

**Bewilligungsempfänger:  
Katholische Akademie in Bayern  
Mandlstraße 23, 80802 München**

**Abschlussbericht  
über die**

**Interdisziplinäre Grundlagenstudie zur energieeffizienten und nachhaltigen  
Modernisierung des unter Ensembleschutz und zum Teil unter Einzeldenkmalschutz  
stehenden Gebäudekomplexes der katholischen Akademie in Bayern**

**gefördert**

**unter dem AZ 28521**

**von der**

**Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)**



**Verfasser:**

**H. Kess, Dipl. Ing. (FH) Architekt, Dipl. Biol.**

**Architekten KuK**

**Veitshöchheim, Februar 2013**

**Bezugsquelle:**  
**Deutsche Bundesstiftung Umwelt**  
**Osnabrück**

<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>					
Az	<b>28521</b>	Referat	<b>25</b>	Fördersumme	<b>125.000,00 €</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Interdisziplinäre Grundlagenstudie zur energieeffizienten und nachhaltigen Modernisierung des unter Ensembleschutz und zum Teil unter Einzeldenkmalschutz stehenden Gebäudekomplexes der Katholischen Akademie Bayern</b>			
<b>Stichworte</b>					
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
<b>3 Jahre</b>		<b>21.04.2010</b>		<b>28.2.2013</b>	
Abschlussbericht					
<b>Bewilligungsempfänger</b>		Katholische Akademie in Bayern Mandlstraße 23 80802 München		Tel 089-38102-142 Fax 089-38102-103	
				Projektleitung Katholische Akademie in Bayern	
				Bearbeiter Herr Sachs	
<b>Kooperationspartner</b>		Architekturbüro K. Holger Keß Würzburger Straße 4 97209 Veitshöchheim Tel. 0931- 26080862			
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhaben</b>					
<p>Das Kardinal Wendel Haus in München, 1962 erbaut, prägt als hochwertiges Gebäude das denkmalgeschützte Ensemble Altschwabing. Einzelne Gebäude der Liegenschaft wie der Viereckhof und das Kötterlhaus genießen expliziten Denkmalschutz. Infolge einzelner, punktueller Sanierungsmaßnahmen ist eine heterogene Ausgangslage anzutreffen. Zahlreiche Modernisierungsmaßnahmen hat die technische Gebäudeausrüstung im Bereich der Energieerzeugung erfahren. Im Wesentlichen sind das: gasbetriebenes Blockheizkraftwerk, Grundwasserkühlung von Speisesaal und Konferenzsaal sowie Kleinkälte, Gebäudeleittechnik mit Einzelraumregelung, energieeffiziente Großgeräte in Wäscherei und Küche. Einzelne Pfosten-Riegelfassaden sowie Fenster wurden erneuert.</p> <p>Diese Ausgangssituation fordert sehr differenzierte Abwägungen und Ansätze für ein gesamtheitliches Konzept, da viele modernisierte Bestandselemente der Gebäudekonstruktion und der Gebäudetechnik aus Gründen der damit verbundenen grauen Energie in diese Konzepte verträglich integriert werden müssen.</p> <p>Das gewünschte gesamtheitliche Konzept kann aufgrund dieser vielschichtigen Ausgangssituation nur über eine integrale Planung erreicht werden.</p> <p>Eine komplette Generalsanierung ist aufgrund der kontinuierlichen Nutzung und aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Es soll daher strategisch und pragmatisch aufgezeigt werden, wie einzelne, aufeinander abgestimmte Bauabschnitte sich sinnvoll mit dem Anspruch einer gesamtheitlichen Sanierung vereinen lassen.</p>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
<b>Bestandaufnahme:</b> Maßliche, baukonstruktive, statische, gebäudetechnische, organisatorische Dokumentation, insbesondere Dokumentation der energetischen, bauphysikalischen und Denkmal-relevanten Details					
<b>Bestandsanalyse:</b> Wertung der Dokumentation, Entwicklung von Rahmenplänen unter Berücksichtigung rechtlicher Belange, Formulierung von Zielvorgaben					
<b>Integrale Sanierungsstrategie:</b> Erarbeitung von Vorplanungen, Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle und Gebäudetechnik unter Gewährleistung eines guten Raumklimas bei reduziertem Energieaufwand. Integration der einzelner Maßnahmen, Überprüfung der möglichen Synergien					
<b>Methoden:</b> Energetische Bilanzierung nach DIN 18599, Wärmebrückenberechnung nach Finite-Elemente Methode					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Liegenschaftskonzepte würdigen den gesamtheitlichen Aspekt oft nicht ausreichend. Ein hinreichend bekanntes Ergebnis für energetisch motivierte baukonstruktive Maßnahmen, insbesondere im Kontext Denkmalschutz, lautet, dass diese sich nicht wirtschaftlich vertretbar darstellen lassen. Nur kurzfristig wirtschaftliche Maßnahmen werden dagegen empfohlen. Das Ergebnis ist zwar eine Energieeinsparung, allerdings auf zu geringem Niveau. Demgegenüber demonstriert das vorliegende Konzept, dass mittels integraler Planung Synergien von Einzelaspekten bzw. Einzelmaßnahmen aufgezeigt werden können, die dann auch eine wirtschaftliche Realisierung ermöglichen.

Grundlage ist eine umfassende Bestandsaufnahme, die nicht nur maßlich und summierend agiert, sondern nach der ausführlichen Dokumentation das Erfasste auch analysiert und wertet. Mittels skizzenhafter Rahmenpläne können vor allem organisatorische Fragestellungen mit einem geringen Detaillierungsgrad durchgespielt werden, um damit den Rahmen der baukonstruktiven und haustechnischen Konzeptvorschläge zu fassen.

Auf Basis der Bestandsdokumentation können insbesondere in den kritischen Bereichen Detaillösungen entwickelt werden, die dann auch den formalen, ästhetischen Ansprüchen eines Denkmals bzw. hochwertigen Gebäudes im Ensemble genügen. Die sukzessive Entwicklung baukonstruktiver Details mittels Wärmebrückenberechnung erweist sich als geeignet.

Die integrale Sicht auf Baukonstruktion und haustechnische Gebäudeausrüstung weist den Weg für eine deutliche Absenkung des Primärenergieverbrauches und einer damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparung. Es wird gezeigt, wie über den Einsatz einer energieeffizienten Gebäudetechnik hinaus durch Optimierung der baukonstruktiven Umgebung erst die Grundlagen für weitreichende Synergie zwischen Gebäude und Gebäudetechnik geschaffen werden. Der Ausstoß klimaschädlicher Gase auf ca. 70 % gegenüber dem bauzeitlichen Zustand (Erbauungszustand) sollte anhand der überschlägigen Berechnungen und den koordinierten Verbesserungen der Gebäudehülle und weiterer Modernisierung der Gebäudetechnik möglich sein.

Ein integrales Konzept schafft ein Ziel, auf das dann die einzelnen Maßnahmen abschnittsweise ausgerichtet werden können. So können Bauabschnitte an die verfügbaren Haushaltsmittel angepasst werden, ohne dabei Gefahr zu laufen, konterkarierende Maßnahmen darzustellen.

## ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Über die Sanierungsplanungen wurde im Rahmen der EMAS-Vortragstätigkeit kontinuierlich durch Herrn Sachs berichtet. Im Rahmen des Forums „energetische Sanierung und Denkmalschutz – wie geht das zusammen?“ wurde am 29.10.2012 über die Ergebnisse der Studie berichtet.

## ***Fazit***

Die Mehrzahl der Bildungsstätten teilen die Ausgangslage der Katholischen Akademie in Bayern: bauzeitliche und heterogene Gebäude mit verschiedener Nutzung, die hohe Betriebskosten für Energie, Bauunterhalt und Reinigung verursachen. Gleichzeitig stehen Modernisierungen und Umstrukturierungen an, um über die Kernaufgabe hinaus die eigene Attraktivität für eine gesunde Wirtschaftlichkeit zu steigern.

Das gesamtheitliche Sanierungskonzept demonstriert Nachhaltigkeit, indem denkmalgeschützte Gebäude durch gezielte Weiterverwendung der guten Bausubstanz, in Verbindung mit der Ergänzung von langlebigen und ökologischen Materialien, energieeffizient und ästhetisch hochwertig saniert werden können. Die graue Energie, die der vorhandenen Bausubstanz innewohnt, wird maximal gewahrt. Durch ganzheitliche Sanierung wird die Restlebensdauer einem Neubau angenähert und der Bestand im Wert gesichert.

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Verzeichnis von Bildern, Grafiken und Tabellen**

#### **Objektbericht:**

- 1. Zusammenfassung**
- 2. Historie der Katholischen Akademie Bayern**
- 3. Bestandserfassung**
- 4. Baukonstruktives und entwurfliches Konzept**
- 5. Energiekonzept und technische Gebäudeausrüstung**

#### **Anhänge**

**Anhang 1 (in der Fassung der Katholischen Akademie in Bayern):  
Sanierungsmaßnahmen und Kostenrahmen**

## Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

- [Titelbild] Luftbild Kardinal Wendel Haus, Archiv Katholische Akademie Bayern
- [Bild 1] MS23\_KardinalWendelHaus \ B\_Refektorium \ OG01.24, MS23\_KardinalWendel-Haus \ A\_BueroGaestehaus \ OG02.14, Architekten KuK
- [Bild 2] Zukunftswerkstatt, Fotos Katholische Akademie Bayern
- [Bild 3] Ansicht des Tores der Durchfahrt, Architekten KuK
- [Bild 4] Ansichten der Atrium Verglasung, Architekten KuK
- [Bild 5] Ansicht Mandlstraße – Lochfassade, Architekten KuK
- [Bild 6] Fassade Mandlstraße nach Applikation des Wärmedämmverbundsystemes, Architekten KuK
- [Bild 7] Gunezrainerstraße – Westansicht des Treppenhauses (links); Fassadenmuster zur Entscheidungsfindung (rechts), Architekten KuK
- [Bild 8] Westansicht des Treppenhauses sowie Illumination bei Tag, Architekten KuK
- [Bild 9] Nachträglich angebrachte Solaranlage zur sommerlichen Warmwasserbereitung im R-Trakt sowie Photovoltaikanlage auf dem Gästehaus, Architekten KuK
- [Grafik 1] Lageplan Kardinal Wendel Haus, Architekten KuK
- [Grafik 2] Bestandsplanausschnitt Erdgeschoss Kardinal Wendel Haus, Architekten KuK
- [Grafik 3] Bauliche und künstlerische Werte, Architekten KuK
- [Grafik 4] Verteilung von Lagernutzungen und Erschließungsfunktionen, Architekten KuK
- [Grafik 5] Organisatorische Störungen und Mängel, Architekten KuK
- [Grafik 6] Längsschnitt Saal, Architekten KuK
- [Grafik 7] Rahmenplan und Vorplanung des Ersatzes des Kötterlhauses sowie der Garagen durch einen Erweiterungsbau, Architekten KuK
- [Grafik 8] Oben: weitgehender Erhalt des Garagentraktes; Unten: maximaler Erhalt des Solitärs Kötterlhaus; Architekten KuK
- [Grafik 9] Vorplanung Verbindungsbau zwischen Saal und Kötterlhaus sowie Integration der Verwaltung auch in das Kötterlhaus, Architekten KuK
- [Grafik 10] Energetische Bauteilbewertung des Bestands sowie nach möglichen Sanierungsmaßnahmen; Architekten KuK
- [Grafik 11] Übersicht über die baukonstruktiv-energetischen Sanierungsmaßnahmen sowie über die kritischen Detailpunkte; Architekten KuK
- [Grafik 12] Ausschnitt Maßnahmen im Bereich der Hofdurchfahrt, Architekten KuK
- [Grafik 13] Wärmebrückenberechnung zur Detail Optimierung Dämmung Durchfahrt, Dipl. Ing. Spieß
- [Grafik 14] Wärmebrückenberechnung zur Detail Optimierung des Anschlusses der Pfosten-Riegel-Fassade, Dipl. Ing. Spieß
- [Grafik 15] Grundriss, Schnitt, Ansicht Lamellenfenster, Ansicht Mandlstraße, Architekten KuK
- [Grafik 16] Aus Investition und Energiekosten aufsummierte Gesamtkosten dreier Fensterkonstruktionen im Falle einer Kreditfinanzierung (1% eff. 10 Jahre, dann 4% eff., Energiepreissteigerung 7%), Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 17] Temperaturverlauf im Zuluft-Kastenfenster an einem Sonnentag (links) und einem leicht bewölkten Tag (rechts), Analyse des Systems: Zuluft-Kastenfenster mit Abluftanlage, Dipl.-Ing.(FH) Michael Zymek, *Hochschule Zittau, in Schlussbericht Ensan - Energetische Verbesserung der Bausubstanz, Teilkonzept 3: Sanierung von Wohngebäuden aus der Gründerzeit am Beispiel der Bautzner Straße 11 in Zittau*
- [Grafik 18] Ausführungsvorschlag Treppenhausfassade, Architekten KuK
- [Grafik 19] Schema Grundwassernutzung zur Kühlung, aus Nachhaltigkeitsbericht, Ingenieurbüro Linsmeier, 2008
- [Grafik 20] Grafik 19: Wasserabsenkung / -aufstauung in Abhängigkeit der Pumpleistung und der Pumpdauer, Panungsbüro J. Spieß
- [Grafik 21] Quelllüftung und ihre Anwendungsbereiche, Dr. Ing. Franc Sodec, Fachjournal - Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien und Technische Gebäudeausrüstung, 2002/03

- [Grafik 22] Lastverlauf Kühlung Saal im Hochsommer bei maximaler Auslastung mit 450 Personen, Spitzenlastdeckung beispielsweise mittels Eisspeicherkühle, Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 23] Übersicht jährliche Übernachtungen im Gästehaus, Daten Katholische Akademie Bayern / Darstellung Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 24] Benutzeroberfläche der Gebäudeleittechnik, Katholische Akademie Bayern
- [Grafik 25] Bedarfsprofile verschiedener Hoteltypen mit normierten Stundenwerten (auf 100 % des Tagesbedarfes) im Vergleich, aus: Tagesgänge des Trinkwarmwasser-bedarfes, Prof. Dr.-Ing. Orth, Dipl.-Ing. Michael Martenka, 2005
- [Grafik 26] Tageslastverläufe für Transmission, Lüftung, Warmwasser bei unterschiedlichen winterlichen Außentemperaturen, Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 27] Liegenschaftübersicht mit ermitteltem Wärmebedarf (für Heizung, Warmwasser) bzw. Kühlbedarf, Architekten KuK
- [Grafik 28] Aufsummierte Gesamtkosten verschiedener Kombinationen von Wärmeerzeugern im Zeitraum von 20 Jahren, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 29] CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Kombinationen von Wärmeerzeugern, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 30] CO<sub>2</sub>-Messungen im Gästezimmer, Architekten KuK / Katholische Akademie Bayern
- [Grafik 31] Prinzipielle Möglichkeiten einer kontrollierten Lüftung der Gästezimmer, Architekten KuK
- [Grafik 32] Aus Investition und Energiekosten aufsummierte Gesamtkosten dreier Fensterkonstruktionen mit und ohne Kombination einer Lüftungsanlage im Falle einer Kreditfinanzierung (1% eff. 10 Jahre, dann 4 % eff, Energiepreisssteigerung 7 %), Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß
- [Grafik 33] Korrelierte VOC – CO<sub>2</sub> Messungen; rechts: punktuelle Luftqualitäten, die ein CO<sub>2</sub>-Sensor nicht erfasst; CCI - Fachzeitung für Haus- und Gebäudetechnik 11/2009
- [Grafik 34] Lüftungsautomatik - Szenario I, Architekten KuK
- [Grafik 35] Lüftungsautomatik - Szenario II, Architekten KuK
- [Grafik 36] Lüftungsautomatik - Szenario III, Architekten KuK
- [Grafik 37] Lüftungsautomatik - Szenario IV, Architekten KuK
- [Grafik 38] Lüftungsautomatik - Szenario V, Architekten KuK
- [Grafik 39] Luftqualitätsmessung Veranstaltungssaal bei Vollbesetzung; Architekten KuK / Katholische Akademie Bayern
- [Grafik 40] Schema Lüftungsanlage Vortragssaal mit vorgeschaltetem Luftkollektor / Termperierungskanal, Architekten KuK
- [Grafik 41] Übersicht der vorhandenen und geplanten lufttechnischen Maßnahmen im Gebäude, Architekten KuK
- [Grafik 42] Umsetzungsszenario einzelner Maßnahmenpakete, Architekten KuK
- [Tabelle 1] ‚Graue Herstellungs-Energie‘ der verbleibenden Bestandskonstruktionen des Saals, Architekten KuK
- [Tabelle 2] ‚Graue Herstellungs-Energie‘ für verschiedene Dämmstoffe in Wärmedämmverbundsystemen, Architekten KuK
- [Tabelle 3] U-Werte ausgewählter Bestandskonstruktionen bzw. U-Werte nach energetischen Ertüchtigung, Architekten KuK
- [Tabelle 4] Wärmeverluste Fensterkonstruktionen im Vergleich zu 3 fach-Verglasung, Architekten Kuk / Dipl. Ing. J. Spieß
- [Tabelle 5] Überschlägiger Kühlbedarf des Saales, Dipl. Ing. J. Spieß
- [Tabelle 6] Raumbelagungen und Essensbuchungen, Katholische Akademie Bayern
- [Tabelle 7] Gemessene Energieverbräuche für Kardinal-Wendel Haus, Viereckhof und Schloß Suresnes, Katholische Akademie Bayern
- [Tabelle 8] Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf des Kardinal-Wendel Hauses, Datenbasis nach DIN 18599 Architekturbüro W. Haase, Modifikation Dipl. Ing. J. Spieß
- [Tabelle 9] Überschlägige monatliche Bedarfswerte für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

- [Tabelle 10] Rechnerische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Abhängigkeit der Lüftungsintensität, der Aktivität und der Zeitdauer, Architekten KuK
- [Tabelle 11] End- und Primärenergiebedarf des Kardinal-Wendel Hauses; Quelle / Zusammenfassung der DIN 18599 Berechnungen des Architekturbüros Haase

## 1. Zusammenfassung

Das Kardinal Wendel Haus in München fügt sich in seiner souveränen Moderne als hochwertiges Gebäude in das Ensemble Altschwabing ein und prägt die besondere städtebauliche Qualität im Bereich Mandlstraße – Gunezrainerstraße. Architekt Thomas Wechs junior spielt in diesem Gebäude mit extrovertierten und wieder nach innen gewandten Raumfolgen. Während das nahezu aus Schlafzellen bestehende Gästehaus mit einer sparsam bemessenen Lochfassade die Außenwelt reduziert, erlauben die großzügigen Fassaden des Speisesaals und des Konferenzraumes Sonnen- und Lichtüberfluss, im Atrium wird können die Blicke in die Natur – in einen innerstädtischen Schlossgarten schweifen.

Das entwurfliche Konzept spiegelt sich in der hochwertigen Materialität und in der Klarheit der Konstruktionen wider. Hier beginnen dann die Herausforderungen einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle, will man diese Gediegenheit bewahren. Die erfolgreichen Bemühungen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Liegenschaft nachhaltig zu reduzieren, zeitigten unterschiedliche Modernisierungsstände der technischen Gebäudeausrüstung, die ebenfalls mit dem zukünftigen baukonstruktiven-energetischen Standard abgestimmt werden müssen.

Im Gegensatz zu einer homogenen Ausgangslage z.B. bei einer Generalsanierung, die eine neue, prinzipielle Denkrichtung erlaubt, umfassten die erste Schritte Archivrecherchen, Bestandserfassung und Bestandsbewertung. Auf dieser Basis wurden in einem iterativen Prozess der Problemerkennung, Recherche und Feldbeobachtung in gemeinsamen Sitzungen Zukunfts-Ideen einer Akademie 2020 entwickelt, die über eine Rahmenplanung zu einem nutzerorientierten Gebäude- und Erweiterungskonzept verfeinert wurden. Damit konnten zukünftige Nutzungen präzisiert werden, die die Randbedingungen für ein baukonstruktives-gebäudetechnisches Konzept liefern.

Die Möglichkeiten der nachträglichen energetischen Ertüchtigung entscheiden sich im Prinzip am notwendigen bzw. definitiven Wechsel der Materialien, den geometrischen Übergängen und hier vor allem an ästhetisch entscheidenden Detailpunkten. Ohne deren Lösung lässt sich kaum eine stimmige Maßnahme für die Fläche ableiten. Diese Details wurden konstruktiv sowie im speziellen mittels Finite Elemente Wärmebrückenbetrachtungen erarbeitet und optimiert.

Die Potentiale solarer Systeme und vorhandener Energiequellen werden analysiert und bei Eignung in die haustechnischen Konzepte integriert. So können Luftkollektoren die kontrollierte Raumlüftung ergänzen und weitere Energiegewinne ermöglichen. Zuluft-Kastenfenster erlauben ein Rückgewinnen von Transmissionswärmeverlusten und bieten zusätzlich eine Frischluftquelle für die Gästezimmer.

Die vorliegende energetische Sanierungsplanung zeigt deutlich die Möglichkeit von Effizienzmaßnahmen: mit Bauweisen und Technologien nach dem Stand der Technik lassen sich nachhaltig erhebliche Energieeinsparungen sowie Energiegewinne realisieren. Diese Maßnahmenpakete sind auch bei Baudenkmälern realisierbar.

Einzelne Beiträge und Zuarbeiten erfolgten durch folgende Verfasser:

- Kapitel: Historie der katholischen Akademie von Dr. R. Walser
- DIN 18599-Berechnungen durch Architekturbüro Haase
- Wärmebrückenberechnungen durch Dipl. Ing. J. Spieß
- Energiekonzept durch Architekten H. Keß, J. König und Dipl. Ing. J. Spieß
- Bestandserfassung, Analyse, Bewertung, Vorentwürfe, baukonstruktives und haustechnisches Konzept d. Architekten H. Keß und J. König (Architekten KuK)

## **2. Historie der katholischen Akademie**

von Dr. R. Walser

### *Akademiegründung 1953 bis 1957*

Die Gründung der Akademie war in erster Linie das Werk Joseph Kardinal Wendels, des Erzbischofs von München und Freising in den Jahren 1952 bis 1960. Er war sowohl der geistige Vater der Akademie, als auch derjenige, der sich in vielen praktischen Fragen der Akademiegründung eingeschaltet und Entscheidungen maßgeblich beeinflusst hat. Aber auch die anderen sechs bayerischen (Erz-)Bischöfe (Bamberg, Augsburg, Eichstätt, Passau, Regensburg und Würzburg) waren von Anfang an in die Gründung eingeschaltet und sind ja ebenfalls Träger der Akademie.

Die Idee einer Akademiegründung war von Anfang an auch getragen von einem großen Freundes- und Unterstützerkreis bayerischer Katholiken. Es entstand ein „Kuratorium für die Gründung der Katholischen Akademie in Bayern“, in dem sich Kirchenvertreter, Politiker und Wissenschaftler engagierten. Aus diesem Kreis rekrutierten sich dann auch die Gremienmitglieder der ersten Jahre und Jahrzehnte sowie die Unterstützer, die sich im dann bald gegründeten „Verein der Freunde und Gönner der Katholischen Akademie in Bayern“ versammelten, der bis heute eine wichtige Stütze der Akademie ist.

Die erste Absichtserklärung Kardinal Wendels bezüglich der Gründung einer Akademie stammt schon aus dem Jahr 1953. Bis zum Gründungsakt der Katholischen Akademie in Bayern am 1. Februar 1957 bestand aber noch viel Diskussionsbedarf und es musste natürlich innerkirchlich und auch gegenüber Staat und Gesellschaft viel Überzeugungsarbeit geleistet werden.

Dabei ist u. a. die zentrale Rolle von Romano Guardini (1885 bis 1968) hervorzuheben. Der Religionsphilosoph, dessen Namen die Akademie mit der Verleihung des gleichnamigen Preises bis heute ehrt, wirkte ab den 20er Jahren als Wegbereiter und Inspirator der katholischen Jugendbewegung Quickborn und war führend in der deutschen liturgischen Bewegung. Mit seinen Schriften übte er starken Einfluss auf die gebildeten Schichten des deutschen Katholizismus. Bei der Feierstunde zur Gründung der Akademie am 1. Februar 1957 hielt er dann auch den Festvortrag.

Karl Forster (1928 bis 1981), später Sekretär der Deutschen Bischofskonferenz und Professor in Augsburg, wurde erster Direktor und blieb es bis 1967.

Die doch schon recht zahlreichen Veranstaltungen der ersten Jahre fanden damals in München z. B. in der Universität, im Saal der Handwerkskammer an der Max-Joseph-Straße, im Amerikahaus oder auch einmal im Herkulesaal der Residenz stand. Zur fast der Hälfte der Tagungen reiste die Akademie in andere bayerische Städte, relativ oft nach Eichstätt, aber auch in die anderen Bischofsstädte und nach Nürnberg.

Im Frühjahr 1962 erlangte die Akademie ihre bis heute gültige Rechtsform als „kirchliche Stiftung des Öffentlichen Rechts“, ein Rechtsakt, der durch die Unterschriften aller sieben bayerischen Bischöfe bestätigt wurde.

### *Das Akademiegebäude 1956 bis 1962*

Seit 1956 wurden intensive Diskussionen im Unterstützerkreis der Akademie geführt, ob man die Gründung der Akademie und die Planung eines Akademiegebäudes parallel laufen lassen oder sich erst auf die Institution beschränken sollte.

Kardinal Wendel und die große Mehrheit des Kuratoriums entschieden sich dann dafür,

beide Angelegenheiten getrennt zu betreiben, um, wie der Kardinal einmal formulierte, „die Frage der örtlichen Beheimatung in aller Ruhe weiter zu betreiben“.

Drei Optionen standen im Raum:

- außerhalb Münchens in ländlicher, abgeschiedener Atmosphäre (stark favorisiert war Eichstätt, wo es mit Oberbürgermeister Dr. Hans Hutter einen engagierten Verfechter des Akademiegedankens gab, aber auch Regensburg oder Höhenried am Starnberger See waren zwischenzeitlich im Gespräch)
- Münchner Stadtrand (Schloss Fürstenried war da der Favorit.)
- Münchner Innenstadt

Die wichtigsten Argumente für die dann – auch maßgeblich von Kardinal Wendel beeinflusste – Entscheidung für eine zentrale Lage in München, waren die geistige Atmosphäre in einer Metropole, die „Entwicklung verschiedener Stilformen“ in der Akademiearbeit, die in zentraler Lage besser zu gewährleisten seien und auch praktische Vorteile, so die größere Wirtschaftlichkeit und die Tatsache, dann einen zentralen Treffpunkt für katholische Verbände und Vereine zu haben. In den 50er Jahren wurde auch die Landesarbeitsgemeinschaft der Katholischen Erwachsenenbildung gegründet, dessen organisatorische Leitung bei der Akademie angesiedelt werden sollte und dann auch wurde. Und auch die 1962 schließlich gegründete „Kommission für Zeitgeschichte“ wollte man ursprünglich sehr eng mit der Katholischen Akademie verflechten.

Ein weiteres Kriterium für die München-Befürworter war, dass man bewusst Gegenpunkte zu anderen Akademien setzen wollte. Seit 1947 schon gab es Tutzing am Starnberger See die Evangelische Akademie, die damals bereits einen guten Namen hatte. Und auch die Politische Akademie, deren Gründung mehr oder minder parallel zu der der Katholischen Akademie verlief, kam ins – zumindest damals – ländliche Tutzing.

Gegen die Idee, nach Fürstenried zu gehen– und sich damit immerhin auch in München zu verorten – sprachen die voraussichtlich sehr hohen Umbaukosten, die Tatsache, dass dort damals schon ein Exerzitienhaus etabliert war, die Gebäude zum damaligen Zeitpunkt zusätzlich anderweitig genutzt wurden (Spätberufenenseminar) und – man glaubt es kaum – schon in den späten 50er-Jahren der Verkehrslärm auf der damaligen „Olympiastraße“.

1958 kam man dann zum Schluss, einen Neubau anzustreben und ging auf Bauplatzsuche. Parallel, also schon bevor ein geeigneter Bauplatz gefunden war, beauftragte man Architekten mit Ideenskizzen. Kardinal Wendel drängte darauf, dass das Gebäude der Akademie „im Geist der Akademie gestaltet ist und ihre Atmosphäre atmet“. Außerdem wünschte sich Joseph Wendel eine „Stätte der Begegnung“. Bald war er wohl auch überzeugt, dass das Akademiegebäude in die Münchner Innenstadt sollte.

Im September 1958 wurde der Ideenwettbewerb ausgeschrieben. Drei Architekten, Friedrich Haindl und Hansjakob Lill aus München und der Augsburger Thomas Wechs reichten Vorschläge ein, die in die engere Wahl kamen. Die Entscheidung, Thomas Wechs, der ein etablierter Kirchenarchitekt war und von Anfang an von seinem gleichnamigen Sohn unterstützt wurde, mit Planung und Bau zu beauftragen, fiel Anfang Februar 1959.

Jetzt, Anfang 1959, hatte man auch einen Bauplatz gefunden. Auf dem kircheneigenen Gelände hinter dem Schloss Suresnes, das damals ein Altenheim für Priester der Erzdiözese war, an der Mandl- und Gunezrainerstraße lag ein geeigneter Ort.

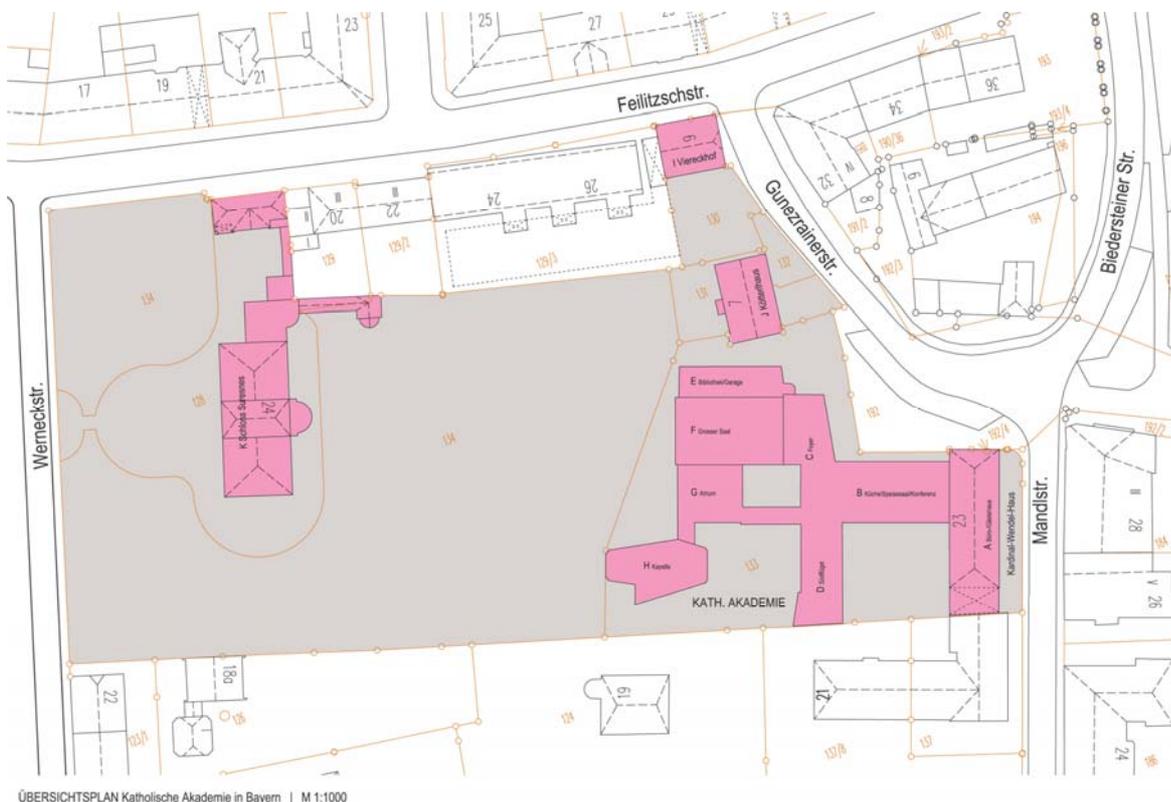
Genauso wichtig! Die Freisinger Bischofskonferenz macht der Akademie ein schönes Weihnachtsgeschenk: Die Bayerischen Bischöfe genehmigten schon im Dezember 1958 grundsätzlich 1,2 Millionen Mark für den Bau.

Thomas Wechs junior beschreibt in einem Brief, den er kurz vor seinem Tod am 18. September 2012 anlässlich der 50-Jahr-Feier des Hauses an die Akademie geschrieben hat, welche Zielvorstellungen sein Vater und er damals hatten. Diese Gedanken sind teilweise auch in der ersten Ideenskizze aus dem Oktober 1958 zu finden. Der Akademiegedanke, so die Architekten, sollte im Gebäude zu Stein werden. Man habe bei der Besichtigung des Grundstücks und des Parks gleich an den im alten Athen dem „Akademos“ geweihten Hain gedacht, in dem schon Plato lehrte. Die Grundidee sei es gewesen, diese Urdee einer Akademie, die Idee des Gehens und dabei Denkens, umzusetzen: Möglich sein sollte ein „Wandeln unter dem weitläufigen Dach der Akademie und dann als Fortsetzung unter dem Blätterdach der herrlichen alten Bäume im Park“.

Man habe dieses Paradies nicht mit einem „monumentalen Baukörper erdrücken“ wollen und deshalb niedere Baukörper angeordnet, die, „von durchsichtigen Wandelgängen und Atrien begleitet, den Charakter einer Gartenlandschaft überall durchscheinen ließen“. Der Kern der Akademie, der Vortragssaal und die Kapelle, sollte eine möglichst enge Verbindung mit der Natur eingehen, sei sie doch „Gleichnis der göttlichen Schönheit und Ordnung“. Alle weiteren Gebäude seien vom eigentlichen Akademiebereich abgegrenzt worden, um das Gefühl einer sich frei entfaltenden Großzügigkeit zu erwecken. Bei der Gestaltung der Fassaden galt es, „dem klassischen Schönheitsideal von Johann Joachim Winckelmann zu dienen, ausgedrückt in der Formulierung edle Einfachheit und Stille.“

Der konkrete Entwurf der Architekten sah fünf Bauteile für die Akademie vor:

- einen fünfstöckigen Verwaltungs- und Zimmerbau entlang der Mandlstraße
- im Anschluss nach hinten einen Flachbau mit kleineren Tagungsräumen, Speisesaal und Küche
- Querbau mit Angestellten-Wohnungen, Bibliothek und Foyer sowie Haupteingang
- einen Vortragssaal mit Lichthof und Atrium
- und eine Kapelle



Grafik 1: Lageplan Kardinal Wendel Haus, Architekten KuK; zur Liegenschaft gehören außerdem die denkmalgeschützten Gebäude Viereckhof und Kötterlhaus

Im Frühjahr 1960 erfolgte der erste Spatenstich, am 25. November 1960 konnte die Grundsteinlegung gefeiert werden. Den Grundstein legte Weihbischof Johannes Neuhäusler. Diese Verzögerung wurde durch die Tatsache bedingt, dass der Grundstein in der Kapelle seine Heimat finden sollte, mit deren Bau erst relativ spät begonnen werden konnte. Denn offensichtlich gab es in der Planungs- und Bauphase auch einige Verzögerungen, die Auseinandersetzungen zwischen dem Architekten und den Verantwortlichen bei der Münchner Lokalbaukommission geschuldet waren. So hat die Lokalbaukommission wohl besonders bei der Genehmigung des fünfstöckigen Verwaltungs- und Zimmerbaus an der Mandlstraße schwer geschluckt. Erst nach langwierigen Verhandlungen konnten die Beamten überzeugt werden, die entsprechende Genehmigung zu erteilen. Architekt Thomas Wechs musste allerdings bei der Gestaltung des Dachs Zugeständnisse machen. Und eben auch die Platzierung der Kapelle war strittig. Ursprünglich sollte die Kapelle eine Zentralstellung einnehmen, musste aber aus Rücksicht, die der Denkmalschutz auf das Ensemble des Schlosses Suresnes nahm, dann zur Seite, weg von der Sichtachse auf das Schloss, weichen.

Einen schweren Schlag erlebte das Projekt auch am 31. Dezember 1960. Völlig unerwartet starb Kardinal Wendel am Silvestertag, nur kurz nach seiner Predigt im Dom. Doch zeigte sich sehr schnell, dass Wendels Nachfolger, Kardinal Julius Döpfner, der bereits im Frühjahr 1960 Erzbischof von München und Freising wurde, das Projekt seines Vorgängers – sowohl die Akademie, als auch den Bau ihres Gebäudes – mit aller Energie weiter betrieb, so dass das Haus im Herbst des Jahres 1962 Akademie fertig war. Es stand auf 1600 Quadratmeter Grundfläche, bot damals Platz für 54 Zimmer mit 70 Betten, hatte einen für damalige Verhältnisse idealen Vortragssaal und bot auch noch Platz für kleinere Tagungsräume. Heute, bei den Arbeiten für die energetische Sanierung des Hauses, machten die Architekten auch die sehr positive Entdeckung, dass die verwendeten Baumaterialien und die Bauausführung hohen Standards entsprechen.

Die gesamten Baukosten beliefen sich übrigens auf insgesamt 3,5 Millionen Mark; der überwiegende Teil der Mittel kam von den sieben bayerischen Diözesen, aber die Akademie konnte sich auch über eine Co-Finanzierung durch Freistaat und Landeshauptstadt freuen.

Herausgehoben sollte noch werden, dass die Fassade neben dem Haupteingang durch das Relief mit dem Titel „Vom Chaos zur Ordnung“ des Bildhauers Blasius Gerg einem starken zusätzlichen künstlerischen Akzent setzt. Den rund 500 Quadratmeter großen Vorplatz hat die Akademie – wie wohl auf städtischem Grund – dann im Jahr 1995 aus eigenen Mitteln neu gestaltet. Der Entwurf mit den Pflasterrauten und den Pollern als Begrenzung stammt vom Münchner Bildhauer Max Faller.

### *Einweihung 29. September 1962*

Am 29. September 1962 (dem Michaelstag, der Erzengel ist deshalb auch Patron der Kapelle) weihte Kardinal Julius Döpfner das Haus ein. Er feierte nach der Benediktion in der Michaelskapelle ein Pontifikalamt, weihte das Haus und übergab es in einem Festakt seiner Bestimmung. Das Tagungsgebäude erhielt den Namen „Kardinal Wendel Haus“, um die überragende Bedeutung Joseph Wendels für die Gründung der Akademie und auch für die Wahl des Ortes und den Geist seiner Architektur zu würdigen.

In der Katholischen Nachrichtenagentur wird aus der Predigt des Kardinals der Gedanke der Wahrheit, der die Akademie verpflichtet sei, herausgehoben. Man müsse „dem Ärgernis die Wahrheit entgegenstellen“, so der Kardinal wörtlich.

Die Münchner Katholische Kirchenzeitung zitiert Direktor Karl Forster, der die „großzügige und moderne“ Architektur sowie die strenge Sachlichkeit der Raumgestaltung lobte. Dort in

Schwabing am Englischen Garten verbinde sich „in idealer Weise zentrale Lage und Abgeschiedenheit.“ Die zukünftige Arbeit der Akademie sei nun leichter zu verwirklichen und man könne die Zahl der Veranstaltungen erhöhen. Die erste Veranstaltung im neuen Haus widmete sich dann am 13. und 14. Oktober dem deutsch-französischen Verhältnis und war im Vorfeld des dann im kommenden Jahr abgeschlossenen Elyseevertrages sehr aktuell. Forster kündigte für das Frühjahr 1963 ein 14-tägiges philosophisches Seminar für Studenten und Assistenten aller Fakultäten an. Bereits im November 1962 wolle man sechs „Primanerkurse“ (Schüler der gymnasialen Oberstufe) zum Thema Universität und Gesellschaft“ anbieten.

Ehrengäste beim Festakt, über den natürlich in den Münchner Medien, aber auch in vielen überregionalen Zeitungen berichtet wurde, waren unter anderem Staatsminister Dr. Alois Hundhammer als Vertreter von Ministerpräsident Hans Ehard, Kultusminister Professor Theodor Maunz, Bischof Simon Konrad Landersdorfer von Passau, Oberbürgermeister Dr. Hans-Jochen Vogel und Bürgermeister Georg Brauchle sowie BR-Intendant Christian Wallenreiter.

Schon bei der Einweihung wurde im Kardinal Wendel Haus die praktische Ökumene gelebt. Die Evangelische Landeskirche hatte einen Oberkirchenrat abgeordnet und mit Gerhard Hildmann war der Direktor der Evangelischen Akademie Tutzing zu Gast, die im Bericht der Münchner Kirchenzeitung ausdrücklich als „Schwesterakademie“ bezeichnet wurde.

Im Rahmen der 50-Jahr-Feier im September 2012 war es der Akademie ein Anliegen, der Person ihres Gründers auch physisch einen gebührenden Platz einzuräumen. Auf einer vom Künstler Friedrich Koller aus Laufen in Niederbayern geschaffenen, 2 Meter hohen, viereckigen Granitsäule wird in Zukunft die Büste Joseph Kardinal Wendels vor dem Haupteingang der Akademie stehen. Darauf kommt die Bronzebüste des Kardinals, die Anfang der 60er Jahre von Theodor Georgi geschaffen und von den „Freunden und Gönnern der Katholischen Akademie“ gestiftet worden war.

### *Gegenwart und Ausblick*

Zusätzlich zum Kardinal Wendel Haus gehören heute der renovierte und denkmalgeschützte Viereckhof (Ecke Feilitsch-/Gunezrainerstraße), das älteste erhaltene Bauernhaus der Landeshauptstadt und als architektonisches Kleinod, das Schloss Suresnes. Das Barockschloss aus dem frühen 18. Jahrhundert, das im Eigentum des Korbiniansvereins ist, steht der Akademie zum langfristigen Nießbrauch zur Verfügung. In den kommenden Jahren stehen dort Renovierungsarbeiten mit dem Ziel einer energetischen Sanierung und einer gewissen Modernisierung im Inneren an. Eingeschränkt wird das Schloss aber auch schon jetzt für die Arbeit der Akademie benutzt.

In den vergangenen Jahren gelang es der Akademie durch eine Reihe von Einzelarbeiten (Fotovoltaikanlage, wärmegeführtes Blockheizkraftwerk, Anschaffung sparsamerer elektrischer Geräte, wärmedämmende Fenster) den Energieverbrauch und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Kardinal Wendel Hauses deutlich zu senken: 40 Prozent weniger Primärenergieverbrauch seit 2001 mit der Folge, dass trotz teilweise drastischer Preissteigerungen seit damals die Energiekosten des Hauses nicht gewachsen sind. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß hat sich mehr als halbiert, der Wasserverbrauch ist drastisch zurückgegangen, Müll- und Abwassermenge wurden ebenfalls deutlich reduziert.

Eine interdisziplinäre Grundlagenstudie, die seit 2010 mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt erstellt wurde, setzt die Akademie jetzt in die Lage, das 50 Jahre alte Gebäude des Kardinal Wendel Hauses energetisch sinnvoll von Grund auf zu sanieren. Im Sommer 2012 wurde das Bürogebäude an der Mandlstraße gedämmt und im

Zuge dieser Arbeiten auch die Gästezimmer modernisiert.

In den kommenden Jahren sollen die anderen Gebäudetrakte an die Reihe kommen und damit das Kardinal Wendel Haus und die Akademie im Sinne der Nachhaltigkeit fit für die Zukunft machen.

Zusätzlich zur Energieeinsparung setzt die Akademie auch bei der Verpflegung auf regionale Biokost, ist daher Mitglied bei Bioland, hat die Auszeichnung „Tierschutz auf dem Teller“ und lässt ihr nachhaltiges Arbeiten sowie ihr Qualitätsmanagement regelmäßig überprüfen und zertifizieren.

Die Akademie organisiert pro Jahr im Durchschnitt rund 100 eigene Veranstaltungen mit zwischen 13 000 und 14 500 Teilnehmern, wenn man die Durchschnittszahlen der letzten Jahre herauszieht. Im ersten Halbjahr 2012 konnte die Akademie bei gut 60 eigenen Veranstaltungen rund 9500 Teilnehmer im Kardinal Wendel Haus und bei den Tagungen auswärts empfangen.

Dazu kommen jährlich rund 200 Fremdveranstaltungen, bei denen sich Firmen, Institutionen oder Kongresse einmieten. Gut 10 000 Menschen kommen so im Durchschnitt zusätzlich ins Haus.

Nur um eine Richtgröße zu nennen, sind das fast doppelt so viele Teilnehmer wie sie die Evangelische Akademie Tutzing bei eigenen Veranstaltungen hat.

### 3. Bestandserfassung

Tagungsstätten sind durch das abgestimmte Zusammenspiel zahlreicher unterschiedlicher Raumfunktionen und Bereiche charakterisiert. In der Katholischen Akademie Bayern sind neben Vortragssaal und Seminarräumen Verwaltungsräume, Hauswirtschaftsräume, Küche, Speisessaal und Gästezimmer zu berücksichtigen. Über die Jahrzehnte verändern sich die räumlichen Anforderungen. Räumliche Wechselwirkungen können in der Bewirtschaftung schleichend ineffizient werden. Bauzeitlich ausreichende, dienende Funktionen wie technische Versorgung oder Lagern können an ihre Grenzen stoßen. Gleiches gilt für technische Ausstattung, aber auch für sicherheitstechnische Einrichtungen. Über die Jahre folgen Umbauten, ggf. Erweiterungen und mehr oder weniger kontinuierlich Modernisierungen. Diese Modernisierungen umfassen in der Regel immer nur Gebäudeabschnitte oder nur punktuelle Maßnahmen sowie Einzellösungen.

Im Gegensatz zu Gebäuden aus einem Guss mit ihrem Status einer Generalsanierung ist eine sehr heterogene Ausgangssituation anzutreffen. Diese fordert differenzierte Abwägungen und Ansätze für ein gesamtheitliches Konzept, da bereits modernisierte Bestandselemente der Gebäudekonstruktion und der Gebäudetechnik aus Gründen der damit verbundenen grauen Energie in diese Konzepte verträglich integriert werden müssen. Mit gesamtheitlichen Konzepten können partikuläre Schlussfolgerungen vermieden werden, wenn infolge abgelaufener Nutzungszeit oder Defekte zum Beispiel technischer Aggregate ausgetauscht werden müssen.

Bei einer Einzelmaßnahme (ohne Gesamtkonzept) kann sowohl über wirtschaftliche als auch ökologische Bilanzierungen eine entsprechende Plausibilität dargestellt werden. Allerdings erreichen die Effekte schnell ihre Grenze, da nach wie vor der Energieanspruch des Gebäudes bedient werden muss und keinerlei Synergie in einer Vernetzung erfolgt. Die Auslegung basiert auf einer nicht ausreichend abgesicherten Grundannahme. Das gewünschte gesamtheitliche Konzept kann aufgrund der hier vorliegenden vielschichtigen Ausgangssituation nur über eine integrale Planung erreicht werden.

Diese integrale Planung muss methodisch streng, sukzessive Erkenntnisse liefern. Sie umfasst zunächst eine möglichst erschöpfende Bestandsaufnahme /-untersuchung und Bestandsanalyse der baukonstruktiven, gebäudetechnischen und funktionalen Gegebenheiten. Neben den daraus resultierenden ökologischen und ökonomischen Folgen müssen insbesondere die kulturellen bzw. ästhetischen Anforderungen der Denkmalpflege bewertet und berücksichtigt werden. Dies gilt nicht nur für die bereits ausgewiesenen Einzel-Denkmale, sondern auch für das im denkmalgeschützten Ensemble Altschwabing situierte Kardinal-Wendel-Haus, das sicherlich in seiner Wertigkeit auch einen Einzeldenkmal-Status rechtfertigen würde. Mit diesen Grundlagen kann die Diskussion einer Zukunftsstrategie begonnen werden, die nach Beschluss in bauliche Optionen übersetzt werden kann. Im Fall der katholischen Akademie Bayern kann keine komplette Schließung der Liegenschaft aufgrund der kontinuierlichen Nutzung und wirtschaftlicher Gründe erfolgen. Daher müssen einzelne, aufeinander abgestimmte Bauabschnitte sich sinnvoll mit dem Anspruch einer gesamtheitlichen Sanierung vereinen lassen, so dass keine in wirtschaftlicher, aber auch in energetischer und ökologischer Sicht konterkarierenden Sukzessivlösungen realisiert werden.

Welche Untersuchungstiefe sollte für eine Bestandsaufnahme gewählt werden? Welche Vorgehensweise bedingt die größten nicht destruktiven Erkenntnisse über ein Bauwerk unter Berücksichtigung der Umbauintentionen? Lassen sich damit die sogenannten Überraschungen im Bestand minimieren, so dass nicht aus lückenhaften Grundkenntnissen Entscheidungen getroffen werden, die im weiteren Bauverlauf prinzipiell vermeidbare Mehrkosten nach sich ziehen?

Entscheidend ist der frühe Überblick über das Projekt. Von Beginn an muss das Ziel

gedacht werden. Hier gilt es, die Vision, den baulichen Endzustand und vor allem den Weg dahin zu antizipieren. So kann auch ein frühzeitiger Abgleich der erreichbaren Ziele bzw. eine Bewertung der Erreichbarkeit dieser Ziele erfolgen. Insbesondere Denkmäler sind keine beliebig überformbaren Gebäude, die sämtliche neuzeitlichen Anpassungen bei gleichzeitigem Erhalt der Denkmaleigenschaften zulassen. Das Projektziel, insbesondere die Definition der angestrebten Qualitäten, die Bauphase als der Weg zu diesem Ziel werden in den ersten Leistungsphasen, insbesondere in der Grundlagenermittlung und im Vorentwurf formuliert. Im Vorentwurf muss dann eine Rückkopplung zur Bestandsaufnahme stattfinden, die Bestandsaufnahme muss mit dem Wissen um die zukünftigen Planungen von qualifizierten und erfahrenen Bearbeitern durchgeführt werden. Damit kann der Blick auch von Anfang an auf den neuralgischen Detailpunkten ruhen. Die Bestandsaufnahme darf weder isoliert noch kurzschlüssig betrieben werden, so dass wenige, oftmals einzeln beobachtete Fälle zu Verallgemeinerungen führen. Dagegen führt eine strenge induktive Gebäudeuntersuchung zu aus mehrfacher Erfahrung abgeleiteten allgemeinen Begriffen wie z.B. Konstruktionsweisen bzw. Materialität, die Deduktionen zugrunde gelegt werden.

Dieses induktive Erfassen des Bestandes orientiert sich an Untersuchungsprinzipien der praktischen Denkmalpflege. Zunächst gilt es, alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um mit zerstörungsfreien Methoden Resultate zu erzielen:

- archivierte Planunterlagen und baubegleitende Unterlagen sichten und auswerten
- maßstäblich hergestelltes Aufmaß aller drei Dimensionen mit einem verbindlichem Codierungssystem, das eine einfache, aber eindeutige Orientierung und Kommunikation erlaubt
- Ggf. Verformungen detektierende Vermessungen, insbesondere der Decken über eine einheitliche horizontale Bezugsebene („Meterriß“)
- Fotodokumentation

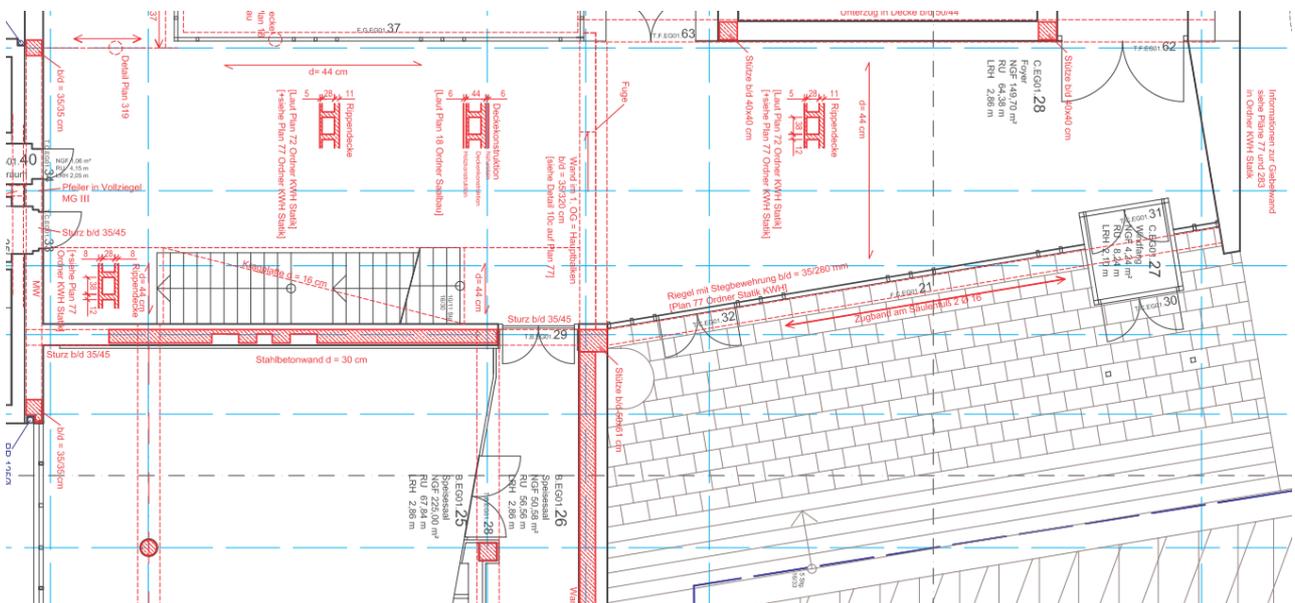
Die Aufmaßzeichnungen können unproblematisch mit CAD räumlich erstellt werden. So können frühzeitig gerade bei haustechnisch anspruchsvollen Projekten Planungsgrundlagen für die weiteren Fachdisziplinen zur Verfügung gestellt werden.

Die im 1. Schritt gewonnenen Aufmaßpläne dienen als Grundlage weiterer Untersuchungen, die ggf. Aufschlüsse notwendig werden lassen. Schwerpunkt bilden systematische Untersuchung und Dokumentation (neuzeitlich bis ggf. bauzeitlich) der Baukonstruktion einschl. erkennbarer Systemmängel (Systemschäden), der Materialität einschl. erkennbarer Materialdefizite bzw. Materialschäden (Substanzschäden) und haustechnischer Systeme und Ausstattungen. Selbstverständlich kann nicht wie im naturwissenschaftlichen Arbeiten eine erschöpfende Prüfung der Abweichungen oder Ausnahmen erfolgen (Falsifizierung), es genügt mit Ingenieurwissen hypothetische, aufgrund von Konstruktionsprinzipien wahrscheinliche Ableitungen aufzustellen. So lässt sich in der Regel das Tragwerk eines Gebäudes erschließen. Die Materialität und deren Zustand bedürfen unter Umständen einer weiteren Untersuchungstiefe. Hier ist möglichst eine statistische Signifikanz anzustreben. In der Regel können diese Untersuchungen in bereits gestörten / geschädigten Zonen vorgenommen und mit ergänzenden Befunduntersuchungen koordiniert werden, nach Möglichkeit sollten zerstörungsfreie Untersuchungen immer Vorrang haben. Parallel werden qualitative und gestalterische Merkmale einschl. deren Schäden (bauzeitliche bzw. neuzeitliche Ausstattung, bau- und kunsthistorische, handwerkliche Indizien) sowie funktionale Aspekte (interne und externe Erschließungssituation) erfasst. [Schmitt 2008]

Die praktische Denkmalpflege dient dem Auftrag, möglichst umfassend die charakteristische Originalität zu bewahren. Ein Ergebnis der Bestandserfassung muss

daher ein Überblick über wertvolle erhaltenswerte, empfindliche sowie ungestörte Gebäudebereiche, umgekehrt gänzlich gestörte Zonen und grundrissliche Nutzungsreserven sein. Daraus können bereits Gestaltungsspielräume für die weitere Planung abgeleitet werden.

Für das frühzeitige Sammeln aller zugänglichen und ableitbaren Informationen über das Gebäude erweist sich das Archiv der Katholischen Akademie Bayern als reiche Quelle. Zahlreiche Bestandsunterlagen in Form von Skizzen, Plänen, Abrechnungen mussten auf Stimmigkeit gesichtet werden musste, da auch mehrere, wieder verworfene Varianten dokumentiert wurden. Die vorhandenen Pläne verschiedener Bauzeitalter werden hauptsächlich mit den bauzeitlichen Genehmigungs-, Ausführungs- und Statikplänen überlagert, so dass eine zusammengefasste Planunterlage für die eigentliche Bestandsaufnahme in der Liegenschaft vorliegt. Die Pläne wurden durch Überprüfung der Hauptmaße des Gebäudes und der einzelnen Innenräume verifiziert. Parallel wurden wesentliche haustechnische Elemente (Kanäle, Schächte) sowie vor allem das Tragsystem vermerkt, so dass für weitere planerische Überlegungen die wesentlichen konstruktiven Tatsachen in einer Unterlage vorliegen. Diffizile Konstruktionen erhalten zusätzlich eine Quellenangabe als Referenz, falls diese Unterlagen archiviert wurden.



Grafik 2: Bestandsplanausschnitt Erdgeschoss Kardinal Wendel Haus, Architekten Kuk

Um eine einheitliche Bezeichnung der Räume mitsamt Wandflächen und Bauelemente wie Fenster und Türen zu erhalten, wurde eine Codierung eingeführt. Auf Basis der Codierung wurde ein komplettes Fotoralbum des Bestandes gefertigt, die jeweilige Zuordnung erfolgt durch ebenfalls in das Bild eingestellte Raumnummierungen bzw. entsprechende Dateibezeichnungen beim digitalen Fotoralbum. Wandnummierungen wurden nur zusätzlich eingestellt, falls die Bilder nicht selbsterklärend sind. Das Fotoralbum unterscheidet die einzelnen Gebäude. Es wird ergänzt durch ein Fassaden- und Dachbuch.

Die Codierung im digitalen Fotoralbum basierte auf folgendem allgemeinen Schema: Straße und Hausnummer\_Gebäudebezeichnung \ Gebäudeteil\_Bezeichnung des Gebäudeteils \ Geschoss.Zimmernummer.



Bild 1: MS23\_KardinalWendelHaus \ B\_Refektorium \ OG01.24; GRS07\_Koetterlhaus \ Ostansicht; Architekten KuK

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in den Bestandsplänen und einem Gebäude-, Raumbuch / Fassadenbuch zusammengefasst, idealerweise in einem datenbankbasierten, bauteilorientierten, virtuellen Gebäudemodell. Hier stehen sie allen projektbeteiligten Fachdisziplinen in der Planungsphase, vor allem dann auch in der Phase des Gebäudebetriebs zur Verfügung. Prinzipiell erhält das Raumbuch je nach Konzeptionsabsicht eine unterschiedliche inhaltlichen Ausrichtung von rein dokumentarisch, über bauforscherisch mit Deutung und Bewertung des Bestandes bis hin zu einem Raumbuch, das Archivalien, Befunde, Schadenskartierungen und eine Sanierungsvorplanung einbezieht.

Die aufgezeichneten Daten werden bewertet und interpretiert. Für die strukturelle Analyse werden

- künstlerische, bauliche, handwerkliche Werte / Denkmalstatus
- Nutzungen, lokale und statistische Verteilung
- Erschließung qualitativ
- energetische Qualität
- sowie die offensichtlichen Störungen einschl. Bewertung des öffentlich rechtliche Status

in den Bestand-Grundrissen verzeichnet. Es wird eine grafische Aufbereitung mit den Plänen gewählt, um gewissermaßen durch den Zwang zur grafischen Reduktion den Blick auf das Wesentliche zu ermöglichen. Künstlerische, bauliche Werte, Denkmalstatus, Blickbeziehungen werden in Kombination mit Fotos verdeutlicht:



Grafik 3: Bauliche und künstlerische Werte, Architekten KuK

In Diskussionen mit dem Nutzer war immer wieder auffällig, dass z.B. Aussagen zur Raumnutzung bzw. deren Kapazität oder Lage eher gefühlsmäßig aus Sicht des eigenen Aufgabenbereiches beurteilt wurden. Die unterschiedlichen Nutzungen: Lagern, Gebäudetechnik, Verwalten, Gästebeherbergung, Seminar- und Vortragsnutzungen sowie interne Erschließung werden sowohl grundrisslich als auch entsprechend der Grundfläche verankert. Deutlich werden insbesondere die zerstreute Verteilung der Lagerflächen der unterschiedlichen Fachbereiche sowie die weiten, oft nicht barrierefreien Erschließungswege sowie die zahlreichen Ein- und Ausgänge des Gebäudes.



Grafik 4: Verteilung von Lagernutzungen und Erschließungsfunktionen, Architekten KuK

In der Zusammenschau der einzelnen Flächen ergeben sich als Flächenanteile für Lagern von ca. 9 %, Gebäudetechnik ca. 5 %, Erschließung ca. 18 %, Seminar- und Vortragsnutzungen einschl. dienende Funktionen wie Empfang, Garderobe und Sanitäreinrichtungen ca. 30 %, Verwalten ca. 6 %, Gästebeherbergung ca. 13 %, Gästeverpflegung (Küche, Speisesaal) - Hauswirtschaft ca. 11 %, weitere / sonstige Funktionsräume ca. 8 %.

Ein Schwerpunkt einer Bestandserfassung muss die Dokumentation des baukonstruktiven und energetischen sowie haustechnischen Status sein.

Die haustechnischen Voraussetzungen werden im Kapitel ‚Energiekonzept - Technische Gebäudeausrüstung‘ näher erläutert, da hier in den letzten Jahren zahlreiche Modernisierungsmaßnahmen vorgenommen wurden, die in das zukünftige Energiekonzept übernommen werden sollen. Die Baukonstruktion wird zum einen quantitativ anhand der U-Werte beurteilt, zum anderen erfolgt eine qualitative Einschätzung anhand einer Bewertungsmatrix der Hüllflächen auf Basis der Gebäudeelemente Wand, Dach / Decke, Bodenplatte. Die qualitative Bewertung verdeutlicht den Ist-Zustand der Gebäudehülle und bewertet die Veränderungen der Bauelement-Qualität infolge der Dämmmaßnahmen, so dass der Nutzer auf einen Blick den Zustand der Hüllbauteile seines Gebäudes erfassen kann. Ein ähnliches Verfahren wird im Energie-Check der DBU für Wohnhäuser verwandt, der im Zuge einer Erstansprache einen Status Quo des eigenen Gebäudes vermittelt.

Künstlerische Ausstattungen, denkmalpflegerische-ästhetische Forderungen, geometrische-räumliche Anschlusssituationen, aber auch bereits erfolgte Modernisierungen bedingen bereits jetzt, insbesondere aber nach der Sanierung Wärmebrücken. Diese Situationen müssen in der Bestandsuntersuchung sozusagen wieder antizipierend erfasst werden. Die obige Darstellung der energetischen Bestandsbewertung erfolgt im Kapitel ‚baukonstruktives Konzept‘ in der Gegenüberstellung zum Zielzustand.

Die wesentliche Defizite und organisatorischen Störungen werden in einer Gesamtschau dargestellt. Besprechungen mit den Nutzern können insbesondere organisatorische Störungen identifizieren, die auf den ersten Blick nicht ersichtlich sind.



Grafik 5: Organisatorische Störungen und Mängel, Architekten KuK

Als größte Schwachstelle offenbart sich die Erschließung sowohl für die Gäste der Katholischen Akademie Bayern als auch für interne Abläufe. Der auffällige, prominente Zugang zum Saal ist im Alltag außer zu großen Veranstaltungen verschlossen. Der einzelne Gast muss zunächst den Eingang ums Eck in der Mandlstraße finden, um an der

eher dezentralen Rezeption Informationen erhalten zu können. Die Dualität der beiden Zugänge zum Saal und zum Gästehaus ist mit der jetzigen Lage der Rezeption nicht auflösbar. Bei internen Veranstaltungen müssen sowohl Einlass zum Saal als auch Rezeption besetzt werden. Die internen Erschließungswege sind sehr weitläufig und für Gäste an die zu einseitig orientierte Rezeption geknüpft. Gleiches gilt für die interne Infrastruktur. Insbesondere Wege zu den verstreuten Lagerflächen sind lang, nicht durchgängig (Kellergeschoss), im Falle des erdgeschossigen Lagers im Kötterlhof nicht überdacht zugänglich. Erschließungen erfolgen über vorgeschaltete Räume (z.B. Archiv). Barrierefreiheit ist nicht oder nur über Umwege gegeben. Technische Fördereinrichtungen genügen in ihrer Kapazität nicht der Andienung von Speisesaal und Konferenzraum (Speiseaufzüge), der Personenaufzug im Gästehaus ist nicht behindertengerecht.

Dienende Funktionen wie Lagern und Technik verfügen über kaum ausreichende Flächen. Notwendige Flure werden zum Abstellen von nötigen Gastronomie-/ Cateringinventar genutzt. Dies stellt über die ästhetische Beeinträchtigung hinaus eine unsachgemäße Nutzung der entsprechenden Rettungswege dar. Insbesondere Gastro-Inventar ist weit vom nötigen Verwendungsort gelagert (Lager hinter der Bibliothek oder im Kötterlhaus). Vorhandene Lagerräume sind aufgrund der herrschenden Feuchtigkeit im Lagerraum oder der Zugänglichkeit ausschließlich über das Freie ungeeignet. Die dem Saal angegliederten Garagen werden für Lagerung der Saalmöblierung genutzt. Neben der geringen Fläche ist vor allem die beengte Erschließung problematisch. Die technische Betreuung von Veranstaltungen im Saal ist aufwändig, da die zuständigen Mitarbeiter ihre Büros im Verwaltungsbereich haben. Der Saal selbst ist durch das fest installierte Podium nicht multifunktional nutzbar. Eine Teilbarkeit ist nicht gegeben. Insgesamt fehlen weitere kleinere Seminar- und Tagungsräume.

Zahlreiche heute gültige Vorgaben des vorbeugenden baulichen Brandschutzes können nicht erfüllt werden. Es fehlen die entsprechende Kompartimentierungen in Brandabschnitte oder klassifizierte Abtrennung der verschiedenen Nutzungseinheiten: Versammlungsstätte, Beherbergungsstätte, Wohntrakt, Verwaltungsbereich. Die Systematik der horizontalen (und vertikalen) Brandabschnitte ist im Gästehaus durch den Aufzug, die beiden Verwaltungsebenen verbindende Spindeltreppe, aber auch technische Installationen aufgelöst. Zahlreiche Vorschriften der Sonderbauverordnungen können nicht zufriedenstellend erfüllt werden. Es sind oftmals nicht zwei baulich unabhängige Rettungswege gegeben, die Sicherheit des ersten Rettungsweges ist nicht durchgängig. Bauliche Rettungswege entbehren einer Brandlastfreiheit.

Zahlreiche Wärmebrücken und Luftundichtigkeiten der Gebäudehülle bedingen Unbehaglichkeiten. Besonders betroffen sind die Rezeption, die im Luftverbund mit dem einfachverglasten Treppenhaus steht, sowie Tagungsräume (Clubraum und Bibliothek) und Atrium unter den unzureichend gedämmten bzw. undichten Dachkuppeln.

Der Zustand der Baukonstruktion weist insgesamt einen intakten Zustand aus. Wärmebrücken werden durch die vorhandenen Undichtigkeiten, aber auch durch entsprechende Heizleistungen im Bestand entschärft. Die Gebäudetechnik wurde bereits teilerneuert. Bauzeitliche Elemente wie Fußbodenheizungen im Saalbereich, Lüftungsanlagen im Saalbereich und vor allem die Trinkwasserversorgung in der gesamten Liegenschaft müssen erneuert werden. Durch zahlreiche stillgelegte Sticheleitungen, zu große Rohrdimensionen sowie Wasserstagnationen kann nicht zuverlässig eine einwandfreie Trinkwasserhygiene gewährleistet werden. Der Betreiber muss entsprechenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Gäste gemäß Trinkwasserverordnung vorbeugen (jährliche Überprüfung der Trinkwasserqualität), im Falle einer bakteriellen Kontamination greift kein baulicher Bestandsschutz.

#### 4. Entwurfliches und baukonstruktives Konzept

Bereits in der Bestandsaufnahme und -analyse zeichnen sich notwendige Maßnahmen wie Reparaturen und Modernisierungen, aber auch hochwertige Bereiche, die belassen werden müssen, ab. Ebenso wird klar, dass Strukturen, interne Organisation vorab diskutiert werden müssen, um hier eine stimmige Zukunftsvision zu erhalten.

Um die Zielvorstellungen des Nutzers konkretisieren zu können, wird ein iterativer Prozess gewählt, der eine innovative Gebäudeumstrukturierung und –erweiterung schafft und zugleich dessen Bedürfnisse befriedigen kann. Dieses iterative Arbeiten ist vor allem auf Grund der noch geringen Komplexität des Planungsfortschrittes möglich. Es lässt sich mit fünf Schritten umreißen:

- Verstehen: Die Probleme des Nutzers müssen verstanden werden. Es resultierten geeignete Fragestellungen, die in gemeinsame Festlegungen münden, welche die Bedürfnisse und Herausforderungen des Projekts definieren.
- Beobachten: Es folgt Recherche und Feldbeobachtung, um wichtige Einsichten und Erkenntnisse zu gewinnen und die Rahmenbedingungen des Status Quo zu definieren.
- Ideenfindung: Mögliche Ideen werden frei formuliert, skizziert und einer ersten Beurteilung des Nutzers unterworfen.
- Rahmenplan: Auf Basis der skizzierten Idee wird ein Rahmenplan entwickelt, der als Flächenlayout grundlegende Abläufe veranschaulicht.
- Verfeinerung: Der Rahmenplan wird zu einer strukturellen Vorplanung verfeinert, bis ein optimales, nutzerorientiertes Produkt entstanden ist.

Die Nutzereinbindung erfolgte während des gesamten Planungsprozesses auf verschiedenen Ebenen. Ideen wurden kontinuierlich mit der Akademieleitung abgestimmt. Daraus entwickelte Rahmenpläne und strukturellen Vorplanungen wurden auf Abteilungsebene präsentiert und bewertet. Die Einbindung der kompletten Belegschaft gelang im Rahmen einer Zukunfts-Werkstatt, die außer Haus veranstaltet, von alltäglichen Sachzwängen befreite und Visionen förderte.



Bild 2: Zukunftswerkstatt, Fotos Katholische Akademie Bayern

In der Diskussion mit den Nutzern konnten während der Ideenfindung Varianten gänzlich ausgeschlossen werden, da auf den ersten Blick klar wurde, dass Ansprüche an Raumgrößen wie ein Veranstaltungssaal für 600 Personen den bebaubaren Rahmen sowie hochwertige Bausubstanz zerstören werden. Somit konnte frühzeitig beschlossen werden, den Saal in seiner jetzigen Dimension zu bewahren.

Eine Betrachtung der ‚grauen Energie‘ der vorhandenen Baukonstruktion unterstützte den Konsens, die Baukonstruktion dem Bestand angemessen und mit möglichst ökologischen Produkten zu ertüchtigen. Es wurde exemplarisch die Phase ‚Herstellung des Bauproduktes inklusive der Herstellung aller relevanten benötigten Materialien / Energien‘ für den Saal untersucht (‚cradle to gate‘-Betrachtung), da diese Werte im Nachhinein

nachvollziehbar sind. Bauteile, die bei einer Sanierung sowieso erfasst würden, wurden nicht einbezogen. Die Energieflüsse für das Bauen selbst (Transportwege, Bautechniken) sind in der Nachbetrachtung aufgrund der nicht vorhandenen Dokumentationen nicht exakt möglich. Nachnutzungsphase (Rückbau, Verwertung und Aufbereitung) wurden auch nicht weiter berücksichtigt, da sich der Erhalt des Saales andeutete.

Als Datenquellen für die materialspezifischen Energiekennwerte diente vor allem ökobau.dat 2011 des BMVBS. Die in den Baumaterialien vorhandene Energie des Saals liegt in der Größenordnung des Jahresenergieverbrauches der gesamten Liegenschaft.

	Menge [kg]	Gesamt [MJ/kg]	Gesamtenergie [MJ]
Transportbeton, C20/25;2365 g/cm³	1.868.350	0,8	1.532.047
Bewehrungsstahl; BSt 500 7850 g/cm³	158.000	11,3	1.777.500
Schalungen	6.092	1,7	10.418
Mauerziegel; 1200 g/cm³	19.200	2,4	45.504
Normalputz; 1800 g/cm³	77.400	2,1	161.766
Silikat-Dispersionsfarbe; Verbrauch ca. 220 g/m² je Anstrich (1405 g/cm³)	1.510	26,2	39.617
Stabparkett Laubholz; 22 mm	1.848	11,0	20.254
Natursteinplatte; Dichte 2600 g/cm³	39.000	11,8	460.200
Kupferblech; 8,94 g/cm³	4.720	15,8	74.770
Schnittholz Fichte; 482 kg/m³ bei 12% Holzfeuchte	21.690	1,7	37.090
bituminierter Kork, 140 g/cm³	3.220	13,8	44.491
Glaswolle (Innenausbau-Dämmung); 30 g/cm³	1.104	45,5	50.265
Abdichtung, Bitumenanstrich, 1200 g/cm³	18.012	42,3	761.908
<b>Gesamt</b>			<b>5.015.830</b>
	entspricht	<b>1.393.286</b>	<b>kWh</b>



Tabelle 1: ‚Graue Herstellungs-Energie‘ der verbleibenden Bestandskonstruktionen des Saals, Architekten KuK;

Grafik 6: Längsschnitt Saal mit bestehen bleibender Baukonstruktion, Architekten KuK

Große Übereinstimmung kristallisierte sich bei der Auflösung der konkurrierenden Eingänge heraus. Dem zentralen Saaleingang wird ein ständig besetzter Empfang zugeordnet. Bei zeitgleichen Ereignissen müssen Veranstaltungsbesucher und Gäste kreuzungsfrei geführt werden können. Lagerflächen müssen erweitert werden, das Gebäude benötigt zumindest auf dem Niveau des Untergeschosses bei erweiterten Lagerflächen eine durchgehende interne Erschließung.

Die Erweiterungsflächen sind letztendlich nur im Norden im Bereich des Kötterlhauses und der Garagen gegeben. Die untersuchten Rahmenpläne / Vorplanungen variieren den Baukörper Garagen mit Archiv sowie das Kötterlhaus. In der Darstellung werden ggf. neugeschaffene Flächen mit Bestands-Grundrissen überlagert und die wesentlichen Qualitäten sowie Schwächen illustriert:

Variante 1 formuliert in radikaler Weise einen umfassenden Neubau anstelle des Garagen-/Archivtraktes und des Kötterlhauses. Es können die Fehlflächen für Lagern und Technik ausgeglichen werden, ein neuer Gebäudezugang entsteht an zentraler Stelle, der zusätzliche Bedarf an kleinteiligen Seminar- und Tagungsräumen kann gedeckt werden, selbst der Saal erfährt eine zuschaltbare Erweiterung. Allerdings wird der Denkmalcharakter des Kötterlhauses ignoriert.



Grafik 7: Rahmenplan und Vorplanung des Ersatzes des Kötterhauses sowie der Garagen durch einen Erweiterungsbau, Architekten KuK

Die weiteren Überlegungen verfolgten die Fragestellung, inwieweit beim gewünschten Raumprogramm die Bestandsgebäude beibehalten werden können. Variante 2 zeigt das weitgehende Festhalten am Garagen-/Archivtrakt, während in Variante 3 das Kötterhaus mit Wohnnutzung bewahrt wird.



Grafik 8 – Oben: weitgehender Erhalt des Garagentraktes; Unten: maximaler Erhalt des Solitärs Kötterlhaus; Architekten KuK

Keine dieser Überlegungen realisiert zufriedenstellend die Nutzervorstellungen. Weiterhin muss eine denkmalgerechte Nutzung vor allem des Kötterlhauses entschieden werden, da dieses ausgewiesene Einzeldenkmal erhalten und saniert werden muss.

Könnten hier Raum- und Nutzungsreserven bestehen, die durch eine interne Reorganisation erschlossen werden können? Die folgende Variante formuliert eine Verwaltungsnutzung des Kötterlhauses, die in Verbindung mit dem neuen

Verbindungsgebäudes sämtliche Büroräume aus den beiden Geschossen des Gästehauses umfasst. Die bauzeitliche kreuzförmige Flurstruktur des ehemaligen Kleinbauernhauses kann fortbestehen, der Neubau ermöglicht vom Westen her eine zeitgemäße vertikale Erschließung. Die Eingangssituation wird weiterhin zwischen Neubau und Kötterlhof zentralisiert, dort findet sich auch der Empfang wieder. Im Erdgeschoss können im Norden sowohl Sanitäreinrichtungen als auch Garderobe integriert werden. Kreuzungsfreie, entzerrte Zugangswege (Kasse, Toiletten, Garderobe) lösen überlagerte Erschließungen des Bestandes ab (Garderobe und Sanitäreinrichtungen nach der Kasse im UG des bestehenden Saaltraktes). Ein weiterer Abschnitt der Eingangshalle kann dem Saal zugeschaltet werden, so dass multifunktionelle Nutzungen ermöglicht werden.

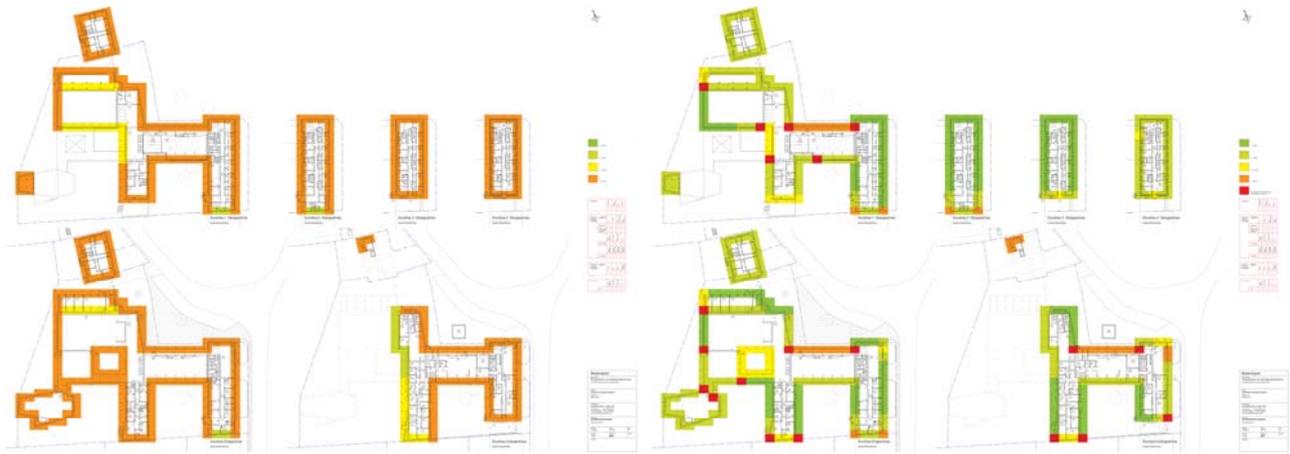
Das Gästehaus selbst könnte damit im 1. Obergeschoss in seine frühere Nutzung mit Gästezimmern, im Erdgeschoss mit ggf. Leselounge, Frühstücksraum sowie zentrale dienende Räume zurückgeführt werden. Der dortige Eingang wird zum Hotelnebeneingang.



Grafik 9: Vorplanung Verbindungsbau zwischen Saal und Kötterlhaus sowie Integration der Verwaltung auch in das Kötterlhaus, Architekten KuK

Nach Erlangen eines präzisierten Zukunftsbildes können baukonstruktive Aspekte, Dämmmaßnahmen sowie einzelne Modernisierungsmaßnahmen erörtert werden. Die vorplanerischen Überlegungen werden mit Detailklärungen gekoppelt und können dann im Rückschluss sinnvoll in die strategische Planung integriert werden.

Wesentlich ist, dass nur eine nachhaltige, wärmegeämmte bzw. Solarwärme- bzw. Transmissionswärme (zurück)gewinnende Baukonstruktion den Einsatz smarterer, energieeffizienter Haustechnik ermöglicht. Die Ertüchtigung der wärmeabgebenden Hüllflächen basiert zunächst auf der Aufnahme des Ist-Zustandes.



Grafik 10: Energetische Bauteilbewertung des Bestands sowie nach möglichen Sanierungsmaßnahmen; Architekten KuK

Der einheitlich gering wärmedämmende Status der Gebäudehülle ist augenfällig. Letztendlich erfahren Flächen gegen ‚pufferndes Erdreich oder puffernde temperierte Räume‘ eine günstigere Bewertung sowie unverschattete, süd- bis westorientierte Wandflächen, die prinzipiell solare Gewinne ermöglichen bzw. aufgrund der Wärmespeicherung geringere Wärmeverluste aufweisen. Die qualitative Bewertung nach Sanierungsmaßnahmen zeigt auf den ersten Blick ein großes Verbesserungspotential. Allerdings fallen auch ausgedehnte Bereiche auf, deren Bewertung unverändert bleibt, sich zum Teil deutlich verschlechtert.

Bereiche mit unveränderter Bewertung repräsentieren hochwertige Ausstattungen wie z.B. das Außenwand-Relief ‚vom Chaos zur Ordnung‘. Bereiche mit deutlicher Verschlechterung weisen auf Wärmebrücken hin, die sich mit den Dämmmaßnahmen verstärkt ausprägen. Die geplanten Konstruktionen mussten daher an den kritischen Punkten zusätzlich bauphysikalisch geprüft werden.

Die Auswahl der möglichen Produkte bzw. Konstruktionen erfolgte unter den Aspekten der Anforderungen der zutreffenden öffentlich rechtlichen Sonderbauverordnungen und der Materialität. Neben den ökologischen Ansprüchen herrschte der denkmalpflegerische bzw. ästhetische Konsens, dass nur hochwertige, authentische Baukonstruktionen in die Auswahl kommen können. Die bauzeitlichen Putzfassaden müssen trotz appliziertem Wärmedämmverbundsystem optisch und haptisch ein verputztes Mauerwerk widerspiegeln. Hierin finden dann neue Fenster, die Lochfassade mit einer originalen Leibungstiefe betonend, ihren Platz. Die entscheidenden Aspekte sind: Materialität, horizontale-vertikale Struktur, Farbigkeit sowie Einbaulage. Die folgenden Pläne erläutern die geplanten Arbeiten allgemein. Ebenso sind hier bereits die kritischen Anschlusssituationen vermerkt, die einer besonderen Detaillierung oder Wärmebrückenbetrachtung bedürfen.



Grafik 11: Übersicht über die baukonstruktiv-energetischen Sanierungsmaßnahmen sowie über die kritischen Detailpunkte; Architekten KuK

Generell wird bei den baukonstruktiven Vorschlägen zur energetischen Bauteilsanierung versucht, die Umweltwirkungen der Produktsysteme zu erfassen und zu bewerten. In der Regel ist bei Gebäuden aufgrund der Lebensdauer dabei auch die Nutzungsphase zu betrachten. Da Konsens bestand, prinzipiell energetisch zu sanieren, erfolgt die Abwägung der Energieeinsparung als Gesamtbetrachtung in den nachfolgenden Abschnitten. Die

einzelnen baukonstruktiven Vorschläge werden vereinfacht als Produktsysteme bzw. einzelne Baustoffe betrachtet. Die Abwägung der Produktsysteme erfolgt teilweise quantitativ und qualitativ, da es für den Nutzer zwingende Ausschlusskriterien gibt: Die Fassade des Gästehauses soll nach der energetischen Sanierung den Eindruck einer massiven Wand hinterlassen. Nach Ausschluss einer Innendämmung aufgrund der durchgehenden Nutzung bzw. der Unmöglichkeit, Maßnahmen hier im Inneren durchzuführen, resultierte die Ausführung eines dicht aufgebracht, vollflächig geklebten und mineralisch verputzten Wärmedämmverbundsystems. Aufgrund konstanter Rahmenparameter erfolgte ein quantitativer Vergleich der Primärenergie für Herstellung, Transport und Entsorgung der Dämmstoffe - sofern zugänglich -, der qualitativ mit weiteren Forderungen wie Schadensanfälligkeit, Brandverhalten, Entsorgung gekoppelt wurde.

Primärenergie Dämmstoffe für WDVS, Angaben in [MJ/m <sup>2</sup> ]	Herstellung		Transport		EoL		Abiotischer Ressourcenverbrauch [kg Sb-Äqu.] ADP	Treibhaus-pot. [kg CO <sub>2</sub> -Äqu.] GWP	Ozonabbau-pot. [kg R11-Äqu.] ODP	Versauerungs-pot. [kg SO <sub>2</sub> -Äqu.] AP	Eutrophierungs-pot. [kg PO <sub>4</sub> -Äqu.] EP	Sommersmog-pot. [kg Ethen-Äqu.] POCP
	fossile PE	reg. PE	fossile PE	reg. PE	fossile PE	reg. PE						
EPS-Hartschaum (0,035 W/(mK), 22,9 kg/m <sup>3</sup> )	1837,5	10,1	3,0	0,0	-695,3	-9,0	0,550	89,000	-1,800E-07	0,089	0,009	0,350
EPS-Hartschaum (0,040 W/(mK), 16,6 kg/m <sup>3</sup> )	1383,2	8,4	2,3	0,0	-517,4	-6,7	0,420	67,000	2,800E-08	0,067	0,007	0,300
EPS-Hartschaum (SA-032, 0,032 W/(mK), 16,6 kg/m <sup>3</sup> )	1374,7	9,1	2,2	0,0	-501,4	-6,5	0,420	68,000	-2,300E-07	0,072	0,008	0,280
Extrudierte Polystyrol Hartschaum, XPS (0,03-0,041 W/(mK), 34 kg/m <sup>3</sup> )	3437,5	23,6			-1052,3	-13,2	1,120	201,450	1,910E-06	0,440	0,040	0,050
Holzfaser Dämmplatten (0,042 W/(mK), 160 kg/m <sup>3</sup> )	1572,8	2767,2			-4486,4	-203,7		-190,000	-4,200E-05	-0,150	0,034	0,021
Holzfaser Dämmplatten (0,046 W/(mK), 190 kg/m <sup>3</sup> )	2006,3	3530,0			-5768,2	-261,9		-240,000	-5,500E-05	-0,200	0,044	0,027
Vakuumpaneeel (0,007 W/(mK), 190+/-20 kg/m <sup>3</sup> )	2724,9	694,3			-1801,5	-560,1		59,940	6,327E-06	0,127	0,017	0,014
Steinwolle (0,04 W/(mK), 90-140 kg/m <sup>3</sup> )	1823,1	283,4			31,0	1,6		191,560	-4,890E-06	0,620	0,060	0,045
Steinwolle (0,035-0,036 W/(mK), 90-140 kg/m <sup>3</sup> )	1453,4	240,0			25,9	2,3		152,660	-3,910E-06	0,500	0,048	0,037
Calcium-Silikat-Hydrat Dämmplatten (115 kg/m <sup>3</sup> )	1369,0	45,0	46,15	146,3				127,600	1,040E-05	0,230	0,030	0,032
Schaumglas (0,038-0,05 W/(mK), 100-165 kg/m <sup>3</sup> )	1525,9	920,6						109,230	7,400E-07	0,208	0,023	0,019

Tabelle 2: ‚Graue Herstellungs-Energie‘ für verschiedene Dämmstoffe in Wärmedämmverbundsystemen, Architekten KUK

Vergleicht man die einschlägigen Ökobilanzen zu WDVS-Systemen miteinander, schneiden nachwachsende Dämmmaterialien positiv ab. Gleiches gilt für expandiertes Polystyrol sowie expandiertes Polystyrol mit Graphitzuslag. Dies gilt nicht nur für den Aspekt der Grauen Energie, sondern auch für weitere Kriterien Ressourcenschonung, Klimafreundlichkeit und Verarbeitungssicherheit. Allerdings ist die Schadensanfälligkeit z.B. Spechtschäden aus dem benachbarten englischen Garten als hoch einzuschätzen. Ebenso trüben die eingesetzten Flammschutzmittel (HBCD) diese Bilanz, da diese gemäß der europäischen Chemikalienverordnung REACH als giftig für Mensch, Ökosysteme und Organismen aufgrund deren Persistenz, Bioakkumulations- und Biomagnifikationspotenzial eingestuft werden müssen. Eine Biomagnifikation der beim Verarbeiten freigesetzten und durch den Wind verwehten Styroporpartikel ist bei Vögeln und Fischen ebenfalls nicht auszuschließen. Der Aspekt der Nichtbrennbarkeit der Dämmung schränkt die Materialien auf Mineralfaserdämmstoffen, Mineralschaum- (Calcium-Silikat-Hydrat) und Schaumglasplatten ein. Auf Grundlage der Ökobilanz und der Investitionskosten kommen Mineralschaumplatten zur Ausführung.

Die folgende Auswahl an Konstruktionen gibt einen Überblick über die erreichten Standards.

Bauteil	Konstruktion	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	bau-zeitlich	U-Wert saniert [W/m <sup>2</sup> K]
Fassaden mit Außendämmung	Wärmedämmverbundsystem mit Ca-Si-Hydrat Dämmplatten, im Erdreich und Sockel XPS Dämmplatten; Hochlochziegel / Beton	1,06 / 2,6		0,19 / 0,18
Fassaden mit Innendämmung	Wärmedämmverbundsystem mit Perlite Dämmplatten, in Bereichen mit begrenzter Bautiefe: Aerogel-Dämmplatte 40 mm	1,03 / 2,6		0,32/ 0,38 (Aerogel Dämmplatte: 0,29)
Mansard-Dachfläche / Sargdeckel	Bestehende Mineralfaserdämmung unter Kupferblecheindeckung, Stahlbetonsargdeckel, Bimssteinvormauerung	0,43		0,43
Fenster Gästehaus	Vorhandene ca. 8 Jahre alte Aluminiumfenster + neue vorgesetzte einfachverglaste Lamellenfenster (Kastenfensterkonstruktion)	1,31		1,18
Sonstige Fenster	Dreifachverglasung Pfosten-Riegel bzw. 3+1 Verglasungen	3 / 2,8		0,8 / 0,8
Dachflächen	Stahlbetonsargdeckel, Kork-platten, Mineralfaser (Nach-dämmung mit Mineralfaser je nach Zugänglichkeit)	0,49		0,49 (0,27)

Tabelle 3: U-Werte ausgewählter Bestandskonstruktionen bzw. U-Werte nach energetischen Ertüchtigung, Architekten Kuk

Wesentlich ist bereits in der frühen Planungsphase das Identifizieren der neuralgischen Punkte, die homogene Konstruktionen stören. Als Ursachen kommen z.B. bauliche Werte oder Ausstattungen, geometrische Sachzwänge, aber auch Wärmebrücken in Frage. Bereits in der Bestandsaufnahme sollte hier ein weiteres Vorausdenken en detail beginnen, die mögliche Lösung muss mit den Bestandsvoraussetzungen auf Realisierbarkeit abgeglichen werden und sukzessive im Entwurf optimiert werden. Das frühzeitige Detailwissen verschafft eine solide Kostensicherheit, da die aufwändigen Ausführungen so adäquat bewertet werden können.

Insbesondere Wärmebrücken beanspruchen bei Denkmalen besondere Beachtung. Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Bereiche in der wärmeabgebenden Gebäudehülle mit höherer Wärmestromdichte als in den angrenzenden, umgebenden Bauteilen. Es werden unterschieden

- konstruktive / materialbedingte Wärmebrücken infolge von Konstruktionen oder Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit
- geometrische Wärmebrücken, wenn die wärmeabgebende, äußere Fläche größer als die Innenflächen ist (Gebäudeaußenecken)
- umgebungsbedingten Wärmebrücken (Möbel vor einer Außenwand) sowie
- luftströmungsbedingte Wärmebrücken (Kälteinseln bei nichtfunktionierenden Luftdichtigkeitsschichten z.B. in hinterlüfteten Dachkonstruktionen)

Eine ausgiebige Wärmebrückenbetrachtung ist wichtig, um zum einen das hygienische Problem infolge niedriger Oberflächentemperatur mit der Gefahr von Tauwasserbildung, ggf. Schimmelpilzwachstum zu entschärfen, zum anderen die erhöhten Transmissionswärmeverluste (ggf. geringe Behaglichkeit) zu minimieren. Zu den Wärmeverlusten der Regelbauteile addieren sich die Wärmebrückenverlustkoeffizienten für linien- und punktförmige Wärmebrücken. In der Regel werden bei energetischen Nachweisen die Wärmebrücken pauschal durch Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten berücksichtigt, da eine numerische Berechnung (Methode der FEM)

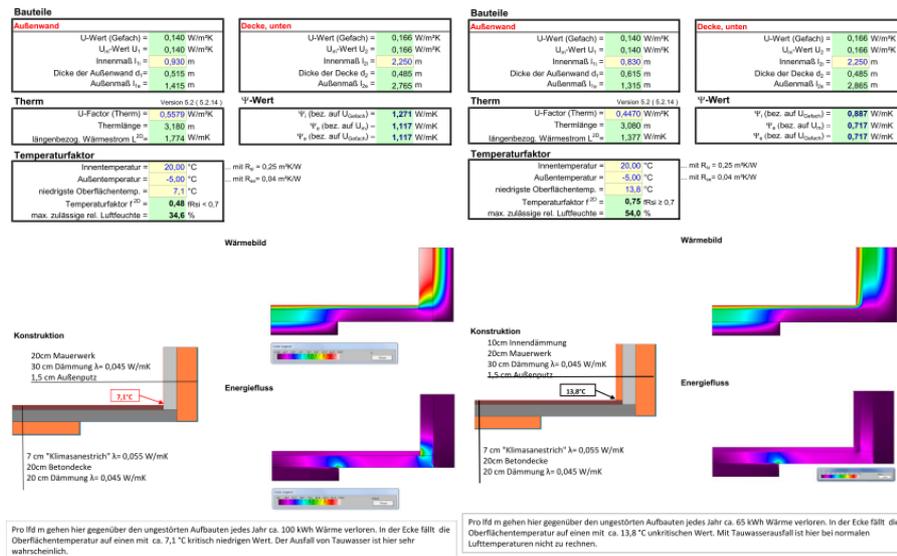
großen Aufwand nach sich zieht. Zumindest aufgrund der hygienischen Gefahr und ggf. nötigen haustechnischen Maßnahmen wie Temperierung zur deren Vermeidung sollte ein qualitatives Abarbeiten der Wärmebrücken erfolgen.

Der folgende Planausschnitt sowie die Fotos illustrieren die Durchfahrt zum Innenhof.



Grafik 12: Ausschnitt Maßnahmen im Bereich der Hofdurchfahrt;  
 Bild 3: Ansicht des Tores der Durchfahrt, Architekten Kuk

Aufgrund des minimalen Abstandes der Torflügel zur Decke sind im Drehbereich der Tore keine Dämmmaßnahmen möglich, die geplante Deckendämmung muss davor enden. Maßnahmen sind nur im Innenbereich möglich. Mittels eines 2 dimensional rechnenden Finite Elemente - Programms wird die Ausführung der Innendämmung optimiert, indem zusätzlich zur Dämmung des Estriches eine außenwandseitige Innendämmung ausgeführt wird.



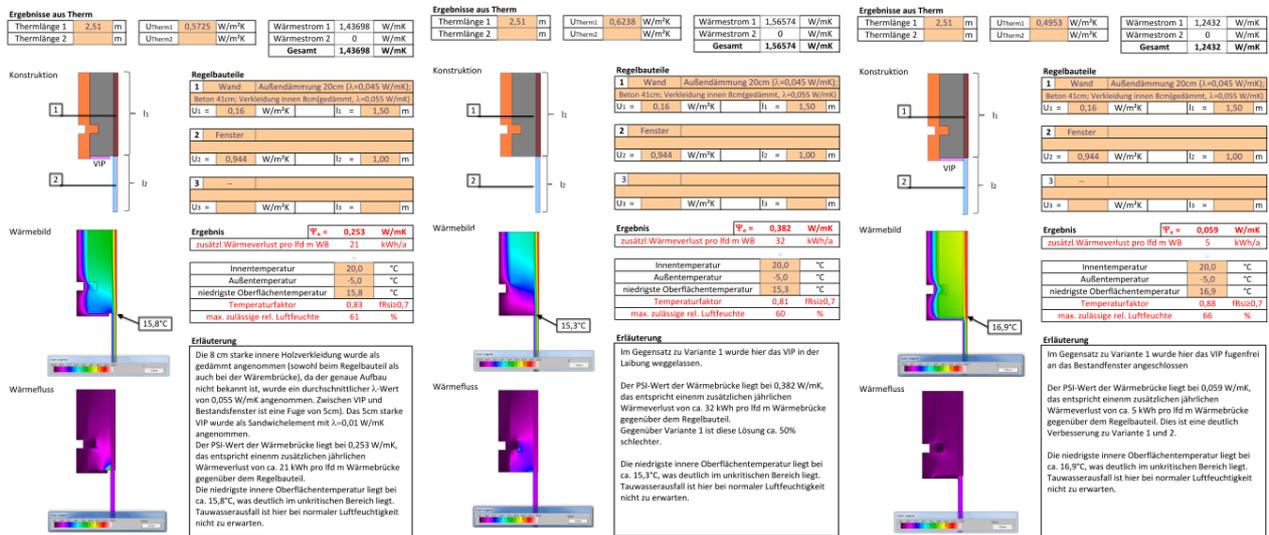
Grafik 13: Wärmebrückenberechnung zur Detail Optimierung Dämmung Durchfahrt, Dipl. Ing. J. Spieß

Mit der Methode der Wärmebrückenbetrachtung wurden konstruktive Übergänge optimiert bzw. beurteilt und entschieden. Insbesondere mussten Sonderlösungen für bereits vor wenigen Jahren erneuerten Pfosten-Riegel-Fassaden und Aluminiumfenster gefunden werden, die in Bezug auf jetzt geplante Dämmmaßnahmen eher ungünstig in den Leibungen platziert wurden.



Bild 4: Ansichten der Atrium Verglasung, Architekten Kuk

Die Innenwandbündig angeschlossene Pfosten-Riegel Fassade weist keine ausreichende Profiltiefe für den regulären Anschluss einer Leibungsdämmung auf. Die Priorität bildet hier die flächenbündige Erscheinung von Wandbekleidung und Fassaden im Innenraum.



Grafik 14: Wärmebrückenberechnung zur Detail Optimierung des Anschlusses der Pfosten-Riegel-Fassade, Planungsbüro Spieß

Vergleichend wird bewertet, in welcher Größenordnung die Wärmeverluste sowie die einstellenden Oberflächentemperaturen liegen. Während sich bei allen Varianten eine unkritische Oberflächentemperatur einstellt, variieren die Wärmeverluste von 21 kWh/a\*m bei einer Leibungsdämmung mit Schattenfuge (Stockrahmen bleibt ungedämmt), über 32 kWh/a\*m bei gänzlichen Verzicht auf die Leibungsdämmung bis hin zu 5 kWh/a\*m bei regulärer Überdämmung des Stockrahmens nach dessen Ersatz und Verbreiterung.

Aufgrund der gestalterisch nicht nachvollziehbaren Konstruktion mit Schattenfuge in der Leibung sowie einer unverhältnismäßig hohen Investition für Scheiben und Rahmentausch im Anschlussbereich bei gleichzeitig vertretbaren jährlichen Wärmeverlust an dieser Wärmebrücke wird lediglich der vorhandenen Leibungsputz soweit als möglich abgespitzt und durch einen Wärmedämmputz ersetzt. Die sich ergebende Leibungstiefe nach Applikation der Wärmedämmung kann aufgrund der großen Glasfläche gestalterisch vertreten werden.

Ein komplett anderes Erscheinungsbild ergibt sich an der Loch-Fassade des Gästehauses mit den flächig klein dimensionierten Fensteröffnungen. Die zelluläre Organisation der Gästezimmer lässt sich deutlich ablesen. Die Wirkung der einzeln erscheinenden Fenster wird erreicht durch einen leichten rückversetzen Anschlag, ohne dabei ein dunkel

anmutendes, schwarzes Loch abzubilden.



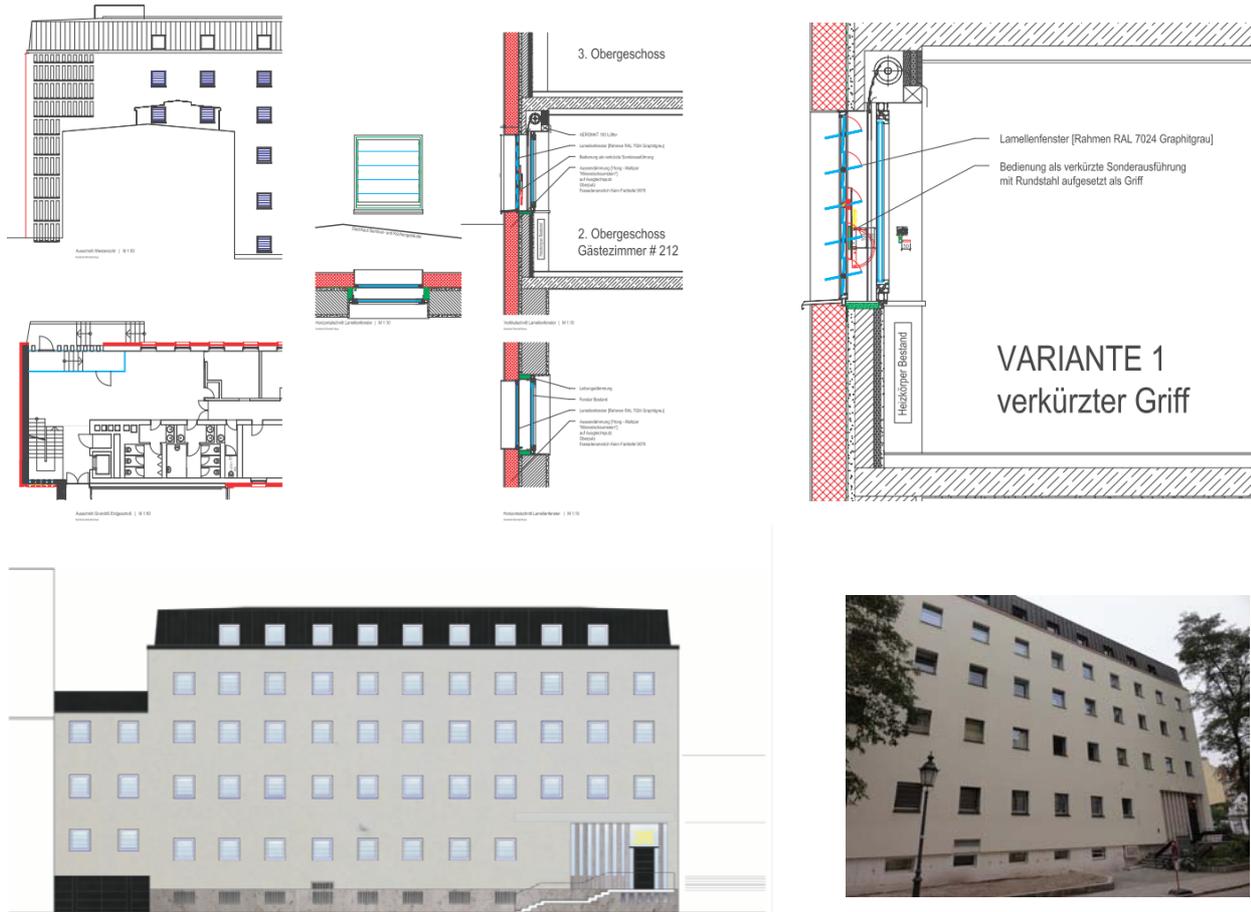
Bild 5: Ansicht Mandlstraße – Lochfassade, Architekten KuK

Wird eine Wärmedämmung aufgebracht, verändert sich sofort dieses Bild, da die Fenster wesentlich tiefer in der Fassade sitzen werden (Tiefe ca. 30 cm). Vor allen energetischen Betrachtungen muss daher die Fassadengestaltung gründlich abgewogen werden, zumal die jetzt vorhandenen Fenster und Rolläden 2003 neu eingebaut wurden. Ein Eingriff an dieser Stelle würde darüber hinaus zahlreiche Folgearbeiten in den Gästezimmern auslösen. Wiederum zeigt die Betrachtung der ‚gebundenen Herstellungenergie‘ der vorhandenen Fensterkonstruktion (‚cradle to gate‘), dass mind. 80.000 kWh als Herstellungenergie allein der Materialien Aluminiumprofile, Verglasung und Rolladenpanzer gebunden sind.

Daher wurden die Möglichkeiten untersucht, das jetzige Fenster als inneres Fensterelement eines Kastenfensters zu belassen und in der Dämmebene das äußere Kastenfenster-Element zu ergänzen. Wesentlich ist dabei der Aspekt der annähernd gleichen Leibungstiefen und der Formate. Die untersuchten konventionellen Lösungen für das äußere Fenster sind weder praktikabel noch gestalterisch und formal zufriedenstellend:

- ein einflügeliges, nach innen öffnendes Element muss erheblich kleiner als das Innenfenster gebaut sein; das Erscheinungsbild der Lochfassade wird komplett verfälscht, der Lichteinfall wird deutlich reduziert
- ein nach außen öffnendes einflügeliges Fenster ist für den Gästezimmerbereich nicht praktikabel; formales Hervorstehen aus der Fassade, erhebliche Betriebskosten in Folge von Offen-Stehen-Lassen durch Gäste (Wärmeverluste) sowie von nötigem Schließen durch das Personal der Katholischen Akademie zum Schlagregenschutz, Fensterreinigung von außen durch Hubsteiger
- ein zweiflügeliges nach außen öffnendes Fenster wäre zwar von innen zu reinigen, es wird aber durch den nötigen Stulp die Belichtung deutlich reduziert, die Betriebskosten bleiben auch erhöht (Wärmeverluste, Schlagregenschutz)

Besonders der Aspekt zur Einschränkung der Energieverluste sowie des konstruktiven Schlagregenschutzes führte zu der Überlegung, die äußere Scheibe mit einem Lamellen-Einfachfenster auszubilden.



Grafik 15: Grundriss, Schnitt, Ansicht Lamellenfenster, Ansicht Mandlstraße, Architekten KuK;  
 Bild 6: Fassade Mandlstraße nach Applikation des Wärmedämmverbundsystemes, Architekten KuK

Es ergeben sich mit dieser Konstruktion überzeugende Vorteile: Die Formate der Öffnungen in der Lochfassade sowie die Leibungstiefen können bei einer großen Dämmstärke wie im Bestand erhalten werden. Lamellenfenster erlauben eine effiziente Lüftung durch ein optimiertes Strömungsverhalten, insbesondere wenn keine Querlüftung möglich ist. Einfachscheiben werden punktgehalten, so tritt im Fenster aus Glas kein Rahmen aus anderem Material auf, der „Stockrahmen“ kann mit minimalen Querschnitten ausgeführt werden. Die Lamellen überlappen gering (ca. 15 mm) so dass sich hier keine überdeutliche Fenstergliederung ergibt, das Erscheinungsbild einer durchgehenden Scheibe bei geschlossenen Lamellen ist gegeben. Eine Fensterreinigung ist von innen möglich.

Der denkmalpflegerische Kritikpunkt, durch die Lamellierung der Fenster eine überbetonte Horizontale in das Erscheinungsbild einzuführen, ist unter dem Aspekt der Gesamterscheinung und der Materialität zu betrachten: Das Gebäude erscheint aufgrund der geschichteten Gebäudezonierung (Sockel – Dachkörper – geschossweise durch die aneinandergereihten Fensteröffnungen) liegend. Heruntergelassene Rollo-Panzer des Bestands weisen eine horizontale Struktur auf. Die Vertikalität wird vorwiegend durch konstruktive Bauelemente wie die Wandpfeiler im Eingangsbereich sowie im Treppenhausbereich der Westfassade zur Gunezrainerstraße erzeugt. Glasscheiben stehen als ausfachende, aber untergeordnete Bauteile dazwischen. Die Abwägung alternativer vertikaler ‚Vorsatzelemente‘ verdeutlichte deren geringe Praktikabilität (Vertikales Falwerk, Schiebe-Dreh Verglasung, Schiebefenster).

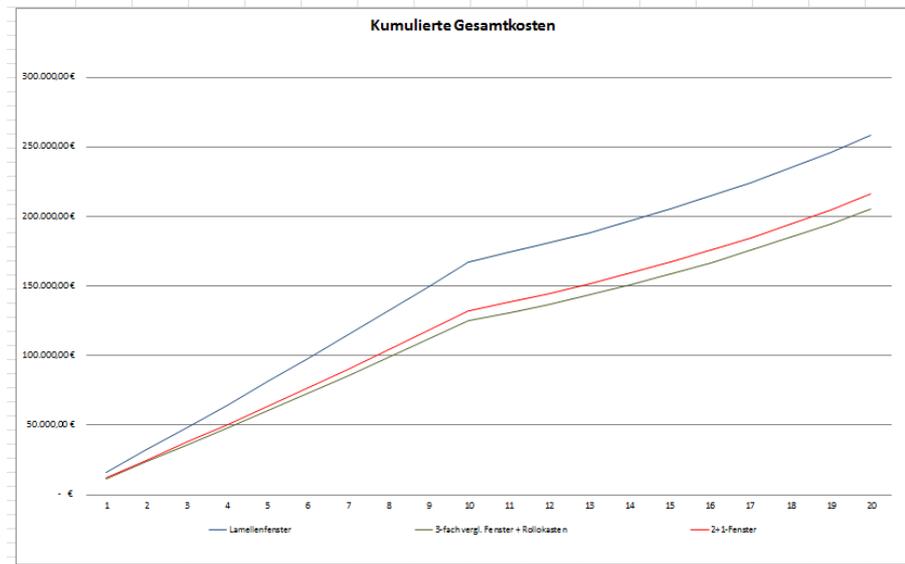
Die energetischen Konsequenzen des Einbaus eines Kastenfensters wurden über Ermittlung des Wärmeverlustes der einzelnen Konstruktionen sowie der Investitionskosten abgeschätzt. Die Wärmebrücken infolge verschiedener Einbausituationen wurden

ebenfalls bewertet und auf den Gesamt-Wärmeverlust der Fensterkonstruktion umgelegt. Die Wärmebrücke wurde vereinfachend umlaufend angenommen sowie mittels eines zweidimensional rechnenden Finite Elemente - Programms ermittelt. Als Vergleich dient ein wärmebrückenfrei eingebautes, dreifach-isolierverglastes Fenster mit einem U-Wert von 0,8 W/m²K.

Beschreibung	Kastenfenster ohne Laibungsdämmung	Kastenfenster mit 1,5cm Dämmputz i.d. Laibung	Kastenfenster mit 3 cm Dämmputz i. d. Laibung	Bestandsfenster mit 3cm Dämmputz i.d. Laibung	Bestandsfenster ohne Laibungsdämmung
	V1	V2	V3	V5	V6
U-Wert Wand	0,19 W/m²K	0,19 W/m²K	0,19 W/m²K	0,19 W/m²K	0,19 W/m²K
U-Wert Fenster	1,18 W/m²K	1,18 W/m²K	1,18 W/m²K	1,31 W/m²K	1,31 W/m²K
Psi-Wert	0,22 W/mK	0,16 W/mK	0,11 W/mK	0,17 W/mK	0,31 W/mK
Länge der Wärmebrücke *1	4,47 m	4,47 m	4,47 m	4,47 m	4,47 m
Fensterfläche	1,25 m²	1,25 m²	1,25 m²	1,25 m²	1,25 m²
effektive U-Wert-Verschlechterung *2	0,80 W/m²K	0,57 W/m²K	0,39 W/m²K	0,62 W/m²K	1,12 W/m²K
<b>U-Wert incl. WB</b>	<b>1,98 W/m²K</b>	<b>1,75 W/m²K</b>	<b>1,57 W/m²K</b>	<b>1,93 W/m²K</b>	<b>2,44 W/m²K</b>
abgeschätzter Wärmeverlust pro Fenster bei 70 Fenstern	167 kWh/a	147 kWh/a	132 kWh/a	162 kWh/a	205 kWh/a
Mehrverlust gegenüber 3-fach-Fenstern	6.952 kWh/a	5.581 kWh/a	4.527 kWh/a	6.649 kWh/a	9.622 kWh/a

Tabelle 4: Wärmeverluste Fensterkonstruktionen im Vergleich zu 3 fach-Verglasung, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Drei prinzipiell unterschiedlichen Fensterkonstruktionen wurden zusätzlich unter Berücksichtigung der Investitionskosten verglichen. Bei Einsatz eines dreifach verglasten Fensters muss prinzipiell der Rolladen mit erneuert werden. Bei einem Verbundfenster mit 2 oder 3 facher Isolierverglasung kann nach Rückbau des Rolladens eine relativ dichte Verdunklung im Verbundfenster-Zwischenraum ausgeführt werden. In beiden Fällen müssen das Bestandsfenster abgebrochen, Fensterbänke und Leibungen erneuert werden. Bei einem vorgesetztem Lamellenfenster als äußeres Kastenfenster-Element können die Anarbeiten im Innenbereich entfallen, das Bestandsfenster und der Verdunklungsrolladen können ressourcenschonend erhalten werden.

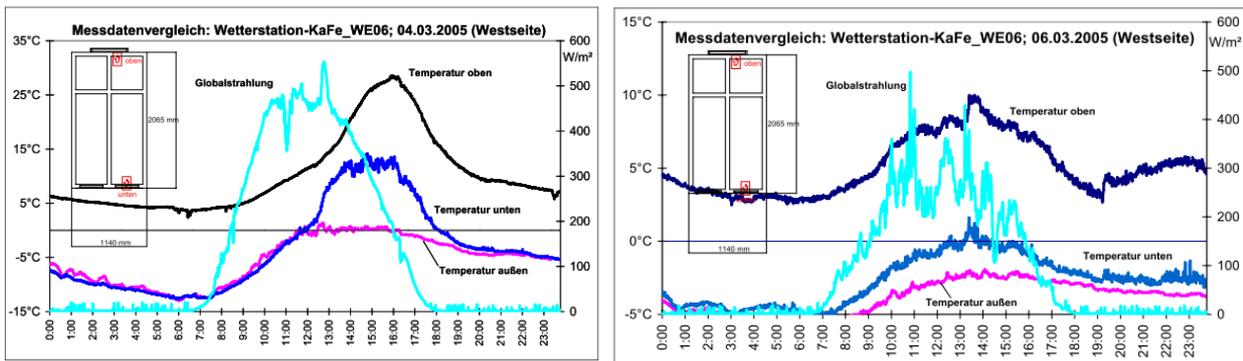


Grafik 16: Aus Investition und Energiekosten aufsummierte Gesamtkosten dreier Fensterkonstruktionen im Falle einer Kreditfinanzierung (1% eff. 10 Jahre, dann 4% eff., Energiepreissteigerung 7%), Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Die Variante des Lamellenfensters als vorgesetztes Kastenfenster-Element zieht höhere Gesamtkosten als 3 fach- Fenster bzw. Verbundfenster nach sich. Der Einsatz eines Kastenfensters bietet aber zusätzliche Gebrauchseigenschaften wie z.B. die dezentrale Lösung der Raumlüftung. Somit müsste der systematische Vergleich zusätzlich mit Einbezug einer Lüftungsanlage angestellt werden (siehe unten).

Bei einem Zuluft-Kastenfenster kann Frischluft im unteren Teil des Fensters angesaugt werden, strömt dann sich erwärmend zwischen den beiden Flügeln nach oben und wird im oberen Fensterbereich bzw. über den hier vorhandenen Rolllkasten in den Raum mit

geringem Zugluftrisiko eingebracht. Angetrieben wird dieser Prozess durch eine kontrollierte Abluft in einem sowieso nötigen Abluftraum (z.B. Bad).



Grafik 17: Temperaturverlauf im Zuluft-Kastenfenster an einem Sonnentag (links) und einem leicht bewölkten Tag (rechts), Analyse des Systems: Zuluft-Kastenfenster mit Abluftanlage, Dipl.-Ing.(FH) Michael Zymek; Hochschule Zittau, in Schlussbericht Ensan - Energetische Verbesserung der Bausubstanz, Teilkonzept 3: Sanierung von Wohngebäuden aus der Gründerzeit am Beispiel der Bautzner Straße 11 in Zittau

Die Frischluft wird durch Globalstrahlung bzw. Wärme-Transmissionsverluste des inneren Fensters erwärmt. Selbst diffuse Solarstrahlung an einem leicht bewölkten Tag bewirkt einen Temperaturhub bis zu ca. 12 K, während in den Nachtstunden die Temperaturerhöhung durch die Wärmerückgewinnung ca. 10 K beträgt. Der effektive Wärmedurchgangskoeffizient wird bei den oben dargestellten Fenstern bei Luftdurchströmung auf ca. 1,0 W/m²K reduziert.

Als Zuluftelement wird ein passiver Schalldämmlüfter in den Rollokasten integriert. Über eine Lüfterklappe kann der Luftaustausch dosiert werden, mittels kompletten Schließen kann ein unkontrollierter Luftaustausch mit der Außenumgebung oder dem Kastenraum verhindert werden. Das Zuluftelement ermöglicht bei voller Öffnung einen Luftaustausch von ca. 25-30 m³/h bei einer Luft-Schalldämmung von 39 dB.

Für weitere Fensterelemente, zum Teil auch bei von einer Außendämmung abweichenden Situationen, wird der Einsatz von hochgedämmten 3-fach verglasten Fensterelementen geplant, die mit einer dezentralen Lüftungseinheit mit WRG gekoppelt werden können. Pfosten-Riegel Fassaden werden wie im Bestand bereits begonnen als schlanke hochdämmende Verglasung fortgesetzt.

Eine weitere im Spannungsfeld Energieeffizienz und Denkmalanspruch stehende Fassade stellt die Westansicht des Treppenhauses dar.



Bild 7: Gunezrainerstraße – Westansicht des Treppenhauses (links); Fassadenmuster zur Entscheidungsfindung (rechts), Architekten KuK

Die bauzeitliche Schlitzstruktur muss sich ebenengleich und als Massivbauteil abbilden. Wärmetechnisch optimierte Lösungen mit durchgehenden vorgehängten Fensterelementen sowie die massiven Pfeiler zitierenden, abgekanteten Blechkästen verändern die Aussage einer bauzeitlich nahezu haptischen Massivität. So entscheidet

hier auch primär die entwerflich-ästhetische Aussage die Ausführungsweise: Die Pfeiler können entweder mittels Wärmedämmung oder auch als ausgedämmte Zementboard-Pfeiler nachgebildet werden.



Grafik 18: Ausführungsvorschlag Treppenhausfassade, Architekten KuK

Bild 8: Westansicht des Treppenhauses sowie Illumination bei Tag, Architekten KuK

## **5. Energiekonzept Technische Gebäudeausrüstung**

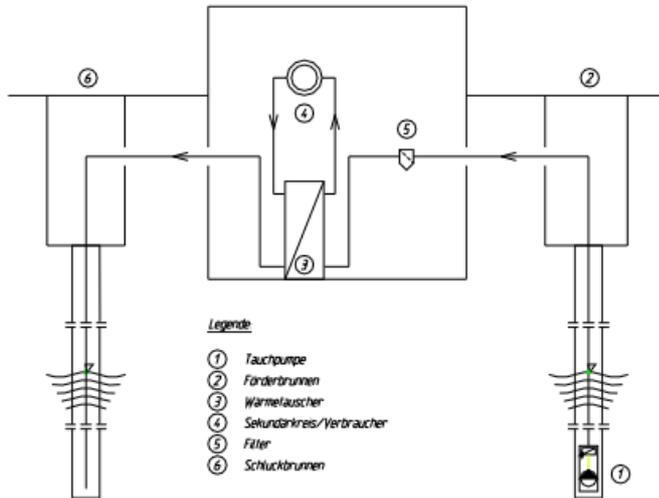
Zur energetischen Bewertung des Bestandsgebäudes sowie der vorgeschlagenen Maßnahmen wurde die DIN V 18599 herangezogen. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung und Konditionierung des ausgedehnten Gebäudes wurde das Gebäude je nach Gebäudeteil zusätzlich als Mehrzonenmodell behandelt. Parallel hierzu wurden die zugänglichen Verbrauchsdaten, aber auch Nutzungsdaten erfasst, um die Möglichkeit einer Normierung und Plausibilitätskontrolle zu erhalten. Effekte einzelner Maßnahmen können eindimensional mit Hilfe physikalischer Gleichungen beurteilt werden. Wie auch im Bereich der Baukonstruktion wurden in der Gebäudetechnik in den letzten Jahren zahlreiche Modernisierungsmaßnahmen ergriffen. Diese müssen entsprechend erfasst und sofern es sinnvoll erscheint in das neue Gesamtkonzept eingebunden werden. Nach Sammlung und Auswertung dieser Grundlagen kann eine die gesamte Liegenschaft erfassende Quellen-Senken Betrachtung anvisiert werden, um den Effekt einer möglichen Energieverfrachtung abschätzen zu können. Unter Berücksichtigung dieser Verflechtung kann dann die Zukunftsfähigkeit einzelner Anlagenkomponenten geprüft werden.

### **5.1. Modernisierungsmaßnahmen der technischen Gebäudeausrüstung in den letzten Jahren**

Folgende Teile der technischen Gebäudeausrüstung wurden in den letzten Jahren erneuert:

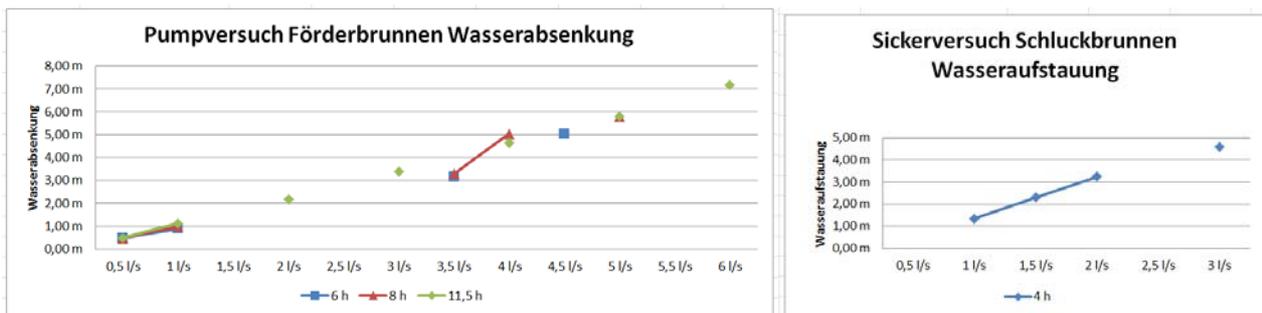
- a. Heizzentrale im Gästehaus mit wärmegeführten Blockheizkraftwerk (Brennwerttechnik, modulierend 14 bis 34 kW elektrisch, 49 bis 78 kW thermisch, Wirkungsgrad elektrisch: 31,5 %, Wirkungsgrad gesamt: 103,8 %), Spitzenlastkessel (370 kW) und neuen Warmwasserbereitern; Umstellung des Energieträgers von Öl auf Erdgas
- b. Warmwasserkonzept für die Betriebswohnungen und Gästezimmer im R-Trakt; während der sommerlichen Betriebsferien wird der dezentrale Warmwasserverbrauch über eine thermische Solaranlage (ca. 7,5 m<sup>2</sup>) sichergestellt, ohne dass die Wärmeerzeuger der Heizzentrale in Bereitschaft gehalten werden müssen; durch organisatorische Maßnahmen können die Zimmer im R-Trakt für die wenigen Übernachtungen während der Sommerpause ohne Komforteinbußen vermietet werden
- c. die häufig als defizitär identifizierten Betriebsabläufe einer Tagungseinrichtung wurden genauer untersucht. Durch entsprechende bedarfsgerechte Neuanschaffungen konnte eine überdimensionierte Maschinenteknik abgelöst werden, Einsparungen vorrangig im Bereich der Energiekosten und gewohnten Handlungsabläufe (Spitzenlastmanagement) erschlossen werden. Die im Haus untergebrachten gewerblichen Waschmaschinen wurden von Dampfbetrieb auf Warmwasserbetrieb umgerüstet, somit war auch ein weiterer kontinuierlicher Warmwasserbedarf gegeben, der effizient durch das BHKW gedeckt werden kann; Wärmepumpentrockner wurden neu angeschafft; insgesamt mussten die beschriebenen Dienste somit nicht externalisiert werden.
- d. Die Küchentechnik wurde auf Warmwasser sowie auf Strom umgerüstet. Es wird mit Induktionstechnik gekocht. Der Anschlusswert der Kochtechnik beläuft sich neu auf 125 kW, der Spülküche auf 36 kW. Aufgrund der geringeren Abwärmen konnte auch ein entsprechend reduzierter Luftwechsel realisiert werden.
- e. Erschließung von Umweltwärme bzw. Umweltkälte durch einen Grundwasserbrunnen. Dabei wird das „Grundwasser aus einem 29,0 m tiefen Saugbrunnen gefördert, in einem Wärmetauscher der Kühlanlage um max. 5 K auf max. 20 °C erwärmt und über einen ca. 30 m tiefen, ca. 40 m nordöstlich gelegenen Schluckbrunnen im gleichen Grundwasserleiter chemisch unverändert wieder versickert.“ [Knorr, 2009]. Die genehmigte Arbeitsmenge beträgt 15 m<sup>3</sup>/h (4,17 l/s) bis zu einer jährlichen Maximalmenge von 42.000 m<sup>3</sup>/a. Über einen Plattenwärmetauscher ist eine Wärmeübertragung von 85

kW (Gesamtkühlleistung) möglich. Das abgekühlte Umlaufwasser des Wärmetauscher-Sekundärkreises wird diversen Verbrauchern zur Verfügung gestellt. Angeschlossen sind bereits Boden- bzw. Deckentemperierungen des Speise- und Konferenzsaales sowie die versorgende raumluftechnische Anlage einschl. Küchenlüftung (Gesamt 29 kW). Im Kleinkälte-Kühlkreislauf werden Normal- und Tiefkühlzellen der Küche sowie die Raumklimatruhe im Getränkelager angebunden (12 kW).



Grafik 19: Schema Grundwassernutzung zur Kühlung, aus Nachhaltigkeitsbericht, Ingenieurbüro Linsmeier, 2008

Die bauzeitlichen Pumpversuche zeigen eine wesentlich höhere Ergiebigkeit, da die gemessene Grundwasserabsenkung sich unabhängig von der Pumpdauer verhält. Die Wasseraufstauung im Schluckbrunnen ist deutlich von der eingeleiteten Arbeitsmenge aufgrund des hohen Wasserstandes von -6.4m unter Oberkante Gelände abhängig. Dies entspricht der genehmigten Arbeitsmenge von ca. 4 l/s (Entzugsleistung von 84 kW bei einer Temperaturabsenkung im Primärkreis von 5 K). Bei erhöhtem Grundwasserstand kann daher eine geringere Fördermenge von ca. 3 l/s bereits eine Obergrenze darstellen. Dies wird auch so beobachtet, die Bohrung eines zweiten, entfernteren Schluckbrunnens kann diese Problematik entschärfen.



Grafik 20: Wasserabsenkung / -aufstauung in Abhängigkeit der Pumpleistung und der Pumpdauer, Panungsbüro J. Spieß

Bei Annahme von 800 Vollbenutzungsstunden kann eine Kühlarbeit von 68.000 kWh verrichtet werden. Besonderes Augenmerk gilt dem Vortragssaal, der mit einer Kühlung nachgerüstet werden soll. Reicht die zur Verfügung stehende Kühlleistung bei Vollbesetzung oder aufeinanderfolgenden Vollbelegungen?

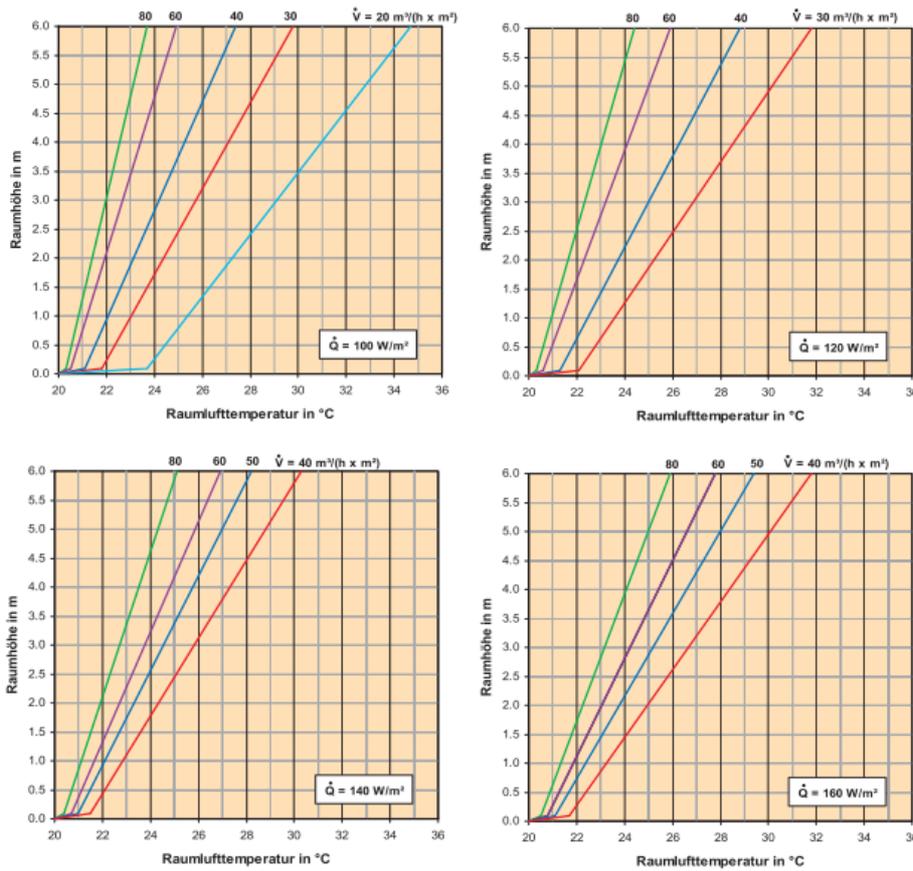
Saal	Basisauslegung	Saal	Variante
<b>Nutzung</b>		<b>Nutzung</b>	
volle Belegung	300	volle Belegung	450
Wärmeeintrag pro Person	0,055	Wärmeeintrag pro Person	0,055
Wärmeeintrag Personen	16,5 kW	Wärmeeintrag Personen	24,75 kW
Fläche	350 m²	Fläche	350 m²
spez. Leistung Beleuchtung	0,012 kW/m²	spez. Leistung Beleuchtung	0,012 kW/m²
Gesamtlast Beleuchtung	4,2 kW	Gesamtlast Beleuchtung	4,2 kW
Sonstige Einträge Technik	7 kW	Sonstige Einträge Technik	15 kW
Eintrag solar + Wärme	10 kW	Eintrag solar + Wärme	10 kW
<b>Gesamtwärmelast</b>	<b>37,7 kW</b>	<b>Gesamtwärmelast</b>	<b>53,95 kW</b>
Deckenelemente, spez. Kühlleistung	0,07 kW/m²	Deckenelemente, spez. Kühlleistung	0,07 kW/m²
Fläche Decken-/Wandelemente	245 m²	Fläche Decken-/Wandelemente	350 m²
Gesamtleistung Deckenelemente	17,15 kW	Gesamtleistung Deckenelemente	24,5 kW
Luftmenge pro Person	30 m³/h	Luftmenge pro Person	30 m³/h
Luftmenge, gesamt	9000 m³/h	Luftmenge, gesamt	13500 m³/h
Wärmespeicherung Luft	0,330 Wh/m³K	Wärmespeicherung Luft	0,330 Wh/m³K
Kühlleistung Luft	17,21666667 kW	Kühlleistung Luft	26,11666667 kW
Speichermasse		Speichermasse	
Decke		Decke	0
Wände		Wände	0
Wände PCM	20 kWh	Wände PCM	20 kWh
effektive Leistung bei Veranstaltung	3,333333333 kW	effektive Leistung bei Veranstaltung	3,333333333 kW
<b>Kühlleistung Gesamt</b>	<b>37,7 kW</b>	<b>Kühlleistung Gesamt</b>	<b>53,95 kW</b>
<b>Gesamtkühlbedarf Saal</b>	<b>23.525 kWh</b>	<b>Gesamtkühlbedarf Saal</b>	<b>33.665 kWh</b>
Kühlleistung Grundwasser	40 kW	Kühlleistung Grundwasser	40 kW
<b>Defizit Kühlleistung</b>	<b>-2,3 kW</b>	<b>Defizit Kühlleistung</b>	<b>13,95 kW</b>
notwendige Speicherkapazität	-14 kWh	notwendige Speicherkapazität	84 kWh
entspricht einem Eisspeicher von ca	-0,3 m³	entspricht einem Eisspeicher von ca	1,7 m³

Tabelle 5: Überschlägiger Kühlbedarf des Saales, Dipl. Ing. J. Spieß

Unter der Annahme einer Standardbelegung des Saales mit 300 Personen, von zur Kühlung aktivierten Decken- und Wandflächen sowie einer ergänzenden Wärmeabfuhr über die Lüftung und ca. 100 Veranstaltungen pro Jahr kann die Kühlarbeit im bisherigen System des Grundwasserbrunnens geleistet werden. Es wurden zusätzlich Phasenwechsler-Materialien (ca. 200 m²) zur Erhöhung der Behaglichkeit veranschlagt, die je nach Luftmenge und Veranstaltungsdauer die notwendige Spreizung der Luft um 0,7 bis 1,2 K reduzieren können. Rechnet man mit einer Regeneration in einer 30-minütigen Pause (kaum Wärmelast, weiterhin volle Kühlleistung), kann die Temperaturspreizung der Luft um weitere 0,8 K geringer ausfallen. Nicht berücksichtigt ist ein nötiger Energiebedarf für eine sommerliche Luftentfeuchtung.

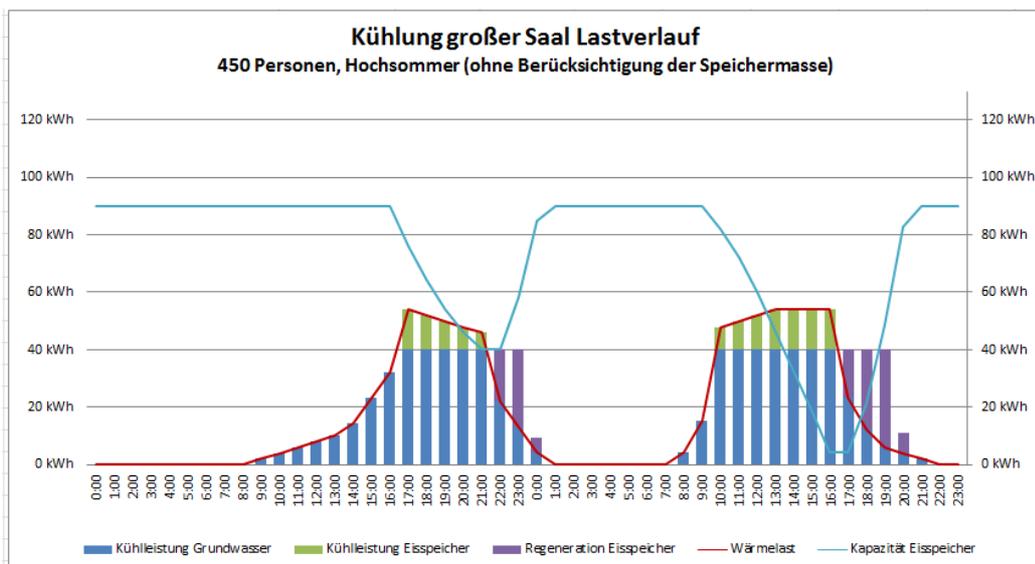
Im Falle einer maximalen Belegung von 450 Personen kann die zusätzliche Wärmelast über weitere Kühlflächen abgefahren werden. Allerdings genügt die zur Verfügung stehende Kühlleistung des Grundwassersystems nicht mehr. Im Falle solcher Sonderveranstaltungen sollte vorrangig nach Auslegung der resultierenden Temperatur gem. VDI 2078 oder dynamischer Simulation der resultierenden Raumtemperaturen entschieden werden, ob diese ephemeren Ereignisse nicht akzeptiert werden können.

In Verbindung mit einer turbulenzarmen Quelllüftung kann aufgrund der Raumhöhe von einer entsprechend günstigen Temperaturschichtung ausgegangen werden. Prinzipiell dient die Quelllüftung der Luftqualität und Kühlung. Der Heizfall wird über Strahlungs-Heizelemente abgedeckt, da bei der seitlichen Anordnung der Quellluftauslässe im Heizfall die Effektivität der bodennahen Verdrängungsströmung durch deren schnelle Erwärmung nachlässt.



Grafik 21: Quelläftung und ihre Anwendungsbereiche, Dr. Ing. Franc Sodec, Fachjournal - Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien und Technische Gebäudeausrüstung, 2002/03

Kann diese Akzeptanz nicht erzielt werden, können ein Spitzenkälteaggregat oder ein entsprechendes Speicher-System z.B. mit reversibler Wärmepumpentechnik den Spitzen-Kühlbedarf decken.



Grafik 22: Lastverlauf Kühlung Saal im Hochsommer bei maximaler Auslastung mit 450 Personen, Spitzenlastdeckung beispielsweise mittels Eisspeicherkühle, Dipl. Ing. J. Spieß

Für die Regeneration des Speichers stehen dann mind. die Nachtstunden zur Verfügung, wenn die Folgeveranstaltung am nächsten Morgen beginnt. Die Regeneration ist so zu betreiben, dass die genehmigten Einleitungstemperaturen des entnommenen Grundwassers nicht überschritten werden. Da gerade die für die Gebäudetechnik zur

Verfügung stehenden Grundflächen gering sind, könnte daher volumensparende Speichertechnik wie z.B. Eisspeicher gewählt werden.

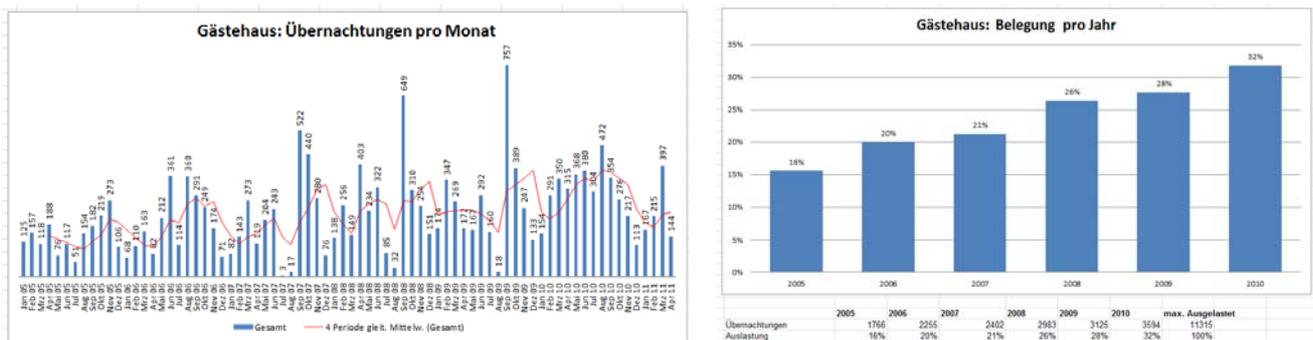
f. Die Lüftungsanlage des Refektoriumtraktes ist erneuert und in einer Dachzentrale appliziert worden (Konferenzraum 2.500 m<sup>3</sup>/h, Speisesaal 3.600 m<sup>3</sup>/h, Koch- und Spülküche 5.900 m<sup>3</sup>/h).

g. Installation einer aufgrund des Ensembleschutzes der Dachneigung von ca. 5° angeschmiegt Photovoltaikanlage aus Dünnschichtmodulen auf dem Gästehaus mit einer elektrischen Leistung 6,7 kWp.

h. Aufbau einer modernen Gebäudeautomation für Heizung und Lüftung, mit Einzelraumregelung der Säle und Gebäudeleittechnik mit Alarmweitermeldung. Mittels Lastmanagement werden Küchengeräte wie z.B. auch Bügelmaschine in Abhängigkeit des gesamten Stromverbrauches (Regelung des maximalen Leistungsbezug) angesteuert.

## 5.2. Dokumentation der Nutzungsbedingungen und der Energieverbräuche

Die Energieverbräuche werden maßgeblich von der Auslastung der Liegenschaft bestimmt. Das interne Buchungsprogramm verschafft einen Überblick über Belegungen der Konferenz- und Seminarbereiche, über Zimmerbuchungen oder Essensbestellungen.



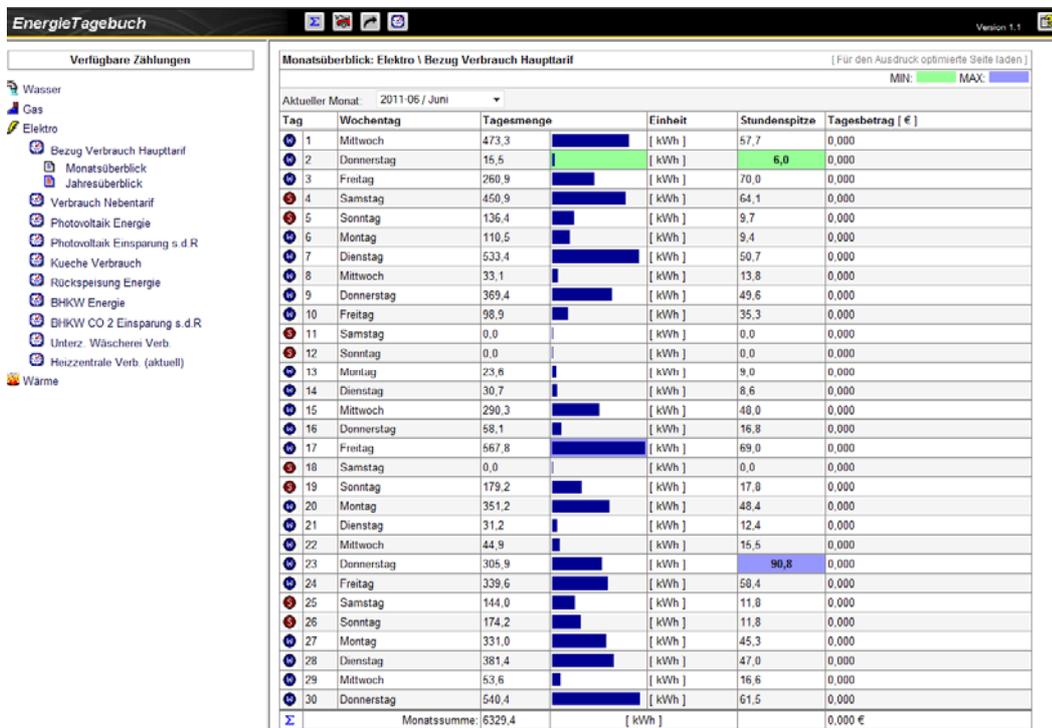
Grafik 23: Übersicht jährliche Übernachtungen im Gästehaus, Daten Katholische Akademie Bayern / Darstellung Dipl. Ing. J. Spieß

Die deutlich schwankende monatliche Übernachtungszahl spiegelt die Abhängigkeit der Zimmerbelegung von den stattfindenden Veranstaltungen und den Betriebsurlauben wider. Dies resultiert aus der gemeinnützigen Ausrichtung der Akademiearbeit, die Zimmer werden nicht auf dem freien Markt angeboten. In 2010 ist erstmals ein Trend zu einer konstanteren Auslastung zu beobachten, in den Vorjahren prägten Übernachtungsspitzen den Jahresgang. Die Darstellung der jährlichen Belegung verdeutlicht den Trend steigender Belegung. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen soll in den nächsten Jahren eine noch größere Belegung anvisiert werden, da hier in der Bilanz eine große Ertragsmarge brach liegt. Die Belegungszahlen konventioneller Tagungshotels weisen je nach Veröffentlichung bzw. Statistik Zimmerbelegungen von 60 bis 65 % aus. Die Auslastung der Seminar- und Tagungsräume in der Katholischen Akademie Bayern verhält sich heterogen, es ist auch keine strenge Korrelation zu den Übernachtungen oder Bewirtungsangeboten gegeben (Veranstaltungsabhängigkeit). Veranstaltungen mit großer Teilnehmerzahl können je nach Belegung auch direkt aufeinander folgen.

täglich														01.04.2011				
Jahr: 2010														1	2	3	4	
Monat:		Tag	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Viereckhof	EG							12(13-18)	12(9-17)			4(9-17)	7(10-16)			24(11-21)	24(9-16.30)	
Raumbelegung	1.OG							9(9-16)									belegt(11-21)	belegt(9-16.30)
	Heuboden							belegt(13-18)	belegt(9-17)									
K.W. Haus	Saal	80(9-15.30)		250(19-20)					250(15.30-1)	250(9-12)		60(16-18)			180(16-19)	180(16-19)	60	
Raumbelegung	Konferenzr.								80(9-16.30)			35(16-18.30)	35(9.30-18)	35(9.30-12.30)				30
	Clubraum																	
	Bibliothek														belegt(11-12)	belegt	6(9-16)	
Essen	Frühstück Gäste												33	33	33	4		
	Buffet Gäste																	
	Mittagessen Gäste		40				9	92	60		1	47	40				162	59
	Abendessen Gäste	35						65			40	44			5	24		
	M.Ess. Handwerker																	
	M.Ess. Mitarbeiter																	
Übernachtung im Haus					2	2	5	22	37	4	4	34	33		31	23		2
Außentemperatur																		

Tabelle 6: Raumbelegungen und Essensbuchungen, Katholische Akademie Bayern

Neben den Gesamtmessungen der leitungsgebundenen Energieträger liegen interne Verbrauchsmessungen mittels Gebäudeleittechnik hauptsächlich für die zentralen technischen Aggregate wie z.B. das BHKW (Gasverbrauch, Stromerzeugung) oder die auf dem Gästehaus situierte Photovoltaikanlage vor. Für diese Komponenten kann eine exakte Verbrauchs- bzw. Erzeugungsmessung geführt werden. Als einzige Zonen können aber nur Wäscherei und Küche erfasst werden.

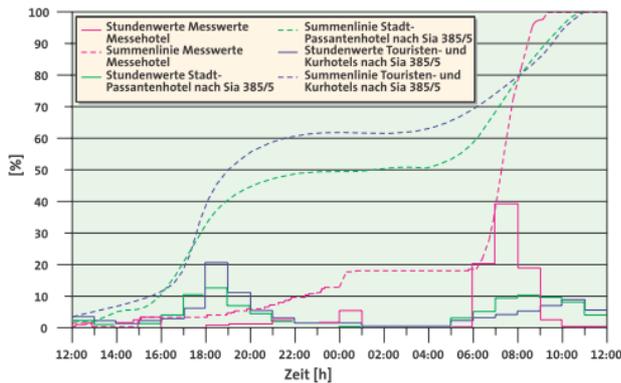


Grafik 24: Benutzeroberfläche der Gebäudeleittechnik, Katholische Akademie Bayern

Aus diesen Informationen können unter Berücksichtigung der Messdaten der Gebäudeleittechnik betriebliche Spezifika wie Tagesgänge und Tagesspitzenwerte dokumentiert werden. So kann ein Spitzenstrombezug von 102 kW im Juni 2010 angegeben werden.

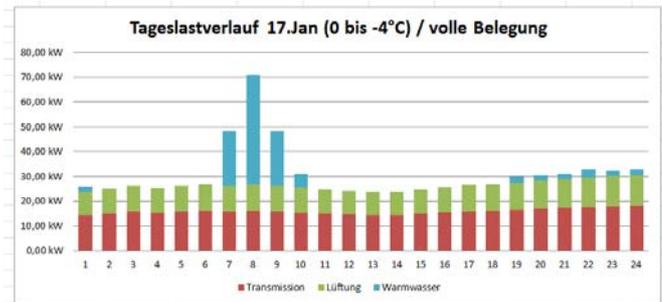
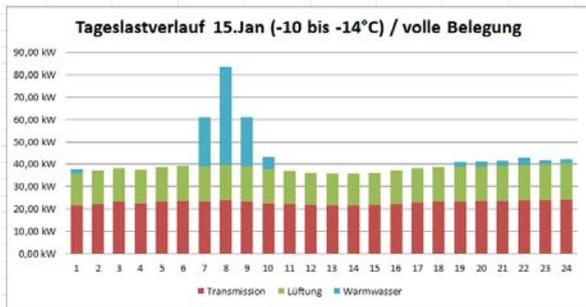
Fehlten spezifisch erforderliche Tagesgänge, werden diese anhand allgemeiner Bedarfsprofile abgeleitet. Infolge der Maßnahmen der Gebäudedämmung zur Verminderung der Transmissionswärmeverluste gewinnt die Trinkwassererwärmung an Bedeutung, die als konstant bleibende Größe einen größeren Anteil am verminderten Gesamtwärmebedarf einnimmt. Die Trinkwassererwärmung kann zu einer dominierenden Größe einer Leistungsbestimmung des Wärmeerzeugers werden. Hygienische Fragen wie die bakterielle Kontamination des Trinkwasser-Leitungsnetzes (Legionellen) gewinnen durch die energetisch motivierte Absenkung der Systemtemperaturen zusehend an Bedeutung, so dass vor allem bei der Trinkwassererwärmung eine bedarfsgerechte Auslegung des Trinkwassersystems mit möglichst geringen Stagnationszeiten und Stagnationsorten in Hinblick auf oft bauzeitliche Überdimensionierungen unmittelbar in

Angriff genommen werden muss. Hoteltypen unterscheiden sich im Bedarfsprofil Warmwasser.



Grafik 25: Bedarfsprofile verschiedener Hoteltypen mit normierten Stundenwerten (auf 100 % des Tagesbedarfes) im Vergleich, aus: Tagesgänge des Trinkwarmwasserbedarfes, Prof. Dr.-Ing. Orth, Dipl.-Ing. Michael Martenka, 2005

Bei Messe- und Tagungshotels ergeben sich hohe Leistungen zur Warmwassererzeugung bzw. Warmwassermengen in den Morgenstunden zwischen 6.00 und 9.00 Uhr. Kleine Leistungswerte sind nochmals in den Abendstunden erforderlich, untertags (und nachts) wird diese Leistungsanforderung zumindest in einer Einrichtung wie der katholischen Akademie Bayern durch andere Verbraucher deutlich überlagert. Somit kann damit von einer sukzessiven Verteilung der Warmwasseranforderung über den Tagesgang ausgegangen werden: Warmwasser Gäste, Warmwasser Küche, Warmwasser Wäscherei. Messungen des Warmwasserbedarfes ergaben einen Maximalwert von 50 l/Person und Tag, der Durchschnittswert der stärksten Verbrauchstage liegt bei 42 l/Person und Tag [Orth, 2005]. Typische Tageslastgänge für das Gästehaus zeigen den oben beschriebenen Zusammenhang eines konstanten Anteils der Trinkwarmwassererwärmung bei unterschiedlichen Wärmeeinfordernungen aufgrund der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste.



Grafik 26: Tageslastverläufe für Transmission, Lüftung, Warmwasser bei unterschiedlichen winterlichen Außentemperaturen, Dipl. Ing. J. Spieß

Die in den letzten Jahren gemessenen Verbräuche markieren deutlich das Umstellungsjahr 2003. In diesem Kontext waren die Maßnahmen 2003-2004 mit der Umstellung des Energieträgers und Anschaffung eines Blockheizkraftwerkes folgerichtig. So konnten trotz ca. um 10 % gestiegenen Stromverbrauchs durch höhere Anlageneffizienz, aber auch mit einer effizienten Gebäudeleittechnik und einer konsequenten Anpassung des Nutzerverhaltens durchschnittlich 37 % der Energie eingespart werden. Noch deutlicher mit 54 % schlägt die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu Buche. Der mittels Photovoltaik erzeugte Strom liegt dabei knapp unter 1 %.

Verbräuche	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Kardinal Wendel Haus</b>													
Heizöl Liter	131931	123.060	121.185	56.000									
Erdgas m³				40.267	90.153	89.543	83.400	76.006	82.989	82.997	94.831	88.733	89.298
Wärmergie in kWh	1.329.864	1.240.445	1.221.545	979.230	901.530	895.430	834.000	760.060	829.890	829.970	948.310	887.330	892.980
so2Heizöl =0,28kg/kwh		359.729	354.248	163.699	-	-							
co2=0,21kg/kwh					189.321	188.040	175.140	159.613	174.277	174.294	199.145	186.339	187.526
Strom Bezug SWM in kWh													
CO2 Strom 0,59 kg/kWh	239600	238.490	233.160	196.720	99.880	100.960	115.040	120.320	107.400	106.680	90.520	94.680	112.840
Strom aus erneuerbarer Energie kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90520	94680	112840
<b>Schloss Suresnes</b>													
Strom Bezug SWM in kWh	23634	25.162	26.697	27.864	21.421	19.450	17.440	13.497	28.117	28.421	29.705	29.042	17.134
CO2 Strom Schloss	13944,06	14845,58	15751,23	16439,76	12638,39	11475,5	10289,6	7963,23	16589,03	16768,39	17525,95	17134,78	10109,06
Heizöl Schloss Suresnes (Liter)	26438	35.752	25.604	28.613	27.781	21.430	22.393	20.298	27.038	29.938	29.900	25.210	22.986
Wärme Heizöl Schloss in kWh	266.495	360.380	258.088	288.480	280.032	216.014	225.721	204.604	272.553	301.775	301.392	254.117	231.699
CO2 Heizöl Schloss	77.284	104.510	74.846	83.659	81.209	62.644	65.459	59.335	79.040	87.515	87.404	73.694	67.193
<b>Viereckhof</b>													
Erdgas m³	7756	8084	6509	6020	4708	5136	4483	3.471	3.927	3.824	4.030	4.372	5.300
VEH-Energie kWh	77560	80840	65090	60200	47080	51360	44830	34710	39270	38240	40300	43720	54398
<b>Wasserverbrauch Gesamt m³</b>													
Kardinal Wendel Haus		5.935	4.637	5.137	5.607	3.160	3.191	3.661	3.350	2.847	3.081	3.006	3.425
Viereckhof		0	37	365	374	41	63	62	67	55	73	56	67
Schloss Suresnes		2.461	1.175	1.163	1.384	687	800	661	762	732	537	476	370
<b>Gesamtwasserverbrauch</b>		<b>8.444</b>	<b>5.849</b>	<b>6.665</b>	<b>7.365</b>	<b>3.888</b>	<b>4.054</b>	<b>4.384</b>	<b>4.179</b>	<b>3.634</b>	<b>3.661</b>	<b>3.538</b>	<b>3.862</b>
Einsparung %		100	31	21	13	54	52	48	51	57	57	58	54
<b>Energiegewinnung/</b>													
Rückspesung													
Erzeugter Strom Photovoltaik kWh						5.746	5.559	5.796	5.377	5.212	4.777	5.423	5.032
Erzeugter Strom BHKW					148185	147.129	135.708	137.506	168.139	159.670	186.161	175.982	173.902
Verbrauch erzeugter Strom BHKW					100.785	100.000	95.788	100.866	126.139	109.830	122.601	116.742	110.102
Rückspesung BHKW SWM kWh				14.440	47.400	47.129	39.920	36.640	42.000	49.840	63.960	59.240	63.800
Gesamtenergie Einspeisung				14.440	47.400	52.875	48.479	42.426	47.377	55.062	68.337	64.663	68.832
co2 0,59kWh Einspeisung				8.520	27.966	31.196	28.833	25.031	27.962	32.481	40.319	38.151	40.611
CO2 Kardinal Wendel haus		500.432	491.812	279.764	248.251	247.607	243.014	230.601	237.643	237.235	199.145	186.339	187.526
<b>Gesamt CO2</b>		<b>619.788</b>	<b>582.409</b>	<b>371.343</b>	<b>314.132</b>	<b>290.530</b>	<b>291.930</b>	<b>272.868</b>	<b>305.320</b>	<b>309.037</b>	<b>263.756</b>	<b>239.017</b>	<b>224.217</b>
<b>Jahr</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Wärmeenergie GAS									869.160	868.210	988.610	931.050	947.379
Wärmeenergie Heizöl									272.553	301.775	301.392	254.117	231.699
Wärmeenergie Gesamt	1.673.920	1.681.665	1.544.723	1.327.910	1.228.642	1.162.804	1.104.551	999.374	1.141.713	1.169.985	1.290.002	1.185.167	1.179.078
Strombezug Gesamt	239.600	263.642	259.857	224.584	121.301	120.410	132.480	133.817	135.517	135.101	120.225	123.722	129.974
Gesamtenergie (ohne Schloss)	1.647.024	1.559.765	1.519.795	1.236.150	1.048.480	1.047.750	993.870	915.090	976.960	974.890	1.079.130	1.025.730	1.060.219
<b>Gesamtenergie mit Schloss</b>	<b>1.937.154</b>	<b>1.920.145</b>	<b>1.777.883</b>	<b>1.524.630</b>	<b>1.328.522</b>	<b>1.263.764</b>	<b>1.219.591</b>	<b>1.119.694</b>	<b>1.249.113</b>	<b>1.276.665</b>	<b>1.380.522</b>	<b>1.279.847</b>	<b>1.291.918</b>
Gesamtenergie (o. Schloss) -Rück	1.647.024	1.559.765	1.519.795	1.221.710	1.001.090	994.875	948.391	872.664	929.183	919.838	1.010.793	961.067	991.387
Einsparung %			3	22	36	36	39	44	41	41	35	38	37

Tabelle 7: Gemessene Energieverbräuche für Kardinal-Wendel Haus, Viereckhof und Schloß Suresnes, Katholische Akademie Bayern

Weitere Einsparungen können nur mit entsprechenden baulichen Maßnahmen erfolgen, die anlagentechnischen Möglichkeiten sind im Bestand weitgehend ausgenutzt. Weitere Effizienzsteigerungen bedürfen eines sparsamen Gebäudes.

### 5.3 Quellen – Senken Vernetzung, Überprüfung und Bilanzierung der Wärmeerzeuger

Aus oben dargestellten Grundlagen und der vorliegenden DIN 18599 wurden die Kenndaten des Wärmebedarfes über die gesamte Liegenschaft abgeleitet.

Gebäudetrakt	NGF gesamt, beheizt	Saniert: DIN 18599 anhand Verbrauchsdaten modifiziert		Heizbedarf-Kennwert [m²]
		Bedarf, Heizung	Bedarf, TWWW	
Verwaltungs- und Gästetrakt	1563 m²	75.000 kWh/a	81.000 kWh/a	48 kWh/a
Konferenz- und Refektoriumstrakt	775 m²	240.000 kWh/a	45.000 kWh/a	131 kWh/a
Vortragssaal mit Foyer und Atrium	1054 m²	s. Konferenzstrakt		
Wohnungen und Gästezimmer	386 m²	34.000 kWh/a	6.500 kWh/a	88 kWh/a
Kapelle	174 m²	20.000 kWh/a	0 kWh/a	115 kWh/a
Garagen / Bibliothek	129 m²			
<b>Gesamt</b>	<b>4081 m²</b>	<b>369.000 kWh/a</b>	<b>132.500 kWh/a</b>	<b>90 kWh/a</b>

Tabelle 8: Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf des Kardinal-Wendel Hauses, Datenbasis nach DIN 18599 Architekturbüro W. Haase, Modifikation Dipl. Ing. J. Spieß

Die hohen Kennwerte des Heizungs-Wärmebedarfes insbesondere des Konferenztraktes und des Saals resultieren aus der geringen Kompaktheit der Baukörper, die aus der introvertierten Architektur mit freien bzw. mittlerweile auch in das Gebäude integrierten Innenhöfen folgt.

Für die folgenden überschlägigen Betrachtungen wurden für den Gästetrakt und die Kapelle der Heizwärmebedarf sowie vor allem der Trinkwarmwasserbedarf modifiziert.

Aufgrund des durchschnittlichen Wasserverbrauchs von 3700 m<sup>3</sup> pro Jahr kann davon ausgegangen werden, dass deutlich weniger Arbeit als in der DIN 18599-Berechnung (274.000 kWh) zur Warmwasserbereitung geleistet werden. Die Aufzeichnungen der Gebäudeleittechnik weisen im Bereich Verwaltungs- und Gästetrakt (Warmwasserbedarf durch Gästezimmer und Wäscherei) als auch im Bereich Konferenz- und Refektoriumtrakt (Warmwasserbedarf v.a. durch Küche) deutlich geringere Warmwasserverbräuche auf. Im Vergleich mit diesen Werten würde der Warmwasserbedarf eine ca. 75 % Belegung widerspiegeln. Daher wird der Warmwasserbedarf deutlich reduziert angesetzt. Wird das Kötterlhaus zukünftig durch die Katholische Akademie Bayern genutzt und energetisch saniert, wird unweigerlich weiterer Wärmebedarf nötig. Infolge einer organisatorisch sinnvollen Verlagerung und nutzungsverträglichen Integration der Verwaltung in das denkmalgeschützte Gebäude wird auch hier kein aufwändiger Warmwasserbedarf im Vergleich zur momentanen Wohnnutzung mehr nötig, das Gebäude könnte effizient im Niedertemperaturbereich beheizt werden.

Der traktweise ermittelte Wärmebedarf (für Heizung, Warmwasser) bzw. Kühlbedarf wird in der Liegenschaftsübersicht graphisch dargestellt. Aufgrund der möglichen bzw. geplanten baukonstruktiven Maßnahmen sowie Möglichkeiten einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung werden auch die notwendigen Systemtemperaturen als Nieder- und Hochtemperaturverbraucher ausgewiesen. Vorhandene Erzeuger bzw. vorhandene und mögliche Energiequellen, Möglichkeiten des Energiegewinns und des Energie-Rückgewinns werden ebenfalls angeführt. Die graphisch dargestellten Quellen und Senken müssen monatsweise bilanziert werden, um die möglichen Querbeziehungen überprüfen zu können. Ergänzt wurden abgeschätzte Bedarfswerte für Erweiterung und saniertes Kötterlhaus. Angenommen wird eine durchschnittliche Hotelauslastung von 40%.

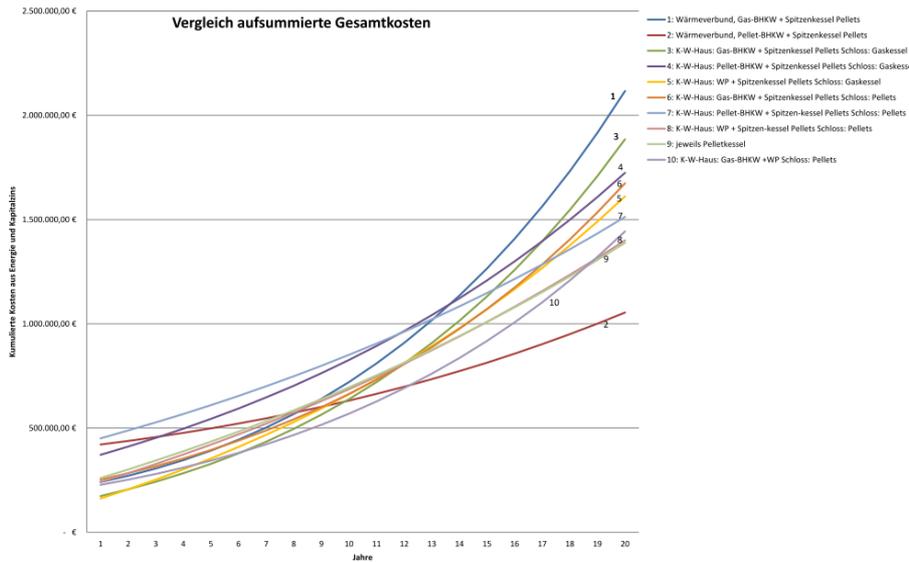
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Gesamt
Gästehaus	Heizung	17.250 kWh	13.500 kWh	10.500 kWh	3.000 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	5.250 kWh	10.500 kWh	15.000 kWh	75.000 kWh
	Warmwasser Wäsch	3.500 kWh	42.000 kWh											
	Warmwasser Zimme	3.250 kWh	39.000 kWh											
	Wärme Abluft-WP	0 kWh												
Refektorium / Ki	Heizung	36.800 kWh	28.800 kWh	22.400 kWh	6.400 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	11.200 kWh	22.400 kWh	32.000 kWh	160.000 kWh
	Kühlung Aggregate	600 kWh	600 kWh	600 kWh	1.800 kWh	3.600 kWh	4.800 kWh	6.000 kWh	600 kWh	3.600 kWh	600 kWh	600 kWh	600 kWh	24.000 kWh
	Kühlung Konferenz	0 kWh	0 kWh	1.100 kWh	2.200 kWh	4.400 kWh	4.400 kWh	6.600 kWh	0 kWh	2.200 kWh	1.100 kWh	0 kWh	0 kWh	22.000 kWh
	Abwärme Küche	2.667 kWh	32.000 kWh											
	Warmwasserbedarf	3.750 kWh	45.000 kWh											
Vortragssaal	Heizung	18.400 kWh	14.400 kWh	11.200 kWh	3.200 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	5.600 kWh	11.200 kWh	16.000 kWh	80.000 kWh
	Kühlung	0 kWh	0 kWh	1.250 kWh	2.500 kWh	5.000 kWh	5.000 kWh	7.500 kWh	0 kWh	2.500 kWh	1.250 kWh	0 kWh	0 kWh	25.000 kWh
Wohnungen	Heizung	7.820 kWh	6.120 kWh	4.760 kWh	1.360 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	2.380 kWh	4.760 kWh	6.800 kWh	34.000 kWh
	Warmwasser	542 kWh	6.500 kWh											
Kapelle	Heizung	4.600 kWh	3.600 kWh	2.800 kWh	800 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	1.400 kWh	2.800 kWh	4.000 kWh	20.000 kWh
Kötterlhof	Heizung	8.512 kWh	6.720 kWh	5.824 kWh	3.136 kWh	1.792 kWh	448 kWh	0 kWh	0 kWh	1.344 kWh	3.584 kWh	5.824 kWh	7.616 kWh	44.800 kWh
	Anbau	10.212 kWh	7.992 kWh	6.216 kWh	1.776 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	3.108 kWh	6.216 kWh	8.880 kWh	44.400 kWh
Energieerzeuger BHKW	BHKW Laufzeit	45.000 kWh 670 h	45.000 kWh 670 h	45.000 kWh 670 h	45.000 kWh 400 h	45.000 kWh 180 h	45.000 kWh 160 h	45.000 kWh 140 h	45.000 kWh 140 h	45.000 kWh 160 h	45.000 kWh 580 h	45.000 kWh 670 h	45.000 kWh 670 h	540.000 kWh
	BHKW-Arbeit	50.250 kWh	50.250 kWh	50.250 kWh	30.000 kWh	13.500 kWh	12.000 kWh	10.500 kWh	10.500 kWh	12.000 kWh	43.500 kWh	50.250 kWh	50.250 kWh	383.250 kWh
Energieerzeuger WP	Grundwasser	20.833 kWh	250.000 kWh											
	WP	26.042 kWh	21.307 kWh	26.042 kWh	27.778 kWh	309.501 kWh								
<b>Wärmebedarf Heizung</b>		<b>103.594 kWh</b>	<b>81.132 kWh</b>	<b>63.700 kWh</b>	<b>19.672 kWh</b>	<b>1.792 kWh</b>	<b>448 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>1.344 kWh</b>	<b>32.522 kWh</b>	<b>63.700 kWh</b>	<b>90.296 kWh</b>	<b>458.200 kWh</b>
<b>Wärmebedarf Warmwasser</b>		<b>11.042 kWh</b>	<b>132.500 kWh</b>											
<b>Kältebedarf</b>		<b>600 kWh</b>	<b>600 kWh</b>	<b>2.950 kWh</b>	<b>6.500 kWh</b>	<b>13.000 kWh</b>	<b>14.200 kWh</b>	<b>20.100 kWh</b>	<b>600 kWh</b>	<b>8.300 kWh</b>	<b>2.950 kWh</b>	<b>600 kWh</b>	<b>600 kWh</b>	<b>71.000 kWh</b>
<b>Bilanz ohne GW</b>		<b>-64.386 kWh</b>	<b>-41.924 kWh</b>	<b>-24.492 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>-24.492 kWh</b>	<b>-51.088 kWh</b>	<b>-206.380 kWh</b>
<b>Bilanz mit WP Basis GW</b>		<b>-38.344 kWh</b>	<b>-15.882 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>0 kWh</b>	<b>-23.310 kWh</b>	<b>-77.536 kWh</b>
Schloss Suresnes	Heizung	57.000 kWh	45.000 kWh	39.000 kWh	21.000 kWh	12.000 kWh	3.000 kWh	0 kWh	0 kWh	9.000 kWh	24.000 kWh	39.000 kWh	51.000 kWh	300.000 kWh
	Viereckhof	8.550 kWh	6.750 kWh	5.850 kWh	3.150 kWh	1.800 kWh	450 kWh	0 kWh	0 kWh	1.350 kWh	3.600 kWh	5.850 kWh	7.650 kWh	45.000 kWh
<b>Gesamt mit Schloss und Viereckhof</b>		<b>180.186 kWh</b>	<b>143.924 kWh</b>	<b>119.592 kWh</b>	<b>54.864 kWh</b>	<b>26.634 kWh</b>	<b>14.940 kWh</b>	<b>11.042 kWh</b>	<b>11.042 kWh</b>	<b>22.736 kWh</b>	<b>71.164 kWh</b>	<b>119.592 kWh</b>	<b>159.988 kWh</b>	<b>935.700 kWh</b>
<b>Netzverluste</b>		<b>2.190 kWh</b>	<b>26.280 kWh</b>											
Energieerzeuger BHKW	BHKW Laufzeit	72.000 kWh 670 h	72.000 kWh 670 h	72.000 kWh 670 h	72.000 kWh 480 h	72.000 kWh 240 h	72.000 kWh 140 h	72.000 kWh 120 h	72.000 kWh 120 h	72.000 kWh 200 h	72.000 kWh 620 h	72.000 kWh 670 h	72.000 kWh 670 h	864.000 kWh
	BHKW-Arbeit	80.400 kWh	80.400 kWh	80.400 kWh	57.600 kWh	28.800 kWh	16.800 kWh	14.400 kWh	14.400 kWh	24.000 kWh	74.400 kWh	80.400 kWh	80.400 kWh	632.400 kWh

Tabelle 9: Überschlägige monatliche Bedarfswerte für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Die Darstellung zeigt, dass unter Ausnutzung der gegebenen Energiequellen in den Wintermonaten die Deckung des Wärmebedarfes durch das vorhandene System BHKW-Redundanz-/ Spitzenaggregat erfolgen kann. Die Nutzung des vorhandenen Brunnens

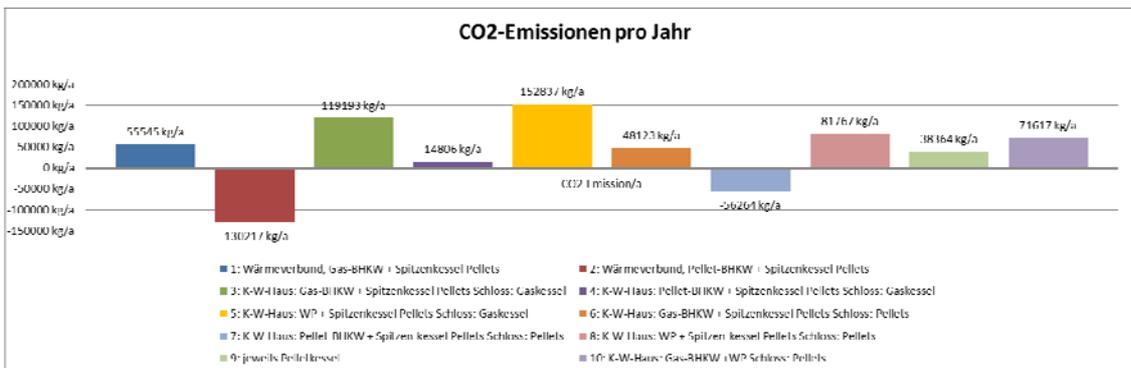


1



Grafik 28: Aufsummierte Gesamtkosten verschiedener Kombinationen von Wärmeerzeugern im Zeitraum von 20 Jahren, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Die Berechnungsergebnisse sind sehr stark abhängig von den Energiepreisen und deren Preissteigerung (gewählte Energiepreissteigerung Gas 7 %, regenerativ sowie Strom 4%). Ebenfalls deutlichen Einfluss auf das Ergebnis hat der Wirkungsgrad der Wärmepumpe. Wird durch niedrige Systemtemperaturen und eine gute Steuerung eine JAZ von 4 oder mehr erreicht, gehört die Lösung der Wärmeenergieerzeugung mit der WP zu den wirtschaftlichsten, zusammen mit der Verwendung von Ökostrom auch zu den umweltfreundlichsten Varianten. Bei einer JAZ unter 3,5 dagegen schneidet die Wärmepumpen-Lösung eher schlecht ab. Die Berechnungen für ein Verbundnetz ergeben bei den Betriebsparameter Vorlauf/Rücklauf 90/70 °C, Erdverlegung, Erdüberdeckung mind. 80 cm, Leitungslänge 125 m für den Wärmeverbund zwischen Kardinal-Wendel-Haus, Schloss Suresnes und Viereckhof jährliche Wärmeverluste von ca. 25.000 – 40.000 kWh. Dieser Wert wird je nach Netzführung, Rohrsystem und Ausführung der Leitungsdämmung und Systemtemperatur variieren. Wärmeverluste in Gebäuden werden als interne Wärmegewinne nicht weiter berücksichtigt. Die spezifische Abnahmedichte (Wärmeleistungsliniendichte) des Netzes liegt mit ca. 2.500 kWh/lfdm auf einem sehr hohen Niveau. Verschiedene Quellen werten eine spezifische Abnahmedichte ab ca. 1500 kWh / lfdm als Voraussetzung einer Wirtschaftlichkeit. Die ausschließlich regenerativen Wärmeerzeuger weisen wie erwartet die erfreulichsten CO<sub>2</sub>-Bilanzen auf, die Kombination einer regenerativen Kraft-Wärmekopplung erreicht durch vermiedenen bzw. eingespeisten Strom CO<sub>2</sub>-Gutschriften. Allerdings kann der abgebildeten pelletbetriebenen Kraft-Wärmekopplung entgegen der euphorischen Erwartungen noch keine Marktreife bescheinigt werden.



Grafik 29: CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Kombinationen von Wärmeerzeugern, Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Eine interessante Erzeugerkombination stellt in ökologischer und wirtschaftlicher Sicht die Variante: Gas-BHKW und Wärmepumpe im Kardinal-Wendel Haus und Pelletkessel im Schloss dar, da dies das bereits installierte System der Kraft-Wärme-Kopplung abbildet. Dies sollte als ‚laufendes System‘ aufrecht erhalten werden, während nach erfolgreicher energetischer Sanierung im Saal- und Konferenzbereich und anschließender Erweiterung parallel ein Niedertemperatursystem mit der Wärmepumpe etabliert werden kann. Weiterhin werden Flächen für die Gebäudetechnik sparsam belegt, die Pelletlagerung würde nur im Schloss realisiert, in dem ein alter Kohlenkeller ausreichend Platz bietet. Wird weiterhin berücksichtigt, dass das vorhandene gasbetriebene Blockheizkraftwerk noch mängelfrei läuft, fällt die Bilanz noch positiver für die erwähnte Wärmeerzeugerkombination aus, da zunächst keine Investition im Kardinal Wendel Haus nötig ist. Auch kann der Umstieg auf eine ökologisch sinnvolle Energieträger-Alternative wie Windgas erfolgen, sobald das Angebot für diese Größenordnung des Gasbedarfes vorliegt.

In diesem Zusammenhang muss die bereits bei der Betrachtung des Kühlbedarfs angesprochene Variante eines mittels Wärmepumpe beschickten Eisspeichers diskutiert werden. Im Winter wird hierbei die beim Phasenübergang des Wassers freigesetzte Kristallisationswärme zur Gebäudeheizung verwendet. Im Sommer dient dieser Speicher als Spitzenaggregat zur Kühlung. Die Austarierung dieses Systems sollte unter Einbezug einer solarthermischen Anlage erfolgen, falls der sommerliche bzw. allgemeine Kühlbedarf nicht komplett zur Regeneration des Speichers für die Wärmeerzeugung im Winter genügt. Der oben dargestellte, bilanzierte Wärmebedarf gleicht sich bei gleichzeitiger Grundwassernutzung zum Heizen einigermaßen mit dem sommerlichen Kältebedarf aus. Allerdings sind trotz Einbindung der Grundwassernutzung oder der solaren Regeneration immer noch erhebliche Speichervolumina nötig. Die thermische Solaranlage ist prinzipiell sinnvoll für die Warmwasserversorgung der Betriebswohnungen in der Sommerpause (siehe oben). Außerhalb dieser Zeiten erfolgt eine effiziente Warmwasserbereitung hauptsächlich durch das vorhandene BHKW, in der Heizperiode können bereits geringe Energiegewinne der Solaranlage in den Speicher eingelagert werden (Effizienzsteigerung der Wärmepumpe). Allerdings sollte in der Abwägung die entscheidende Frage gestellt werden, ob „einzelne Kühlereignisse mit vertretbaren Temperaturüberschreitungen“ ein weiteres aufwändiges System rechtfertigen. Denn oftmals entwickeln diese zusätzlichen, immer noch primärenergieabhängigen Systeme Bumerang-Effekte in der Nutzung, die die erzielbaren Einsparungen zum Teil durch Ausweiten der zu kühlenden Räume oder durch Festlegung tieferer sommerlicher Raumtemperaturen konterkarieren.

Als weitere Alternative sollte die Möglichkeit eines Anschlusses an das städtische Fernwärmenetz beobachtet werden, das durch Baumaßnahmen in der Umgebung in den nächsten Jahren vorgehalten werden könnte. Der Anschluss an die kommunale Fernwärme bietet sich vor allem für das Schloss Suresnes an. Da Fernwärmenetze prinzipiell mit niedrigen Rücklauftemperaturen effizienter betrieben werden können, könnten für die Erweiterungsflächen des Kardinal Wendel Hauses ein Anschluss an den kommunalen Fernwärme-Rücklauf oder aber eine Kaskadenverschaltung mit dem Schloss über einen internen Wärmeverbund in Frage kommen. Im Zuge der nötigen Erdarbeiten kann dann der interne Stromverbund (Eigenstromverwertung im Schloss) realisiert werden.

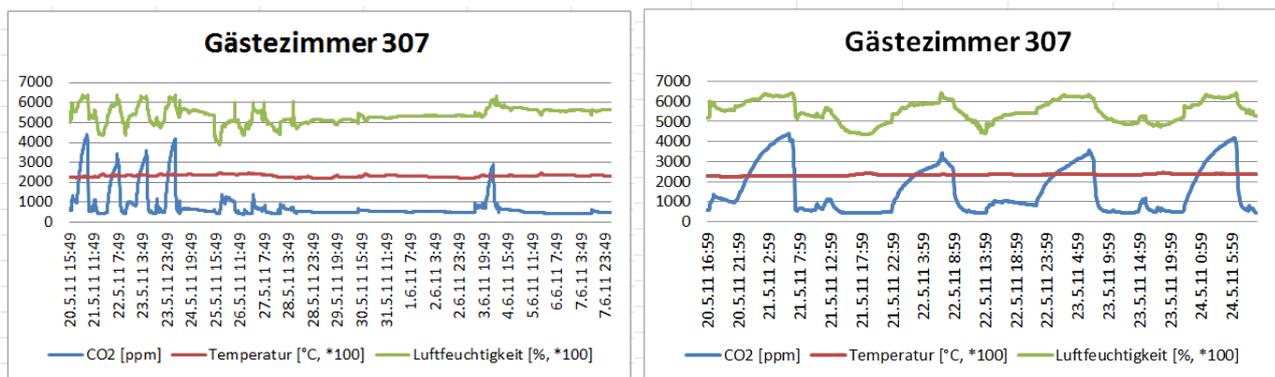
## 5.4 Ereignisgesteuerte Raumlüftung

Die Aufenthaltsdauer in den Hotelzimmern eines Tagungshotels wird sich weitgehend auf die Übernachtung beschränken. Mit immer längeren Aufenthaltszeiten in Innenräumen muss ein Paradigmenwechsel erfolgen, der Raumlufthygiene und Behaglichkeit bzw. Gesundheit in einen Zusammenhang setzt. Eine verminderte Raumlüftung mit daraus resultierenden, hygienisch bedenklichen Raumluft-Zusammensetzungen können zunächst unspezifische gesundheitliche Symptome wie eine verminderte Leistungsfähigkeit oder Befindlichkeitsstörungen bedingen. Dies ist bei einer Frischluftzufuhr von weniger als 10 l/s pro Person zu verzeichnen [Fromme H. et al., 2008].

Kohlendioxid kann als Indikator für die Luftqualität von Innenräumen gewählt werden. Es reichert sich hauptsächlich aufgrund der Respiration der Menschen in den Innenräumen an. Die Konzentration des Kohlendioxids ist korreliert mit der Anzahl und Aktivität der Personen im Raum und den aktuellen Lüftungsbedingungen.

Besonders bei kleinen Raumvolumina mit ungenügender Frischluftzufuhr und großer Anzahl an aktiven Menschen verschlechtert sich die Raumluftqualität in kurzer Zeit signifikant. Im Allgemeinen gelten seit Pettenkofer Belastungen der Innenraumluft unter 1000 ppm CO<sub>2</sub> als hygienisch unbedenklich, zwischen 1000 und 2000 ppm CO<sub>2</sub> als hygienisch auffällig, über 2000 ppm CO<sub>2</sub> als hygienisch inakzeptabel.

In ausgewählten Hotelzimmern wurde im Bestand die Raumluftqualität mit einem kombinierten Datenlogger für CO<sub>2</sub>, Luftfeuchte und Temperatur dokumentiert.



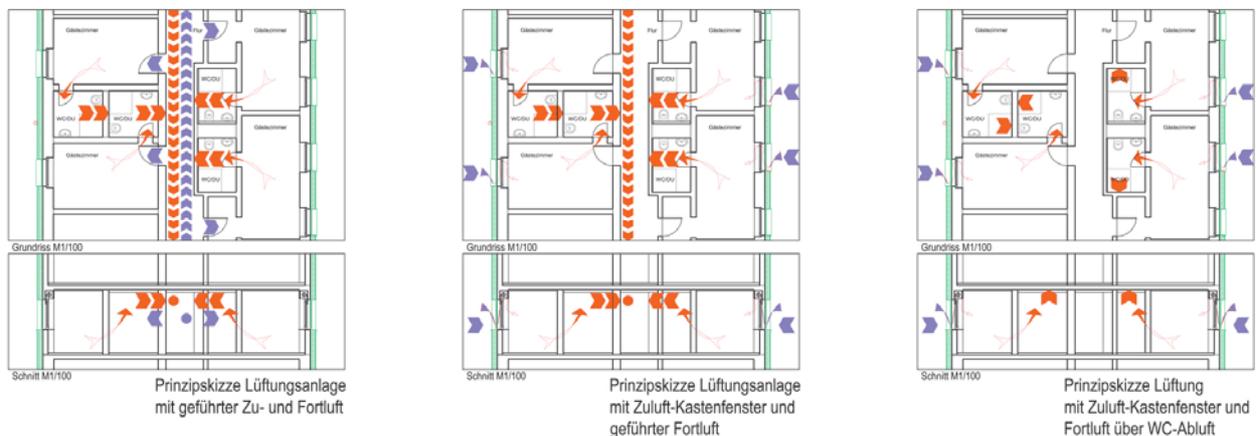
Grafik 30: CO<sub>2</sub>-Messungen im Gästezimmer, Architekten KuK / Katholische Akademie Bayern

Die hohen nächtlichen CO<sub>2</sub>-Konzentration weisen darauf hin, dass während der nächtlichen Belegung kein oder kaum ein Luftwechsel (Fenster geschlossen) stattfand. Bis in die Morgenstunden hinein reichert sich CO<sub>2</sub> in der Raumluft an. Die offensichtliche Stosslüftung in den Morgenstunden wird unterstützt durch eine auf voller Lüfterstufe laufende Badabluft, so dass die Luftqualität wieder hergestellt werden kann. Unter Annahme einer Raumbelegung mit 1 Person, einem Raumvolumen ca. 32 m<sup>3</sup> sowie einer anfänglichen CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum können folgende CO<sub>2</sub>-Konzentrationen nach den angegebenen Zeiten überschlägig angenommen werden. Dabei wird unterschieden zwischen einer Luftwechselrate 0,3, die die üblichen Undichtigkeiten kennzeichnet und einer Luftwechselrate von 1, die ungefähr dem geplanten Luftwechsel entspricht.

Aktivität	Luftwechselrate 0,3			Luftwechselrate 1		
	1000 ppm	1500 ppm	>2000 ppm	1000 ppm	1500 ppm	>2000 ppm
Ruhe (22 l/CO <sub>2</sub> xPerson)	50 min	2 h	3h 40min (Max 2700 ppm n. 13 h)	1h 30min	Max. 1150 nach 4 h	
Leichte Aktivität (43 l/CO <sub>2</sub> xPerson)	20 min	50 min	1h 30min (Max 5000 ppm n. 21h 40min)	30 min	1h 30 min	1800 ppm n. 5 h
Mäßige Aktivität (85 l/CO <sub>2</sub> xPerson)				10 min	15 min	50 min (Max. 3100 ppm)
Intensive Aktivität (152 l/CO <sub>2</sub> xPerson)				15 min	25 min	20 min (Max. 5200 ppm)

Tabelle 10: Rechnerische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Abhängigkeit der Lüftungsintensität, der Aktivität und der Zeitdauer, Architekten KuK

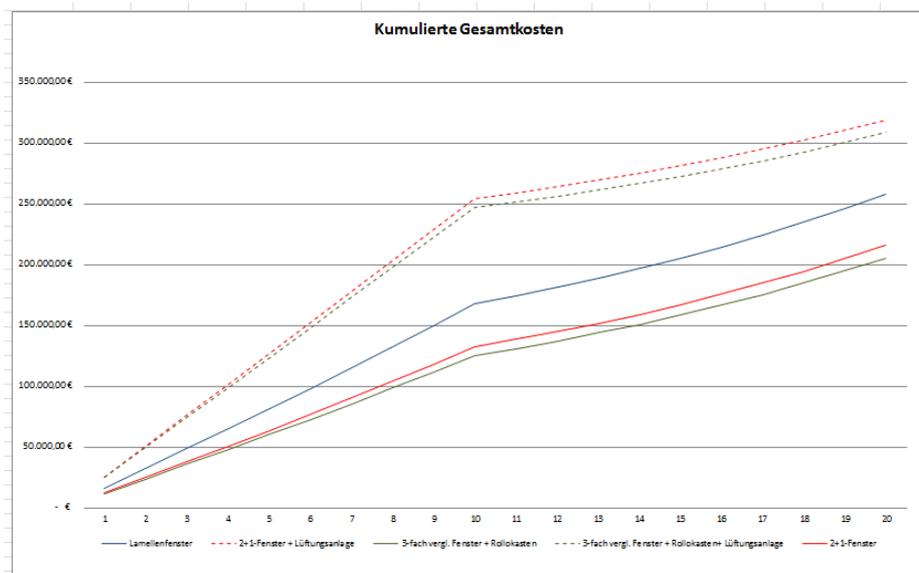
Die konstruktiven Möglichkeiten des oben beschriebenen Zuluftkastenfensters ermöglichen eine zugluftarme Frischlufteinbringung. Da in jedem Hotelzimmer mit dem innenliegenden Bad eine Abluftzone definiert ist, bieten sich hier die Möglichkeiten eines dezentralen Lüftungskonzeptes mit Frischluftzufuhr über das Kastenfenster, Luftüberströmung in das Bad sowie dortige Abluft. Prinzipiell kann die Abluft der Gästezimmer und Bäder über eine Abluft-Wärmepumpe zurückgewonnen werden. Allerdings müssen für ein neues Abluft-Leitungsnetz die entsprechenden Brandschutzmaßnahmen und geometrischen Sachzwänge Beachtung finden, weiterhin muss die diskontinuierliche Belegung berücksichtigt werden. Als Alternativen können zentralisierte (auch semizentrale) kontrollierte Lüftungsanlagen genannt werden. Bei den Varianten mit entsprechend automatisierten Lüftungs- bzw. Abluftanlagen muss der zusätzliche Steueraufwand kalkuliert werden.



Grafik 31: Prinzipielle Möglichkeiten einer kontrollierten Lüftung der Gästezimmer, Architekten KuK

Das größte Hindernis der zentralisierten Zu- und Abluftanlage stellen die begrenzten Raumgeometrien dar. Die Flure bieten kaum ausreichende Abhängehöhen – es sei denn sämtliche Oberlichter der Flurtüren würden verschlossen bzw. komplett zurückgebaut und es würde eine lichte Höhe von knapp über 2 m akzeptiert werden. Flurparallel müssten in sämtlichen Zimmern Deckenbereiche in den Eingangszonen geöffnet und unterzugsartig hinter den Türoberlichtern versetzt abgehängt werden. Vertikale Sammelschächte müssten im Gebäude neu geschaffen werden. Der wirtschaftliche Vergleich der unterschiedlichen System einschließlich des Fensterersatzes belegt die Vorteile der gewählten Lösung eines Zuluft Kastenfensters, da vor allem bei den Lösungen mit

automatisierten Lüftungsanlagen die Kosten der baukonstruktiven Begleitmaßnahmen erheblich zu Buche schlagen.

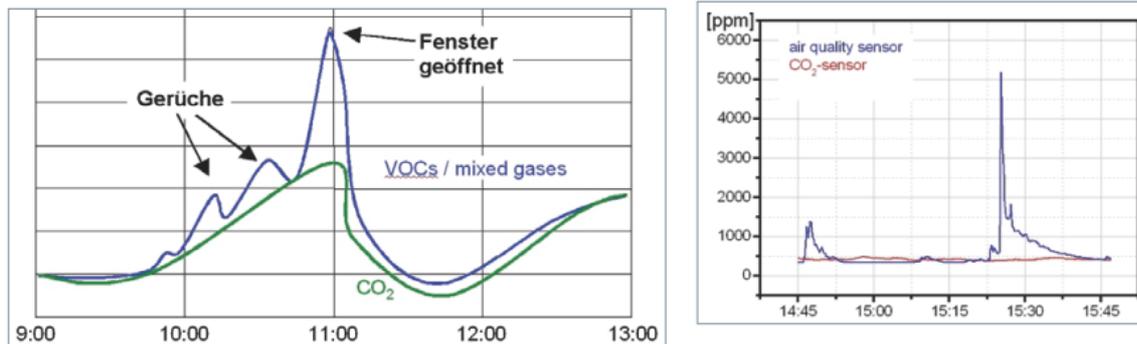


Grafik 32: Aus Investition und Energiekosten aufsummierte Gesamtkosten dreier Fensterkonstruktionen mit und ohne Kombination einer Lüftungsanlage im Falle einer Kreditfinanzierung (1% eff. 10 Jahre, dann 4 % eff, Energiepreissteigerung 7 %), Architekten KuK / Dipl. Ing. J. Spieß

Der wirtschaftliche Vergleich zeigt selbst bei höheren Steigerungsraten der Energiepreise die Vorteile des Zuluft-Kastenfensters gegenüber den Systemen mit kontrollierter Lüftungsanlage. Der Vergleich verdeutlicht, dass die Höhe der Investitionskosten den Unterschied der Varianten bei moderaten Energiepreissteigerungen von 7 % bestimmt. Erst Energiepreissteigerung im zweistelligen Bereich lassen in dieser speziellen Situation für das Gästehaus den Ausschlag für eine Fenstererneuerung und Aufrüstung einer kontrollierten Lüftungsanlage geben.

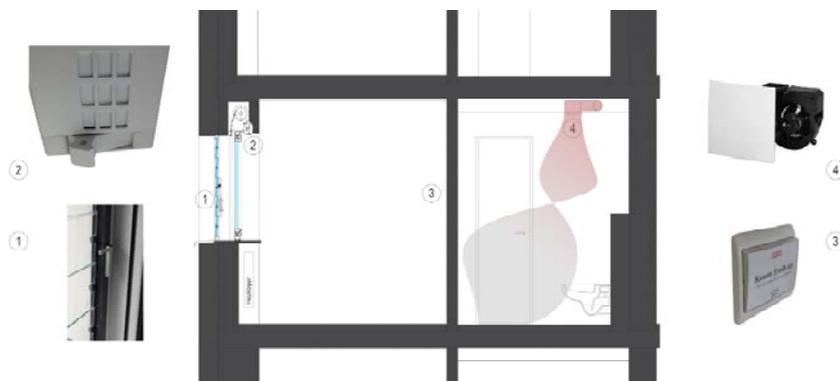
Die geringen energetischen Nachteile gegenüber neuwertigen, hochdämmenden Fenster wiegen weniger gering und werden durch eine Lufthygiene qualitativ ausgeglichen. Die sowieso nötigen Badablüfter bieten eine Grundlüftungsstufe mit 35 m<sup>3</sup>/h sowie eine Spitzenlaststufe zur raschen Feuchteabfuhr mit 62 m<sup>3</sup>/h. Randbedingungen sind neben der Luftqualität niedriger Schalleistungspegel (möglichst minimal hörbar im Schlafraum) sowie möglichst einfache Bedienbarkeit für den Gast bei maximaler individueller Gestaltungsfreiheit der Aufenthaltssituation.

Da die möglichen Luftschadstoffe aber weiter von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) über mikrobiologisch erzeugte organische Verbindungen (MVOC) bis Feinstaub reichen, werden zur Erfassung der Luftverunreinigungen Mischgassensoren (VOC-/ Volatile Organic Compound- Sensoren) eingesetzt. Diese messen neben den vom Menschen abgegebenen Verunreinigungen auch die Ausdünstungen aus Möbeln oder Baustoffen. Optimalerweise werden die gemessenen VOC-Werte auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente in ppm-Einheiten zurückgeführt und somit existierenden CO<sub>2</sub>-Lüftungsstandards angepasst.

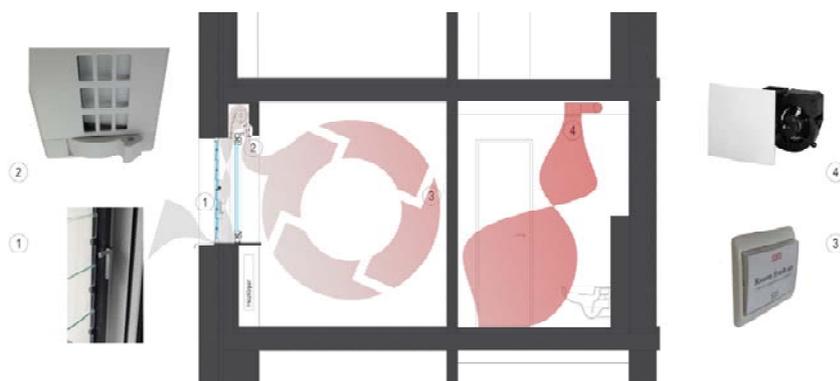


Grafik 33: Korrelierte VOC – CO2 Messungen; rechts: punktuelle Luftqualitäten, die ein CO<sub>2</sub>-Sensor nicht erfasst; CCI - Fachzeitung für Haus- und Gebäudetechnik 11/2009

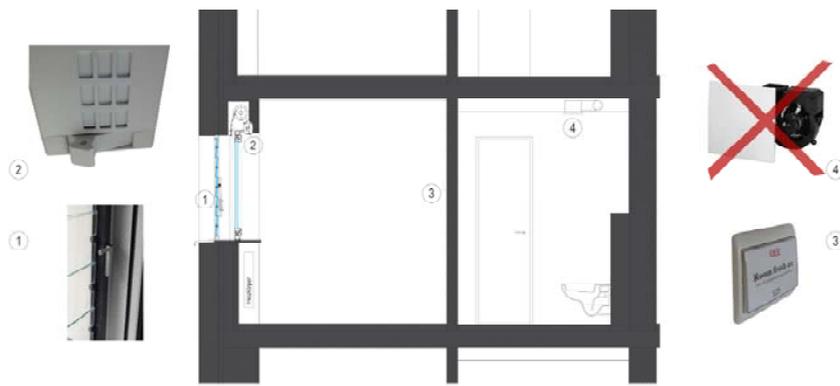
In leichter Abweichung zu einer CO<sub>2</sub> geführten Lüftungsautomatik wird daher eine ereignisgesteuerte Lüftung mit folgenden Grundszenerien etabliert:



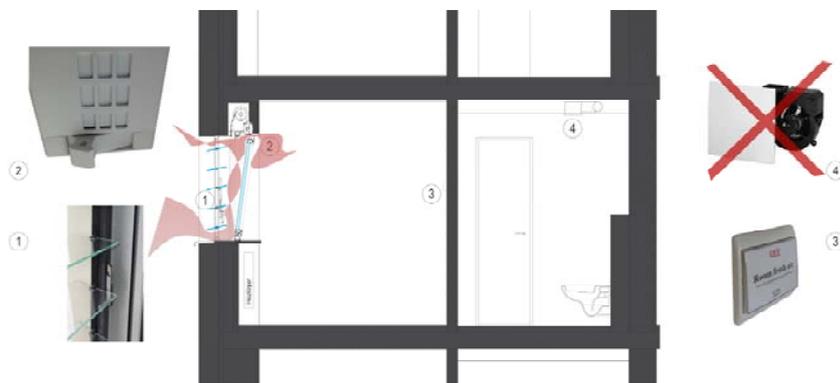
Grafik 34: Lüftungsautomatik - Szenario I. Während der morgendlichen Reinigung wird das Zimmer stoßgelüftet. Nach dem Stoßlüften und dem Schließen des Fensters mit Verlassen des Raumes wird die Zuluftklappe (2) verschlossen. Somit findet kein unkontrollierter Luftaustausch mit dem Kastenzwischenraum statt. Die Sensorautomatik des Lüfters (3) wird eingeschaltet, durch die Stoßlüftung ist eine angemessene Luftqualität erreicht, ein Abluftbetrieb findet bei nicht belegtem Zimmer nicht statt. Bei Nutzung des Bades wird generell über die Lichtschaltung die Grundstufe des Ablüfters (4) geschaltet, die damit die Feuchtesteuerung aktiviert und ggf. das Abluftvolumen maximiert; Architekten KuK.



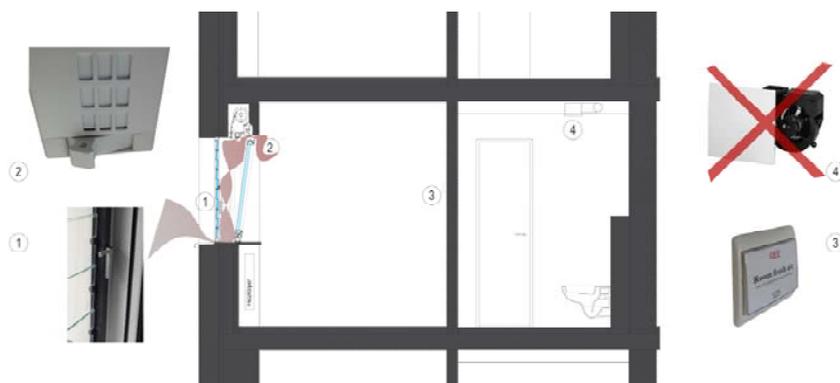
Grafik 35: Lüftungsautomatik - Szenario II. Der Ablüfter wird über einen Luftqualitätssensor im Schlafräum angesteuert; wünscht der Gast einen automatisierten Luftwechsel, muss die im Winter standardmäßig verschlossene Zuluftklappe (4) im Fenster manuell geöffnet werden sowie die Lüftungsautomatik über den Luftqualitätssensor prinzipiell eingeschaltet werden (3). Eine Aufklärung des Gastes erfolgt beim Einchecken; Architekten KuK.



Grafik 36: Lüftungsautomatik - Szenario III. Wird die luftqualitätsgesteuerte Automatik nicht gewünscht oder wird das Geräusch des Ablüfters als störend empfunden, kann dieser am Raumluftfühler (3) ausgeschaltet werden. Die ausgeführte Schaltung ermöglicht immer noch die Feuchte-Steuerung des Ablüfters über die Lichtschaltung. Architekten KuK.

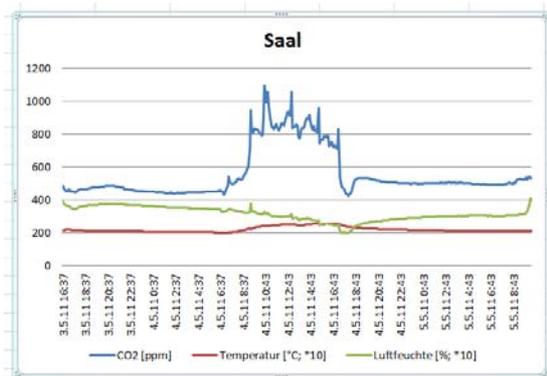


Grafik 37: Lüftungsautomatik - Szenario IV. Sommerlüftung ohne Abluft, Stellung der Zuluftklappe im Prinzip ohne Bedeutung, aber zur Vereinheitlichung der Betriebsabläufe wird diese immer in die geschlossene Stellung gebracht. Architekten KuK.



Grafik 38: Lüftungsautomatik - Szenario V. Winterlüftung ohne Abluft, Stellung der Zuluftklappe geschlossen, damit nach dem Schließen des Fensters kein unkontrollierter Luftaustausch mit dem Kastenzwischenraum stattfinden kann. Architekten KuK.

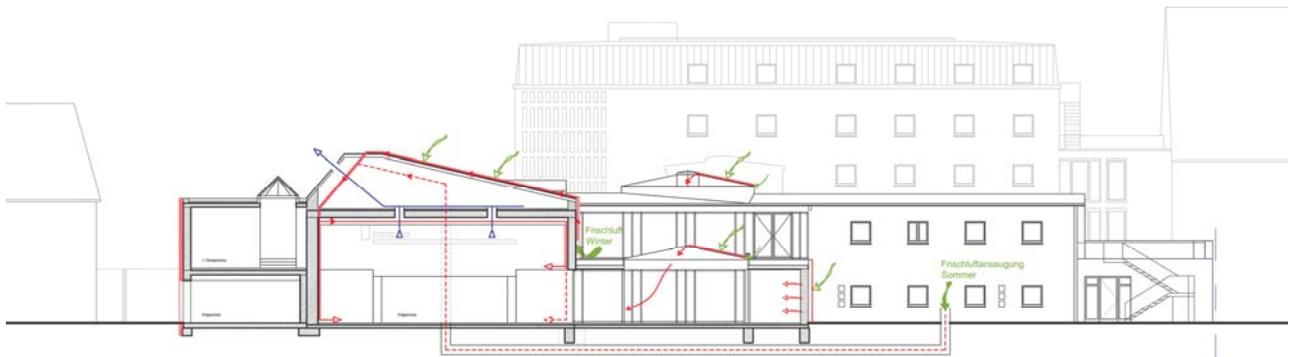
Im Veranstaltungssaal kann die Wirkungsweise der bereits vorhandenen, kontrollierten Abluftanlage deutlich während einer Veranstaltung bei Vollbesetzung gemessen werden.



Grafik 39: Luftqualitätsmessung Veranstaltungssaal bei Vollbesetzung; Architekten KuK / Katholische Akademie Bayern

Wie bereits im Speise- und Konferenzsaal vorhanden, werden im Rahmen der weiteren Modernisierung für intensiv und kontinuierlich frequentierte Bereiche (Vortragssaal, neuorganisierte Verwaltung) kontrollierte Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung nachgerüstet. Dabei stellen die Lüftungsanlagen vorrangig die Raumlufthygiene sicher. Da im Winter die Raumluft wirksam entfeuchtet wird, wird ebenfalls die Kondensationsgefahr bei Wärmebrücken, die aus Denkmalschutzgründen nicht überarbeitet werden können, verringert. Aufgrund des hohen Grades der Wärmerückgewinnung von über 85 % können die Lüftungswärmeverluste effektiv reduziert werden, die Raumheizlasten liegen dadurch in einem Lastbereich, der über Wandheizungen im Niedertemperaturbereich dargestellt werden kann.

Im Bereich des Vortragssaals werden die vorhandene Wärme- und Kältepotentiale mit der Lüftungsanlage (einschl. Wärmerückgewinnung) verschaltet. So können die optimal südexponierten Wand- und Dachflächen als Luftkollektor genutzt werden, deren solare Wärme über das Quellluftsystem die massiven Bauteile des Saales erwärmen. Im Sommer wird die Zuluft über die vorhandenen Bodenkanäle vorgekühlt.



Grafik 40: Schema Lüftungsanlage Vortragssaal mit vorgeschaltetem Luftkollektor / Temperierungskanal, Architekten KuK

Die nicht intensiv oder temporär, unter Tag genutzten Zonen (Klubraum, Bibliothek, Atrium) können mittels netzautarker Luftkollektoren eine konstante Frischluftzufuhr erhalten, die als überströmende Luft dem Gesamtgebäude zu Gute kommt bzw. in der Auslegung der angrenzenden Lüftungsanlagen auf der Abluftseite (Vortragssaal) berücksichtigt werden. Diese Maßnahmen können im Rahmen der nötigen Erneuerungen der Oberlichter erfolgen.



Grafik 41: Übersicht der vorhandenen und geplanten lufttechnischen Maßnahmen im Gebäude, Architekten KuK

Die Dachlandschaft muss auch in der Planung der technischen Gebäudeausrüstung zwingend beachtet werden. Während die bauzeitliche Dachlandschaft des Kardinal-Wendel-Hauses noch mit klar konturierten Flächen minimalistisch überzeugte, schufen die nachträglichen Kupferblecheindeckungen bereits breit auftragende Übergänge.



Bild 9: Nachträglich angebrachte Solaranlage zur sommerlichen Warmwasserbereitung im R-Trakt sowie Photovoltaikanlage auf dem Gästehaus, Architekten KuK

Lüftungszentralen oder auch Solarthermieanlagen wurden nur nach Praktikabilität appliziert. Dagegen schmiegt sich die Photovoltaikanlage dem Gästehaus unauffällig und denkmalverträglich an. Wird die Dachlandschaft auch als Fassade verstanden, muss insbesondere im Denkmalsbereich auch hier sozusagen eine Fassadenplanung investiert werden. So werden die sanierungsbedürftigen Dachverglasungen als Energiekuppeln interpretiert, die neben einer solarthermischen Nutzung auch semitransparente Photovoltaikanlagen aufnehmen können, die aufgrund ihrer Verschattung die Kühllast verringern.

## 5.5 Energetische Bilanzierung und Umsetzungsplanung

Die Berechnungen nach DIN 18599 (Fassung 2007) basieren auf der schon sanierten Anlagentechnik mit Gasblockheizkraftwerk mit Spitzenkessel im Bestand. In der sanierten Variante wird die technische Gebäudeausrüstung durch eine kontrollierte ereignisbasierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie energiesparende Beleuchtungen ergänzt. Generell wird die Beleuchtung in Allgemeinbereichen prinzipiell mit einer Präsenzmeldung gesteuert, nach Möglichkeit finden bereits Lösungen mit LED Anwendung. Diese Vorgabe wird bereits sukzessive bei Beleuchtungserneuerung umgesetzt.

Die Betrachtung des Kardinal Wendel Hauses ohne Einbezug des Kötterlhauses und der Erweiterung erlaubt eine Abschätzung des Einsparpotentials. So kann mit den vorgeschlagenen ergänzenden technischen Maßnahmen sowie der baukonstruktiven Ertüchtigung rechnerisch eine **weitere** Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 40 % realisiert werden.

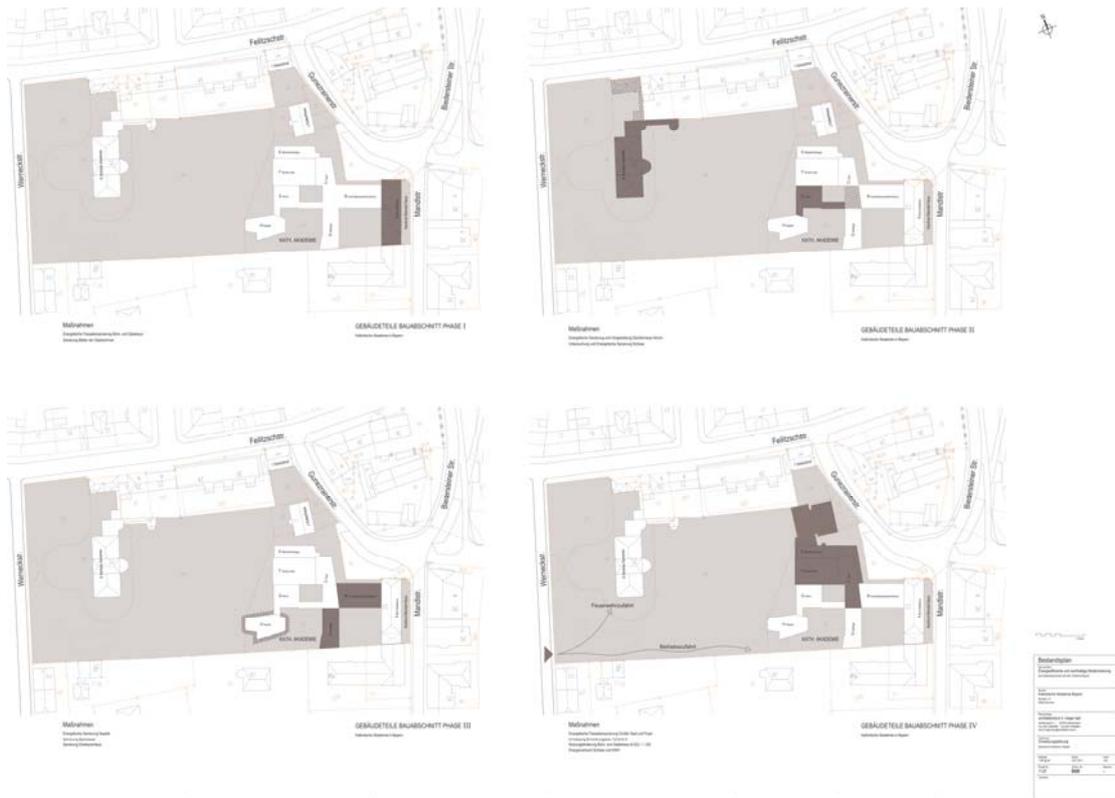
	Gesamt	Verwaltungs- und Gästetrakt	Konferenz-, Refekt.trakt, Saal	Wohnungen und Gästezimmer	Kapelle
Nettogrundflächen [m <sup>2</sup> ]	4.081	1.563	1.958	386	174
<b>Bestand:</b>					
Heizölverbrauch (gem. 1999-2002, nicht klimaber.) [kwh]	1.263.951				
Stromverbrauch (gemittelt 1999 bis 2002) [kwh]	237.080				
CO <sub>2</sub> -Emission aus Verbrauch [kg/a]	550.506				
<b>Modernisiert 2004:</b>					
Gasverbrauch (gem. ab 2004 nicht klimabereinigt) [kwh]	882.738				
Stromverbrauch (gemittelt ab 2004) [kwh]	161.835				
CO <sub>2</sub> -Emission aus Verbrauch [kg/a]	320.375				
<b>Einsparung CO<sub>2</sub>-Emission aus Verbrauch</b>	<b>42%</b>				
Jahres-Endenergiebedarf QE'' [kwh]	1.067.743	317.130	636.835	79.521	34.257
normierter Jahres-Endenergiebedarf qE'' [kwh/m <sup>2</sup> a]	<b>262</b>				
Jahres-Primärenergiebedarf QP'' [kwh]	1.234.023	358.320	746.921	88.517	40.265
normierter Jahres-Primärenergiebedarf QP'' [kwh/m <sup>2</sup> a]	<b>302</b>				
<b>CO<sub>2</sub>-Emission, berechnet [kg/a]</b>	<b>280.722</b>	<b>81.368</b>	<b>170.106</b>	<b>20.076</b>	<b>9.172</b>
<b>Saniert 2020:</b>					
Jahres-Endenergiebedarf QE'' [kwh]	631.492	167.420	415.998	38.373	9.701
normierter Jahres-Endenergiebedarf qE'' [kwh/m <sup>2</sup> a]	<b>155</b>				
Jahres-Primärenergiebedarf QP'' [kwh]	755.998	206.103	489.256	44.815	15.824
normierter Jahres-Endenergiebedarf qE'' [kwh/m <sup>2</sup> a]	<b>185</b>				
<b>CO<sub>2</sub>-Emission, berechnet [kg/a]</b>	<b>172.440</b>	<b>47.108</b>	<b>111.448</b>	<b>10.203</b>	<b>3.681</b>
<b>Einsparung CO<sub>2</sub>-Emission, berechnet</b>	<b>39%</b>				

Tabelle 11: End- und Primärenergiebedarf des Kardinal-Wendel Hauses; Quelle/Zusammenfassung der DIN 18599 Berechnungen des Architekturbüros Haase

Wesentlich für den Erfolg sämtlicher Sanierungsschritte ist der parallele Ausbau der bereits etablierten Gebäudeautomation für Heizung und Lüftung, mit Einzelraumregelung der stark frequentierten Bereiche. Die Lüftung dieser Bereiche sollte durch CO<sub>2</sub> bzw. VOC-geführte Volumenstromregler mit einer kontinuierliche Regelung zwischen 800 bis 1200 ppm CO<sub>2</sub> (bzw. VOC Äquivalente) erfolgen.

Nach Erarbeitung der organisatorischen Maßnahmen, der baukonstruktiven und haustechnischen Strategien können Umsetzungsszenarien entwickelt werden. Entsprechende Kostenaussagen erlauben eine Einbindung in die Haushaltsplanung. Die Umsetzungsplanung muss natürlich die haustechnischen und baukonstruktiven Schnittstellen beachten. In diesem Zusammenhang ist auch die Neuorganisation des Verwaltungsbereiches als eine die energetische Optimierung unterstützende Maßnahme zu verstehen, wenn im Gästehaus die Verwaltungsräume wieder in Gästezimmer überführt

werden und die Verwaltung in das Umfeld bzw. in das Kötterlhaus umgelagert würde.



Grafik 42: Umsetzungsszenario einzelner Maßnahmenpakete, Architekten KuK

Die Bauabschnitte können im Gästehaus beginnend sukzessive bis zum Saalkomplex fortschreiten. Falls die Umgestaltung von Saal mit Kötterlhaus sich verzögert, muss die Heizung von Saal und Kapelle wie bestehend über das Gästehaus versorgt werden. Insbesondere Mängel im vorbeugenden baulichen Brandschutz: z.B. Fluchtwegeverlauf im 4. OG durch ein Gästezimmer, Brandlasten in Rettungswegen, fehlende Brandschutzschottungen von Deckendurchdringungen, unzureichende Blitzschutzanlage, fehlende Feuerwiderstandsdauer von Türelementen müssen entsprechend der gesetzlichen Anforderungen beseitigt werden. Durch Anlage außenliegender Fluchtwege über Dachterrassen bzw. notwendiger Treppenträume kann im Kontext eines gesamtheitlichen Brandschutzkonzeptes den aktuellen Forderungen der Versammlungsstätten- und Beherbergungsstättenverordnung entsprochen werden. Diese Varianten erlauben auch den Verzicht auf eine Foyerbesprinkler, da somit keine Rettungswege aus anderen Aufenthaltsräumen über das Foyer geführt werden. Die einzelnen Sanierungsmaßnahmen und deren Kostenrahmen werden in der Anlage 1 präzisiert.

## Literaturverzeichnis

- [Schmidt 2008] Management in der Denkmalpflege, Wolf Schmidt, München 2008
- [Knorr, 2009] Bauabnahme der Grundwasserentnahme der Katholischen Akademie Bayern durch privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft (PSW) nach Art. 61 BayWG
- [Orth, 2005] Tagesgänge des Trinkwarmwasserbedarfs, Prof. Dr.-Ing. D. Orth, Dipl.-Ing. M. Martenka, 2005, tab - Das Fachmagazin der TGA-Branche
- [Fromme et al., 2008] Raumluftqualität in Schulen – Belastung von Klassenräumen mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), Aldehyden, Endotoxinen und Katzenallergenen; Gesundheitswesen 2008; 70: 88 – 97, Thieme Verlag