtsumme: 10.423.951,00 €

Abb. 9: Kostenermittlung der Verbrauchskosten Wasser, Gas und Strom, von 1977 - 2008
[Quelle 3: ZV Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.]

Entwicklung der Wasser- und Kanalgebühren 1977 bis 2008



Entwicklung der Gasbezugskosten von 1977 bis 2008



Entwicklung der Strombezugskosten von 1977 bis 2008

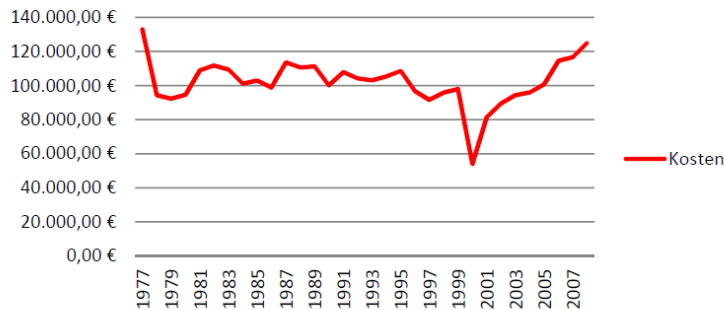


Abb. 10: Entwicklung der Wasser- u. Kanalgebühren, der Gasbezugskosten und der Strombezugskosten, von 1977-2008
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt, aus Unterlagen ZV entwickelt]

Interessant sind die starken Preisschwankungen, die jedoch vor allen Dingen im Gasbereich im Trend nach oben zeigen.

Die hohen Verbrauchskosten bestehen im Prinzip von Anfang an. Grund dafür ist die schlecht gedämmte Bauwerksausführung, das ungünstige Verhältnis von Außenflächen zu Volumen sowie ineffektive Heizungs,- Beleuchtungs- und Schwimmbadtechnik.

Für die Zukunft heißt das:

Da das AV-Verhältnis von 0,34 bei der Schule und 0,40 im Sportzentrum nicht wesentlich verbessert werden kann, muss bestmögliche Dämmung verwendet werden. Die Tageslichtnutzung ist verstärkt einzubinden und sparsame Beleuchtungstechnik zu verwenden. Des Weiteren ist eine hocheffiziente Heizungs- und Lüftungstechnik zu verwenden, die mit Rückgewinnung und regenerativen Energie eine hohe Effizienz erzielen muss.

1.4.2 Aufschlüsselung der Reparatur- und Unterhaltskosten von 1978-2008

Hinweis: Die Interpretation der Kosten folgt nach den Grafikdarstellungen

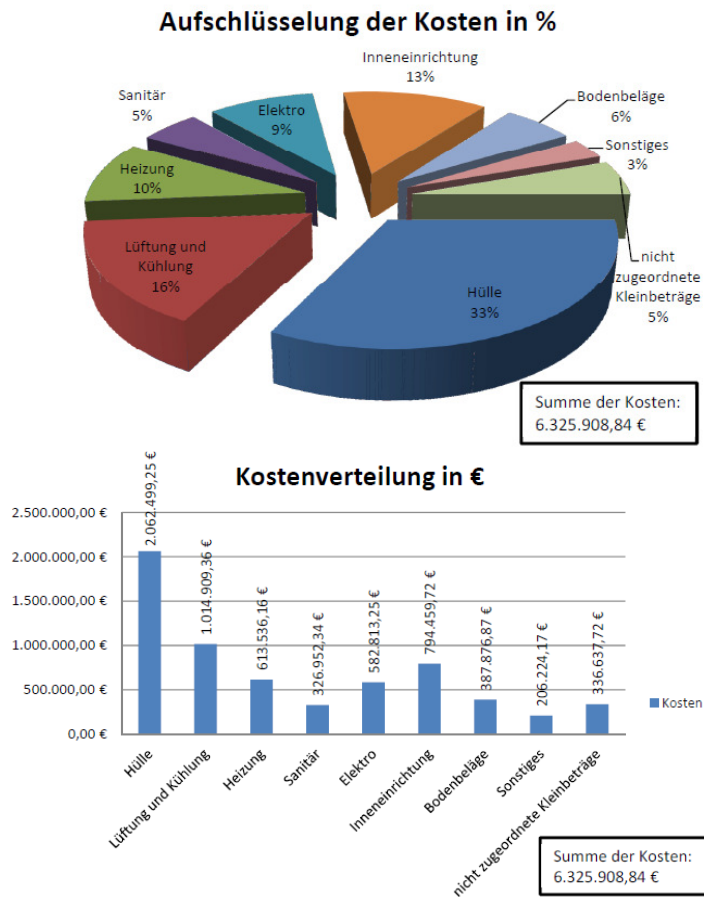


Abb. 11: Aufschlüsselung der Kosten
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

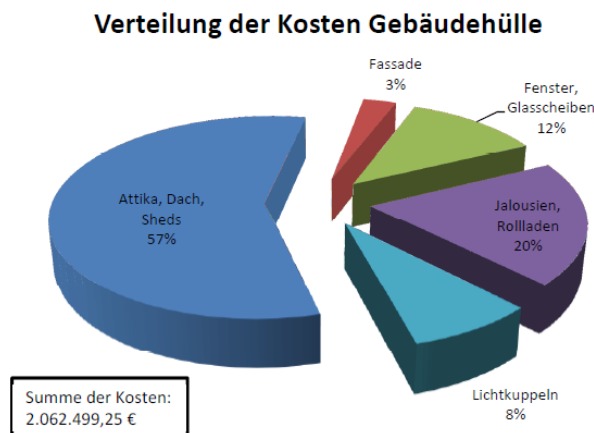
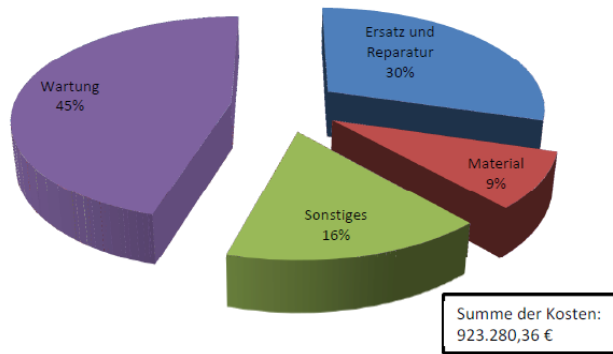


Abb. 12: Verteilung der Kosten Gebäudehülle
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Verteilung der Kosten Lüftung in %



Kostenverteilung Lüftung in €

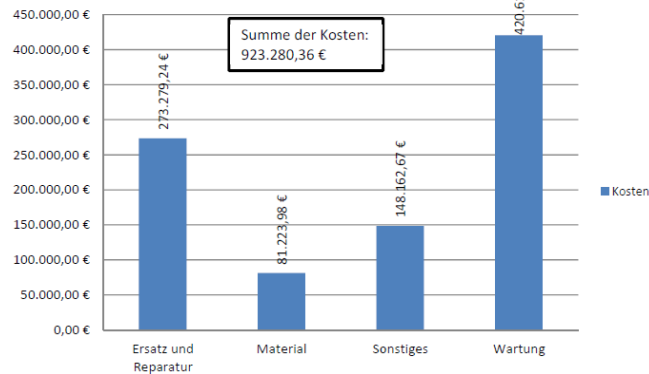
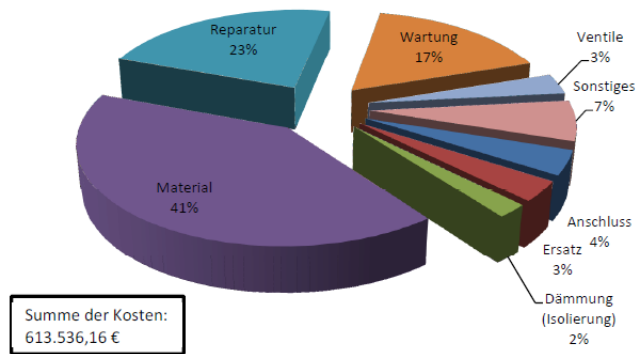


Abb. 13: Verteilung der Kosten Lüftung [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Verteilung der Kosten Heizung in %



Kostenverteilung Heizung in €

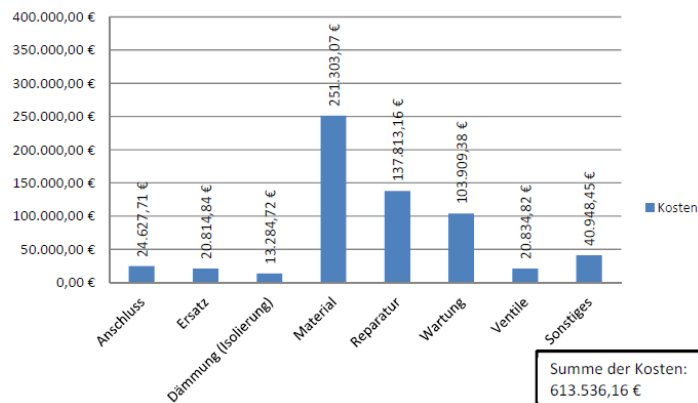


Abb. 14: Verteilung der Kosten Heizung [Quelle 1: Architekturbüro W. Haase]

Die Aufschlüsselung der Reparatur- und Unterhaltskosten zeigt, dass z. B. im Bereich der Jalousien im Prinzip immer wieder dieselben Dinge repariert wurden, ohne grundlegend die Ursachen zu verändern. Hier sind im Laufe der Jahre mehr als 400.000 € angefallen. In manchen Jahren waren bis zu 40 Reparaturtermine bzw. Rechnungen festzustellen. Ein sehr großer Kostenbereich ist der Bereich Flachdach. Hier sollte für die Zukunft ein reparaturärmeres System gewählt werden. Die Lichtkuppeln sollten in Zukunft weitgehend vermieden werden.

Für den Unterhalt der Fassade sind lediglich ca. 60.000 € Kosten aufgelaufen. Dies zeigt, dass die vorgehängte Fassade im Prinzip wenige Nachfolgekosten verursacht hat, jedoch ist ihre Lebensdauer verbraucht. Hier sollte ein System für die Zukunft gewählt werden, welches eine längere Haltbarkeit erreichen wird und niedrigste Nachfolgekosten verspricht.

Im Bereich der Technik sind die Kosten für die bestehende Lüftungsanlage mit 1.014.000 € ohne Stromkosten außerordentlich hoch. Hier muss in Zukunft ein Lüftungssystem mit niedrigen Wartungskosten, einem günstigen Filtersystem sowie weniger Verschleißteilen verwendet werden. Im Bereich der Heizung sind ebenso hohe Kosten mit 613.000 € zu verzeichnen. Hier waren Korrosionsschäden und z. T. platzende Rohre hohe Kostenverursacher. In Zukunft werden diese Probleme berücksichtigt und weitgehend entfallen.

Die Bereiche Elektro, Inneneinrichtung und Bodenbeläge hatten z. T. mit Grundrissänderungen der „verschiebbaren Trennwände“ zu tun. D. h. Grundrissänderungen haben in die Bereiche fast genauso stark eingegriffen, als wenn die Wände nicht als verschiebbar deklariert worden wären. Diese Kosten hätten u. U. vermieden werden können, wenn Raumreserven oder mehr Raumflexibilität vorhanden gewesen wären.

Auffallend ist, dass nur geringe Kosten für Anstriche und Malerarbeiten angefallen sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Sanitärbereich wandhoch gefliest ist, in Gang und Verkehrsbereichen die Wände weitgehend in Sichtbeton ausgeführt wurden und durch Kunstwerke der Schüler „schutzwürdig“ wurden. Des Weiteren sind die leichten Trennwände als Blechwände ausgeführt, deren Oberfläche pflegeleicht und robust ist. Die Erkenntnisse aus den Reparatur- und Unterhaltskosten sollen in der Sanierungsplanung eine umfassende Berücksichtigung finden.

2. Bestandserfassung Turn- und Schwimmhalle

Die Pläne wurden nach demselben System wie in der Schule durch örtliches Aufmaß verglichen und in digitaler Form gezeichnet. In der Turnhalle ist die Geräteausstattung sowie der Sportboden in gutem Zustand. Zu sanieren ist die gesamte Fassade und der Flachdachbereich mit den derzeitigen Lichtpyramiden. In der Turnhalle soll in Zukunft die Tageslichtnutzung verbessert werden und das derzeitige Kunstlicht, welches auf Grund der Gasdrucklampen meistens am Tage durchbrennt, durch schnell reagierende Feldleuchten mit Dimmungseinrichtung ersetzt werden.



Abb. 15: Außenansicht Turnhalle, fensterlos



Abb. 16: Flachdach Turnhalle mit Lichtpyramiden



Abb. 17: Zu wenig Licht durch die Oberlichter - dauernder Kunstlichteinsatz notwendig



Problem ist u. a. die damals innovativ geltende, freitragende MERO-Dachkonstruktion, die aus einem Stabsystem mit Knotenpunkten besteht. Durch die Konstruktionshöhe wird viel Tageslicht geschluckt. Nach Aussage des Statikers ist die Konstruktion ausgereizt und bietet keinen Spielraum für evtl. Zusatzlasten. Verstärkungen müssten das gesamte System des Tragwerkes bearbeiten.

Im Bereich der Schwimmhalle sind die Fassaden inkl. Fenster sowie die Dämmung des Flachdachs komplett zu erneuern. Die abgehängte Decke soll nach Möglichkeit erhalten bleiben (ist von statischen Untersuchungen abhängig). Die Fliesenarbeiten des Beckens wurden vor wenigen Jahren generalüberholt und sollen im Wesentlichen unverändert bleiben. Die Fliesenböden sind auf Rutschfestigkeit zu überprüfen. Außerdem muss durch Probeöffnungen nachgewiesen werden, dass die Fußbodenaufbauten nicht durchnässt sind.



Abb.18: Außenansicht Schwimmhalle



Abb. 19: Außenansicht Fensterfront



Abb. 20: „Blinde“ Glasflächen



Abb. 21: Innenansicht Schwimmhalle

Die gesamte Schwimmbadtechnik zur Wasseraufbereitung, Beheizung der Schwimmhalle sowie die Lüftungsanlage und Beleuchtung ist komplett zu erneuern. Die Umkleidekabinen werden weitgehend belassen.

3. Erfassen der Gebäudequalität und Verbesserungsmaßnahmen

Insgesamt ist das Schul- und Sportzentrum Nägelsee eine Anlage, die sich durch Großzügigkeit auf großem, städtebaulich an der richtigen Stelle befindlichen Grundstück auszeichnet. Die Flächenreserven im Bestand der Schulen erlauben großzügige Umnutzungen und Anpassungen an die heutigen Schulanforderungen. Die Untersuchung zeigt, dass das Raumprogramm der Mittelschule, des Gymnasiums sowie einzelne Räume der Förderschule und die Mittags- bzw. Ganztagsbetreuung sehr gut im Bestand untergebracht werden kann. Es gibt sogar nach den Vorgaben der Staatlichen Schulaufsicht Überhangflächen aus dem Bestand, die aus den damaligen großen Klassenzimmern bestehen, aber auch aus großzügig bemessenen Gängen und Fluren und Aula.



Abb.22: Schul- und Sportzentrum

Baulich sind die Tragkonstruktionen weitgehend mängelfrei; Hülle und Haustechnik sind verbraucht und müssen erneuert werden. Ebenso haben die leichten Trennwände die Zulassung verloren und müssen ersetzt werden. Dies verursacht einerseits hohen Aufwand, ermöglicht jedoch eine weitgehende Neuorganisation des Raumprogrammes und der Nutzung. Da die komplette Hülle und Haustechnik erneuert wird, ist es hier ein Gebot der Stunde, besten Dämmstandard mit hocheffizienter, sparsamer Energie- und Beleuchtungstechnik zu verbinden. Die heutigen, weitaus anspruchsvolleren Brandschutzvorschriften sind einzuhalten.

Die Betonkonstruktionen an allen drei Gebäuden sind weitgehend rissefrei; es gibt kleine überschaubare Korrosionsschäden im Bereich Stahlbeton, vor allem im Bereich Leichtbeton, die leicht reparabel sind.

Der Bereich Turnhalle ist als 3-fach Turnhalle mit Besuchertribünen ausreichend bemessen. Die Geräteausstattung und der Sportboden sind weitgehend in Ordnung. Die Hülle muss baulich und energetisch saniert und die Tageslichtnutzung verbessert werden.

Im Bereich Schwimmbad sind die Anforderungen des Raumprogrammes an ein Schulschwimmbad voll erfüllt. Attraktionen eines Freizeitbades gibt es nicht. Die Umkleidekabinen sind in ausreichender Anzahl vorhanden. Der gemeinsame Eingangsbereich für Turnhalle und Schwimmbad ist sehr großzügig und überdimensioniert.

Im Bereich Schwimmbad wird festgestellt, dass die Betonwanne des Schwimmbeckens in gutem Zustand ist, ebenso die weiteren Betonkonstruktionen.

Die Stadt Lohr baut direkt an das Schulschwimmbad eine Kleinschwimmhalle mit Hubboden an. Hier wird in Zukunft geprüft, in wie weit die gemeinsame Technik genutzt werden kann. Die baulichen Schnittpunkte konnten durch die Voruntersuchung abgeklärt werden.

Im Schwimmbadbereich sind Fassade und Dach sowie die gesamte Schwimmbadtechnik zu erneuern. Hierbei ist auf zukünftige Wärmebrückenfreiheit und passivhausähnlichem Dämmstandard zu achten, damit der Transmissionswärmeverlust minimiert wird und durch Wärmebrückenfreiheit der Lüftungsbedarf außerhalb der Nutzungszeiten reduziert werden kann. Des Weiteren ist die gesamte Schwimmbadtechnik mit wasser- und stromsparenden Filtertechniken und Umwälzpumpen zu versehen. Die Lüftungsanlage ist mit hohen Rückgewinnungswerten zu planen. Zusätzlich sollen Solarabsorber und thermische Kollektoren sowohl Dusch- als auch Beckenwasser über weite Teile des Jahres erwärmen.

Die Belichtungsqualität wurde umfangreich untersucht. Im Bereich der Schule wurde festgestellt, dass sehr viele Bereiche ständig mit Kunstlicht beleuchtet werden, auch bei Sonnenschein. Die Gründe dafür sind viele innenliegende Räume, die ohne Tageslicht im Erdgeschoss konzipiert wurden, sowie Werkräume im Untergeschoss, die lediglich durch schmale Oberlichtbänder belichtet werden. Einige innenliegende Räume mit Shed- oder Oberlichtlösungen haben das Problem, dass punktuell bzw. einseitiges Licht starke hell / dunkel Unterschiede hervorrufen. Um diesen Effekt abzumindern, ist meist derzeit Dauerbeleuchtung eingeschaltet.

Dies trifft auch im Bereich der derzeitigen Bibliothek zu, obwohl dort eine großflächige Dachverglasung vorhanden ist. Ein weiteres Problem sind die mehr als 200 Lichtkuppeln auf dem Flachdach, die im Raster eingebaut wurden.

Die Untersuchung hat ergeben, dass ca. 150 Lichtkuppeln im Prinzip entfallen können, da sie zurzeit zum Teil schwarz abgeklebt sind, weil das einfallende Licht Projektionsflächen so stört, dass die Abbildungen nicht erkennbar sind. In anderen Fällen dienen die Lichtkuppeln eigentlich zur Belichtung der Gänge; die Ausleuchtung ist jedoch durch abgehängte Decken so eingeschränkt, dass wiederum Kunstlicht nötig ist.



Abb. 23: abgeklebte Lichtkuppel



Abb. 24: „Lichtkuppel-Orgie“



Abb. 25: Durch abgehängte Decke verschattete Lichtkuppel
Kunstlicht trotz Lichtkuppel

Anstelle der Lichtkuppeln wurde der Einsatz von so genannten Lichtkaminen überprüft. Es erschien als sehr vorteilhaft, Lichtkamine zu verwenden, die im Außenbereich über ein Prisma das Licht „einfangen“, über einen verspiegelten Schacht in das Gebäude hineinführen und dort wieder über ein Prisma als Tageslicht einbringen. Die nähere Beschäftigung mit dem Thema führte zu dem Ergebnis, dass diese Lichtkamine eine schlechte Wärmedämmung haben und am besten bei Sonnenlicht funktionieren. Bei bedecktem Himmel wäre wiederum Kunstlicht nötig. Nach den vergleichenden Berechnungen erscheint die Lichtausbeute von Lichtkuppeln neuer Bauart in passivhaustauglicher Ausführung die zielführende Lösung zu sein. Wesentlich ist die Reduktion der Anzahl der Lichtkuppeln, Vermeidung von Lichtkuppeln wo sie eher stören und Verwendung von neuen Lichtkuppeln mit einer weitaus höheren Lichtausbeute, als die Bestandskuppeln. In Einzelfällen können Lichtkamine Vorteile haben; sie sollten dann auch verwendet werden.

Die derzeitige Beleuchtung ist nur direkt schaltbar; es gibt weder Dimm- noch Präsenzmeldevorrichtungen. Des Weiteren sind die Leuchtmittel alt und ineffektiv.

Teilweise sind in Klassenzimmern Oberlichtbänder mit einer Brüstungshöhe von ca. 1,80 m vorhanden. Diese werden in Zukunft auf 1m Brüstungshöhe abgesenkt, um eine ausreichende Belichtung und einen Außenbezug herzustellen.



Abb. 26: Flach- und Glasdachlandschaft



Abb. 27: Fensterfronten-Verglasung: im
Zwischenraum veralgelt

Weiter wurde die Nutzung der einzelnen Räume mit der Belichtungssituation verglichen. In vielen Bereichen war eine Nutzungsänderung eine logische Folge. Z. B. wurden die Computerräume ausnahmslos in den Fachklassentrakt verlegt, da hier durch die Shedoberlichter eine blendfreie Belichtung bereits besteht und somit keine baulichen Veränderungen vorgenommen werden müssen.

Die Zone der innenliegenden Räume (Ausweichräume) im Obergeschoß wurde als Nebenraumzone deklariert und besteht nur noch aus Lager, Lehrmittel- und Putzräumen sowie Räumen, die nur kurzfristig und von unterschiedlichen Personen zeitweise benutzt werden, wie Besprechungsraum, Erste-Hilfe-Zimmer, usw. Diese Räume erhalten einen Sichtbezug zum Flur durch Teilverglasung der Wände.

Als Besonderheit gibt es insgesamt 8 Stufenhörsäle, die keine Tageslichtnutzung haben. 6 dieser Säle werden von den naturwissenschaftlichen Fächern als Hörsäle genutzt. Die beiden anderen als Film- bzw. Mediendemonstrationssaal. Dadurch sind einzelne Klassen lediglich zeitweise in diesen Räumen, die ansonsten sehr beliebt sind und erhalten bleiben sollen. Es wird jedoch eine gute Ausleuchtung mit Kunstlicht gewünscht, da es hierbei bisher Mängel gibt.

Alle schrägen Dachverglasung (Foyers, Mensa, Bibliothek, usw.) werden durch 3-Scheiben Isolierverglasung mit einem U-Wert von ca. $0,7 \text{ Wm}^2\text{K}$ ersetzt.

Um den Wärmeeintrag weiter zu senken, werden die Flächen der Verglasung passend auf die Raumgröße und Nutzung verkleinert. Verschattungsmöglichkeiten von außen werden vorgesehen.



Abb. 28: Bibliothek, Beleuchtung notwendig trotz Dachverglasung



Abb. 29: Verbrauchte Dachverglasung, z. T. blind kein Sicherheitsglas

Um Tageslicht in die erdgeschossigen Pausen- und Spielzonen zu bringen, die bisher nur mit Kunstlicht belichtet wurden, werden zwei $4 \times 3 \text{ m}$ große Lichtschächte eingeplant, mit einem aufgesetzten Shedoberlicht, um einerseits den fehlenden Außenbezug herzustellen und andererseits einen zusätzlichen Wärmeeintrag ins Gebäude zu verhindern. Durch diese neue Tageslichtquelle werden weitere innenliegende Besprechungszimmer mit Tageslicht versorgt.



Abb. 30: Pause- und -Spielzone

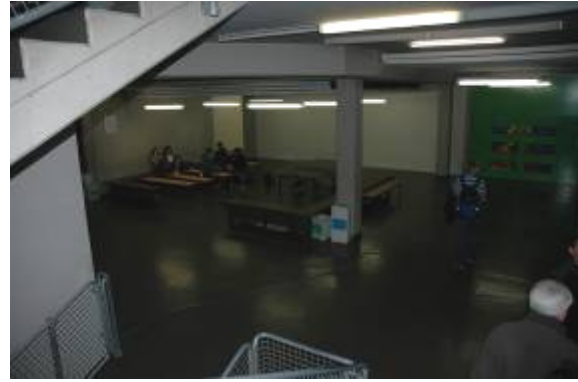


Abb. 31: Pause- und Spielzone

Des Weiteren wurde durch eine Simulationsberechnung aufgezeigt, dass über Tageslichtlenkung und evt. Spiegelsysteme Dunkelbereiche so aufgehellt werden können, dass der Einsatz von Kunstlicht stark reduziert wird. Hauptsächlich soll jedoch der Charakter der Schule, die derzeit relativ viele graue Betonwände in Verbindung mit langen Gängen und sehr viel künstlich belichteten Bereichen hat, im wahrsten Sinne des Wortes aufgehellt werden. Aus diesem Grunde werden auch zwei Lichthöfe in Bereichen eingeplant, die derzeit lediglich durch Oberlichter Tageslicht erhalten. Durch diese Lichthöfe wird auch die bedrückende Wirkung der langen, dunklen Gänge abgemindert bzw. unterbrochen und durch „Tageslichtpunkte“ aufgewertet.

Es wäre empfehlenswert, das Thema Tageslicht, Sonnenlicht, Umgang mit Tageslicht und optimale Nutzung von Tageslicht als eines der Hauptthemen bei der Schulsanierung schwerpunktmäßig zu bearbeiten. Dadurch könnte Lichtlenkung, dezente Spiegelung sowie Wert des Sonnenlichtes verstärkt in den Unterricht und in das Empfinden der Schüler und Lehrer Eingang finden. Ebenso die Nutzung von Solarenergie über Absorber, Kollektoren und PV-Nutzung.

Erstellung Belichtungskonzept - Grundriss EG

Belichtung Bestand:



Abb. 32: Belichtungsplan Bestand Erdgeschoss
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Belichtung Neu:

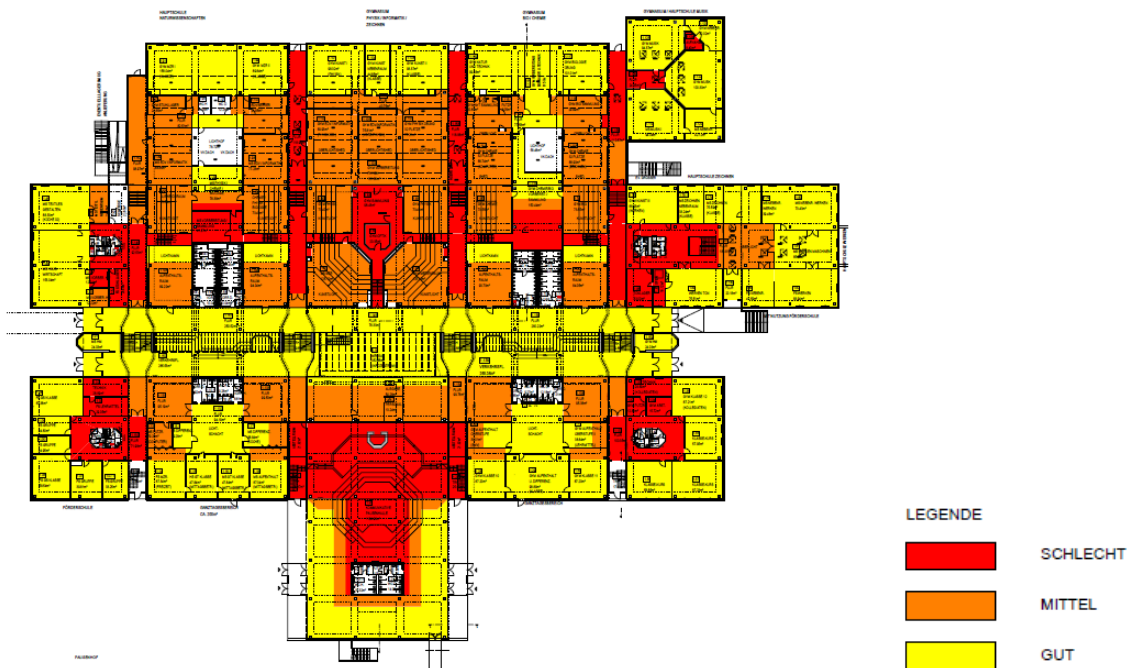
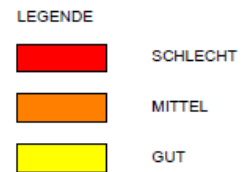


Abb. 33: Belichtungskonzept Geplant Erdgeschoss
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Erstellung Belichtungskonzept - Grundriss OG
 Belichtung Bestand:



Abb. 34: Belichtungsplan Bestand Obergeschoss
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]



Belichtung Neu:

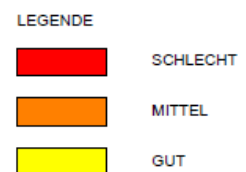


Abb. 35: Belichtungskonzept Geplant Obergeschoss [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Im Bereich der Turnhalle sind im Dach so genannte Lichtpyramiden integriert. Bei Sonne stören helle Sonnenlichtfelder, die sich mit schattigen Bereichen abwechseln. Bei bedecktem Himmel wird ein Großteil des einfallenden Tageslichtes durch die MERO-Konstruktion des Flachdaches eingeschränkt. Aus diesem Grunde werden die Gasdampfdrucklampen, die wiederum ca. 10 Minuten benötigen, um volle Lichtstärke zu erreichen, meistens früh eingeschaltet und abends ausgeschaltet. Hier sind für die Zukunft andere Tageslichtelemente einzusetzen, um ein gleichmäßigeres Tageslicht zu erhalten; die Leuchtmittel müssen durch Langfeldleuchten mit automatischer Lichtstärkenregelung ersetzt werden. Hierdurch kann der derzeit jährliche Stromverbrauch von ca. 80.000 kWh für die Beleuchtung der Turnhalle auf voraussichtlich 30.000 kWh reduziert werden.

Auch hier wurde der Einsatz von Lichtkaminen überprüft. Die Lichtausbeute ist gem. Simulation zu gering. Die vorgesehene Lösung geht davon aus, dass die schweren derzeitigen Glaspyramiden entfernt werden und die derzeitige Lichtöffnung im Flachdach verlängert wird und mit mehreren auf dem Flachdach aufgebrachten kurzen Lichtbändern versehen wird. Diese einzelnen Lichtbandfelder sind 2-schalig aus Carbonat mit integrierter textiler Verschattung, um grelles Sonnenlicht abzumildern. Ursprünglich war überlegt worden, ob durch aufgesetzte Sheddachbelichtung erreicht werden kann, dass ein angenehmes Nordlicht belichtet und die südliche Shedfläche für Kollektoranordnungen genutzt werden kann. Nach Aussage des Statikers scheidet diese Lösung aus Gewichtsgründen und statischen Problemen aus.

Die Außenwände der Turnhalle sind fensterlos; die Überlegung hier Lichtbänder in die Außenwände einzubauen scheidet aus, da einerseits die Außenwände statisch nur an wenigen Stellen Fensterausbrüche erlauben würden und andererseits die Turnhallenausstattung wie Wandverkleidungen, Geräte und Turnhallenfußboden entweder verloren gingen oder stark geschädigt würden.

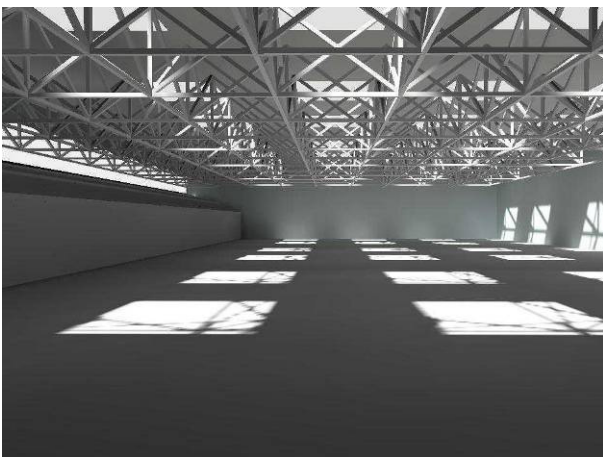


Abb. 36: Schnitt Turnhalle - derzeitig 54 Gasdruck-Lampen á 438 W = 80.000 kWh/a
[Quelle 5: Ratec erneuerbare Energien GmbH]

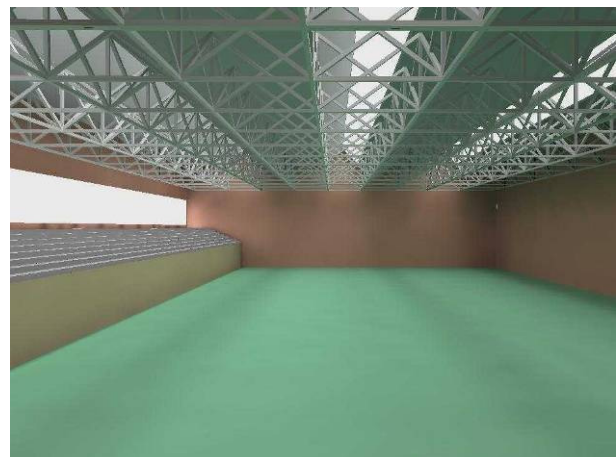


Abb. 37: Sheddach, Nordlicht, ca. 20.000-30.000 kWh/a Kunstlicht
[Quelle 5: Ratec erneuerbare Energien GmbH]

Das Foyer der Turnhalle besitzt wiederum eine Dachverglasung ohne Verschattung, die Bräunebefall hat und mangelhaft belichtet und im Sommer zu Überhitzungen führt. Diese Dachverglasung wird in der Fläche verringert und erhält entsprechende hochwärmegeämmte Sicherheitsverglasung mit außenliegenden Verschattungsmöglichkeiten.



Abb. 38: Dachverglasung Foyer Turnhalle

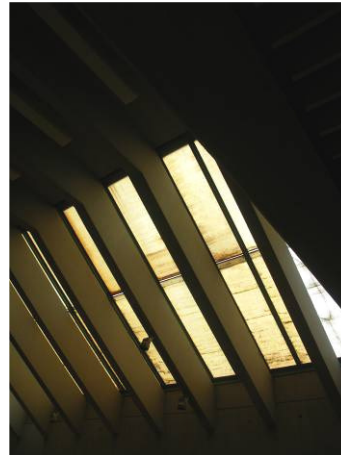


Abb. 39: Dachverglasung Foyer Turnhalle

Im Schwimmbadbereich ist im Prinzip die Belichtung mit Tageslicht relativ gut, jedoch die Glasqualität im Bezug auf Wärmedurchlass sehr schlecht bzw. die Fenster verbraucht. Alle Umkleiden und der Saunabereich werden mit Lichtkuppeln belichtet. Dieses Prinzip wird beibehalten, jedoch werden die Schwimmbadfenster einen pflegeleichten Sockel erhalten, der dafür sorgt, dass bei Reinigungsarbeiten des Schwimmbadfußbodens die Fenster nicht beschädigt werden.

3.1 Raumprogramm

Für das Überprüfen des Raumprogrammes war es notwendig in den Bestandsplänen die derzeitigen Nutzungen der Räume aufzunehmen und den einzelnen Schultypen zuzuordnen. Hierbei wurden die gemeinsam genutzten Flächen gekennzeichnet. Dieses Bestandsraumprogramm wurde dem Bedarfsraumprogramm der zukünftigen Nutzung gegenübergestellt und verglichen. Hierbei zeigte sich, dass die vorhandenen Flächen den zukünftigen Bedarf ohne Erweiterungsbauten abdecken werden. Es müssen jedoch Funktionen verlagert werden.

Gemäß den heutigen Raumprogrammanforderungen besteht rechnerisch ein Flächenüberhang im Bestand. Dies war bereits bei der Erbauung des Schulzentrums so und führte damals zu einem hohen Anteil, der nicht über das Zuschussverfahren gefördert wurde, da er bereits damals das Raumprogramm überstieg und als freiwillige Leistung des Bauherrn galt. Dies hat zur Folge, dass bei der Vergleichsberechnung Sanierung zu Neubau diese Überhangfläche mit saniert werden muss, jedoch die Kosten dafür innerhalb des Regelraumprogrammes eines Neubaus als Pauschale nicht überschritten werden dürfen.

Durch die Änderungen der Medienwelt wird in Zukunft der Bereich Bibliothek in der Größe nicht mehr benötigt. An ihre Stelle wird die Mittagsbetreuung als kommunikativer Mittelpunkt des Gebäudes eingerichtet und die Bibliothek in verkleinerter Form an nicht so repräsentativer Stelle verlagert.

Die Verwaltung wird räumlich gestrafft und die Lehrerzimmer und Bereiche zum ruhigen Arbeiten den neuen Arbeitsbedingungen der Lehrer angepasst.

Im Raumprogramm und der neuen Organisation des Schulbetriebes wurde die Behindertengerechtigkeit des Gesamtgebäudes bearbeitet. Es ist gelungen, an einem Punkt einen Personenaufzug so zu platzieren, dass hiermit die versetzten Hauptebenen erschlossen werden können. Eine Treppenliftanlage erschließt die Fachbereichsebene. Durch eine zusätzliche Gangverbindung in diesem Bereich, die wenige Quadratmeter Nutzfläche benötigt, konnte eine zweite Aufzugsanlage vermieden werden.

Weiterhin wurden bei der Erstellung der Raumzuordnungen Lärmbelästigungen durch Unterrichtswechsel, aber auch Gestaltungsmöglichkeiten für Freistunden, sowie die abendliche Teilnutzung von Räumen durch die Volkshochschule mit den Fragen Abschließbarkeit unter Einhaltung von Rettungswegen eingearbeitet.

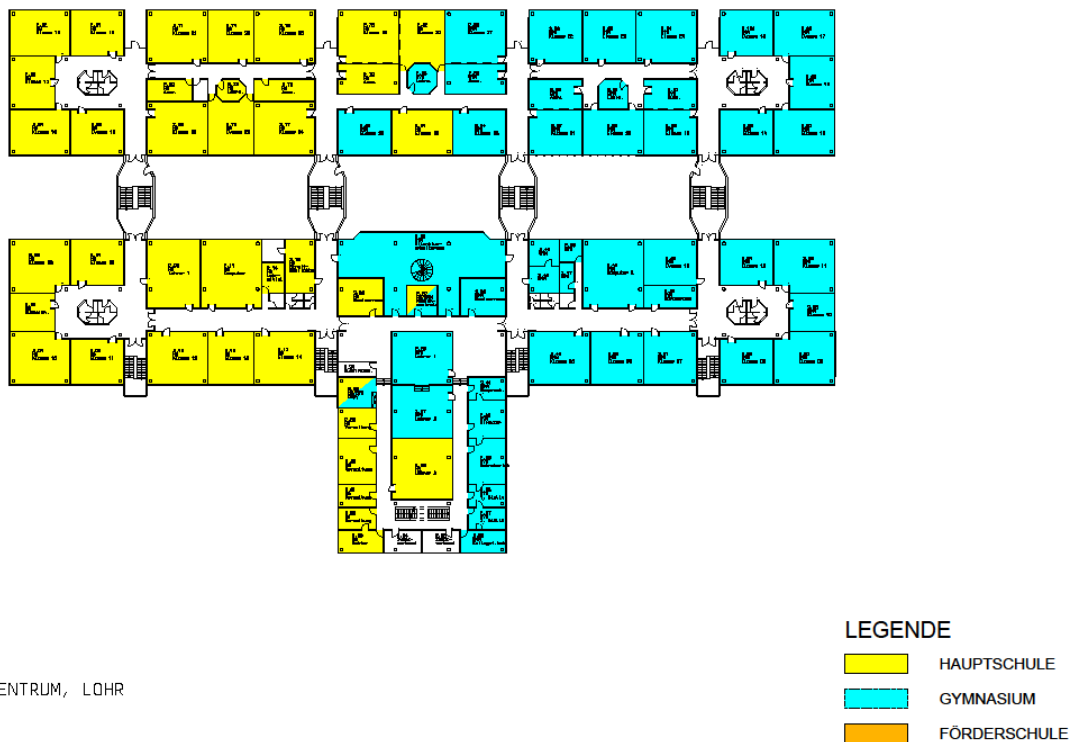
Im Raumprogramm ist die Mittagsbetreuung mit Essensaufbereitung- und Ausgabe in Verbindung mit den Kiosken für die Pausenverpflegung als neue Nutzung zu integrieren. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die bestehende Aula mit Bühne in Verbindung zum Mittagsbetriebsbereich steht, um eine Mehrfachnutzung bei größeren Veranstaltungen zu ermöglichen.

Erfassung der Raumbellegung im Bestand - Grundriss Erdgeschoss



Abb. 40: Raumbellegung Bestand Erdgeschoss
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Erfassung der Raumbellegung im Bestand - Grundriss Obergeschoss



9-40 NÄGELSEEZENTRUM, LOHR
GRUNDRISS OG
M. 1:500

Abb. 41: Raumbellegung Bestand Obergeschoss [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Erstellung Flächenlayout - Grundriss Erdgeschoss - neue Nutzung

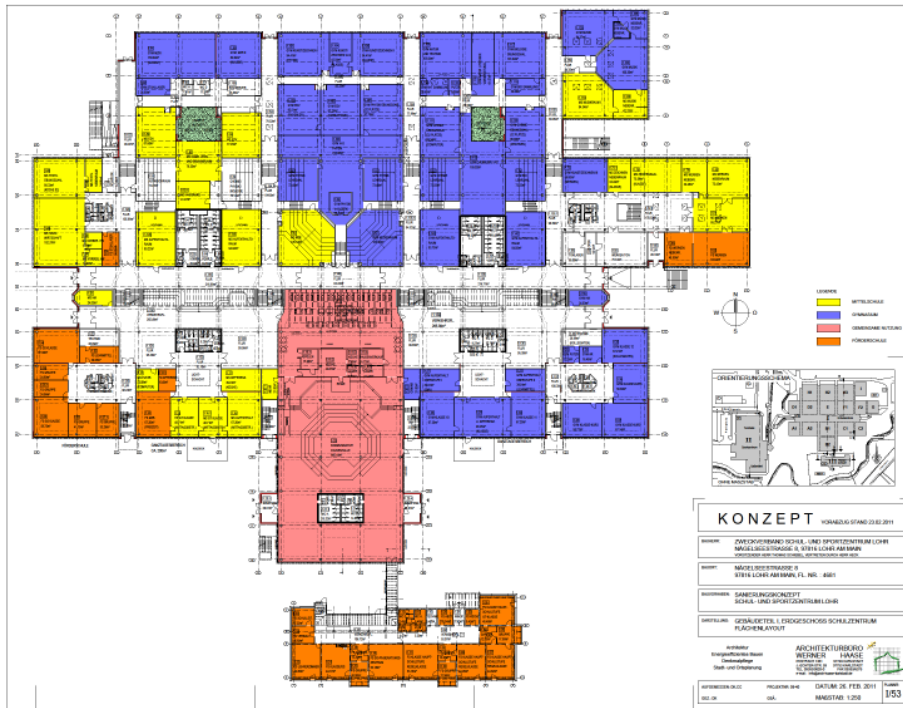


Abb. 42: Flächenlayout Erdgeschoss
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Erstellung Flächenlayout - Grundriss Obergeschoss - neue Nutzung

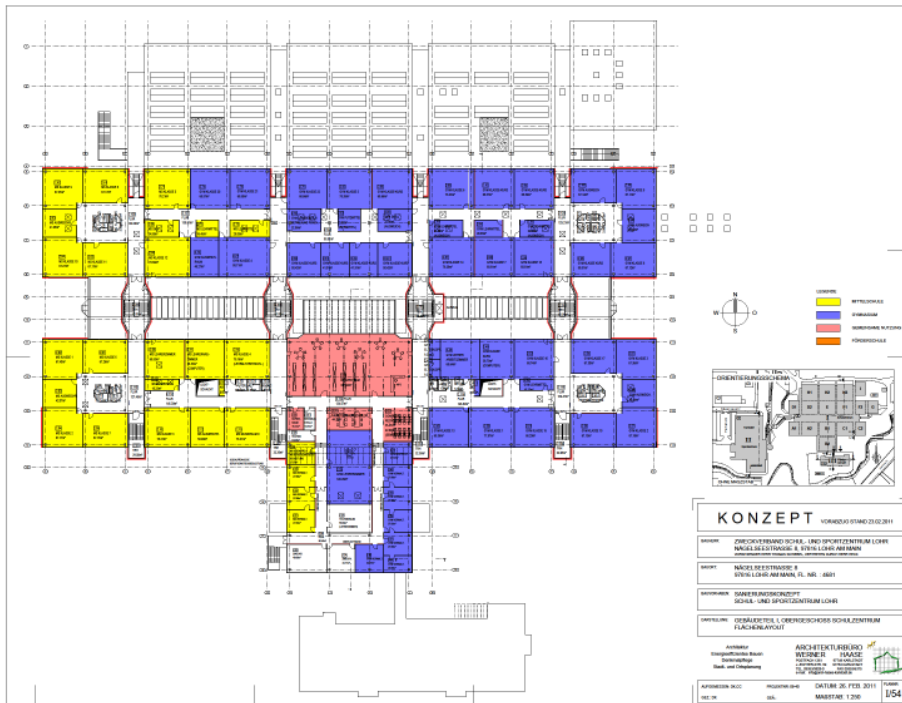


Abb. 43: Flächenlayout Obergeschoss
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

3.2 Fassade und Fenster

Im Fassadenbereich der Klassenzimmer wurden vorwiegend Schiebefenster eingebaut, die damals ein Novum darstellten. Sie haben sich jedoch nicht bewährt. Sie haben Funktionsmängel, sind undicht und verbraucht; des Weiteren verfügen sie über einen sehr schlechten U-Wert von ca. 3,0-4,2 WKm², da die Aluminiumrahmen nicht thermisch getrennt sind. Weiterhin sind die Fenster-Sockel-Bereiche in den Lichtbändern etwa zur Hälfte als Paneele ausgebildet, wobei die schon mangelhafte Wärmedämmung sich im Laufe der Zeit verschlechtert hat. Die andere Hälfte der Fensterbrüstung besteht aus ca. 10 cm starken Sichtbetonplatten mit Mineralfaserüberdämmung (4 cm, damaliger Dämmwert etwa die Hälfte von heutigen Mineralfaserdämmungen) und Corten-Stahl-Verkleidungen, U-Wert ca. 2,0 WKm².

Verschattungseinrichtungen gibt es auf den Süd-, Ost-, und Westseiten als außenliegende Jalousien mit Automationsbetrieb, seilgeführt. Die Jalousien sind verbraucht und z. T. nicht funktionsfähig. Die damalige Bauart war zu empfindlich und hat zu enormen Reparaturnachfolgekosten geführt. Hier muss in Zukunft ein schienengeführtes, sturmfestes System verwendet werden.



Abb. 44: Außenansicht



Abb. 45: Außenansicht

Die Empfehlung lautet neue Holz-Alu-Fenster mit 3-fach Verglasung so einzubauen, dass pro Klassenzimmer die gesamte Fensterfront feststehend verglast wird und lediglich 2 Fensterflügel mit einer Breite von ca. 0,60 m als Drehflügel innerhalb dieses Elementes ausgebildet werden, um hiermit eine natürliche Lüftung zeitweise zu ermöglichen. Die Reinigung der Fenster erfolgt von außen. Diese Lösung ist dauerhaft unproblematischer und in der Anschaffung bedeutend preisgünstiger, als eine Vielzahl von Drehkippenfenster, die auf Grund ihres Gewichtes schadensanfällig wären. Die kleinen Drehflügel stehen wenig in den Raum hinein und eignen sich zum Lüften besser, als die Kippstellung.

Als Variante war untersucht worden, Holz-Alu-Fenster, 2+1 Glasscheiben mit Installationszwischenraum für Lichtlenklamellen zu verwenden. Die Abwägung der beiden Systeme hat jedoch ergeben, dass der U-Wert der 2+1 Fenster ca. 1,0 WKm² beträgt, während das festverglaste Fensterelement mit Lüftungsflügeln ca. 0,7 WKm² aufweist. Im Kostenvergleich ist die feststehende Variante mit außenliegendem Sonnenschutz ca. 200 - 250 €/m² günstiger. D. h. bei der Anzahl der Fenster werden ca. 0,7 Mio. Euro Investitionskosten gespart, der Heizenergiebedarf verringert sich um ca. 75.000 kWh/a und der sommerliche Wärmeeintrag wird gegenüber des integrierten Sonnenschutzes reduziert. Reparaturkosten sind niedriger zu erwarten. Es wurden noch

weitere Fenstersysteme verglichen; bei jeder Sanierungsaufgabe ist die Abwägung neu durchzuführen, da z. B. die Festverglasung nicht überall durchführbar ist.

3.3 Brandschutz

Der Brandschutz war zur Erbauungszeit den damaligen Vorschriften entsprechend ausgeführt worden. Im Laufe der Nutzungszeit wurden jedoch wichtige Fluchtwege durch Umnutzungen verschlossen und die Anzahl der Notausgänge reduziert. Nach Erkennen dieser Tatsache wurden bei einem Ortstermin zwischen Feuerwehr, Bauherrenvertreter und Architekt Sofortmaßnahmen eingeleitet, die die alten Fluchtwege wieder aktiviert haben; es wurden zum Teil Brandschutzklappen repariert bzw. erneuert und Fluchtwege gesichert.

Ein Brandschutzkonzept wurde erarbeitet und befindet sich in Abstimmung, da dieses Brandschutzkonzept im Vorfeld der weiteren Planung sehr wichtig ist, um z. B. Brandabschnitte innerhalb der haustechnischen Planung zu berücksichtigen und diese möglichst mit Bauabschnitten abzustimmen, so dass auch während der Bauzeit eine hohe vorbeugende Brandsicherheit gewährleistet werden kann. Ein wichtiger Punkt ist hierbei der Nachweis der Brandsicherheit der einzelnen tragenden Bauteile. Dies wird derzeit vom Statiker untersucht. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist, ob die Stahlbetonplattendecken in Zukunft zumindest teilweise freigelegt werden können, um sie als Speichermasse zur Abpufferung von Temperaturspitzen nutzen zu können.

3.4 Thermografie

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sehr hohe Wärmeverluste im Bereich der Fensterelemente festzustellen sind, aber auch die Sockelbereiche, die als Sichtbeton einen so hohen Wärmedurchgang haben, dass im direkten Anschluss daran auch das Erdreich intensiv bewärmt ist. Die Thermografieaufnahmen verdeutlichen die Schwachstellen, die in Zukunft durch die Passivhausbauweise beseitigt werden. Bisher gibt es sehr hohe Oberflächentemperaturunterschiede zw. einzelnen Bauteilen. In Zukunft werden sich die Oberflächentemperaturen im sehr engen Bereich gleichen.

Durchführung der Messungen:

Dienstag, 02.03.2011 , ab 4.30 Uhr

Lufttemperatur ca. -3 °C, schwacher Wind

weitgehend klarer Himmel

ca. 10 °C Lufttemperatur Vortag - 10 Sonnenstunden am Vortag

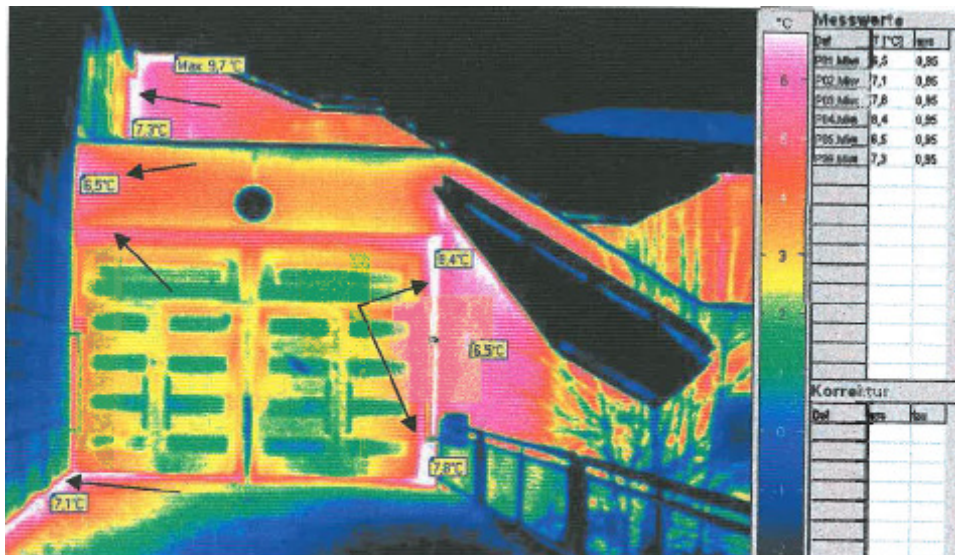


Abb. 46: Westeingang am Bauteil D1 (links), hohe Wärmeverluste an den Betonbauteilen und Wärmebrücken an vielen Anschlüssen (Pfeile)
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

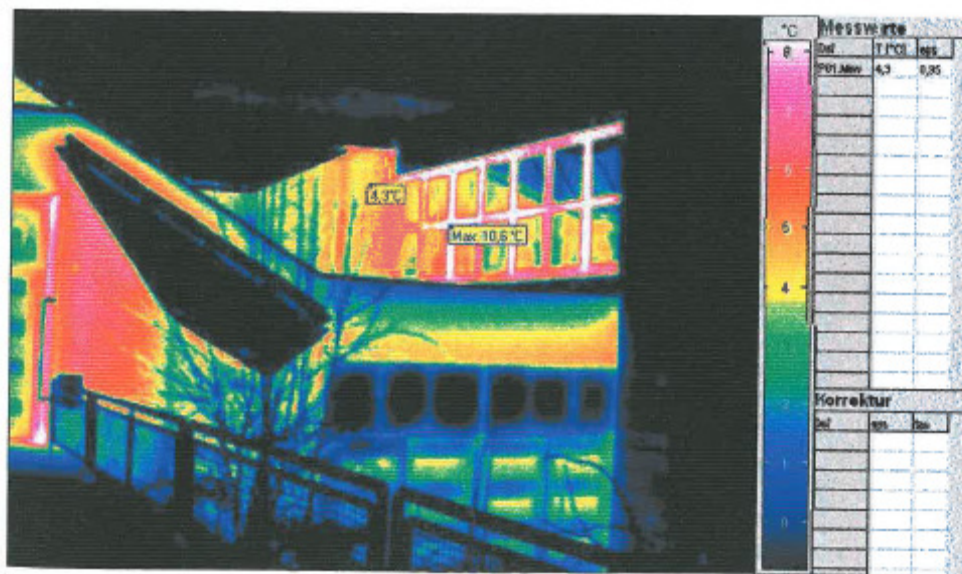


Abb. 47: Blick vom Eingang West auf die Nordfassade von A2, sehr hohe Temperaturen der Rahmen der Verglasung
 [Quelle 4: Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

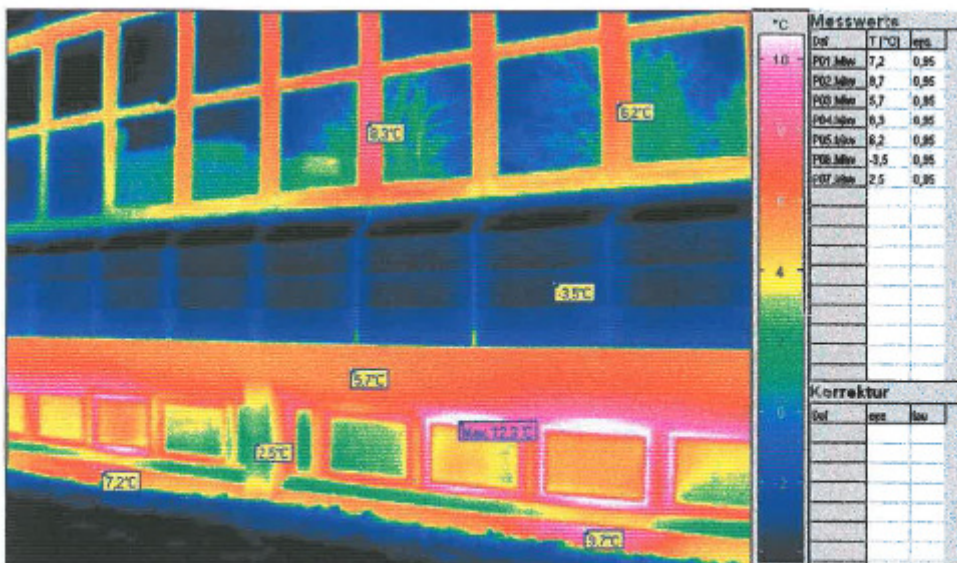


Abb. 48: D1.Nordfassade UG und EG, sehr hohe Werte an einigen Fenstern im UG (wahrscheinlich undicht), aber auch an den Betonteilen (zum Teil durch die etwas geschützte, zurückspringende Lage unter dem EG) und an den Rahmen der Fenster im EG.
 [Quelle 4: Protherm Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

Einen wichtigen Hinweis ergibt die Aufnahme des Fortluftschachtes, s. Bild Nr. 49. Hier gibt es Maximaltemperaturen von 20°C bei einer Außentemperatur von -3,1°C. Zu beachten ist hierbei, dass die bisherige Lüftungsanlage eine Kapazität von mehr als 100.000 m³/h hat; eine effiziente Wärmerückgewinnung ist hier nicht gegeben.

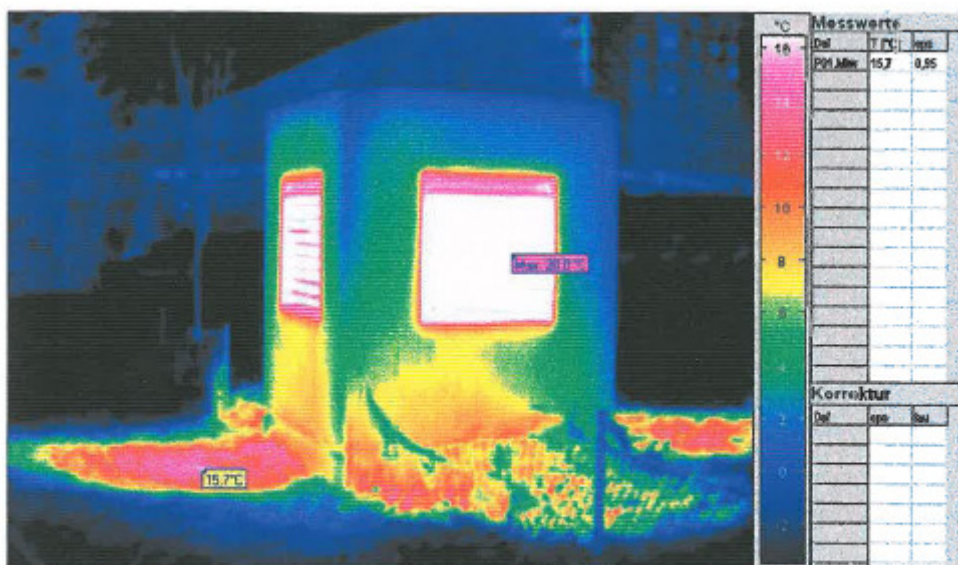


Abb. 49: Auslaß der Fortluft der Lüftungsanlage des Schulzentrums
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

Bauteil	Detail	T _{mittel}	T _{max}	dT	Anmerkung
A2	Sockel	2,4		5,9	Restwärme ?
B2	Pfosten	7,8		11,3	vor Heizkörper
B2	Brüstung	-0,3	1,9	3,2	T _{max} vor Heizkörper
B2	Rahmen OG	2,4	4,5	5,9	T _{max} vor Heizkörper
B2	Rahmen EG	4,5	7,4	8,0	
A2	Rahmen OG	6,5		10,0	
D1	Betonwand UG	6,0		9,5	
Eingänge	Betonflächen	5,0		8,5	Restwärme ?
D1	Rahmen		10,0		
H1	Rahmen EG	4,0	10,0	7,5	T _{max} vor Heizkörper
I	Rahmen EG		14,0		T _{max} vor Heizkörper
F2	Betonwand UG	7,0	13,9	10,5	Restwärme ?
Sondersch.	Rahmen	1,0		4,5	

Tabelle 1 Auswertung der mittleren äußeren Oberflächentemperaturen verschiedener Bauteile des Schulzentrums (bzw. Spitzentemperaturen an Wärmebrücken) sowie die mittlere Temperaturdifferenz dieser Flächen zur Lufttemperatur

Abb. 50: Auswertung der mittleren äußeren Oberflächentemperaturen verschiedener Bauteile des Schulzentrums (bzw. Spitzentemperaturen an Wärmebrücken) sowie die mittlere Temperaturdifferenz dieser Flächen zur Lufttemperatur
[Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

Es wurden weiterhin Innenaufnahmen vorgenommen. Diese Temperaturmesswerte an den inneren Oberflächen sind weniger durch Umwelteinflüsse gestört. Bei Außenaufnahmen fallen erhöhte Wärmeflüsse an geometrischen Wärmebrücken wie Wandwinkeln oder Kofferecken nicht auf, weil sich der Wärmefluss nach außen hin auf große Oberflächen verteilt und daher dort kaum eine Erwärmung bewirkt.

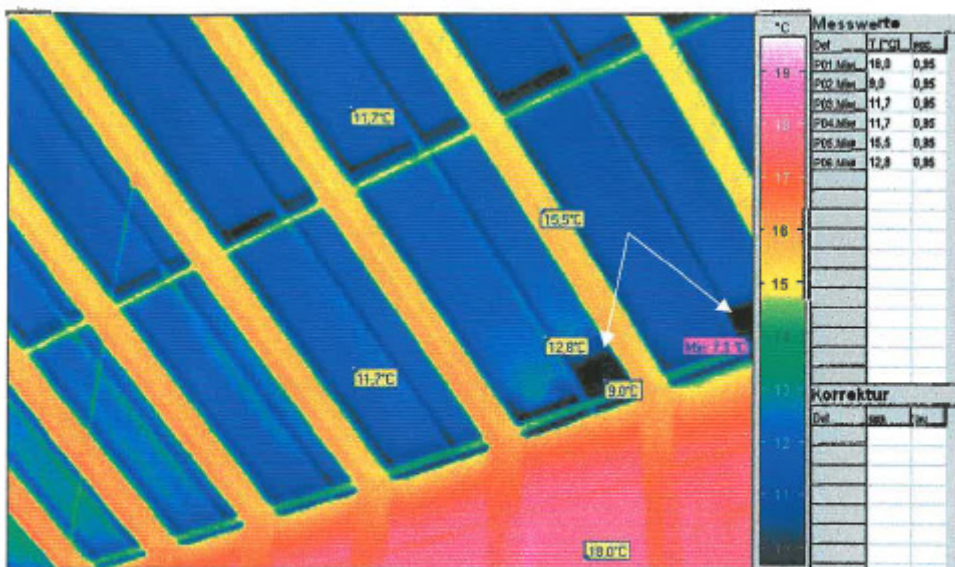


Abb. 51: Bibliothek, Westlicher Bereich, hier führen Schäden am Glas stellenweise zu hohen Wärmeverlusten
[Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

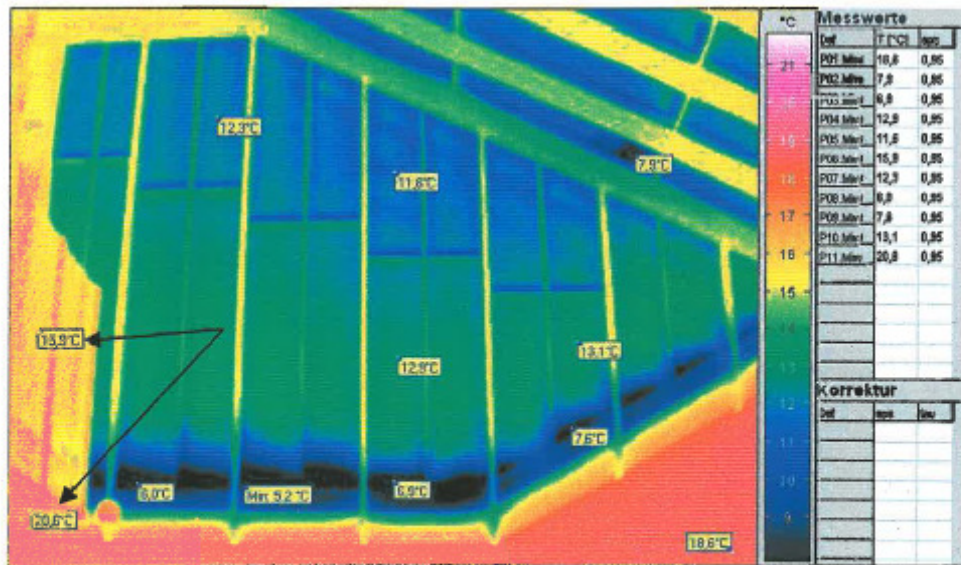


Abb. 52: Bibliothek, westliche Verglasung, extrem niedrige Temperaturen am unteren Rand. Der Strahlungsaustausch mit den kalten Glasflächen führt dazu, dass Oberflächen im Raum, die in Richtung des Glases orientiert sind, Temperaturen deutlich unter der Lufttemperatur aufweisen.
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

In unten aufgeführter Tabelle wurden beispielhaft an einigen Flächen die Wärmeverlustdarstellungen von innen gezeigt. Hier zeigt sich, dass die Minimaltemperaturen der Rahmenprofile besonders in Winkeln oder an Bodenkehlen stellenweise näher an der Temperatur der Außenluft, als an der Innenraumluft lagen. Die Wärmebrückeneffekte haben so niedrige Werte, dass mit Kondensation und Raumluftfeuchte in der Heizperiode zu rechnen ist.

Gebäude	Bauteil	Detail	T_{mittel}	T_{min}	T_{luft}	dT
Treppenhaus	Dachfenster	Glas	15		19,4	4,4
Treppenhaus	Dachfenster	Rahmen	14,5	8,1	19,4	4,9
Treppenhaus	mot. Dachfenster	Glas	14		18,5	4,5
Treppenhaus	mot. Dachfenster	Rahmen	9,5	8,5	18,5	9,0
F1	Fenster	Glas	15		19,5	4,5
F1	Fenster	Rahmen	11,5	7,8	19,5	8,0
Übergang F/I	Fenster	Glas	13,2		17,5	4,3
Übergang F/I	Fenster	Rahmen	10,4	7,2	17,5	7,1
Eingangsbereich	Dachfenster	Glas	16,4		21,8	5,4
Eingangsbereich	Dachfenster	Rahmen	15,5	12,5	21,8	6,3
Bibliothek	Dachfenster	Glas	12	6	18	6,0

Abb .53: Messwerte bei den Untersuchungen der Verglasung von innen, dabei bedeuten

- T_{mittel} : ungefähre Durchschnittstemperatur des Bauteils in der Fläche
- T_{min} : minimale Temperatur (z. B. an einer Wärmebrücke)
- T_{luft} : Lufttemperatur im Raum
- dT: Temperaturdifferenz zur Raumluft

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

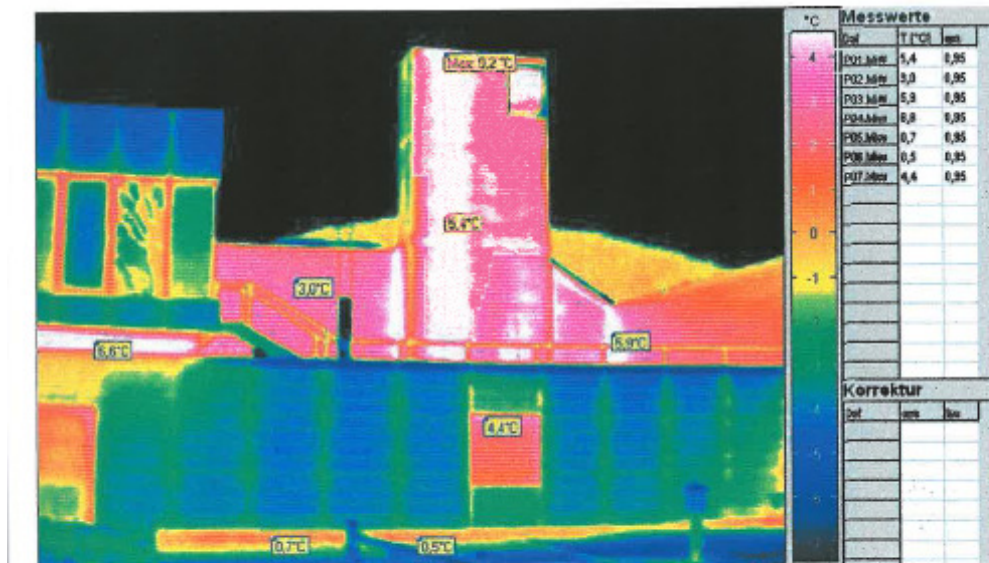


Abb. 54: Übersicht über das Sportzentrum von Westen, hohe Temperaturen am Gebäude der Anlagentechnik, zur Unterseite des auskragenden Zugangs zur Tribüne (links), dem Sockel und einem Fenster.
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

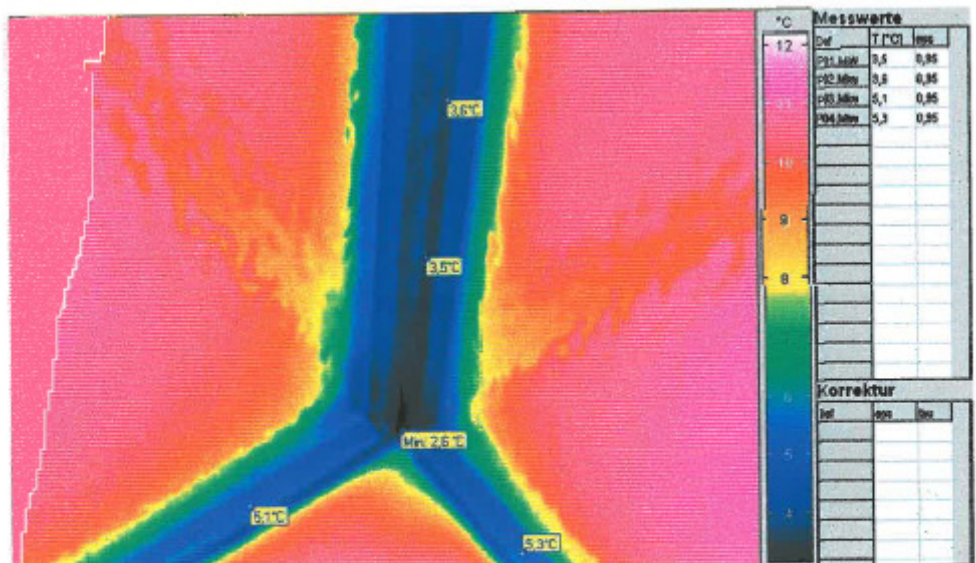


Abb. 55: Detailaufnahme der unteren Kofferecke der Eckverglasung - die Wärmebrücke in der Ecke führt zu Temperaturen, die nur etwa 6K über der Außentemperatur, aber 17K unter der Raumtemperatur liegen.
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

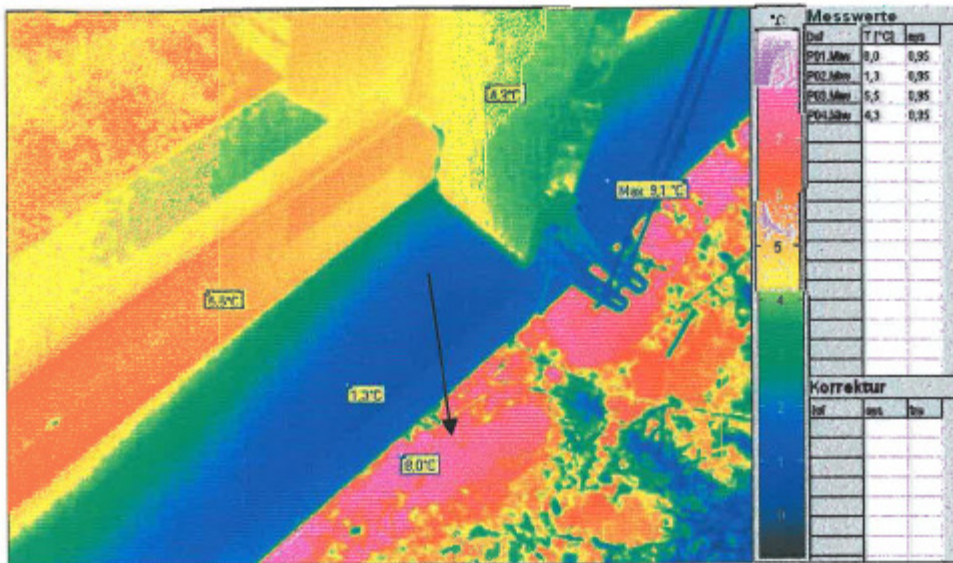


Abb. 56: Geländeanschluss des Hallenbades auf der Südseite, hohe Wärmeverluste an das Erdreich, die (belüftete) Blechabdeckung verdeckt die Temperatur der Mauer, auch hohe Temperaturen am unteren horizontalen Rahmenprofil der Verglasung, das innen besonders warm ist (nahe an Konvektoren).
 [Quelle 4: Protherm, Dr. Arnim Schwab - Bericht zur Untersuchung des Schulzentrums Nägelsee mit Infrarot-Thermografie]

3.5 Sanitär

Die Zustandsprüfung der Sanitärinstallation hat folgendes Ergebnis:

Die WC-Anlagen in der gesamten Schule sind im Verhältnis zur Anzahl der Schüler überproportioniert. Es wird hierbei vorgesehen, in Zukunft Toilettenanlagen zu reduzieren und dafür 2 behindertengerechte Toiletten einzubauen. Bisher besitzen alle Klassenzimmer Waschbecken mit Kalt- und Warmwasseranschluss. Diese erfüllen derzeit nicht die hygienischen Ansprüche und berücksichtigen das Legionellenproblem nicht. Da in Zukunft Kreidetafeln entfallen werden, wird vorgeschlagen, sämtliche Waschbecken in den Klassenzimmern ersatzlos zu streichen; es gibt jedoch Waschbecken in den Lehrerzimmern und in den WC's. Dadurch können bedeutende Kosten für Ersatz von Abwasserleitungen sowie Kaltwasseranschlüsse für alle Waschbecken eingespart werden.

3.6 Lüftungsanlagen

Da es in der vorhandenen Schule viele innenliegende Räume gibt, wird ein Großteil der Schule derzeit mechanisch be- und entlüftet. Diese Lüftungsanlagen haben sehr hohe Luftwechselraten und nur teilweise eine geringe Wärmerückgewinnung. Die Kostenverfolgung zeigt, dass in der Vergangenheit alleine Wartung- und Reparaturkosten mehr als 1 Mio. Euro gekostet haben.

Der Lüftungsstrombedarf konnte nicht abgelesen werden, da es keine gesonderte Zählvorrichtung gibt. Auf Grund von Gerätedaten und erfragten Laufzeiten beträgt der Stromverbrauch jedoch für den Schulbereich ca. 120.000 - 150.000 kWh/a. Dies entspricht ca. 6 - 9 kWh/m²/a.

In Zukunft wird die gesamte Schule nach Passivhauskriterien mit mehreren dezentralen Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Rückgewinnung be- und entlüftet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Rohrquerschnitte so gewählt werden, dass ein geringer Lüftungsstromaufwand entsteht und möglichst Lüftungsgeräusche vermieden werden. In Zukunft werden alle Räume be- und entlüftet.

3.7 Heizung

Derzeit wird der gesamte Schul- und Sportkomplex mit Erdgas beheizt. Dies geschieht mit 3 Erdgaskesseln mit jeweils bis zu 3.000 kW Leistung. Diese max. 9.000 kW Leistung sind überdimensioniert; es entstehen sehr hohe Wärmeverluste im Bereich Erzeugung und Verteilung. Des Weiteren wird die Kesselanlage wegen des Schwimmbades ganzjährig betrieben, so dass gerade in den Zeiten mit geringem Heizungsbedarf die Verlustrate im Verhältnis sehr hoch ist.

Hinzu kommt, dass die Heizzentrale im UG der Turnhalle mit Vorlauftemperaturen bis zu 90°C arbeitet. Von dort aus gibt es einen technischen Verbindungsgang, in dem Heizungshauptleitungen zu den beiden Technikräumen des Schulbereiches führen. In diesen Technikräumen wird die Heizwärme über Verteilsysteme in die Heizungsvorläufe und in die Anschlüsse der Lüftungsanlagen geführt. Die Umwälzpumpen für das Gesamtsystem stehen in der Zentrale mit Stromanschlusswerten von 2x18 kW.

Bei der Inbetriebnahme der Heizungsanlage im Herbst kommt es öfters zu Rohrbrissen. Die hohe Pumpleistung baut einen hohen Leitungsdruck auf, da zu dieser Zeit noch viele Einzelventile geschlossen sind und die „Heizwasserabnahme“ nicht hoch genug ist. Außerdem gibt es hohe Leitungsverluste durch ungenügende Dämmung. So wurde z. B. im März 2011 ein Bodenschacht geöffnet. Hierbei zeigte sich, dass zwischen der Kellerbodenplatte und dem Erdreich darunter ein relativ großer Zwischenraum besteht. Es wurde eine Rammsonde eingebracht. Dadurch konnte in ca. 50cm Tiefe unter der Erdreichoberkante eine Temperatur von 23,9°C festgestellt werden. Dies zeigt, dass große Mengen Heizenergie durch ungenügende Dämmungen und Leitungsführungen außerhalb der Dämmebenen verloren gehen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Verbräuche ermittelt und mittels Vergleichsberechnungen den einzelnen Verbrauchern zugeordnet.

Aufteilung des Gasverbrauchs im Bestand - Gesamtanlage

**Aufteilung des Gasverbrauchs im Bestand
(Zahlen von 2009)**

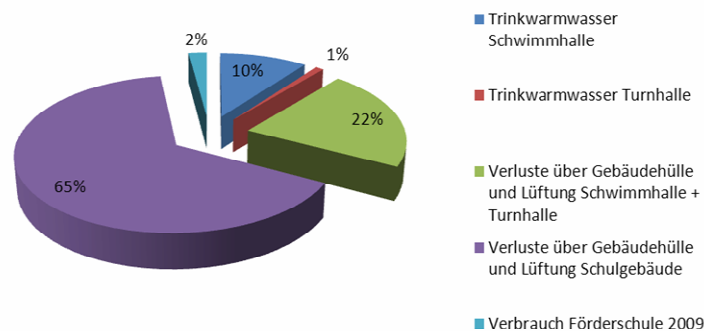


Abb. 57: Aufteilung des Gasverbrauchs im Bestand
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Aufteilung des Stromverbrauchs im Bestand - Gesamtanlage

**Aufteilung des Stromverbrauchs im Bestand
(Zahlen von 2009)**

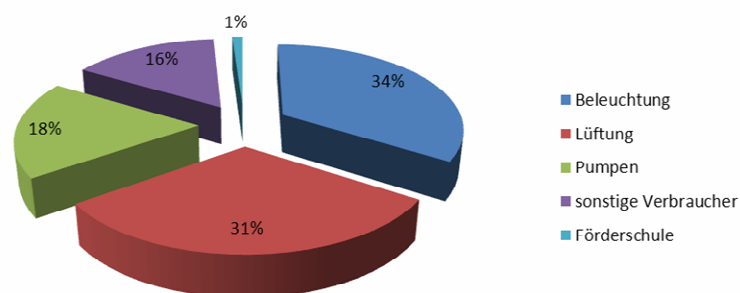


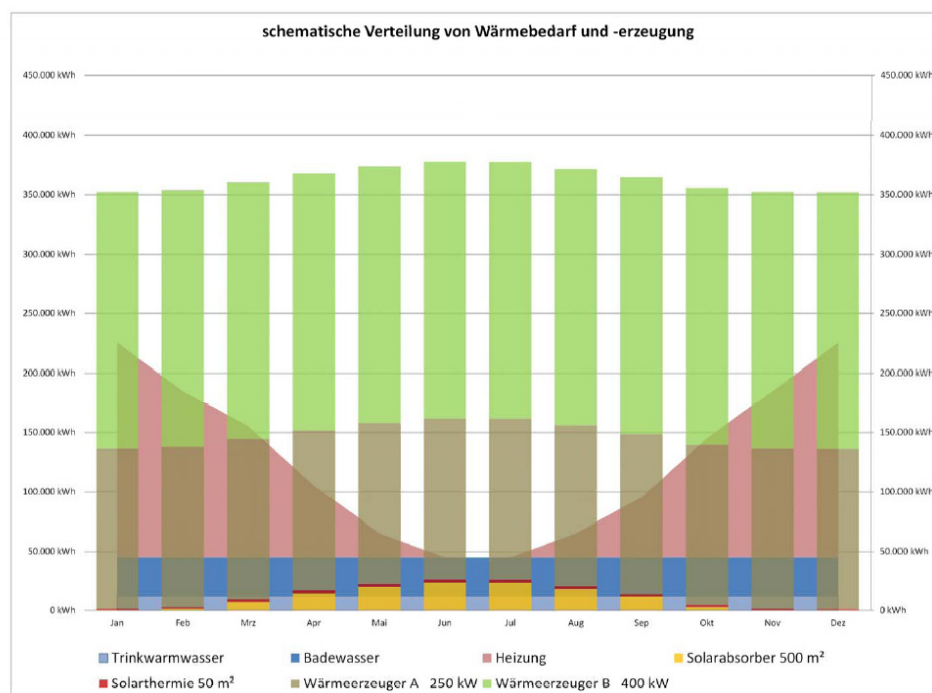
Abb. 58: Aufteilung des Stromverbrauchs im Bestand
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Das jährliche Verbrauchsmittel liegt bei ca. 5.000.000 kWh Gas, zusätzlich werden ca. 1.000.000 kWh Strom verbraucht. Diese Verbrauchswerte entsprechen ca. 300 Einfamilienhäusern, Standard 1985.

Es ist das Ziel, eine integrale, abgestimmte Planung so zu gestalten, dass die gesamte Beheizung weitgehend regenerativ erfolgt, wobei eine gewisse Strommenge durch Photovoltaik kompensiert werden sollte. Des Weiteren müssen die Strom- und Heizwärmeverbräuche in Verbindung zueinander betrachtet werden. Hier sind Synergien, wie z. B. KWK oder BHKW, einzubinden.

Eine schematische Verteilung von Wärmebedarf und -erzeugung zeigt die Wärmebedarfsmengen bezogen auf Monatswerte und zeigt die Wärmebereitstellungsmöglichkeiten durch Solarthermie in Verbindung mit Solarabsorbern sowie einem Wärmeerzeuger A; dies kann z. B. eine Kombination aus BHKW und Wärmepumpenanlage sein. Ein Wärmeerzeuger B mit z. B. 400 kW deckt Spitzenbedarfswerte ab bzw. sichert eine Redundanz. Hier wurden lediglich die Monatsbedarfswerte abgebildet; die Bedarfsspitzenwerte sind durch genauere Berechnungen zu ermitteln. In der Bedarfsebene ist der Trinkwarmwasser, Badewasser und Heizungsbedarf monatsweise abgebildet. Auch hier müssen Tagesspitzenwerte ermittelt werden, die durch Spitzenlastkessel oder Speichertechnik in Form des Gebäudes, aber auch als großvolumiger Schichtenspeicher abgemindert werden können.

Die Grafik zeigt, dass auch der Schwimmbadbetrieb mehrere Monate des Jahres weitgehend solar betrieben werden kann. Die Ermittlung der Stromlast über den Tagesverlauf zeigt die unterschiedlichen Strombedarfsmengen. Je nach dem, wie hoch der Anteil des Eigenstromes durch BHKW ist, kann ein Großteil des Wärmebedarfes durch Abwärme der BHKW-Anlage gedeckt werden. Jedoch ist hier die Zeitverschiebung im Tageslauf zw. hohem Wärmebedarf und hohem Strombedarf durch einen Pufferspeicher auszugleichen. Die BHKW-Anlage sollte möglichst mit Biogas betrieben werden.



Architekturbüro Werner Haase Julius-Echter-Straße 59 97753 Karlstadt



Abb.59: Schematische Verteilung von Wärmebedarf und -erzeugung für Schule und Sportanlage insgesamt

[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

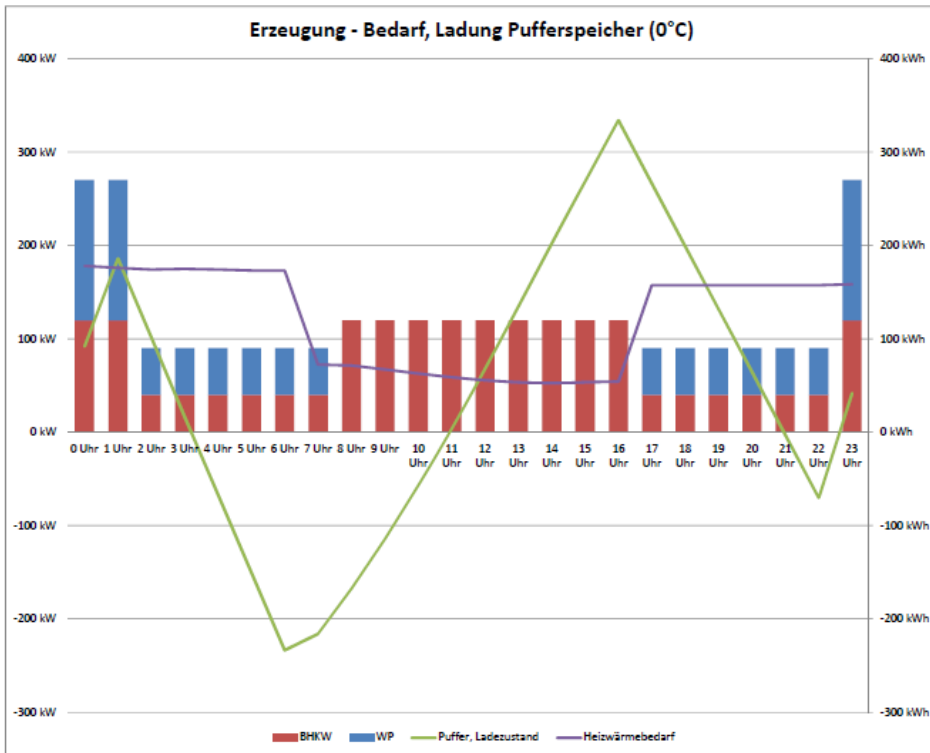


Abb. 60: Lastprofil Schulgebäude bei 0°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

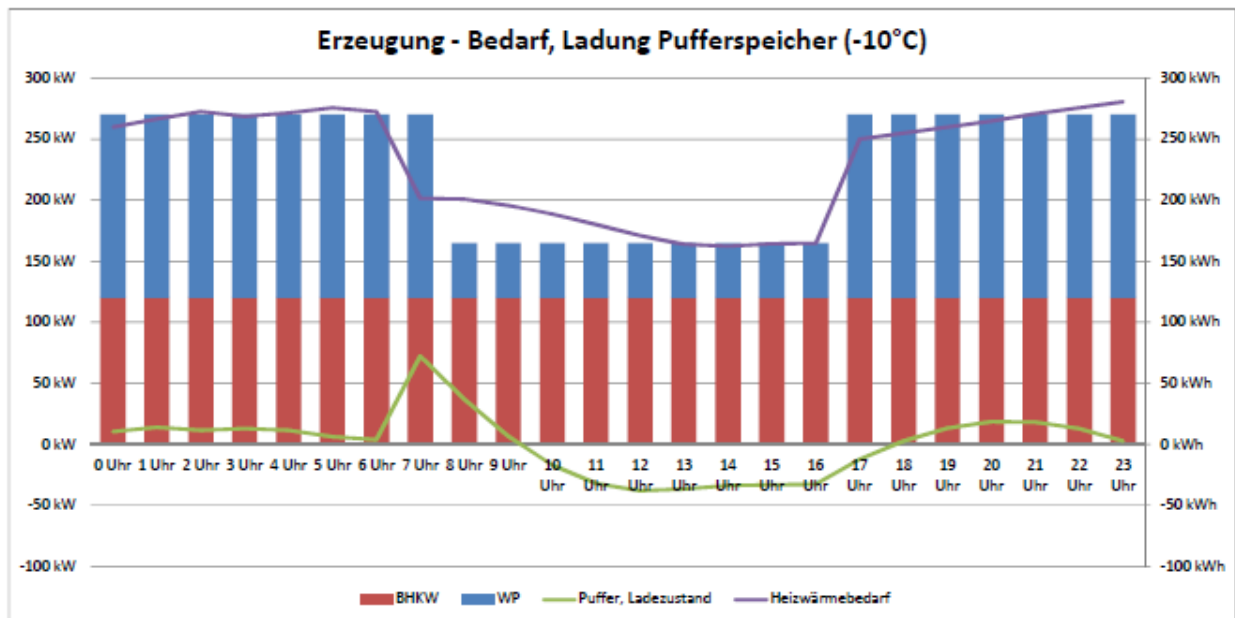


Abb. 61: Lastprofil Schulgebäude bei -10°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

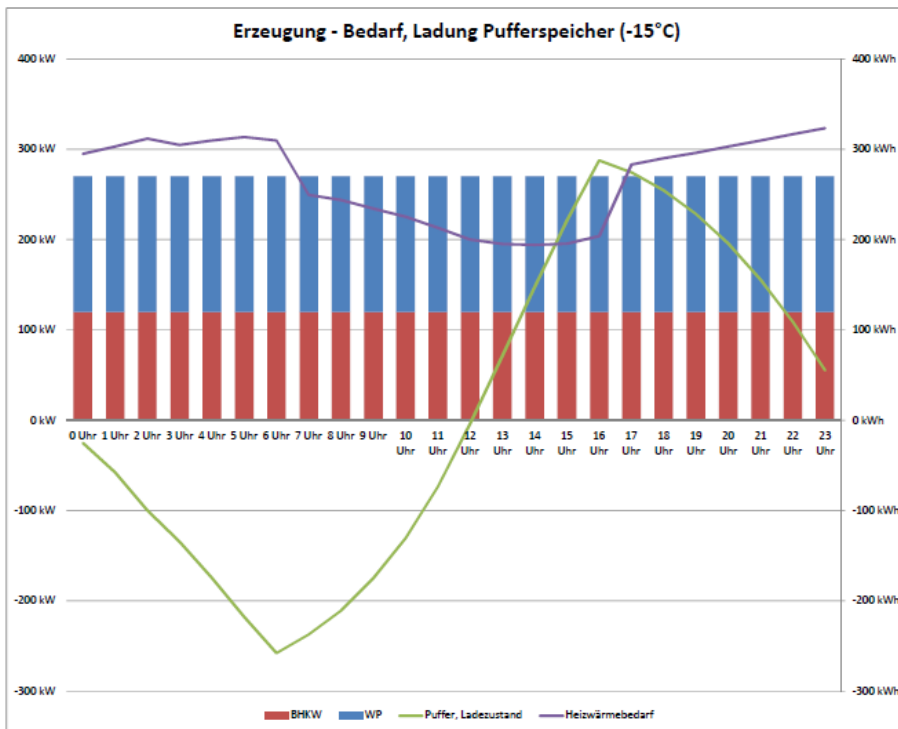


Abb. 62: Lastprofil Schulgebäude bei -15°C Außentemperatur unter Verwendung von BHKW zur Eigenstromerzeugung mit Abwärmenutzung, unter Einbindung eines Pufferspeichers mit ca. 40m³ Inhalt, geschichtet.

[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

Die o. g. Lastprofile zeigen schematisch, dass bei 270 kW Heizlast bei Nutzung von BHKW im Tandembetrieb mit WP unter Einschaltung eines Puffers die WP lediglich 150 kW leisten muss. Außerdem erhält die WP ihren Strom aus dem BHKW mit dem Vorteil, dass diese Kombination hauptsächlich dann stattfindet, wenn die Schule für den Unterricht und Betrieb selbst wenig Strom benötigt.

Für den Sportbereich ist im Prinzip ein ähnliches Profil anzuwenden, jedoch ist hier noch die Solarnutzung mit einzubeziehen. Beide Bereiche nutzen gegenseitig Überschusswärme bzw. den Pelletkessel als Spitzenkessel oder Redundanz.

Als Spitzenkessel sollte eine Pelletkessel-Anlage verwendet werden, da im Technikraumbereich genügend Platz für eine Pelletlagerung vorhanden ist. Die Pelletverwendung hat den Vorteil, dass die Lagerung innerhalb des Gebäudes stattfinden kann und kein gesonderter Lagerraum geschaffen werden muss. Pellets gelten als Abfall von Sägewerken bei der Produktion von Nutzholz. Sie sind daher etwas „ökologischer“ als Hackschnitzel, die zum Teil aus Holz hergestellt werden, das auch zu Nutzholz verarbeitet werden könnte. Auf Grund des Feuchtegehaltes von Hackschnitzeln wäre eine Hackschnitzellagerung innerhalb des Gebäudes problematisch bzw. würde zusätzliche besondere Maßnahmen erfordern.

Zur Bemessung der einzelnen Komponenten BHKW, Solarabsorber, Wärmepumpe, Spitzenkessel in Verbindung mit einem hocheffizienten Schichtenspeicher zur Abgleichung des Tagesverbrauches an Wärme und Strom sind spezielle Simulationsberechnungen bezogen auf die Tageslastgänge und die unterschiedlichen Jahreszeiten durchzuführen. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die einzelnen

Komponenten in ihrer Größe so aufeinander abgestimmt sind, dass sie eine wirtschaftliche Mindestgröße haben und nicht in Konkurrenz zueinander, sondern einander ergänzend gesteuert arbeiten können.

Da die übliche Heiztechnik diese Vernetzungen bisher nicht oder seltenst angewandt hat, ist hier in Zukunft ein bedeutender Handlungsbedarf. Die Verknüpfungen der einzelnen Komponenten sollten an Hand von dynamischen Simulationen abgebildet und gemessen werden. Bei dieser Abwägung sollten sowohl die Investitionskosten als auch die Energieverbrauchs- und Betriebskosten in den einzelnen Varianten vorausschauend berechnet werden. Das Ziel soll nicht eine kurzfristige Amortisation sein, sondern ein Gesamtergebnis aus verringerter CO₂-Emission, höhere Effizienz mit niedrigstem fossilen Primärenergieanteil sowie höchstem regenerativen Energieanteil. Im Idealfall sollte die Restmenge Strombedarf durch entsprechende PV-Flächen kompensiert werden. Hierdurch könnte u. a. ein Betriebskostenausgleich durch die Einspeisevergütung erfolgen (ohne Berücksichtigung der Investitionskosten).

In den einzelnen Schulräumen werden Heiz- und Kühldeckenelemente eingesetzt, die im Winter heizen und über die WP oder Erdsonden im Sommer kühlen können. Diese Heizflächen müssen über den Rücklauf temperaturbegrenzt arbeiten, um die WP integrieren zu können.

Im Schwimmbadbereich gibt es eine Niedertemperaturebene für Beckenwasser und Heizung. Dieser Bereich wird, zumindest im Sommer durch Schwimmbadflächenabsorber solar auf dem Flachdach unterstützt, des Weiteren durch Solarkollektoren für das Duschwasser. Der WW-Bereich sollte über Frischwasserstationen betrieben werden.

3.8 Umweltrelevante, baukonstruktive Effizienzmaßnahmen

Neben der Bestandsaufnahme erfolgt eine detaillierte Entwicklung von technischen Lösungsvorschlägen zur Weiterentwicklung des Bestands durch Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle, Ersatz von Fenstern, Entwicklung und Bemessung des Lüftungssystems einschließlich Wärmerückgewinnung, Optimierung der Akustik in Klassenräumen und Verkehrswegen.

- Die Fassade wird in Zukunft anstelle bisher 4cm „alte“ Dämmung mit einem schlechten U-Wert durch 20cm Dämmung mit einem U-Wert von 0,035 Wm²K ersetzt. Anstelle des rostenden Corten-Stahls empfiehlt es sich, die Fassade mit einem dauerhaft, nicht korrodierendes Material zu verblenden. Dies kann z. B. Edelstahl, Aluminium oder farbbeschichtetes Stahlblech sein. Die Lebensdauer sollte mindestens 50 Jahre + x betragen; dementsprechend sind auch die Unterkonstruktionen dauerhaft auszubilden.
- Die Fenster müssen thermisch getrennte Rahmen und bestmögliche Verglasung erhalten, U-Wert ca. 0,7 Wkm², da dadurch Wärmeverlust im Winter und zu hoher Wärmeeintrag im Sommer vermieden wird.
- Die Bodenplatte kann nicht nachgedämmt werden; es ist auch nicht zielführend alle Estriche auszubauen und mit stärkerer Wärmedämmung neu zu versehen, da die Anschlussbauteile sonst mit verändert werden müssten und zum Teil die Raumhöhe nicht mehr ausreicht. Es werden jedoch Frostschrüzen in das Erdreich zum Außenübergang eingebaut. Hierdurch wird der Wärmeabfluss aus dem Bodenplattenbereich nach außen gemindert und es entsteht ein so genannter Wärmesee unter der Bodenplatte. Durch entsprechende Frostschrüzen bzw. Nachdämmung der äußeren Streifenfundamente wird der seitliche Wärmeabfluss aus dem „beheizten Erdreich“ unter der Bodenplatte eingedämmt. D. h. die Erdtemperatur unter der Bodenplatte kann für die Berechnungen etwas höher, als die normale Bodentemperatur angenommen werden.
- Das Dach sollte möglichst mit rollnahtgeschweißtem Edelstahldach dauerhaft abgedichtet werden; die bisherige Dachlösung hat gezeigt, dass sie sowohl ca. 1 Mio. Euro Reparaturkosten verursachte und trotzdem die Lebensdauer überschritten ist. Das zukünftige Dach sollte daher bestmöglich gedämmt werden, so dass in Zukunft keine Nachdämmung mehr notwendig ist. Des Weiteren sollten Kontrolleinrichtungen mit eingebaut werden, die bei einer evtl. Undichte diese durch den Einsatz von Heliumgashinterspülung diese auffindbar machen. Dadurch, dass das Edelstahlblech lose auf dem Dämmmaterial aufliegt, können bei einer Entsorgung beide Materialien getrennt recycelt werden. Die Brandlast bleibt außerordentlich gering.
- Die derzeitigen Aluminiumfenster sind thermisch nicht getrennt und verursachen einen hohen Roh-Aluminiumverbrauch bei gleichzeitig schlechter Wärmedämmung. In Zukunft werden Holzfenster mit einer Aluminiumvorsatzschale als Wetterschutz eingesetzt. Dies hat zur Folge, dass die Holzfenster eine hohe Stabilität und Wärmedämmung haben und der Aluminiumverbrauch gegenüber einem Voll-Aluminiumfenster etwa 1/10 beträgt. Gleichzeitig braucht das Holz keine belastenden Außenanstriche. Ebenso werden später Erhaltungsanstriche überflüssig.

Schulzentrum

		Bestand	nach Sanierung
Bezeichnung Bauteil			
Bauteiltyp			
U-Wert		U-Wert	U-Wert
Außenwand:			
Fassade Aula	Außenwand	3,5	0,22
Dach:			
Bauteiltyp		U-Wert	U-Wert
Flachdach	Dach (als Systemgrenze)	0,56	0,13
Shed	Dach (als Systemgrenze)	0,78	0,13
Treppenhaus	Dach (als Systemgrenze)	0,71	0,13
Fenster in Konstruktion:			
Bauteiltyp		U-Wert	U-Wert
Fenster Aula	Fenster	4,30	0,70
Fenster Sheddach	Fenster	4,30	0,70

Abb. 63: U-Werte Bestand und nach der Sanierung -Schulzentrum
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

Sportzentrum

		Bestand	nach Sanierung
Bezeichnung Bauteil			
Bauteiltyp			
U-Wert		U-Wert	U-Wert
Außenwand:			
mit Cortenstahl-Verkleidung	Außenwand	0,97	0,21
Sichtbeton	Außenwand	3,53	0,21
Metalltür	Außenwand	3	1
Dach:			
Bauteiltyp		U-Wert	U-Wert
Flachdach	Dach (als Systemgrenze)	0,75	0,13
Fenster in Konstruktion:			
Bauteiltyp		U-Wert	U-Wert
Fenster in Sichtbetonfassade	Fenster	4,30	0,70
Fassade verglast	Fenster	4,30	0,85

Abb. 64: U-Werte Bestand und nach der Sanierung -Sportzentrum
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase - Karlstadt]

Projekt 09-40 - Schul- und Sportzentrum Lohr
Schulgebäude - Bauteilqualität vor der Sanierung

Bauteil	Baukonstruktion	Zustand
Fundamente	Beton Streifenfundamente bzw. Tragrost auf einer Pfahlgründung	
Bodenplatte	Betonplatte d= 23 cm, Fußbodenaufbau Fachklassen: Oberbelag Kunststoffboden, Zementestrich ca. 6 cm, Foamglas in Heissbitumen ca. 4 cm; teilweise Natursteinbelag in der Aula bzw. Teppichboden im Untergeschoß Zementestrich ohne Belag teilweise gestrichen, U-Wert ca. 1,02 W/m ² K	Noppenbelag in den Verkehrsflächen und Natursteinbelag in der Aula in gutem Zustand, alle anderen Beläge verbraucht
Tragkonstruktion	Stahlbeton-Skelettbauweise, Stützenraser 8,4 x 7,20 m bzw. 10,80 x 8,40 m, versetztes Ausbauraster 1,20 x 1,20 m. Betonauskragungen im Dachbereich der Aula als ungedämmte Stahlbetonbauteile zur Abhängung der Seitenbedachung.	
Außenwände Sichtbeton	Stahlbetonwände d= 25 cm, ungedämmt, U-Wert ca. 3,53 W/m ² K	Sichtbeton in gutem Zustand, allerdings Wärmebrücke
Außenwände mit Verkleidung	Stahlbetonwände d=15 cm, 4 cm KMF, Corten-Stahl-Verkleidung, U-Wert ca. 0,97 W/m ² K	Rostfrass in der Corten-Stahl-Verkleidung, die KMF zeigt zum Teil Auflösungstendenzen
Wände gegen Erdreich	Stahlbetonwände d= 30 cm, ungedämmt, U-Wert ca. 0,96 W/m ² K	
Innenwände	Stahlbetonwände d= 15 cm, bzw. Metallleichtbauwände d= 6 cm, im Kellergeschoß größtenteils Mauerwerkswände aus Vollziegel d= 11,5 und 24 cm	Die Leichtbauwände sind verbraucht und entsprechen nicht mehr den akustischen und brandschutztechnischen Anforderungen
Fenster	ungedämmte Aluminium Pfosten-Riegel Konstruktion mit 2 Scheiben Isolierverglasung, Schiebefenster mit aussenliegendem Sonnenschutz. Im Brüstungsbereich Aluminiumpaneele d= 4 cm gedämmt, bzw. Betonplatte d=10 cm mit 4 cm KMF und Corten-Stahl-Verkleidung, U-Wert ca. 4,3 W/m ² K für die Fenster. Brüstungsbereich mit Paneelen, U-Wert ca. 2,0 W/m ² K Festverglasung im Aulabereich, U-Wert ca. 3,5 W/m ² K	Schiebefenster teilweise nicht mehr funktionsfähig ebenso Sonnenschutz. Teilweise starke Zugscheinungen im Bereich der Fassade.
Geschossdecken	Stahlbetonplattenbalkendecke (Druckplatte d= 11 cm) auf Tragrost aus Stahlbetonunterzügen aufgelegt, oberseitig Verbundestrich mit Teppichboden im Obergeschoß. Unterdecken Wilhelmi-Bandrasterdecke bzw. Metalllamellendecke mit Mineralfaserdämmung	Unterdecken verbraucht und teilweise beschädigt.
Dach	gefälleloses Flachdach. Bitumendachabdichtung mit ca. 6 cm Dämmung, bekiebt. Teilweise saniert als Foliendach mit zusätzlichen ca.10 cm Dämmung. U-Wert ca. 0,56 W/m ² K	Flachdach undicht, Dämmung bauzeitlich. Teilweise als Foliendachausführung saniert.
Shedoberlichter	Stahlbetonfertigteile d= 10 cm mit ca. 6cm Dämmung und Bitumendachabdichtung. Verglasung teilweise noch Drahtglasverglasung. Teilweise saniert als Foliendach. U-Wert ca. 5,32 W/m ² K	Verglasung teilweise unzulässig und verbraucht.
Glasdach	Isolierverglasung mit zwischenliegender Glasfaserdämmung. Untere Scheibe aus Drahtglas U-Wert ca. 4,5 bis 5,0 W/m ² K	Starke Braunfärbung der Glasfaserdämmung durch Algenbildung, Drahtglas als Überkopfverglasung nicht mehr zulässig. Hoher Wärmeeintrag bzw. Wärmeverlust.
Lichtkuppeln	Transluzente Kunststofflichtkuppeln 1x1 m. Im OG und EG ca. 231 Stück, U-Wert ca. 5,0 W/m ² K	Zum Großteil abgedunkelt, in den Fluren durch die Unterdecke teilweise verdeckt. Wärmebrücke
Technische Gebäudeausrüstung		
Elektro	Abgependelte Anbauleuchten mit Prismenwanne 1x 58 W bzw. 2x 58 W Leuchtstofflampen, Konventionelle Vorschaltgeräte, im Wesentlichen bauzeitlich, elektrischer Anschlußwert pro Leuchte von 71 Watt, spezifischer Anschlußwert von ca. 15W/m ² . Nicht abgeschottete Trassenführung in Fluchtwegbereichen;	
Lüftung	Bauzeitliche Lüftungsanlage für die innenliegenden Räume sowie die Aula. Lüftungsanlage ohne Rückgewinnung	mangelhafte Luftqualität, laut
Heizung	Anlage für Schul- und Sportzentrum. Heizzentrale mit 3 Gaskesseln mit Leistung von 1.150-3.000 kW x 3 beheizt. Hierbei wird mit 90 °C Vorlauf und 70 °C Rücklauf gearbeitet	hoher Energieverbrauch, desolate Rohrleitungen, häufig auftretende Rohrbrüche.
Sanitär	Bauzeitliche Einzelwaschtische mit Warm- und Kaltwasseranschluß in den Klassenräumen sowie bauzeitliche WC-Anlagen	Sanitäröbekte sind verbraucht. Allerdings teilweise erneuert.

Abb. 65: Bauteilqualität vor der Sanierung
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

4. Entwicklung eines Energiekonzeptes

Als Planungsvorgabe für das zukünftige Ingenieurbüro zur Entwicklung der Haustechnikplanung wurden folgende Gedanken, Stand Oktober 2010, zum Energiekonzept entwickelt:

1. Die Betriebszeiten und Zieltemperaturen der einzelnen Gebäude sind zu berücksichtigen.

4.1 Schwimmbadgebäude:

Die Benutzungszeit ist Werktags von 8.00-20.00 Uhr

Samstag: 10.00 - 19.00 Uhr

Sonntag: 10.00 - 19.00 Uhr

Die Lufttemperatur sollte ca. 30°C sein. Das Beckenwasser, sollte bei Warmbadetagen bis zu 32°C, ansonsten 26°C betragen. Hierbei ist zu beachten, dass in Zeiten, in denen das Becken als „Pufferspeicher“ dient, können die Zieltemperaturen um 1-2°K über- oder unterschritten werden. D. h. wenn im Sommer z. B. mit Solarbetrieb das Beckenwasser beheizt wird, kann es sinnvoll sein, am Nachmittag das Beckenwasser soweit zu überwärmen, dass damit die Nachtauskühlung aufgefangen werden kann. In der Regelung sollte das Beckenwasser bei Spitzenbedarf Wärme evtl. 1-2°K vorübergehend kühler sein können.

Es sollte energiesparsamste Wassertechnik verwendet werden; die Lüftungsanlage sollte während Nichtbenutzungszeiten soweit wie möglich zurückgefahren werden, da von Wärmebrückenfreiheit ausgegangen werden kann.

Aus energetischer Sicht sollte berechnet werden, wie hoch der Nutzen einer Beckenabdeckung während der Nichtbenutzung des Bades ist.

Das Hallenbad soll eine thermische Kollektorfläche von ca. 40-50m² zur WW-Bereitung nutzen. Parallel dazu soll ein Flächenabsorber (ca. 400-500 m², ev. Zusätzlich WP) als sog. Schwimmbadabsorber installiert werden, der vorrangig das Beckenwasser erwärmt. Es ist jedoch möglich, dass sowohl Kollektor, als auch Absorber durch eine WP dann entwärmt werden, wenn die Kollektorwärme nicht direkt genutzt werden kann. D. h. bei Stagnationstemperaturen der Kollektoren von weniger als 35°C können die Kollektoren bis auf knapp über 0°C entwärmt werden. Ob dies nun Mittels Eisspeicher oder direkt über die WP erfolgt, sollte über Jahreslastkurven ermittelt werden.

Das BHKW - Duo sollte in erster Linie Strom zur Eigenverwendung dann herstellen, wenn auch die Abwärme genutzt werden kann. D. h. die Abwärme wird hauptsächlich im Hochtemperaturbereich Schwimmbad, Duschen und Förderschule genutzt. Der Strom im gesamten Nägelseezentrum. Hierbei ist wieder über die Jahreslastlinie die Auslegung der BHKW's zu bestimmen. Die BHKW's sollten möglichst im Verhältnis 1/3 zu 2/3 bemessen werden. Dadurch kann die Leistung dem Bedarf besser angepasst werden. Stromspitzen sind aus dem Netz zu nehmen. Ebenso wenn die BHKW's wegen nicht benötigter Abwärme still stehen. Die BHKW's müssen keine höchsten Laufzeiten haben. Dadurch verlängern sich Wartungsintervalle und Lebensdauer. Die BHKW's sollten möglichst mit Biogas arbeiten und nach dem EEG behandelt werden.

4.2 Turnhalle:

Die Zieltemperatur in der Halle sind 16 °C Lufttemperatur. Zusätzlich ist WW zu beachten und höhere Temperaturen in den Duschräumen.

Die Benutzungszeit ist Werktags von 8.00-20.00 Uhr

Samstag: 10.00 - 19.00 Uhr

Sonntag: 10.00 - 19.00 Uhr

Die Turnhalle sollte eine Be- und Entlüftungsanlage mit hocheffizienter WRG erhalten. Die Vorstellung ist: ca. 1.000 m³/Hallenfeld. Die Lufteintragung geschieht über eine Zuluftleitung, die in die Geräteräume ausbläst. Die Tore der Geräteräume erhalten entsprechende Lüftungsdurchlässe und fungieren als Quelllüftung im Bodenbereich in die Halle. Die Abluft wird im Tribünenbereich punktuell in die Leitung innerhalb der Geräteräume abgesaugt. Hiermit wird ein geringer Leitungsaufwand erreicht. Die Geräteräume werden ausreichend durchlüftet, sodass es nicht zu Schimmelbildung auf Matten oder Leder kommt. Bei Bedarf können Deckenstrahlfelder oder aber u. U. Heizflächen in den Geräteräumen angeordnet werden.

4.3 Schulgebäude:

Die Schulgebäude haben eine Betriebszeit von ca. 7.30-16.00 Uhr. Die Verwaltung, die Volkshochschule haben teilweise längere Betriebszeiten. Als Mindesttemperatur sollten 19,5°C eingehalten werden. Eine Nachtabsenkung während des Schulbetriebes ist nicht vorgesehen. WW-Verwendung entfällt. Die Schule sollte im Niedertemperatursystem beheizt werden.

Es ist sicherlich ratsam, mehrere dezentrale Lüftungsgeräte so anzuordnen, dass dadurch die Bauabschnitte berücksichtigt werden können und durch geringere Leitungswiderstände der Lüftungsstrom der Lüftermotoren möglichst gering gehalten werden kann.

Wichtig ist, dass die Lüftungsgeräte früh morgens nachgeheizt werden können, da sie immer dann, wenn kein Schulbetrieb ist, ausgeschaltet sind. Es besteht dann die Gefahr, dass sie z. B. über Nacht auskühlen und früh morgens nicht genügend Abwärme aus den Schulräumen genutzt werden kann, um damit eine ausreichend hohe Zulufttemperatur zu erzielen.

Die frische Zuluft muss im Winter soweit vorgeheizt werden, dass die Lüftungswärmetauscher nicht einfrieren. Da dies an relativ wenig Stunden des Jahres notwendig ist, sollte vereinbart werden, dass bei diesen Extremtagen die Lüftungsanlage auf niedriger Stufe fährt, um damit die Wärmebeaufschlagung der Zuluft geringer halten zu können. Damit soll eine unnötige Spitzenlast vermieden werden. Des Weiteren ist zu prüfen, ob Vorwärmestrecke Luft evtl. durch den derzeitigen Technikverbindungsgang möglich ist oder ob die Frostfreihaltung der Zuluft über Erdsonden erreicht werden kann.

Die sommerliche Lüftung soll entweder über geöffnete Lüftungsflügel in den einzelnen Klassenräumen und höhere Abluftleistung der Lüftungsanlage in Verbindung mit freigelegten Stahlbetondecken erreicht werden. Wenn dies nicht möglich ist, muss über die Berechnung der sommerlichen Wärmelasten evtl. Deckenflächenheizung für Kühlleistung ausgelegt werden. Auch hier sind Extremspitzen zu vernachlässigen.

Als Wärmequelle zur Beheizung der Schule wird es sinnvoll sein, eine WP-Anlage im Ostflügel mit dazugehörigen Sonden und eine zweite WP-Anlage im Westflügel mit dort dazugehörigen Sonden zu installieren. Auch hierdurch können dann entsprechende Bauabschnitte bedient werden. Die Absorberflächen auf den Sportgebäuden sollten über entsprechende Verbindungsleitungen mit der WP verbunden sein und zur Temperaturerhöhung des WP-Vorlaufes dienen, wenn die Absorbtemperatur zur Direktnutzung nicht ausreicht.

Die Abwärme der Stromerzeugung ist zu integrieren und bei der Bemessung und Dimensionierung der WP-Leistung zu berücksichtigen.

Bei Pufferspeichern sollten Systeme verwendet werden, die gezielt einschichten bzw. aus den entsprechenden Wärmeebenen gezielt Wärme aus der günstigsten Temperaturebene entziehen können. Hierbei sollte die Verwendung von Schichtenspeichern z. B. der Firma Sailer oder anderen angedacht werden. Ebenso sind Hydrauliksysteme von Anbietern zu übernehmen, die hiermit über besondere Erfahrungen verfügen.

Für die Auslegung des gesamten Energiesystems müssen Lastprofile aufgestellt werden. Hierbei ist zu beachten, dass in einer passivhausähnlichen Schule lediglich ca. 1.300 - 1.700 Heizstunden im Jahr anfallen. In der Turnhalle sind die Heizstunden etwas geringer, dafür ist der Bereich Duschen und Umkleide gesondert zu betrachten. Das Schwimmbad wiederum hat die längste Heiznotwendigkeit, kann jedoch dazu am ehesten Solarenergie einbinden. Des Weiteren ist eine Hierarchie in der Wärmebereitstellung zu berücksichtigen, bei der vorrangig Solarenergie, rückgewonnene Energien, Abwärme aus Stromerzeugung und an letzter Stelle Kesselwärme genutzt wird.

Gleichzeitig sollte ein Lastprofil für den Strombedarf erstellt werden, um dadurch die Laufzeiten der BHKW's abzubilden. Die BHKW's sind im Prinzip als „intelligente Kessel mit Stromerzeugung“ zu betrachten. Es ist nicht notwendig 6.000 Betriebsstunden pro Jahr zu erreichen. Vielmehr ist es wichtig, dass die Wärme- und Stromerzeugung der BHKW's immer gleichzeitig im Gebäude verwendet werden kann. Da es hier zu unterschiedlichen Spitzenbedarfszeiten kommt, ist es notwendig über entsprechende Pufferspeichersysteme, wie oben beschrieben, Wärme so zu puffern, dass sie innerhalb des Tageslaufes zu anderer Zeit genutzt werden kann, da der Strom vorrangig direkt verbraucht werden muss.

4.4 Simulationen

Es wurden Grob-Simulationen über die Lastzeiten Strombedarf, Heizen, Kühlen, WW und Lüftungsbedarf erstellt. Hierbei ist das Speicherverhalten der sehr trägen, teilweise speichernden Gebäude zu beachten. Ebenso sind in der Simulation die Auswirkungen von Pufferspeichern zu betrachten. Hierbei sowohl WW-Speicher, als auch evtl. Latentspeicher. (Der Eisspeicher kann im Sommer evtl. zur Lufttrocknung miteingebunden werden.) In den folgenden Darstellungen werden die Tageslastgänge pro Gebäudeeinheit gezeigt. Diese mehreren Lastprofile sind dann in einem „zusammengefassten“ Lastprofil dargestellt, aus dem ein ungefähres Jahreslastgangprofil abgeleitet werden kann.

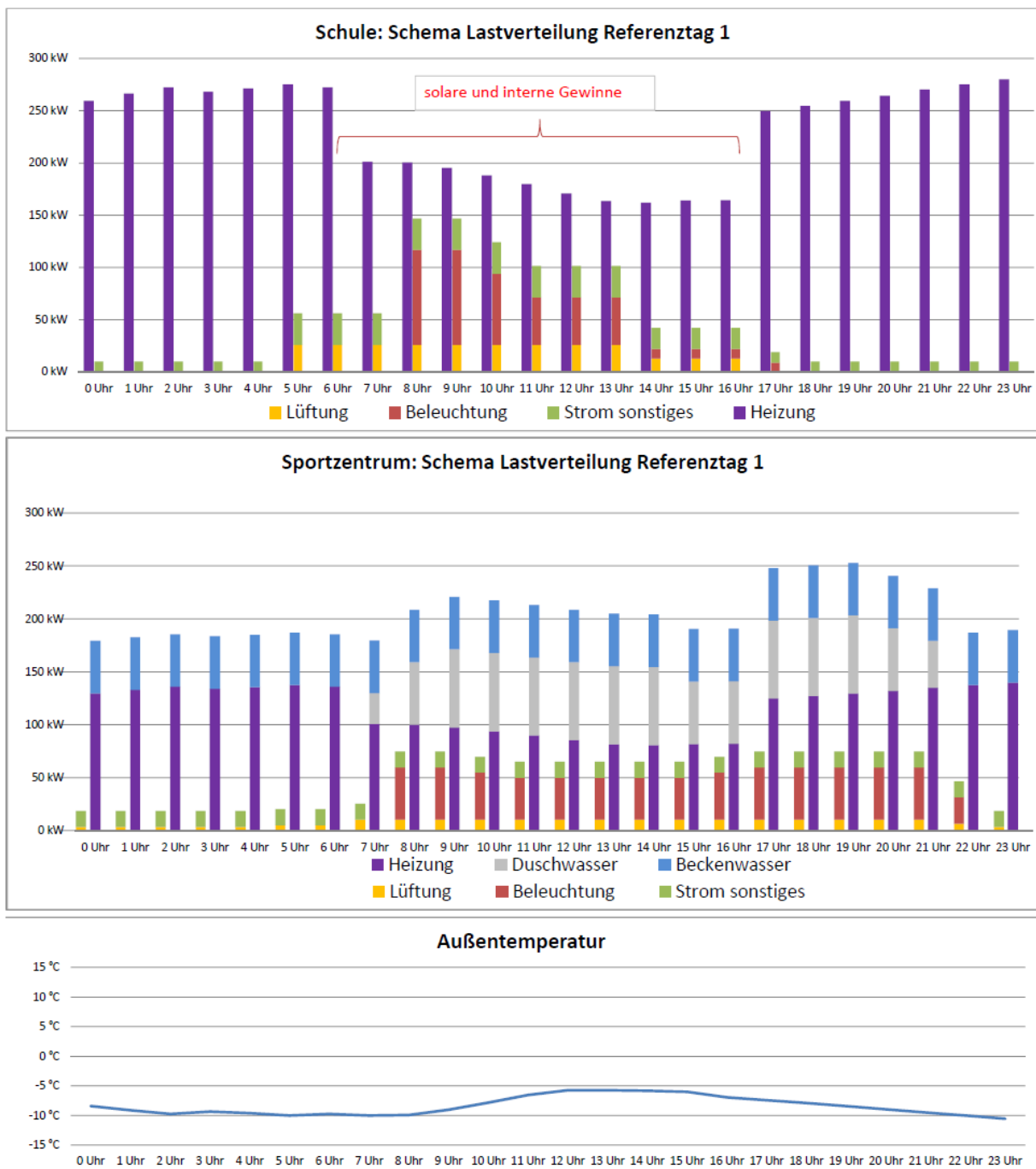


Abb. 66: Lastverteilung Referenztag 1 - Schul- und Sportzentrum
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

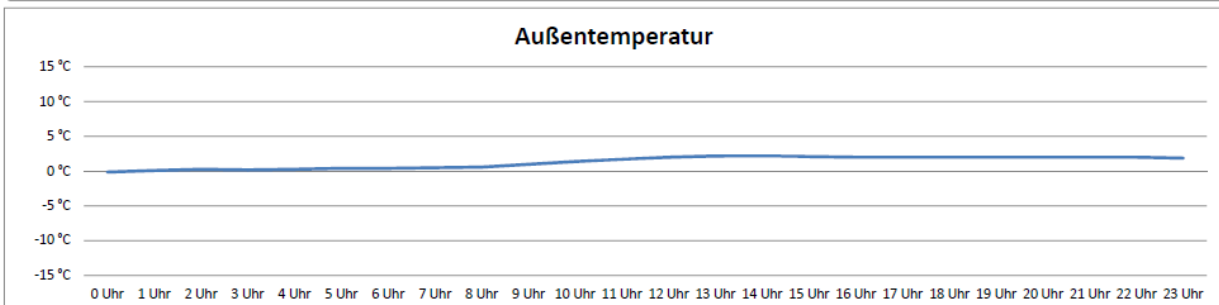
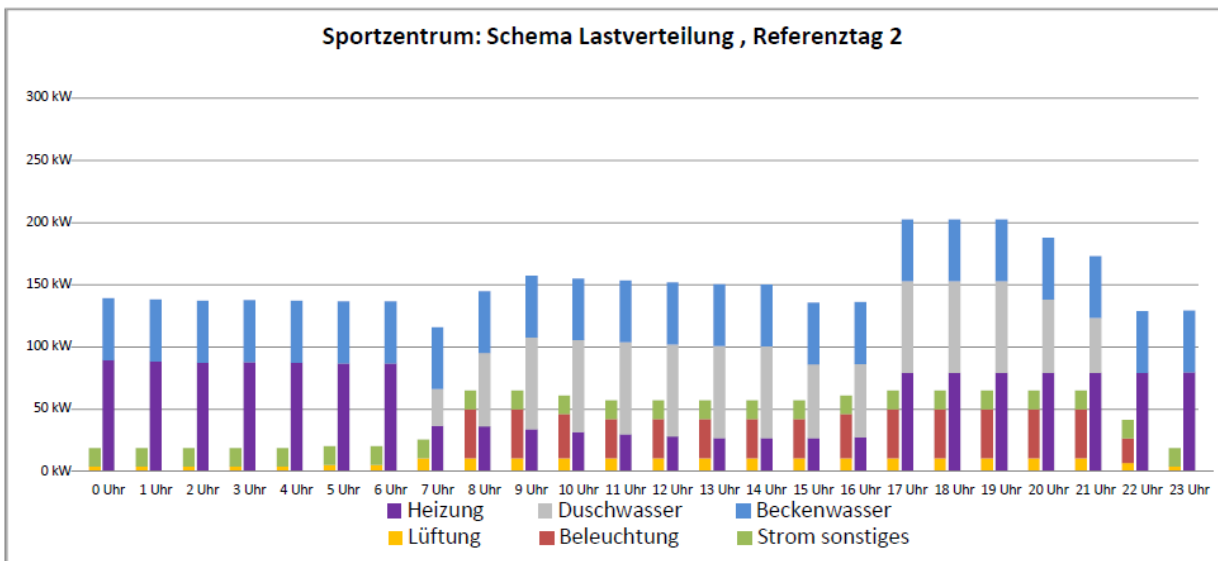
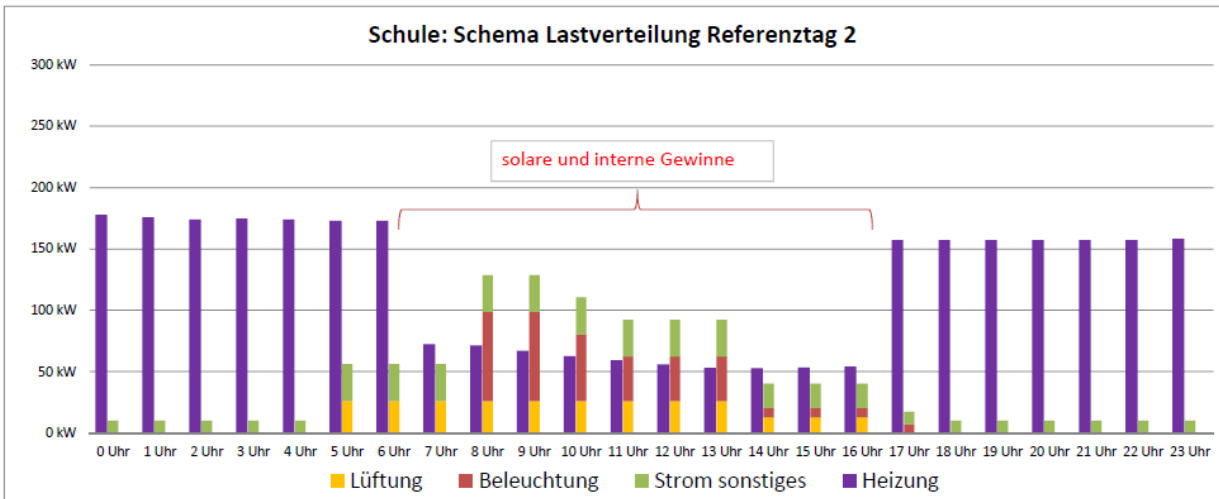


Abb. 67: Lastverteilung Referenztag 2- Schul- und Sportzentrum
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Die Lastverteilung an Strombedarf sowie Heizwärmebedarf zeigt zweierlei:

1. Durch weitergehende Simulationen und Abwägungsprozesse muss das „maßgeschneiderte“ Energieerzeugungskonzept entwickelt werden. Hierbei muss erreicht werden, dass Stromspitzen weitgehend durch ein entsprechendes Lastmanagement vermieden werden. Ein Großteil des Strombedarfes ist immer dann selbst zu erzeugen, wenn die dabei entstehende Abwärme zeitgleich oder über Puffer zeitversetzt innerhalb der Gesamtanlage in einem Zeitraum von max. 72 Std., besser täglich, verwendet werden kann. D. h. zur Bemessung der BHKW-Anlage ist das Stromlastprofil mit dem Wärmelastprofil abzustimmen. Aus der Schnittmenge ergeben sich BHKW-Laufzeiten und damit auch die Größenordnung der Wärmemenge durch die BHKW-Anlage. Diese Werte sind auf etwa wochenweise Bedarfsermittlung auf verschiedene Referenzjahre zu beziehen. Die BHKW's sollten mit Biobrennstoff, möglichst Biogas, betrieben werden. Es sollte möglichst nur ausnahmsweise Strom in das Netz eingespeist werden. Aus dem Netz wird immer dann Strom bezogen, wenn die BHKW's nicht laufen, da die Abwärme nicht benötigt wird. Außerdem wenn eine höhere Strommenge, als erzeugt wird, verbraucht wird.

In die Gesamtbetrachtung des maßvollen Einsatzes von WP ist die Pufferung von Wärme in Großschichtenspeicher einzubeziehen. Die Gesamtanlage Energieerzeugung- und Verwendung muss durch ein entsprechendes Energiemanagement gesteuert werden. Die solarthermischen Anlagen im Bereich Schwimmbad sind vorrangig einzubinden.

Diese hier aufgezeigte Lösung ist durch eine hohe Eigenstromerzeugung über BHKW bestimmt. Als Spitzenkessel und zur Redundanz ist ein Holzpelletkessel vorgesehen.

2. Möglichst hohe Einbindung von Umweltenergie:

Hierbei erfolgt eine hohe Grundlastabdeckung über WP, die als Wärmequelle Erdsonden oder Mainwasser nutzen. Hierbei wird die Absorberfläche im Badbereich mit einbezogen. D. h. alle Energie, die im Absorberbereich nicht direkt zur Beckenwassererwärmung genutzt werden kann, ist geeignet die Vorlauftemperatur für die WP zu erhöhen und dadurch die Effizienz zu verbessern.

Die WP kann den Betriebsstrom evtl. aus einer eigenen PV-Anlage beziehen. Da dies nur tagsüber möglich ist, muss die erzeugte Wärme z. T. gepuffert werden bzw. mit einer kleineren BHKW-Anlage, die evtl. eine geringere Laufzeit hat, gekoppelt werden. Auch hier ist durch eine entsprechende Simulation unter Berücksichtigung der Lastprofile Strom, Wärme und WW der Jahresgang abzubilden.

Bei der Regelung der Lüftung ist die Präsenz zu berücksichtigen, aber auch die relative Luftfeuchtigkeit. Hierbei ist anzustreben, dass während des Tages in den benutzten Räumen die Grenze von 1.500 ppm CO₂ möglichst nicht überschritten wird. Hierbei müssen Erfahrungswerte für die Bereiche Pausenflächen, Gänge, Flure und Toiletten gesammelt werden. Es ist bekannt, dass in diesen Bereichen über nur zeitweise Benutzung, aber hoher Luftwechselraten „zu gute Luftwerte“ gegenüber den dauerbenutzten Klassenzimmern erreicht werden. D. h. die Einregelung sollte so erfolgen, dass in den Klassenzimmern die sauerstoffreichere Luft verwendet wird.

4.5 Messeinrichtungen

Da es bei der Verwendung von verschiedenen Wärmeerzeugern und der Annahme verschiedene Temperaturebenen relativ wenig Erfahrungen im Bereich Hydraulik und MSR-Technik gibt, dient das Schul- und Sportzentrum Lohr u. a. dazu, hier besondere Erfahrungswerte zu sammeln.

Die Messeinrichtungen sind so zu installieren, dass die einzelnen Verbräuche der einzelnen Gebäude, aber auch die Wärmeerzeugung für die einzelnen Gebäude gemessen und dokumentiert werden. Des Weiteren sind diese Messergebnisse über 2 Jahre auszuwerten und eine Nachoptimierung der Systeme so durchzuführen, dass möglichst die Bestwerte, die durch die Simulation berechnet wurden, erreicht oder übertroffen werden. D. h. es wird ein Nachoptimierungsaufwand geben. Aus der Literatur ist jedoch bekannt, dass dadurch z. T. Verbesserungswerte von 40% erreicht werden konnten. Es ist sehr wichtig, die Stärken und Schwächen solcher vernetzter Systeme zu dokumentieren und zu erforschen.

Da die geplante Bauzeit wegen der Größe des Objektes und der Sanierung im laufenden Betrieb zw. 2012 bis Ende 2016 gilt, kann ein Monitoring und eine Nachoptimierung erst nach 2016 erfolgen. Dies sollte dann über einen gesonderten Nachfolgeauftrag gefördert werden. Die Messeinrichtungen sind jedoch bereits jetzt im Vorgriff zu installieren und vorzuhalten.

Die Energieberechnungen nach DIN V 18599 - getrennt nach Schulgebäude, Turnhalle und Schwimmhalle mit Ermittlung des optimalen Energieeinsparpotentials wurden berechnet und kommen zu folgendem Ergebnis:

Berechnungswerte nach DIN 18599 mit BKI Energieplaner 8.0

		Schulzentrum			Sportzentrum*		
		Bestand	Saniert	Verbesserung	Bestand	Saniert	Verbesserung
Primärenergiebedarf	[kWh/a]	7.222.978	1.459.490	80%	3.110.790	872.009	72%
Endenergiebedarf	[kWh/a]	6.982.514	707.460	90%	2.927.169	744.709	75%
Endenergie Beleuchtung	[kWh/a]	181.790	88.696	51%	85.027	54.627	36%
Nutzwärmebedarf Heizung	[kWh/a]	3.226.739	669.993	79%	1.176.112	287.294	76%
spez. Transmissionswärmeverlust	[W/m²K]	1,26	0,36	71%	1,18	0,40	66%
spez. Heizwärmebedarf	[kWh/m²a]	178	37	79%	256	63	75%

* Die DIN 18599 kann den Energiebedarf für Schwimmbäder nur unzureichend abbilden, da weder das Badewasser noch die hohe Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden. Daher sind die Werte entsprechend kritisch zu betrachten

Abb. 68: Berechnungswerte nach DIN 18599
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Die Überprüfung der Umsetzbarkeit von Nachdämmungen in den entsprechenden Anschlussdetails mit den dazugehörigen bauphysikalischen Berechnungen dieser Details wurde durchgeführt und ist sowohl in den Berechnungen, als auch in den Planungsempfehlungen enthalten.

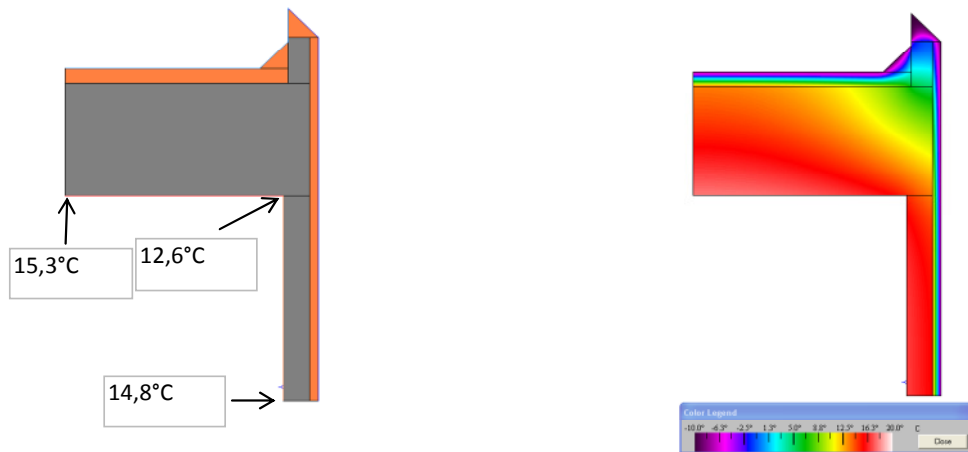


Abb. 69: Bestand, Detail - Außenwand Flachdachanschluss
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

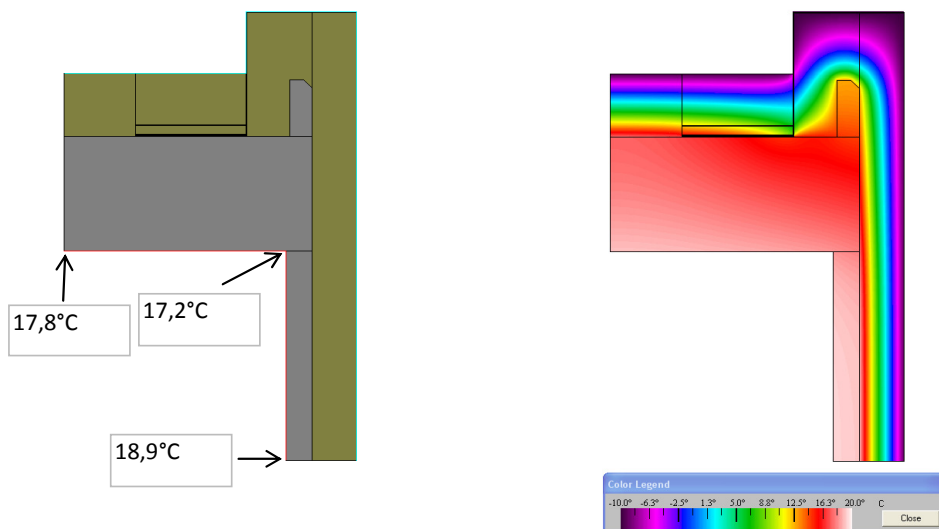


Abb. 70 : Detail Variante - Außenwand Flachdachschluss
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

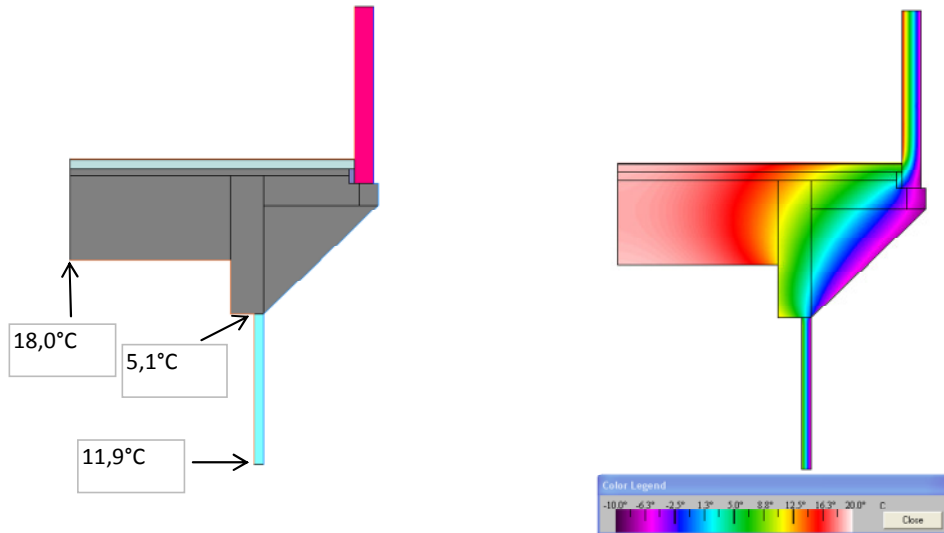


Abb. 71: Bestand, Detail - Fenster Außenwand/Sturz
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

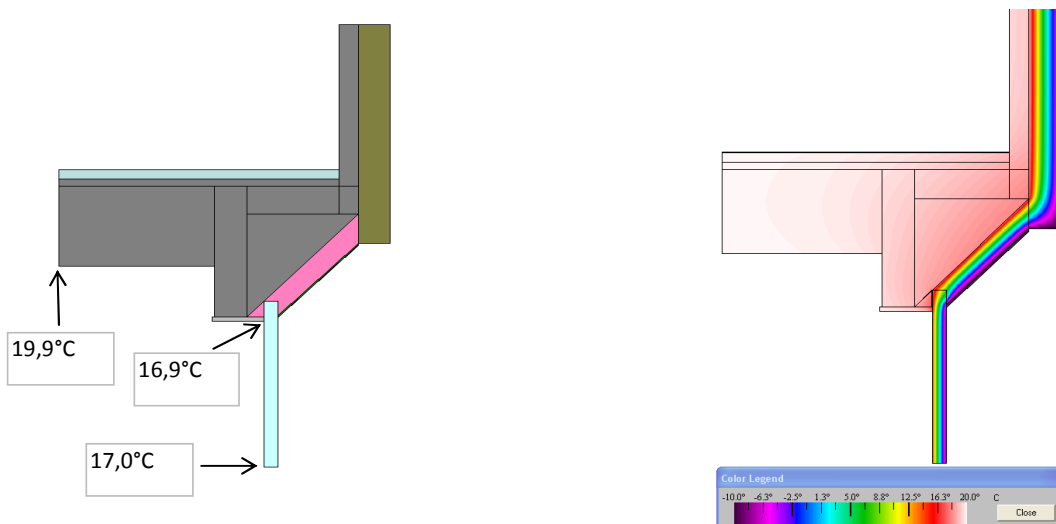
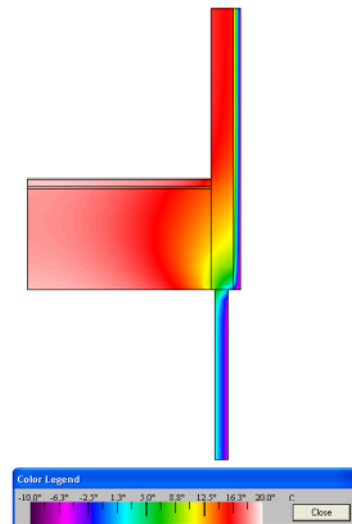
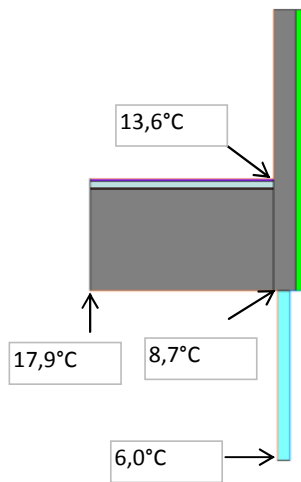
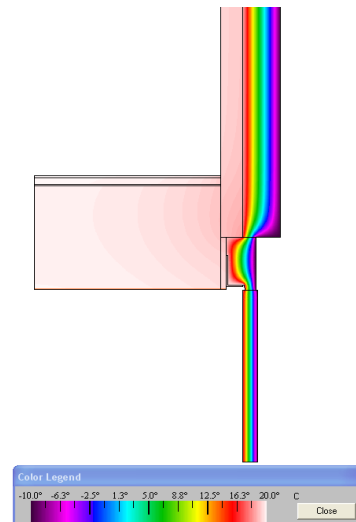
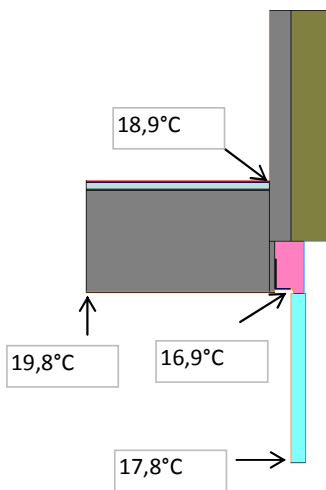


Abb. 72: Variante - Fenster Außenwand/Sturz
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]



Bestand



Saniert

Abb. 73:Detail - Fenster Außenwand/Sturz - Bestand und Saniert
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

In den Gebäuden wurden an festgelegten Stellen Datenlogger zur Erfassung von Raumlufttemperatur und relativer Luftfeuchte installiert. Diese zeigen einige Bestandswerte, die für die spätere Vermessung des Ergebnisses hauptsächlich von Interesse sind.

4.6 Lebenszyklusbetrachtung

Es wurde versucht, die umweltrelevante Bedeutung der Sanierungsplanung mit dem Programm LEGEP (Lebenszyklusbetrachtung) abzubilden. Hierbei wurden die verbauten Stoffmengen erfasst und über das Softwareprogramm LEGEP mit den entsprechend umweltrelevanten Beiwerten berechnet. Im Ergebnis gab es jedoch Beträge, die über eine überschlägige Plausibilitätsprüfung nicht stimmig sein konnten. Es stellte sich bei der weiteren Bearbeitung heraus, dass die Software z. B. eine „automatische Sanierung“ berücksichtigt hat, die real jedoch nie so stattgefunden hat. Es waren Beiwerte und Faktoren enthalten, die sich für den Nutzer sehr schwer oder gar nicht erschlossen haben.

Vom Softwarelieferant wurde erklärt, dass für diese sehr komplexen Sanierungsvorgänge die Software nicht ausreichend ausgelegt sei. Außerdem würden Bauprodukte verwendet, die in der Datenbank nicht vorhanden sind.

Mit großem Aufwand wurde versucht, zu einem Ergebnis zu kommen. Im Prinzip lautet das Ergebnis, dass es sinnvoll ist, ein Gebäude zu sanieren, da durch den Erhalt der Substanz eine große gespeicherte Energiemenge erhalten wird. Diese Erkenntnis ist sehr allgemein.

Die Rechenansätze sind nicht nachvollziehbar bzw. es gibt keine ausreichende Transparenz.

Als Ergebnis der Lebenszyklusbetrachtung ist im Prinzip festzuhalten:

- alle bestehenden Leistungen im Form von Baugrubenaushub, Deponieraum und Transport bleiben erhalten
- alle Stahlbetonmassen inkl. Baustahl bleiben zu ca. 99% erhalten; sie benötigen keinen Abbruch, keine Materialtrennung, keinen Transport und Deponieraum
- Die Corten-Stahl-Fassade wird abgebrochen und recycelt; eine neue Blechfassade verursacht weniger Materialaufwand und wird eine längere Haltbarkeit haben. Im Prinzip ist hier die Recycelmasse mit der neuen Blechmenge zu verrechnen.
- Die nicht thermisch getrennten Aluminiumfenster werden entsorgt. Aluminium und Glas wird recycelt. Die neuen Holz-Alu-Fenster benötigen im Vergleich zu den Bestandsfenstern etwa 1/10 Aluminium als Wetterschutzschale. Das Holz ist weitgehend CO₂-neutral. Die Glasscheiben sind neu herzustellen.
- Der Innenausbau wird ersetzt. Hier handelt es sich z. T. um Verbundbaustoffe. Teilweise ist Recycling möglich; teilweise kann das Material einer thermischen Nutzung zugeführt werden. Ein Großteil muss deponiert werden. Der gesamte Innenausbau ist weitgehend eine zusätzliche Aufwendung. Es wird jedoch darauf geachtet, dass die einzubauenden Materialien bei einer späteren Entsorgung leichter getrennt werden können und eine höhere Recyclingrate bekommen, als die Bestandsmaterialien.

Diese Beispiele zeigen, dass der größte gespeicherte Ressourceninhalt im Gebäude verbleibt. Bei einem Abbruch und Neubau entstünde ein außerordentlich hoher Verbrauch an Deponieraum, Energieaufwand für Betonzerkleinerung mit Rückgewinnung des Inhaltes an Baustahl. Vor allen Dingen würden alle tragenden Bauteile, die z. T. weniger als 20% ihrer Lebensdauer bestand hatten, vernichtet und im Prinzip durch ein sehr ähnliches System mit gleichen Anforderungen an das System ersetzt. Aus ökologischen Gründen wäre eine Sanierung auch angebracht, wenn sie u. U. teurer als

ein vergleichbarer Neubau wäre und durch die Sanierung eine bedeutende Restnutzungsdauer des Gebäudes gewonnen würde.

5. Erstellung einer Kostenschätzung nach Kostengruppen

Es wurde eine überschlägige Kostenschätzung der Generalsanierungskosten erstellt. Sie berücksichtigt eine ökologisch anspruchsvolle Lösung, die gleichzeitig die geringsten Energiekosten verursacht. Diese Kostenaufstellung kommt zu dem Ergebnis, dass ca. 33 Mio. Euro brutto an Gesamtbaukosten, inkl. Nebenkosten, anfallen werden. Zur Umsetzung des Pilotobjektes sollten zusätzlich zu FAG-Förderung weitere Zuschussgeber eingebunden werden, da das Pilotobjekt Schul- und Sportzentrum Lohr deutlich zeigt, dass durch entsprechende Zuschüsse in Verbindung mit dem derzeitigen niedrigen Zinsniveau eine dauerhaft finanzielle und ökologische Entlastung für die nachfolgenden Generationen erreichbar ist. Vor allem wird das Risiko durch „explodierende“ Energiekosten durch Effizienztechnik und eingebundene Umweltenergie weitgehend vermindert. Die Investition ist eine „rentable“ Neuverschuldung, da sie sich durch Einsparungen im Bereich Energiekosten und Reparaturen an anderer Stelle in Anbetracht des dabei gewonnenen Gegenwertes rentiert. Zur Verdeutlichung werden verschiedene Finanzierungsmodelle mit den damit verbundenen Nachfolgekosten für die nächsten 30 Jahre gegenüber gestellt.

Die Auswertung der Kosten hatte ergeben, dass bis 1978 die Baukosten ca. 25.4 Mio. Euro betragen haben. Die Nachfolgekosten aus Zinsen, Reparaturen und Energieverbrauch beliefen sich ab Bezug 1978 bis einschließlich 2009 auf:

NACHFOLGEKOSTEN

Zinsen:	19.202.800 €
Verbrauchskosten Wasser, Gas und Strom:	10.424.000 €
<u>Reparatur- und Unterhaltskosten:</u>	<u>6.325.900 €</u>
Summe:	35.953.700 €

JÄHRLICHE BELASTUNGEN

Im Jahr 2008 wurde gezahlt:	
Strom und Gas und Wasser	503.000 €
alte Zinskosten	49.600 €
Darlehenstilgung	300.000 €
und durchschnittliche Reparaturkosten	300.000 €
<u>(teilweise wegen Generalsanierung zurückgestellt)</u>	<u></u>
Jährliche Summe	1.212.600 €

Im Jahr 1982 wurde gezahlt:	
Strom, Gas und Wasser	414.300 €
Zinskosten	1.203.600 €
Tilgung und Sondertilgung	205.000 €
<u>durchschnittliche Reparaturkosten</u>	<u>ca. 180.000 €</u>
Summe	ca. 2.000.000 €

1990 wurden gezahlt:	
Strom, Gas und Wasser	252.500 €
Zinskosten	565.000 €
Tilgung und Sondertilgung	507.500 €
durchschnittliche Reparaturkosten	200.000 €
Summe	1.525.000 €
1999 wurden gezahlt:	
Strom, Gas und Wasser	275.000 €
Zinskosten	215.000 €
Tilgung und Sondertilgung	1.075.000 €
durchschnittliche Reparaturen	200.000 €
Summe	1.765.000 €

Trotz dieser hohen Aufwendungen muss das Gebäude jetzt generalsaniert werden.

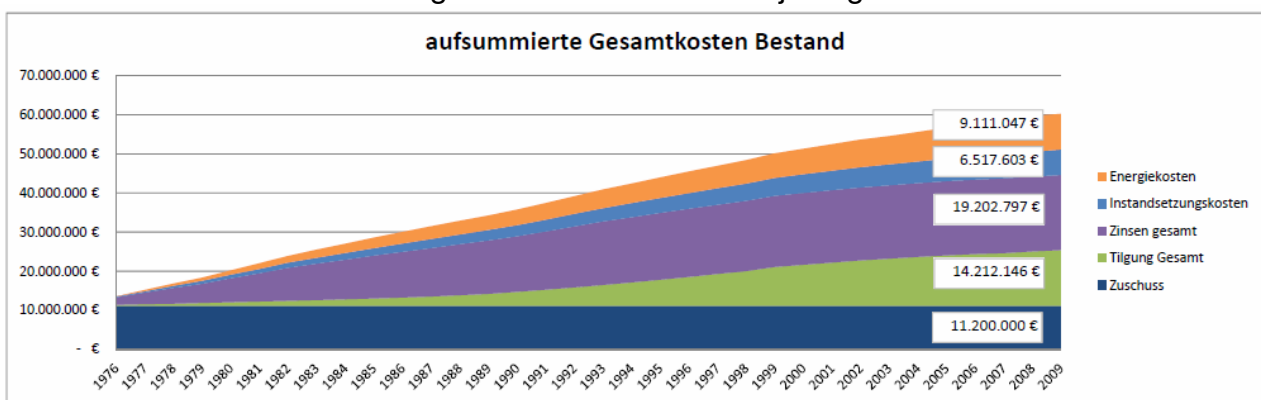
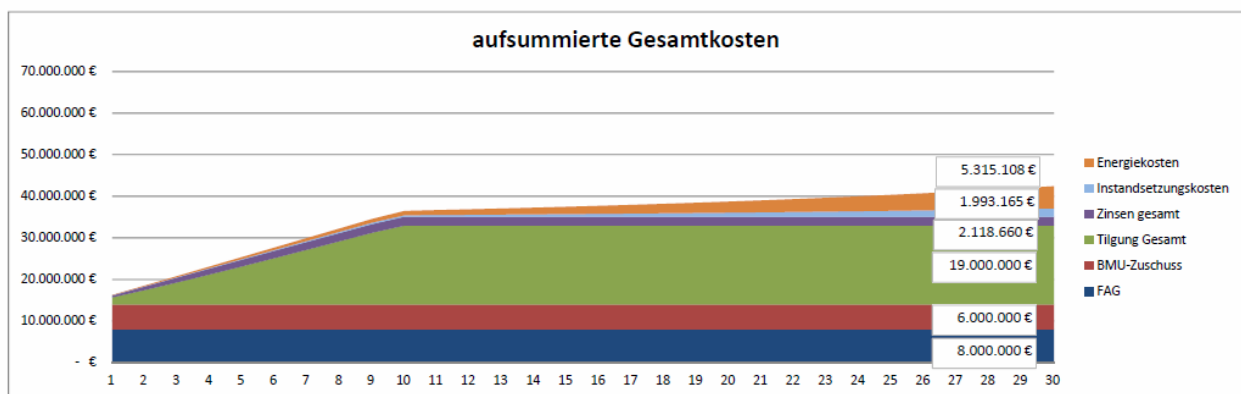


Abb. 74: Aufsummierte Gesamtkosten Bestand
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Baukosten 1978:	24,40 Mio. Euro
Nachfolgekosten - 30 Jahre:	35,95 Mio. Euro

Die bisher ermittelten Generalsanierungskosten belaufen sich auf ca. 33 Mio. €
 Hiervon werden FAG-Zuschüsse erwartet in Höhe von ca. 8 Mio. €
 Wünschenswert, aber nicht gesichert, wären Sondermittel, wie sie bisher für Pilotobjekte bei Klimaschutzprogrammen der BRD ausgereicht wurden.
 Gewünschte Summe 6 Mio. €
 Kreditsumme dena, in Aussicht gestellt, noch nicht zugesagt: ca. 13.3 Mio. €
 Sonstiger Kredit: 5.7 Mio. €
 Bei einem Zinssatz von 1,7% für den dena-Kredit und ca. 4% für die sonstigen Kredite ergibt dies eine Zinsbelastung von Anfangs 454.100 €.

Finanzierungsplan - niedrigste Zinsbelastung - Tilgung 10 Jahre



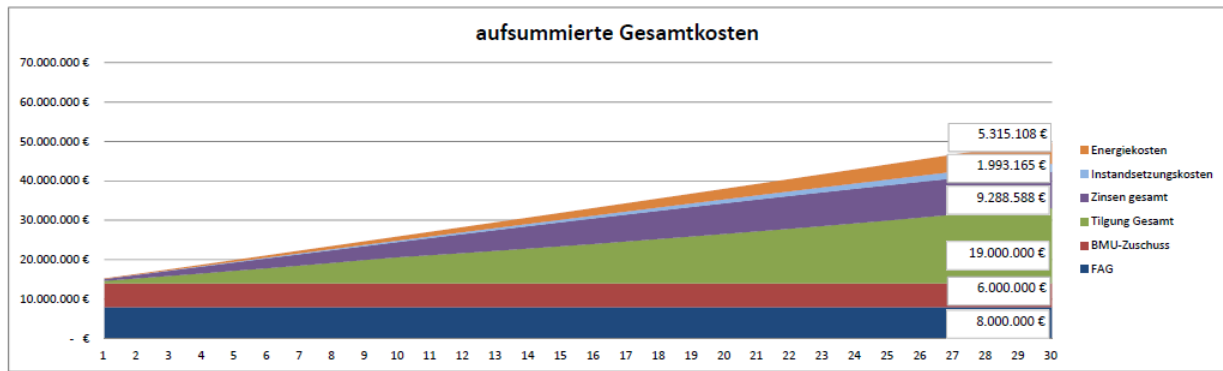
Baukosten 2012 - 2016: 33,00 Mio. Euro
 Nachfolgekosten - schnelle Tilgung in 10 Jahren 9,43 Mio. Euro
 Jährliche Belastung 2,25 Mio. €, inkl. 30 Jahre Energiekosten
 125.000 €/a Energiekosten bei 5% Preissteigerung nach 10 Jahren

	Gesamtkredit	Kredit 1	Kredit 2							
Summe	19.000.000 €	13.300.000 €	5.700.000 €							
Laufzeit		10 Jahre								
Tilgungsfreie Jahre		3 Jahre								
Zinsbindung		10 Jahre	10 Jahre							
Zinssatz		1,71%	4,00%							
Zinssatz nach Zinsbindung		4,00%	4,00%							
jährl. Budget				2.250.000 €						
Energiekosten				80.000 €						
Preissteigerung				5,0%						

	Kredit 1				Überschuss	Energiekosten	Kredit 2		
	Restschulden	Zinsen	Tilgung				Restschulden	Zinsen	Tilgung
1	13.300.000 €	227.430 €	- €	- €	0,00	80.000,00	5.700.000 €	228.000 €	1.714.570 €
2	13.300.000 €	227.430 €	- €	- €	0,00	84.000,00	3.985.430 €	159.417 €	1.779.153 €
3	13.300.000 €	227.430 €	- €	- €	0,00	88.200,00	2.206.277 €	88.251 €	1.846.119 €
4	13.300.000 €	227.430 €	1.900.000 €	- €	0,00	92.610,00	360.159 €	14.406 €	15.554 €
5	11.400.000 €	194.940 €	1.900.000 €	- €	0,00	97.240,50	344.605 €	13.784 €	44.035 €
6	9.500.000 €	162.450 €	1.900.000 €	- €	0,00	102.102,53	300.569 €	12.023 €	73.425 €
7	7.600.000 €	129.960 €	1.900.000 €	- €	0,00	107.207,65	227.145 €	9.086 €	103.747 €
8	5.700.000 €	97.470 €	1.911.628 €	- €	0,00	112.568,03	123.398 €	4.936 €	123.398 €
9	3.788.372 €	64.781 €	2.067.022 €	- €	0,00	118.196,44	- €	- €	- €
10	1.721.350 €	29.435 €	1.721.350 €	- €	375.109,08	124.106,26	- €	- €	- €
11	- €	- €	- €	- €	2.119.688,43	130.311,57	- €	- €	- €
12	- €	- €	- €	- €	2.113.172,85	136.827,15	- €	- €	- €
13	- €	- €	- €	- €	2.106.331,49	143.668,51	- €	- €	- €
14	- €	- €	- €	- €	2.099.148,07	150.851,93	- €	- €	- €
15	- €	- €	- €	- €	2.091.605,47	158.394,53	- €	- €	- €
16	- €	- €	- €	- €	2.083.685,75	166.314,25	- €	- €	- €
17	- €	- €	- €	- €	2.075.370,03	174.629,97	- €	- €	- €
18	- €	- €	- €	- €	2.066.638,53	183.361,47	- €	- €	- €
19	- €	- €	- €	- €	2.057.470,46	192.529,54	- €	- €	- €
20	- €	- €	- €	- €	2.047.843,98	202.156,02	- €	- €	- €
21	- €	- €	- €	- €	2.037.736,18	212.263,82	- €	- €	- €
22	- €	- €	- €	- €	2.027.122,99	222.877,01	- €	- €	- €
23	- €	- €	- €	- €	2.015.979,14	234.020,86	- €	- €	- €
24	- €	- €	- €	- €	2.004.278,10	245.721,90	- €	- €	- €
25	- €	- €	- €	- €	1.991.992,00	258.008,00	- €	- €	- €
26	- €	- €	- €	- €	1.979.091,60	270.908,40	- €	- €	- €
27	- €	- €	- €	- €	1.965.546,18	284.453,82	- €	- €	- €
28	- €	- €	- €	- €	1.951.323,49	298.676,51	- €	- €	- €
29	- €	- €	- €	- €	1.936.389,67	313.610,33	- €	- €	- €
30	- €	- €	- €	- €	1.920.709,15	329.290,85	- €	- €	- €
Gesamt		1.588.756 €	13.300.000 €		41.066.233 €	5.315.108 €		529.903 €	5.700.000 €
Gesamtaufwendung Zinsen		2.118.660 €							

Abb. 75: Aufsummierte Gesamtkosten „schnelle Variante“
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Finanzierungsplan „langsame Variante“ - hohe Zinskosten - 30 Jahre Tilgung



Baukosten 2012 - 2016: ca. 33,00 Mio. Euro
 Nachfolgekosten - 30 Jahre Tilgung 16,60 Mio. Euro
 jährlich 1.15 Mio. € inkl. Energiekosten - 30 Jahre
 danach 330.000 €/a Energiekosten inkl. 5% Preissteigerung/a

	Gesamtkredit	Kredit 1	Kredit 2
Summe	19.000.000 €	13.300.000 €	5.700.000 €
Laufzeit		30 Jahre	
Tilgungsfreie Jahre		0 Jahre	
Zinsbindung		10 Jahre	20 Jahre
Zinssatz		1,71%	4,00%
Zinssatz nach Zinsbindung		4,00%	6,00%

jährl. Budget	1.150.000 €
Energiekosten	80.000 €
Preissteigerung	5,0%

	Kredit 1			Überschuss	Energiekosten	Kredit 2		
	Restschulden	Zinsen	Tilgung			Restschulden	Zinsen	Tilgung
1	13.300.000 €	227.430 €	443.333 €	0,00	80.000,00	5.700.000 €	228.000 €	171.237 €
2	12.856.667 €	219.849 €	443.333 €	0,00	84.000,00	5.528.763 €	221.151 €	181.667 €
3	12.413.333 €	212.268 €	443.333 €	0,00	88.200,00	5.347.096 €	213.884 €	192.315 €
4	11.970.000 €	204.687 €	443.333 €	0,00	92.610,00	5.154.781 €	206.191 €	203.178 €
5	11.526.667 €	197.106 €	443.333 €	0,00	97.240,50	4.951.603 €	198.064 €	214.256 €
6	11.083.333 €	189.525 €	443.333 €	0,00	102.102,53	4.737.347 €	189.494 €	225.545 €
7	10.640.000 €	181.944 €	443.333 €	0,00	107.207,65	4.511.802 €	180.472 €	237.043 €
8	10.196.667 €	174.363 €	443.333 €	0,00	112.568,03	4.274.759 €	170.990 €	248.745 €
9	9.753.333 €	166.782 €	443.333 €	0,00	118.196,44	4.026.013 €	161.041 €	260.648 €
10	9.310.000 €	159.201 €	443.333 €	0,00	124.106,26	3.765.366 €	150.615 €	272.745 €
11	8.866.667 €	151.620 €	443.333 €	0,00	130.311,57	3.492.621 €	139.705 €	285.084 €
12	8.423.333 €	144.039 €	443.333 €	0,00	136.827,15	3.210.637 €	128.425 €	297.681 €
13	7.980.000 €	136.458 €	443.333 €	0,00	143.668,51	2.920.453 €	117.151 €	310.532 €
14	7.536.667 €	128.877 €	443.333 €	0,00	150.851,93	2.622.925 €	105.872 €	323.635 €
15	7.093.333 €	121.296 €	443.333 €	0,00	158.394,53	2.318.000 €	94.600 €	336.986 €
16	6.650.000 €	113.715 €	443.333 €	0,00	166.314,25	2.005.728 €	83.333 €	350.586 €
17	6.206.667 €	106.134 €	443.333 €	0,00	174.629,97	1.687.050 €	72.061 €	364.433 €
18	5.763.333 €	98.553 €	443.333 €	0,00	183.361,47	1.362.000 €	60.788 €	378.525 €
19	5.320.000 €	90.972 €	443.333 €	0,00	192.529,54	1.030.500 €	49.515 €	392.856 €
20	4.876.667 €	83.391 €	443.333 €	0,00	202.156,02	692.500 €	38.242 €	407.421 €
21	4.433.333 €	75.810 €	443.333 €	0,00	212.263,82	348.000 €	27.000 €	422.221 €
22	3.990.000 €	68.229 €	443.333 €	0,00	222.877,01	179.914 €	15.750 €	437.256 €
23	3.546.667 €	60.648 €	443.333 €	0,00	234.020,86	157.736 €	4.500 €	452.521 €
24	3.103.333 €	53.067 €	443.333 €	0,00	245.721,90	131.422 €	3.250 €	467.916 €
25	2.660.000 €	45.486 €	443.333 €	0,00	258.008,00	100.984 €	2.000 €	483.431 €
26	2.216.667 €	37.905 €	443.333 €	0,00	270.908,40	67.316 €	750 €	499.056 €
27	1.773.333 €	30.324 €	443.333 €	0,00	284.453,82	30.354 €	500 €	514.781 €
28	1.330.000 €	22.743 €	443.333 €	0,00	298.676,51	18.356 €	350 €	530.596 €
29	886.667 €	15.162 €	443.333 €	75.594,80	313.610,33	6.356 €	200 €	546.501 €
30	- €	- €	- €	820.709,15	329.290,85	- €	- €	- €
Gesamt		5.633.216 €	13.300.000 €	896.304 €	5.315.108 €		3.655.372 €	5.700.000 €

Gesamtaufwendung Zinsen 9.288.588 €

Abb. 76: Aufsummierte Gesamtkosten „langsame Variante“
 [Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Belastung	2008	2016 schnelle Variante	2016 langsame Variante
Strom und Gas	503.000 €	80.000 €	80.000 €
Zinskosten alt kfW und dena	49.600 €	2.140.000 €	1.070.000 €
Darlehensregel- Tilgung	360.000 €		
Ø Reparaturkosten und Wartung	300.000 €	30.000 €	30.000 €
Summe/a	1.212.600 €	2.250.000 €	1.180.000 €
Nach Tilgung 2026		Ca. 170.000 €	
Nach Tilgung 2046			Ca. 450.000 €
Nachfolgekosten 30 Jahre	34.85 Mio. € bisher	9.43 Mio. € ideal	16.60 Mio.€

Die Erfahrung aus dem Bestand hat gelehrt, dass in Zukunft hohe Zinskosten vermieden werden müssen. Dafür gibt es nur zwei Möglichkeiten:

niedrige Zinsen und schnelle Tilgung. Da z. B. im Jahr 1982 mehr als 2 Mio. Euro im Jahr aufgewandt wurden (was nach Index heute ca. 4,5 Mio. Euro entspräche), wäre es empfehlenswert, 10 Jahre lang 2,25 Mio. Euro jährlich inkl. der Energiekosten aufzuwenden. Dadurch wäre in 10 Jahren die gesamte Tilgung erfolgt und die Nachfolgekosten betrügen dann inkl. Energie, Wartung und Instandsetzung ca. 170.000 - 200.000 €/a. Dadurch wären die Nachfolgekosten dauerhaft für den Zweckverband auf niedrige Energie- und Wartungskosten reduziert. Die Gesamtaufwendung Zinsen inkl. Nachfolgekosten Energie betragen dann ca. 9,5 Mio. Euro für 30 Jahre bei 5% Energiekostensteigerung.

Die „langsame Variante“ zeigt eine Tilgung über 30 Jahre. Unter der Voraussetzung, dass nach Ablauf der Zinsbindung des dena-Kredites 4% Zinskosten nicht überschritten werden, bedeutet dies immerhin Nachfolgekosten von ca. 16,6 Mio. € inkl. Energiekosten. Bei höheren Zinsen muss natürlich mit höheren Zinskosten gerechnet werden.

Es wäre daher wünschens- und empfehlenswert, die „schnelle Variante“ zu wählen, da hierbei auch die höchste Zinssatzsicherheit besteht.

Es gibt noch eine „Zwischenvariante“, zw. schnell und langsam, die von einer jährlichen Belastung in etwa in Höhe der jetzigen Leistungen ausgeht. Diese benötigt ca. 20 Tilgungsjahre.

In allen drei Varianten ist jedoch die wichtigste Komponente die verringerten Energiekosten.

Eine wesentliche Voraussetzung für diese Vorausschau ist, dass Pilotobjekt - Sonderfördermittel in die Umsetzung einfließen. Es wäre fatal, wenn aus kurzfristigen Kostenüberlegungen Energieeffizienz- und Einsparung nicht im vor gezeigten Umfang realisiert werden könnten. Dies würde bedeuten, dass zwar die nächsten Jahre die Zinsbelastungen etwas niedriger ausfielen, jedoch die Energiekosten auf einem höheren Niveau mit höherer, jährlicher Steigerungsrate zu erwarten wären.

6. Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung

Vergleich Energiebedarf Bestand - Saniert

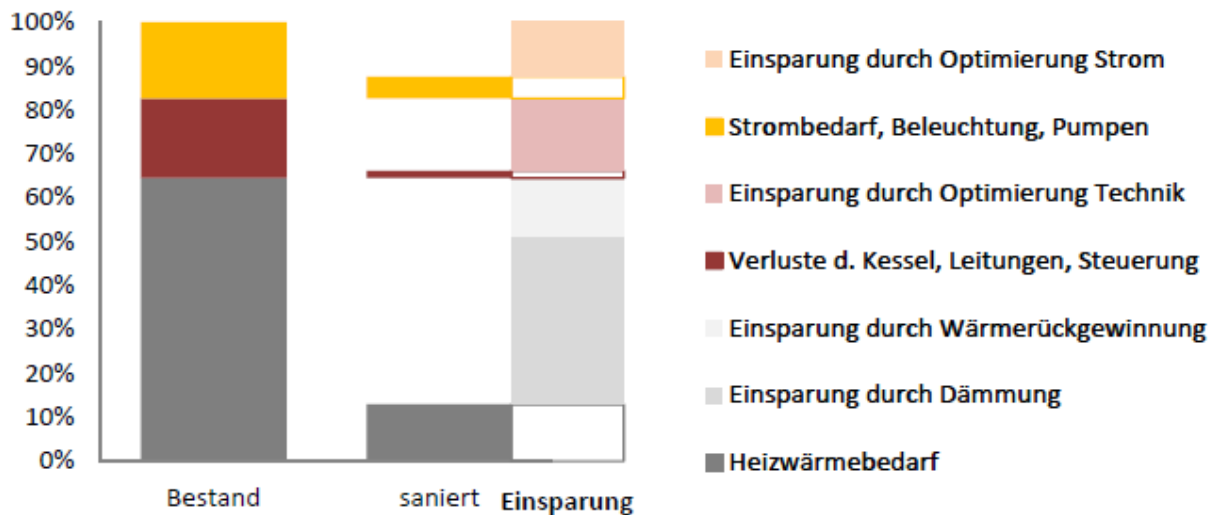


Abb. 77: Vergleich Energiebedarf Bestand - Saniert
[Quelle 1: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt]

Die Bestandsanlage verbraucht derzeit den Gegenwert von 500.000 l Öl jährlich. Der Stromverbrauch ca. 1.000.000 kWh/a - entspricht einem Primärenergiewert von ca. 220.000 l Öl.

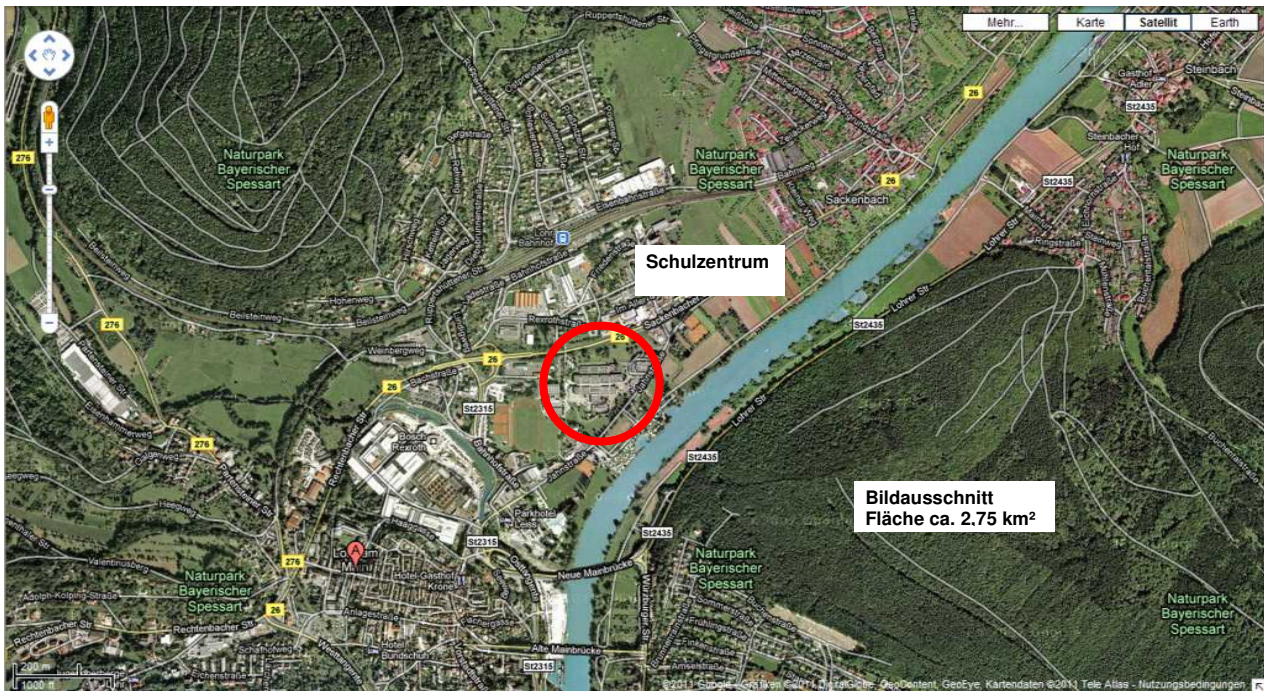


Abb.78: Luftbild auf das Schul- und Sportzentrum Lohr a. M.
[Quelle 2: Google Maps]

Falls diese Gesamtmenge Öl durch z. B. heimischem Rapsöl ersetzt werden sollte, müssten hierfür ca. 6 - 8 km² gute landwirtschaftliche Fläche eingesetzt werden. Diese Fläche wäre der Nahrungsmittelproduktion entzogen. Das Beispiel hocheffiziente, energetische Sanierung des Schul- und Sportzentrums Nägelsee zeigt, dass durch Einsparung, Einbindung von Solarenergie, Wärmerückgewinnung und Kraft-Wärme-Kopplung in Zukunft Biogas zur Herstellung von BHKW-Strom mit Abwärmenutzung benötigt wird. Die verbleibende Menge an Spitzenwärmebedarf wird durch Holzpellet gedeckt. Eine Restmenge von Netzstrom kann durch eine Fläche von ca. 7.000 m² Photovoltaik kompensiert werden.

Hiermit ist es möglich, das Schul- und Sportzentrum Lohr CO₂-neutral zu betreiben. Unter Einbeziehung einer entsprechend großen PV-Fläche ist dies kostenneutral möglich, wenn die Anlage bezahlt ist.

Die geplanten Energieeinsparungsmengen am Schul- und Sportzentrum Lohr sind in der Größenordnung vergleichbar mit ca. 300 EFH der 80-er Jahre, die eine Generalsanierung zu einem passivhausähnlichen Gebäude erhalten. Die Schulsanierung entlastet in Zukunft den Unterhaltshaushalt des Zweckverbandes und die Umwelt und ermöglicht einen bestmöglichen Unterricht. Es ist daher unter Beachtung vieler Gesichtspunkte eine Sanierung, die sich im Wesentlichen durch ersparte Nachfolgeaufwendungen weitgehend selbst trägt.

7. Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Durch die Modellhaftigkeit hat der ZV Schul- und Sportzentrum Lohr die Möglichkeiten für erhöhte Förderung und abgesenkten Zinsbelastungen geschaffen.

Das Konzept bietet eine enorme Multiplikatorwirkung, da es auf andere Kommunen im gesamten Bundesgebiet übertragbar ist.

Die dokumentierte Öffentlichkeitsarbeit zeigt, auf welcher breiten Basis ein solches Sanierungsprojekt angelegt werden kann. Damit wird vor allem aber auch das Thema Nachhaltigkeit und Energieeffizienz auf den Ebenen der Nutzer (Lehrer, Schüler, Eltern), der Kommunen und Entscheidungsträger und der baulichen Fachwelt kommuniziert.

Nägelseesanie rung: Vom Rostblock zum Vorzeigeobjekt

Schulzentrum soll Pilotcharakter in Sachen Ökologie, Ökonomie und Pädagogik erlangen – Zuschuss für Machbarkeitsstudie

LOHR (jun) Das über 30 Jahre nach seiner Erbauung in Teilen marode Schulzentrum Nägelsee soll durch eine Generalsanierung zu einem leuchtenden Beispiel für eine ökonomisch, ökologisch und pädagogisch vorbildliche Einrichtung werden. Aufgrund des Pilotcharakters gibt es von Anfang an reichlich Zuschüsse.

Über die ersten 125 000 Euro konnten sich die Verantwortlichen des Zweckverbandes Nägelsee am Montag freuen: Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) sicherte zu, mit diesem Betrag eine Machbarkeitsstudie zu bezuschussen. Diese hat bereits begonnen, soll gut 260 000 Euro kosten und wird den Zustand des aufgrund seiner Metallfassade als Rostblock bekannten Gebäudes erfassen. Nach der Bestandserhebung sollen die notwendigen Umgestaltungen erarbeitet werden.

Geld in Köpfe statt in den Kamin

Wulf Grimm, Abteilungsleiter Umweltechnik bei der in Osnabrück angesiedelten DBU, zeigte sich am Montag vor Ort überzeugt von der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer Generalsanierung. Anlässlich der Übergabe des Förderbescheides sagte er in der Nägelsee-Bibliothek vor rund 20 Vertretern des Zweckverbandes, der Schulen und der Schüler mit Blick auf die davonlaufenden Energiekosten, dass es wichtiger sei „Geld in die Köpfe der Schüler zu stecken als in den Schornstein“.

Mit der Generalsanierung soll der Energieverbrauch um nahezu 90 Prozent sinken. Derzeit gibt der Zweckverband pro Jahr rund 600 000 Euro für Energie aus. Das in den 1970er Jahren ohne Blick auf Energiekosten



Strahlende Gesichter: Mit 125 000 Euro bezuschusst die Deutsche Bundesstiftung Umwelt die Machbarkeitsstudie zur Generalsanierung des Nägelsee-Schulzentrums. Darüber freuen sich (von links) Architekt Werner Haase, Bürgermeister Ernst Prüße, Zweckverbandsgeschäftsführer Uli Heck, Wulf Grimm (DBU), Landrat Thomas Schiebel sowie die Schulleiter Christian Conradi (Gymnasium) und Franz Wolf (Hauptschule).

FOTO: UNGEMACH

gebaut Nägelseezentrum verschlingt soviel Strom wie 200 Einfamilienhäuser. Mit seinem Gasverbrauch ließen sich 100 Häuser heizen. Angesichts dessen sollen energetische Verbesserungen ein Schwerpunkt der Generalsanierung sein.

DBU-Mann Grimm erwähnte beispielsweise die Möglichkeit, durch die Abwärme des Nägelsee-Bades die Räume von Gymnasium und Hauptschule ebenso wie die Sporthalle zu heizen. Überdies müsse man auf „kostenlose Energieträger“ wie Sonne und Erdwärme setzen. Am Ende könne ein Schulkomplex nach Passivhausstandard stehen.

Doch nicht nur der Ökologie und somit auch der Ökonomie werde durch eine Generalsanierung Rechnung getragen, so Grimm. Er ist sich sicher, dass durch die Generalsanierung auch der Lernerfolg der Schüler gesteigert wird. Eine moderne Lüf-

tungsanlage könne das Raumklima nachweislich so verbessern, dass die Konzentrationsfähigkeit deutlich gesteigert werde. „Die Schüler werden bessere Lernerfolge haben“, stellte Grimm in Aussicht.

Die DBU habe nur gut vier Wochen nach dem Antrag ihre Förderzusage erteilt, weil man sicher sei, dass das Nägelseezentrum nach der Generalsanierung Modellcharakter für die unzähligen vergleichbaren Gebäude ähnlicher Bauart haben wird. Mit dem Zuschuss in Höhe von 125 000 Euro wolle man dem Zweckverband beim „schmerzhaften und kostspieligen Prozess“ der Sanierung unter die Arme greifen.

Sanierungskosten: 25 Millionen

Kostspielig wird die Sanierung allerdings nur auf den ersten Blick. Sie ist zwar mit enormen Kosten von rund 25 Millionen Euro veran-

schlagt. Der mit der Machbarkeitsstudie beauftragte Karlstadter Architekt Werner Haase rechnete jedoch vor, dass sich die Sanierung mittelfristig quasi von selbst bezahlt. Das nicht nur, weil insgesamt aus verschiedensten Töpfen mit Zuschüssen in Höhe von rund 15 Millionen Euro zu rechnen sei. Auch die gravierende Einsparung bei den Energiekosten trage dazu bei, dass auf den vom Landkreis und der Stadt getragenen Zweckverband nach der Sanierung pro Jahr nur gut 200 000 Euro an Finanzierungskosten zukämen. Haase dazu: „Aber dafür haben sie dann eine neue Schule.“

Angesichts dessen und insbesondere angesichts der ersten konkreten Förderzusage durch die DBU herrschte bei den Verantwortlichen Freude. Landrat Thomas Schiebel zeigte sich sicher, dass das Geld „gut investiert“ ist. Und auch Lohrs Bür-

germeister Ernst Prüße freute sich, dass nun der erste Schritt für die Sanierung des rund 25 000 Quadratmeter umfassenden und gut 1000 Schüler zählenden Schulzentrums in Angriff genommen werden kann.

Elternbeirat soll mit ins Boot

Uli Heck, Geschäftsführer des Zweckverbandes, betonte, dass man bei der Planung der Sanierung auch die Schüler und den Elternbeirat mit ins Boot holen wolle. Stimmen, die gefordert hatten, dass man das Schulzentrum doch lieber abreißen und neu erbauen sollte, statt es zu sanieren, trat Heck entgegen. Die Bau substanz des Gebäudes sei im Kern gut, eine Sanierung deswegen wirtschaftlich sinnvoll. Architekt Werner Haase erklärte, dass die Machbarkeitsstudie bis Juni abgeschlossen sein soll. Danach wird die Zweckverbandsversammlung entscheiden müssen, wie es weitergeht.

Bundesstiftung Umwelt

Gründet 1990 aus dem Verkaufserlös der damals bundeseigenen Salzglitter AG unterstützt die von der Bundesregierung initiierte Stiftung Deutsche Bundesstiftung Umwelt Projekte zum innovativen Umweltschutz. Das Stiftungskapital beträgt gut 1,6 Milliarden Euro. Pro Jahr schüttet die DBU rund 45 Millionen Euro an Förderung aus. Schwerpunkt sind ökologisch und ökonomisch vorbildliche Projekte, die beispielsweise zum Klimaschutz beitragen. Mehr Informationen finden Sie auch unter www.dbu.de

Abb. 79: Artikel aus der Main-Post - 19.01.2010

Verschiedene Vorträge und Präsentationen von Herrn Dipl.-Ing. (FH) W. Haase,
Architekt:
zum Beispiel bei

- **Schulbauten für die Zukunft - wirtschaftlich, energieeffizient, nachhaltig und pädagogisch**
Eine Veranstaltung des Landkreises Erding und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Kooperation mit der Bayerischen Architektenkammer
- **Schulsanierung mit Passivhaus-Komponenten im Kasseler Schulmodell**
CEP-Messe - Stuttgart
- **TOP - Energieeffizient Lernen und Sport treiben**
dena - Energieeffizienzkonferenz, Berlin 2010
- **Ökonomisch - ökologische Sanierung durch integrale Planung am Beispiel des Kasseler Schulmodell**
Schulbausymposium, Osnabrück 2010
Eine Veranstaltung der DBU in Kooperation mit der Architektenkammer Niedersachsen und dem BDA Niedersachsen

Fazit

Das nach Regeln des „Kasseler Schulmodells“ errichtete Schul- und Sportzentrum konnte durch die umfassenden Bestands- und Schadensermittlung inkl. der Nachfolgekostenbetrachtung von der Erbauung bis zum Sanierungsfall systematisch auf die Schwachstellen, aber auch die Stärken untersucht werden.

Es zeigt, dass das damalige Kriterium Zinskosten durch niedrige Baukosten zu vermeiden für einen gewissen Zeitraum eine Berechtigung hatte. Mittlerweile haben sich die Rahmenbedingungen dahingehend geändert, dass die Zinskosten über eine überschaubare Zeit ein niedriges Niveau haben, jedoch Energie- und Nachfolgekosten zum Teil unkalkulierbar geworden sind. Für die Zukunft ist es daher wichtig, dass die niedrigen Zinskosten genutzt werden sollten, um eine schnellere Tilgung durchzuführen. Gleichzeitig sollten jedoch Zukunftsinvestitionen im Bereich Energieeinsparung als höchste Priorität angesehen werden, da diese das Gebäude „lebenslänglich“ begleiten, im Gegensatz zu den Zinskosten, die nach Tilgung entfallen. Daher hat die Entscheidung der möglichst niedrigen Energiekosten die höhere Priorität.

Der entscheidende Nebeneffekt ist jedoch, dass durch die Generalsanierung die Lehr- und Lernbedingungen für die nachfolgenden Schulgenerationen entscheidend verbessert werden.

Für die Planung der Generalsanierung muss der Grundsatz gelten, das damalige Planungsraster und die damals erreichten Rationalisierungseffekte des Bauens so fort zu führen, dass möglichst günstige Sanierungskosten erreicht werden. Das bisherige Gebäude ist ein stimmiges Gesamtsystem, auch wenn es stellenweise große Mängel in Wärmedämmung, Komfort und Nachfolgekosten aufweist. Es ist daher zwingend notwendig, eine bautechnische Nachoptimierung zu erreichen, die konsequent und durchgängig angewandt werden muss.

Ganz klar zeigt sich, dass eine teilweise Sanierung ohne Gesamtkonzept nicht zielführend ist und das dafür eingesetzte Geld sich im Prinzip nicht durch Einspareffekte rückverdient. Vielmehr wäre bei einer später doch notwendigen Generalsanierung dieser Teilbereich zu opfern, ohne dass wahrscheinlich die Lebensdauer erreicht worden wäre. Das Schul- und Sportzentrum Nägelsee wurde in den 38 Jahren seines Bestehens zwar mit einer hohen Gesamtsumme immer wieder repariert. Es wurden jedoch keine Sanierungsabschnitte durchgeführt, die jetzt der Generalsanierung im Wege stünden oder Teile der Sanierung ersparten.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Generalsanierung soll die Tageslichtnutzung sein und die möglichst weitgehende Vermeidung von Strombedarf für Kunstlicht, uneffektive Lüftungsmotoren und großvolumigen Umwälzpumpen, die gegen viele teilverschlossene Ventile des Heizungssystems ankämpfen und damit hauptsächlich elektrischen Strom vernichten. Des Weiteren ist das ganze Gebäude in seiner Hülle auf Wärmebrückenfreiheit umzurüsten, um den Endenergiebedarf zu minimieren und Bauschäden zu verhindern.

Leistungsspitzen im Strombezug, aber auch bei der Verwendung von Erdgas müssen weitgehend vermieden werden, um die Versorgungsnetze zu entlasten. Hierbei ist das Ziel, die zukünftig notwendige Restenergiemenge hauptsächlich regenerativ abzudecken. Dies gelingt nur, wenn der Bedarf drastisch reduziert ist.

Das erarbeitete Konzept öffnet den Weg zur Umsetzung einer CO₂-freien Schule. Bei entsprechender Investition in Photovoltaikflächen auf den Schulgebäuden ist es sowohl möglich ein CO₂-freies Gebäude in der Bilanz zu erreichen; der Nebeneffekt davon wäre, dass dadurch im Prinzip keine Heiz- und Stromkosten anfielen bzw. sich gegen rechnen.

Die Generalsanierung zeigt, dass es möglich, ist die Energieprobleme mehr oder weniger auf dem eigenen Grundstück unter Einbeziehung von Sonne und Erdwärme weitgehend zu lösen und nicht Ressourcen aus anderen Regionen in großem Umfange zu verbrauchen.

Die energetische Generalsanierung des Nägelseezentrums Lohr erfüllt alle zukünftigen Klimaschutzanforderungen dauerhaft. Für die Öffentlichkeit entstünde eine bestmögliche Beispiellösung, die im Unterricht den nachfolgenden Generationen von Schülern vermittelt werden kann und somit einen großen Nachahmereffekt auslösen würde.

Das Schul- und Sportzentrum eignet sich hervorragend, um zu zeigen, wie ein Gasnetz um mehrere Tausend kW Spitzenleistung entlastet wird. Ebenso zeigt es, wie ca. 200 kW Stromleistung vermieden werden. An diesem Beispiel Lohr kann exemplarisch gezeigt werden, dass durch Ingenieurkunst und heutigen technischen Möglichkeiten ein Energieverbraucher dieses Ausmaßes durch begleitende Maßnahmen zu einer Sowieso-Sanierung umwelttechnisch und energetisch alle zukünftigen Anforderungen erfüllen kann.

Es ist daher dringend notwendig, gesonderte Fördermittel für Sonderleistungen im Bereich Planung, Energieeffizienztechnik und Pufferung bereit zu stellen. Das Projekt steht kurz vor der Umsetzungsmöglichkeit und sollte alle Unterstützung finden, um eine Lösung zukünftiger Energiefragen beispielhaft aufzuzeigen.