

Bewilligungsempfänger:  
Bildungs- und Erholungswerk Burg Rieneck e.V.  
Schloßberg 1, 97794 Rieneck

## **Abschlussbericht**

über die

# **Umsetzung einer beispielhaften, nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des Einzeldenkmals Burg Rieneck in Rieneck/Unterfranken**

gefördert unter dem AZ 28787/02-25 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)



Verfasser:

Dipl. Ing. (FH) Werner Haase, Architekt  
Dr. Ing. Jörg Finkbeiner, Architekt  
Haase & Bey Architekten

**HAASE & BEY** Architekten  
PartGmbH  
Architektur | Denkmalpflege | Energieeffizientes Bauen

Karlstadt, Oktober 2019

Bezugsquelle:  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Osnabrück

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>28787/02- 25</b>	Referat	<b>25</b>	Fördersumme	<b>250.000 €</b>
----	-------------------------	---------	-----------	-------------	------------------

**Antragstitel**                      **Umsetzung einer beispielhaften, nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des Einzeldenkmals Burg Rieneck in Rieneck / Unterfranken**

**Stichworte**

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>55 Monate</b>	<b>Oktober 2014</b>	<b>Mai 2019</b>	

Zwischenberichte

<b>Bewilligungsempfänger</b>	Bildungs- und Erholungswerk Burg Rieneck e.V. Schloßberg 1 97794 Rieneck	Tel	09354 902317
		Fax	09354 902319
		Projektleitung	Peter Kallmeyer, Burgleiter
	1. Vorsitzender: Rainer Hoffmann	Bearbeiter	Peter Kallmeyer, Burgleiter

**Kooperationspartner**

Konzeptentwicklung:  
Architekturbüro Werner Haase  
seit 01.07.2018: Haase & Bey Architekten PartG mbB  
97753 Karlstadt  
Statik:  
ALS Ingenieure, 97074 Würzburg  
Baugrunduntersuchung:  
GMP Geotechnik GmbH & Co. KG, 97084 Würzburg  
Heizungs- und Anlagentechnik:  
Ingenieurbüro Helfrich-Projektierungsgesellschaft mbH, 97421 Schweinfurt

***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Anlass des Vorhabens waren einerseits die Belastung durch die hohen Betriebskosten (Energie und Personal) der Burg in Verbindung mit der Einsicht, dass diese Kosten zukünftig noch weiter ansteigen werden, andererseits bestehende baukonstruktive, bauphysikalische und funktionale Mängel. Beide Faktoren würden ohne geeignete Gegenmaßnahmen längerfristig sowohl den Erhalt des Baudenkmals, als auch den Betrieb des Bildungs- und Erholungswerks gefährden. Hinzu kam der Wunsch des Trägervereins (Pfadfinder) seiner Vorbildfunktion in Sachen Umweltschutz gerecht werden und weitestgehend auf die Nutzung fossiler Energieträger verzichten zu wollen. Es war klar, dass dies mit den konventionellen Methoden zur energetischen Sanierung nicht erreicht werden kann.

Ziel des Vorhabens war es, Burg Rieneck baulich, sicherheitstechnisch und energetisch so zu sanieren, dass der Betrieb langfristig wirtschaftlich sichergestellt und höchsten Ansprüchen an Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit gerecht wird. Dabei sollten in beispielhafter Weise die Erfordernisse der energetischen Sanierung mit den Belangen der Denkmalpflege in Einklang gebracht werden.

Die umgesetzten Lösungen sollten als Anschauungsmaterial in der Bildungsarbeit der Burg verwendet und als Fallbeispiel für die Anwendung bei ähnlichen Ausgangssituationen dienen. Gerade Jugendherbergen sind oft in Burgen und ähnlichen Baudenkmalen untergebracht. Es sollte außerdem eine „Gebrauchsanweisung“ für die Benutzung, den Betrieb und für zukünftige Reparaturen erstellt werden.

## ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

Die vorausgegangene Konzeptentwicklung stellt eine umfassende Gesamtverbesserung der Pfadfinderburg dar. Auf Basis dieser Konzeptentwicklung wurden zur Finanzierung der baulichen Umsetzung zahlreiche Förderanträge gestellt. Der Träger der Burg selbst verfügt über eine begrenzte Eigenkapitalbasis und konnte aufgrund der zu erwartenden Erträge nur einen begrenzten Betrag für Zins- und Tilgung für die Zukunft einstellen.

Die unterschiedlichen Fördergeber hatten jeweils ihre Förderungen mit spezifischen Forderungen und Ansprüchen an das Objekt verbunden.

Der Hauptzuschuss wurde vom BJR (Bayerischer Jugendring) gegeben und mit der Forderung verbunden, die Übernachtungszimmer möglichst umfänglich mit eigenen Sanitärzellen nachzurüsten. Zudem wurde eine weitergehende Umsetzung von Barrierefreiheit verlangt

Der KfW-Zuschuss bzw. Teilschuldenerlass verlangte die Reduzierung von Energieverbrauch und Einsatz von regenerativen Energien.

Der DBU-Zuschuss war ursprünglich mit 500.000 € beantragt; bewilligt wurden aber nur 250.000 €. Er verlangte die weitgehende Freistellung von fossilem CO<sub>2</sub> und die bauliche Weiterentwicklung zu Schimmelfreiheit, aber auch besseren Funktionalität der Burg.

Weiterhin waren die allgemeinen Bauvorschriften zu befolgen, wie z. B. Brandschutz (der sich während der Bearbeitung durch zusätzliche Auflagen und Forderungen deutlich umfangreicher gestaltet hat, als ursprünglich abgestimmt). Weiterhin waren die Barrierefreiheit und die Arbeitsstättenrichtlinien einzuhalten.

Um die vorgegebenen Ziele wie Einhaltung eines festen Kostenbetrages, um die Eigenkapitalsbeträge nicht deutlich zu erhöhen, Erfüllung aller Zuschusskriterien und Befolgen der baurechtlichen Auflagen zu erfüllen, war es nötig im Bauumfang gegenüber der Konzeptstudie Abstriche zu machen, um die Kosten zu steuern. So wurden das Saalgebäude und die Kapelle mit den Praktikantenwohnungen und der Wohnturm weitgehend im Bestand belassen. D. h. der bauliche Umfang wurde um die Bereiche reduziert, die nicht die höchste Dringlichkeit hatten. Dafür wurde das Energiekonzept weitestgehend umgesetzt, der Brandschutz im Bereich des Umbaubereiches deutlich verbessert und der Bereich Küche, Lager und Kühlräume im Küchenbereich erneuert. Der Zugang zum Speisesaal wurde barrierefrei gestaltet.

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Die Heizungstechnik wurde vollständig vom bisherigen Heizölbetrieb auf Wärmepumpenbetrieb mit Spitzenabdeckung durch Holzpelletkessel, unter hoher Einbindung von PV-Strom und thermischer Solarenergie in die Wärmetechnik und Lastmanagement durch WW-Speichertechnik umgestellt.

Der Küchenbereich wurde abgerissen, vergrößert, funktional optimiert und neu ausgestattet, wobei die Denkmalverträglichkeit herzustellen war. Dadurch werden in Zukunft die bedeutende Menge an Abluftwärme im Küchenbereich zurückgewonnen, die betrieblichen Abläufe in der Küche verbessert und die Anforderungen an Arbeitsschutz und Hygiene erfüllt.

Die PV-Elemente, die thermischen Solarkollektoren und das neue Heizhaus wurden unter Berücksichtigung der Denkmalschutzbelange in einer entsprechenden Entfernung zur Hauptburg, teilweise eingetieft, weitgehend nicht einsehbar, zum Bestand ergänzt. Die gewohnte Burgansicht hat sich nicht verändert.

In den modernisierten Räumen wurden die Fenster erneuert, die Fensterleibungen innen nachgedämmt, um die größten Wärmeübertragungsbereiche zu verbessern, Sanitärzellen und dezentrale Lüftungsgeräte mit WRG eingebaut und die Einrichtung, inkl. dem Einbau von Emporenzonen, neu gestaltet.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Durch die Nutzung der Burg als Bildungs- und Erholungseinrichtung und die Einbindung der Ergebnisse in die Bildungsarbeit kommt dem Vorhaben eine bedeutende Multiplikatorenrolle zu. Die angestrebten Lösungen werden als Anschauungsmaterial in der Bildungsarbeit der Burg verwendet werden und als Fallbeispiel für die Anwendung bei ähnlichen Ausgangssituationen dienen können. Im Eingangsbereich wurde ein vernetzter Monitor mit der Anzeige der solaren Erträge und der CO<sub>2</sub>-Reduzierung angebracht

### **Fazit**

Es ist möglich eine Burg mit hohem Denkmalanspruch regenerativ zu betreiben, ohne das Gesamtbild der Burg hierdurch zu beeinträchtigen. Umfangreichere energetische Verbesserungen wären noch möglich gewesen, wenn die Finanzierung die Mehrleistungen zugelassen hätte. Sie sind aufgrund des bestehenden Gesamtkonzepts aber auch noch zu einem späteren Zeitpunkt ohne zusätzliche Umstände umsetzbar.

Der Vorbildcharakter als solcher wird voll erreicht und es kann eine hohe Breitenwirkung durch die vielen Besucher und Benutzer der Burg erzielt werden.

## Inhalt

1	Verzeichnisse .....	7
1.1	Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen .....	7
1.2	Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen .....	9
2	Zusammenfassung .....	11
3	Bericht.....	15
3.1	Ausgangssituation .....	15
3.1.1	Baugeschichte und Objektbeschreibung .....	15
3.1.2	Besondere Schwierigkeiten des Objekts .....	21
3.1.3	Haustechnische Ausgangslage .....	22
3.2	Umsetzung.....	24
3.2.1	Gegenstand und Zielsetzung des Projektes:.....	24
3.2.2	Prinzipien bei der Umsetzung.....	26
3.2.3	Das Energiekonzept und seine Umsetzung .....	29
3.2.4	Das Lüftungskonzept und seine Umsetzung.....	38
3.2.5	Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfes.....	42
3.2.6	Weitere Baumaßnahmen.....	48
3.2.7	Brandschutz .....	56
3.2.8	Barrierefreiheit .....	60
3.2.9	Stand der Wissenschaft und Technik.....	61
3.2.10	Innovativer Charakter des Projektes .....	62
3.2.11	Öffentlichkeitsarbeit .....	65
3.2.12	Erste Erfahrungen aus dem Betrieb .....	67
4	Fazit.....	68
5	Literaturverzeichnis .....	72
6	Inhaltlich verwendete Quellen .....	73

# 1 Verzeichnisse

## 1.1 Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Bild 1: Bestand - Küchenraum 0.06, AB Haase .....	12
Bild 2, 3 und 4: Neu errichtete Versorgungsküche.....	12
Bild 5: Nördlicher Bergfried, AB Haase .....	16
Bild 6: Südwestseite des neugotisch umgestalteten Torhauses, AB Haase.....	17
Bild 7 Burg Rieneck vor dem Umbau 1930, alte Postkarte, BEW Burg Rieneck .....	17
Bild 8 Westlicher Bergfried und Burgmauerflügel mit Umbauten von 1930, AB Haase.....	18
Bild 9 Das Burgtor, vom Hof aus gesehen, AB Haase .....	19
Bild 10 Die Kapelle von Westen, AB Haase.....	20
Bild 11: Die Burgzufahrt über den Schloßberg, AB Haase .....	21
Bild 12 und Bild 13: alte Heizungsanlage.....	23
Bild 14: Eiszapfen auf der Innenseite der Eingangstür zum Wohnturm (Bt. F), vor der Sanierung, AB Haase .....	25
Bild 15: Kondensat und Schimmelbefall an den Treppenhausfenstern des Wohnturms vor der Sanierung, AB Haase.....	25
Bild 16: Thermographieaufnahme eines Treppenhausfensters im Wohnturm F (vgl. Bild 15), AB Haase.....	28
Bild 17: Thermische Solarkollektoren in Freilandaufstellung und auf der Lagerhalle, AB Haase .....	29
Bild 18: Solarthermieanlage auf dem Dach der Heizzentrale, AB Haase .....	30
Bild 19: Die Luft-Wasser-Wärmepumpen in der neuen Heizzentrale, AB Haase .....	31
Bild 20: Frischwasserstationen im alten Heizraum -1.08, AB Haase .....	32
Bild 21: Die Hochtemperatur-Wärmepumpe und der Kältspeicher in der neuen Heizzentrale, AB Haase .....	33
Bild 22: Die Pelletkessel in der neuen Heizzentrale, AB Haase .....	33
Bild 23: Die Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Lagerhalle, AB Haase .....	35
Bild 24: Die neue Heizungsverteilung im alten Heizraum -1.07, links der 10 m <sup>3</sup> Pufferspeicher, AB Haase .....	36
Bild 25: Die Photovoltaik-Anlage auf dem Sanitärgebäude des Zeltplatzes, AB Haase.....	37
Bild 26: Einzellüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung in der neuen Sanitärzelle des Zimmers „Rom“, AB Haase .....	39
Bild 27: Die neue Abluftanlage im umgebauten Bestandsraum der Küche, AB Haase .....	40
Bild 28: Der Speisesaal nach Fensteraustausch und Dämmung der Fensternischen, AB Haase .....	41
Bild 29: Fenster und Fensternische F146 im Zimmer „Madrid“ in der Bauphase vor der Erneuerung, AB Haase .....	45
Bild 30: Fenster und Fensternische F146 im Zimmer „Madrid“ nach der Erneuerung, AB Haase .....	46
Bild 31: Blick auf die hofseitigen neuen Küchenfenster, AB Haase .....	47
Bild 32: Die gedämmte Unterseite des Flurs im Obergeschoss von Bt. D, AB Haase .....	48
Bild 33: Der Burgmauerflügel (Bt. G) vor dem Küchenanbau, AB Haase .....	49
Bild 34: Der Burgmauerflügel mit neuem Küchenanbau und Außentreppe, AB Haase.....	49
Bild 35: Die warme Küche im Anbau, mit Herd, Griddleplatte und Abluftanlage, AB Haase .....	50
Bild 36: Der neue Gemüse Kühlraum, AB Haase .....	51
Bild 37: Blick über den Burghof auf den nördlichen Bergfried und den neuen Küchenanbau (links), AB Haase .....	52
Bild 38: Neue Schlafempore im Zimmer „Madrid“ und Waschbecken im Raum vor der neuen Sanitärzelle, AB Haase.....	53
Bild 39: Blick auf Sanitärzelle und Schlafempore von Zimmer „Bern“, AB Haase .....	54
Bild 40: Blick in den neuen Sanitärraum von Zimmer „Bern“, AB Haase .....	54
Bild 41: Die neue Lagerhalle. Blick nach Süden, AB Haase .....	55
Bild 42: Blick auf die wiederhergestellte Lagerhallenzufahrt und das neue Tor, AB Haase .....	56
Bild 43: Bt. D, neue Brandschutztreppe mit Tür T30-RS und neuer Treppenlauf, AB Haase .....	57
Bild 44: Neue Trennwand zwischen Flur und Treppenhaus im DG, Bt. E, mit Tür T30-RS, AB Haase .....	58
Bild 45: Die Anschlussarmatur der neuen, trockenen Feuerlöschleitung am Eingang zum Saalgebäude, AB Haase.....	59
Bild 46: Der überfahrbare, rollstuhlgerechte Plattformlift zum Speisesaal, AB Haase .....	60
Bild 47: Barrierefreier Handlauf am Eingang Saalgebäude, mit Beschriftung, AB Haase .....	61
Bild 48: Solarthermie, Photovoltaik und Wärmepumpen in der Kombination mit Lagerflächen, AB Haase .....	62
Bild 49: Energetisch optimierte Fensternische mit denkmalgerechten Fenstern im Speisesaal, AB Haase .....	64
Bild 50: Hotmobil für die TWW-Erzeugung während der Bauphase im Sommer 2018, AB Haase .....	67

Bild 51: Blick über das Tal auf Burg Rieneck mit der neuen Heizzentrale , PV und Solarthermie, AB Haase .....	68
Zeichnung 1: Lageplan der Burg, Bayerische Vermessungsverwaltung .....	15
Zeichnung 2: Orientierungsschema .....	22
Zeichnung 3:Obergeschoss-Plan der Befunduntersuchung im Rahmen der Voruntersuchung, AB Haase .....	27
Zeichnung 4: Lageplan Heizzentrale, thermische Solaranlage und Photovoltaik-Anlagen, AB Haase .....	34
Zeichnung 5: Maßnahmenplan Bt. E, Erdgeschoss, mit Fensternischendämmung und Fenstertausch, AB Haase .....	42
Zeichnung 6: Maßnahmenplan Bt. E, Obergeschoss, mit Fensternischendämmung und Fenstertausch, AB Haase.....	43
Zeichnung 7: Bestand (altes Fenster mit ungedämmter Laibung), AB Haase .....	44
Zeichnung 8: Neues Fenster mit Perlite-Dämmung in der Laibung und thermischer Trennung, AB Haase .....	44
Zeichnung 9: Grundriss der neuen Küche (Rot= neues Mauerwerk, Grau=Bestand), AB Haase .....	51
Zeichnung 10: Schema der notwendigen Treppenräume, AB Haase.....	57
Grafik 1: Bildschirmanzeige des Monitors im Eingangsbereich mit den aktuellen Energiemengen, BEW Rieneck.....	66
Grafik 2: Vergleich des Energieverbrauchs vor und nach der Sanierung, Haase & Bey Architekten .....	70
Grafik 3: Anteilige Energieeinsparung durch Nachdämmung, Haase & Bey Architekten .....	71



## 1.2 Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

Begriffsdefinitionen gemäß Energieausweis nach EnEV:

### Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ der jeweils eingesetzten Energieträger. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

### Endenergiebedarf

Die Endenergie gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist - bezogen auf die beheizte Fläche/das beheizte Volumen - ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik.

### Nutzenergie

Die Nutzenergie ist die Energie, die tatsächlich genutzt werden kann, z.B. in Form von Wärme, die von den Heizflächen abgegeben wird. Weil bei der Verbrennung im Heizkessel und bei der Wärmeverteilung durch Heizungsrohre im Haus Verluste entstehen, ist die Nutzenergie kleiner als die Endenergie.

### Heizwärmebedarf

Der Jahresheizwärmebedarf eines Gebäudes errechnet sich aus den Transmissionswärmeverlusten durch z.B. Wände, Fenster, Böden und Dächer und dem Lüftungswärmeverlust, vermindert um die solaren Gewinne und die internen Wärmegewinne. Bezieht man diesen Jahresheizwärmebedarf auf die beheizbare Fläche, so erhält man die Energiekennzahl „Heizwärmebedarf pro m<sup>2</sup> und Jahr“.

### **Abkürzungen:**

BayBO	Bayrische Bauordnung
BGF	Brutto-Grundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BJR	Bayerischer Jugendring
BMA	Brandmeldeanlage
BRI	Brutto-Rauminhalt
BStättV	Beherbergungsstättenverordnung
Bt.	Bauteil
COP	Coefficient of Performance (Effizienz der Wärmepumpe)
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
dena	Deutsche Energie-Agentur
EnEV	Energieeinsparverordnung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunde
LfD	Landesamt für Denkmalpflege
LW-WP	Luft-Wassser-Wärmepumpe
NGF	Netto-Grundfläche
RL	Rücklauf
RW	Rettungsweg
RWA	Rauch- und Wärmeabzugsanlage
VStättV	Versammlungsstättenverordnung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausführkontrolle
BJR	Bayerischer Jugendring
HT-WP	Hochtemperatur-Wärmepumpe
CPD	Christliche Pfadfinderschaft Deutschlands
VCP	Verband Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder
VL	Vorlauf
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser

## 2 Zusammenfassung

Die „Pfadfinderburg“ Rieneck, die auf Ursprünge im 12. Jahrhundert zurückreicht, wird nach Umbauten und Ergänzungen im 20. Jahrhundert als Bildungs- und Freizeiteinrichtung mit bis zu 25.000 Übernachtungen pro Jahr genutzt. Aufgrund baulicher Mängel in Verbindung mit hohen Energieverbräuchen wurde ein Konzept zur nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des Einzeldenkmals Burg Rieneck ausgearbeitet. Die ausschlaggebenden baulichen Mängel wurden durch eine bauphysikalische und baukonstruktive Erkundung, inklusive thermografischer Untersuchung festgestellt. Die weitere Gebäudeanalyse ergab insbesondere für den Burgmauerflügel (Küche und Verwaltung) einen grundlegenden Sanierungsbedarf. Hier bestanden auch funktionale Mängel. Die Analyse der potentiellen Sicherheitskonflikte im Bestand ergab eine Reihe von kleinen, aber nachhaltigen Einzelmaßnahmen mit deren Hilfe insbesondere der Brandschutz gezielt weiter verbessert werden konnte.

Während der Planungs- und Abstimmungsphase wurden die Brandschutzanforderungen deutlich erhöht und dadurch auch teurer.

Eine energetische Hüllensanierung der Burg Rieneck gestaltete sich äußerst schwierig, da es sich um einen denkmalgeschützten Gebäudekomplex handelt. Eine großflächige Außendämmung ist nicht möglich. Eine umfassende Innendämmung ist ebenfalls in vielen Bereichen nicht realisierbar, da die intensive Raumnutzung eine Verkleinerung der Nutzfläche nicht zulässt. Es wurde deshalb Bauteil für Bauteil untersucht und ein Paket von differenzierten Einzelmaßnahmen zusammengestellt, um mit vertretbarem Aufwand eine maximale Energieeinsparung zu erreichen. Insbesondere die gezielte Nachdämmung von Schwachpunkten einerseits und die großflächige Dämmung von neuen Ergänzungsbauten andererseits bieten gute Möglichkeiten auch unter den Voraussetzungen eines Baudenkmals. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Untersuchung des mit optisch äußerst dezenten Mitteln erreichbaren hohen Einsparpotentials im Bereich von Fensternischen gelegt.

Leider mussten einige Bereiche aus Kostengründen zurückgestellt werden; dies wiederum hat damit zu tun, dass die Träger der Burg nur über eine feste Eigenkapitalsumme verfügten und auf Mittel des Bayerischen Jugendringes, KfW, DBU, kirchliche Träger, Denkmalschutz sowie BAFA-Mittel angewiesen waren.

Alle diese Zuschüsse sind mit gewissen Auflagen und Bedingungen verbunden. Zum Beispiel hat der Bayerische Jugendring, mit der größten Zuschusssumme, die Auflage erlassen, dass in möglichst allen Übernachtungszimmern eigene Sanitäreinrichtungen mit eingebaut werden sollten. Bei anderen Zuschussgebern wurden z. T. die Zuschüsse niedriger bewilligt, als beantragt, so dass es ein Abwägen der Maßnahmen und eine ständige Kosten-Maßnahmenüberprüfung bedurfte, um überhaupt die Burg Rieneck sanieren zu können. Ein Sprengen des Kostenrahmens hätte ein Ende des Burgbetriebes bedeuten können. Die Energieeinsparung und Verwendung regenerativer Energie erhielt jedoch Priorität.



*Bild 1: Bestand - Küchenraum 0.06, AB Haase*

Ein großes Einspar- bzw. Rückgewinnungspotential bietet die neu errichtete Versorgungsküche (BT G) der Burg. Diese war bisher zu klein und entsprach nicht mehr den heutigen Anforderungen an eine Versorgungsküche in Bezug auf Sicherheit und Arbeitsschutz. Die Bewegungsflächen waren zu gering, Lagerräume zu weit entfernt und Kühlräume nicht vorhanden. Die Lüftungsanlage ohne Rückgewinnung hat zwar verbrauchte Luft nach außen geblasen, die Zuluft war jedoch ungeheizt und unkontrolliert nachgeströmt, was im Winter zu derartigen Zugerscheinungen führte, dass oftmals die Lüftungsanlage nicht betrieben wurde. Dies wiederum hatte zur Folge, dass feuchte und warme Luft aus der Küche über undichte Türen in das Turmgebäude eindrang und dort Kondensat mit Schimmelbildung verursachte. Durch die jetzt eingebaute Lüftungsanlage wird ein geringer Unterdruck in der Küche erzeugt, so dass der Feuchteintrag in den Turm bzw. Nachbarbereiche nicht mehr stattfindet. Die Wärmerückgewinnung aus der Küchenabluft soll noch umgesetzt werden.



*Bild 2, 3 und 4: Neu errichtete Versorgungsküche*

Wo es möglich war, wurde die VL-Temperatur für Heizung und Warmwasser abgesenkt, um dadurch geringere Leitungsverluste zu erreichen und den Einsatz von Wärmepumpen zu ermöglichen.

Alle Warmwasserverbräuche werden über Frischwasserstationen legionellenfrei bereitgestellt, wodurch niedrige Rücklauftemperaturen aus den Frischwasserstationen erreicht werden. Die Wärmebereitstellung erfolgt über 3 in Kaskade angeordnete Luft-Wasser-Wärmepumpen, die wiederum den Temperaturbereich bis 45°C abdecken. Eine 4. HT-WP hat die Aufgabe, Niedertemperatur auf bis zu 70°C zu erhöhen. Es ist das Ziel mit möglichst viel eigen hergestelltem PV-Strom diese WP zu betreiben und bei Stromüberschuss einen Pufferspeicher mit 10.100 l Inhalt zu überladen. Da in der sonnenarmen Winterzeit der Betrieb stark reduziert ist, können thermische Kollektoren und eigene PV-Anlage einen Großteil der benötigten Wärme ohne Verbrennungsvorgänge bereitstellen. Es ist eine Besonderheit der Burgnutzung, dass es im Winter eine Pause des Betriebes von etwa 6 Wochen gibt, in der wenig Warmwasser benötigt und der Heizbetrieb heruntergefahren wird. Der Hauptbetrieb findet in den Übergangszeiten Frühling und Herbst sowie im Sommer statt.

Für Spitzenlasten bzw. als Redundanz sind 2 Holzpelletkessel, à 105 kW, im neu errichteten Heizraum vorhanden, die regenerative Wärme aus Biomasse erzeugen. Hackschnitzel sind ausgeschlossen, da die Lagerhaltung zu viel Platz benötigt hätte und der Befüllvorgang nur mit Sonderlösungen und damit kostenintensiv möglich gewesen wäre.

Aus Kostenersparnisgründen wurde das jüngste Gebäude, der Saalbau (Bt. A) von 1976 (2002 Teilsanierungen und Aufzugseinbau), aus der Sanierungsmaßnahme genommen, damit z. B. die Sanitärzellen in den Übernachtungszimmern im Bereich des Ostflügels, die Umsetzung eines umfänglichen Brandschutzkonzepts für die gesamte Burganlage und das Energiekonzept umgesetzt werden konnten.

Nötig wurde es, die Anlagentechnik und die nötigen Pufferspeicher in einer vorgelagerten Heizzentrale im Burgzwinger unterzubringen. Innerhalb der Bestandsgebäude konnte ein effizienter Schichtspeicher mit 10.100 l Inhalt innerhalb der historischen Bausubstanz, in dem ehemaligen Heizraum installiert, werden.

Die neue regenerative Heizzentrale ist ein sichtbares Zeichen für die neue umweltgerechte Energieversorgung und als solches sehr gut in das Öffentlichkeitsarbeitskonzept zu integrieren.

Mit einer großen PV-Anlage wird ein erheblicher Teil des benötigten Stroms, inklusive des Wärmepumpenstroms abgedeckt. Hierbei wird ein möglichst großer Eigenverbrauch angestrebt, um die Energiekosten zu reduzieren. Die Anordnung der Module wurde wegen der Ausdehnung des Gesamtareals denkmalverträglich von den Bauten der Kernburg abgerückt.

Die Planungsphase wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück gefördert (AZ 28787-25).

Folgende Kooperationspartner bearbeiteten das Projekt:

**Planung, Bauleitung, Brandschutz und Bauphysik:**

Architekturbüro Werner Haase - ab 01.07.2018:

Haase & Bey Architekten PartG mbB

Julius-Echter-Straße 59, 97753 Karlstadt

Tel.: 09353/9828-0, Fax: 09353/9828-24,

info@haase-bey-architekten.de

**Statik:**

ALS Ingenieure

Keesburgstr. 17, 97074 Würzburg

Tel. 0931/79723-43, Fax 0931/79723-53,

info@ib-als.de

**Baugrunduntersuchung:**

GMP Geotechnik GmbH & Co.KG

Winterhäuser Str. 9, 97084 Würzburg

Tel. 0931/6144-0, Fax 0931/6144-200, mail@gmp-geo.de

**Heizungs- und Anlagentechnik:**

Helfrich Ingenieure

Projektierungsgesellschaft mbH

Niederwerrner Str. 49, 97421 Schweinfurt

Tel. 09721/74300, Fax 09721/743011

info@ing-helfrich.de



### 3 Bericht

#### 3.1 Ausgangssituation

##### 3.1.1 Baugeschichte und Objektbeschreibung

Burg Rieneck wurde ab 1168 auf einem sich von Nordwest nach Südosten erstreckenden Höhenrücken über einem Talkessel am Zusammenfluss des Trockenbachs und Fließenbachs mit der Sinn durch Graf Ludwig von Loon und Rieneck erbaut. Die Burg sollte den Herrschaftsanspruch des Grafengeschlechts gegen die angrenzenden Territorien der Bistümer Fulda, Mainz und Würzburg sichern. Aus der ersten Bauphase stammt noch der nördliche polygonale Bergfried (H), der oberhalb eines Halsgrabens die Burganlage zur Hauptangriffsseite hin deckt. Größe und Ausstattung, insbesondere eine Kapelle im dritten Turmgeschoss deuten auf eine Wohnturmnutzung hin.

Eine zweite Ausbauphase folgte um 1200. Sie umfasst nunmehr die gesamte Fläche der Kernburg. Insbesondere auf der Westseite sind bauzeitliche Reste der Umfassungsmauer, der zweite (westliche) Bergfried (F) unmittelbar hinter der Umfassungsmauer und der südlich hieran anschließende Palas (E) und Teile von dessen südlicher Erweiterung (Torhaus/E) erhalten. Ebenfalls aus dieser Bauphase stammt die romanische Burgkapelle St. Fabian und Sebastian (C) auf der Ostseite.



Zeichnung 1: Lageplan der Burg, Bayerische Vermessungsverwaltung



*Bild 5: Nördlicher Bergfried, AB Haase*

In einer dritten Bauphase um 1300 wurde nördlich der Burgkapelle ein Anbau angelegt, von dem sich der zugemauerte spitzbogige Zugang in der Kapellen-Nordwand erhalten hat. Der Ostflügel (D) zwischen Torhaus und Burgkapelle war Mitte des 16. Jahrhunderts nachweislich Bestand. Er wird einer vierten Bauphase zugeordnet.

1673 wurde das Lehen Rieneck von Kurmainz an die böhmische Linie des Oberlausitzer Grafengeschlechts von Nostitz verkauft, die sich jedoch um den Baubestand nicht weiter gekümmert haben.

Maßgebliche und mit gestaltprägende Veränderungen erfolgten in einer sechsten Bauphase, nachdem der Arzt Franz Rinecker die Anlage 1860 vom bayerischen Staat gekauft hatte. Insbesondere das Torhaus und der Ostflügel wurden weitgehend in neugotischen Formen umgestaltet und die Kapelle durch Abbruch der Narthex und Neugestaltung der Westfassade verändert.

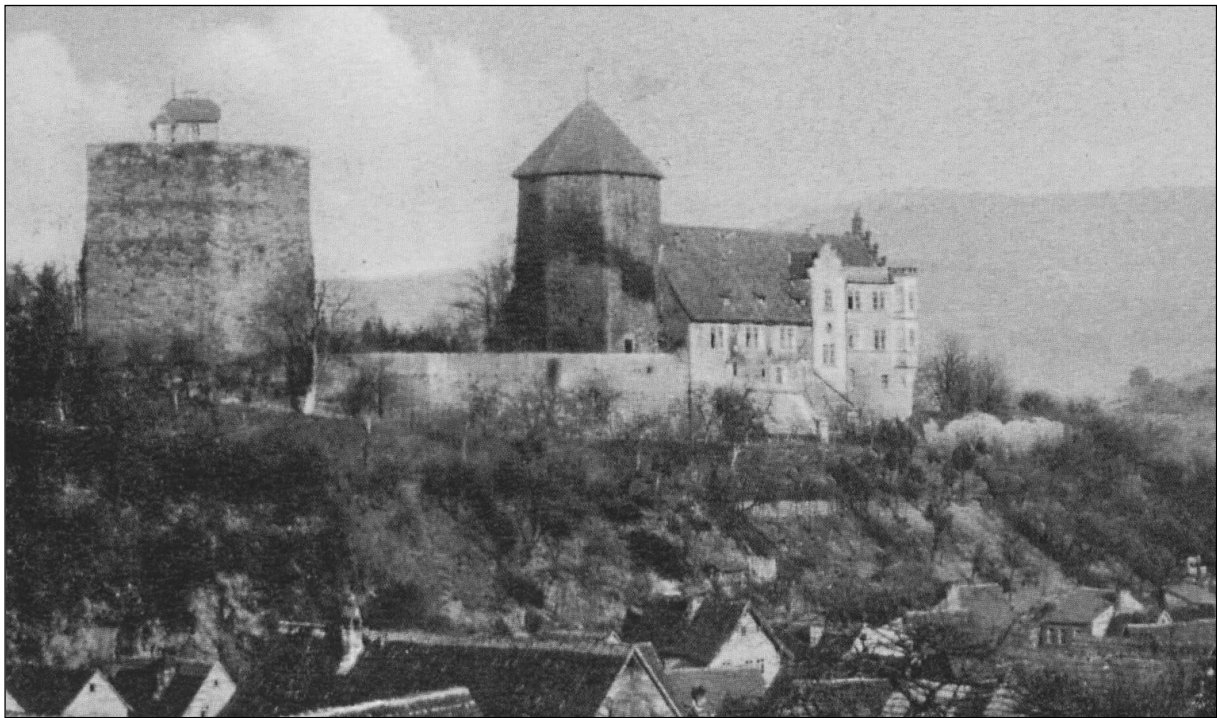
In den 1920er Jahren kam die Burg in den Besitz des vermögenden deutschnationalen Schriftstellers Walter Bloem, der sie jedoch bereits 1929 wieder veräußerte.

1929/30 wurde Burg Rieneck dann mit erheblichem Aufwand zur „Jugendburg Rieneck“ umgebaut (Bauphase VII). Der westliche Bergfried (BT F) wurde um ein zusätzliches Geschoss, den sog. „Adlerhorst“ aufgestockt, mit einem neuen Turmdach versehen, stark durchfenstert und im Innern ausgebaut. Zwischen den beiden Bergfriede wurde, angelehnt an die romanische Burgmauer und auf diese aufbauend, ein Verbindungstrakt, der sog. „Burgmauerflügel“ (G) errichtet, der zunächst im Erdgeschoss eine Kegelbahn und im Obergeschoss eine Liegehalle aufnahm (heute Küche und Verwaltungsräume). Der Palas wurde ebenfalls sowohl im Innern, als auch hinsichtlich der Durchfensterung verändert.





*Bild 6: Südwestseite des neugotisch umgestalteten Torhauses, AB Haase*



*Bild 7 Burg Rieneck vor dem Umbau 1930, alte Postkarte, BEW Burg Rieneck*



*Bild 8 Westlicher Bergfried und Burgmauerflügel mit Umbauten von 1930, AB Haase*

Die Burg diente nach dem Umbau zunächst als Ferienhaus für Kinder, dann als SA-Sportschule und im 2. Weltkrieg als Lazarett und Gefängnis.

1959 wurde Burg Rieneck von dem eigens hierfür gegründeten „Erholungs- und Bildungswerk der Christlichen Pfadfinderschaft Deutschlands (CPD) e.V.“ gepachtet und schließlich 1967 als Eigentum erworben. Die CPD fusionierte 1973 mit den übrigen evangelischen Pfadfinderverbänden in Deutschland zum VCP. Seitdem gehört die Burg dem „Bildungs- und Erholungswerk Burg Rieneck e.V. des Verbandes Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder Deutschlands (VCP)“. Nach Übernahme der Burg durch die CPD erfolgte zunächst der Ausbau der Dachgeschosse von südlichem Verbindungsflügel und Kapelle zu Unterkunftszwecken. Der 1976 erbaute großvolumige Saalbau auf dem Gartengelände zwischen Burgkapelle und nördlichem Bergfried veränderte nochmals erheblich das Gesamterscheinungsbild der Burg, auch auf Fernsicht. 1988/89 erfolgte eine weitgehende innere Neuorganisation und Sanierung des Westflügels (Bt. E) und des Turms F sowie der Ausbau der Dachgeschosse von West- und Ostflügel. Im gleichen Zuge wurde die Hausmeisterwohnung über der Kapelle in eine Unterkunft für Zivildienstleistende umgebaut. 2003 wurde eine Sanierung des Saalgebäudes abgeschlossen. 1999 bis 2005 wurden sämtliche äußeren Burgmauern instandgesetzt.





*Bild 9 Das Burgtor, vom Hof aus gesehen, AB Haase*

Der Saalbau von 1976 schließt sich nördlich an die Kapelle an, wobei das niedrigere Treppenhaus höhenmäßig zwischen der Kapelle und dem eigentlichen Saalgebäude vermittelt. Das Treppenhaus springt auch feldseitig zurück, sodass eine Terrasse entsteht. Die feldseitige Außenwand des Saalbaus ist auf der Burgmauer aufgesetzt, besteht aus unverputztem Sandsteinmauerwerk und öffnet sich mit drei großen Fensterbändern nach außen. Die verputzte Hofseite des einstöckigen Gebäudes ist hingegen als Lochfassade ausgebildet. Über dem Saal befinden sich noch zwei ausgebaute Dachgeschosse mit Schleppegauben im ziegelgedeckten Satteldach.

Eine Fluchttreppe aus einer verzinkten Stahlkonstruktion führt aus den Dachgeschossen des Saalbaus als Steg über die Burgmauer und an der Außenwand des nördlichen Bergfrieds nach unten.



Bild 10 Die Kapelle von Westen, AB Haase



### 3.1.2 Besondere Schwierigkeiten des Objekts

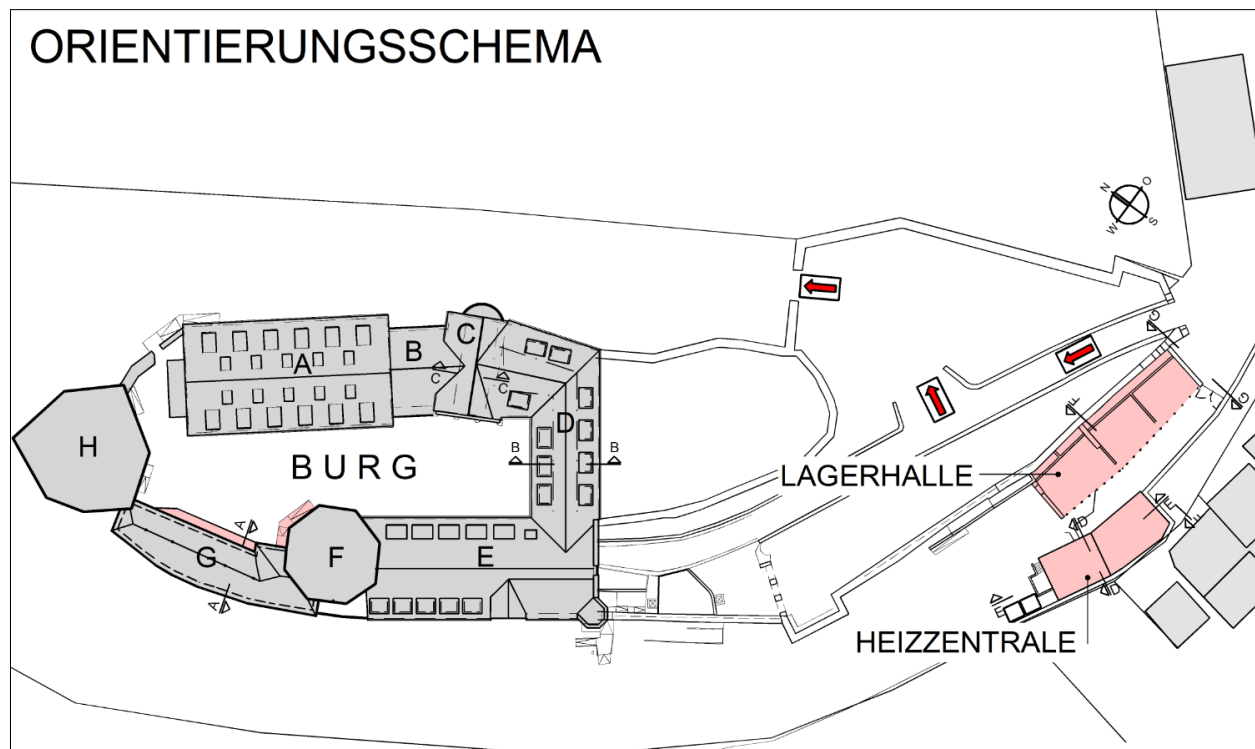
Neben den Einschränkungen und Erschwernissen die bei einer Sanierung und insbesondere bei einer energetischen Sanierung von Baudenkmalen grundsätzlich auftreten, kamen bei der Burg Rieneck noch weitere, spezifische Schwierigkeiten hinzu. Das Gebäude steht in einer exponierten und schwer zugänglichen Lage und ist nur über enge und steile Gassen von der Rienecker Altstadt aus erreichbar. Der Burghof ist nur mit Fahrzeugen bis Lieferwagengröße erreichbar. Für die Baustelleneinrichtung stand nur ein äußerst begrenzter Raum zur Verfügung.

Die Burg ist zudem eine sehr intensiv genutzte Beherbergungsstätte. Sie wurde und wird bis zum „letzten Winkel“ für Übernachtungsgäste genutzt. Sämtliche Räume sind funktional maximal genutzt. Abstellräume, Putzkammern und separate Reinigungsmittelager wurden minimal vorgehalten. Jede Reduzierung der Anzahl der Übernachtungsplätze ist mit finanziellen Einbußen für den Betrieb verbunden. Preiserhöhungen für die Übernachtung aufgrund eines höheren Standards sind wegen der besonderen Zielgruppe mit begrenztem Budget nur in geringstem Maße möglich.

Eine Schließung der Beherbergungsstätte für die Dauer der Baumaßnahmen war aus finanziellen Gründen vollkommen ausgeschlossen. Lediglich in den Monaten November/Dezember herrschte wegen des eingeschränkten Betriebs weitgehend Baufreiheit. Der überwiegende Teil der Umsetzung musste im laufenden Betrieb erfolgen, was eine hochkomplexe und flexible Bauzeitenplanung erforderte, trotzdem aber auch Verzögerungen verursachte.



*Bild 11: Die Burgzufahrt über den Schloßberg, AB Haase*



Zeichnung 2: Orientierungsschema

Die bestehende Haustechnik war nicht nur überaltert, sondern auch durch die begrenzten Platzverhältnisse in der Kernburg eingeschränkt. Im UG war ein enger Heizraum eingebaut, der seinerzeit über ein temporäres Kopfloch im Durchgang mit großformatigen Bauteilen wie Pufferspeicher und Kessel beschickt wurde. Diese Öffnung wurde nach der Einbringung zubetoniert; es bestand nur ein Einstieg mit einer senkrechten Leiter. Größere Bauteile konnten somit nicht in den Heizraum eingebracht werden. Ein Erd-Öltank war außerhalb im Vorbereich der Burg eingegraben und entsprach nicht mehr den heutigen Standards. Die Belieferung mit Öl musste über eine steile, gepflasterte Burgzufahrt erfolgen. Da jetzt regenerative Heizungssysteme mit Pufferspeicher eingebaut werden sollten, war der Neubau einer Heizzentrale mit genügend Abstand zum Burghauptgebäude im Bereich des Zwingers notwendig. Da der Zwinger der Burg noch innerhalb des Bereichs des Bodendenkmals liegt, mussten alle in den Untergrund eingreifenden Arbeiten archäologisch begleitet werden.

### 3.1.3 Haustechnische Ausgangslage

Die Burg Rieneck wurde seit den 1950er Jahren immer wieder überarbeitet und ausgebaut. In der 1988 begonnenen Generalsanierung wurden die Bauteile C, D, E, F und teilweise G weitgehend überarbeitet und modernisiert. Es hat aber auch in dieser Phase keine komplett umfassende Erneuerung gegeben. Sowohl das in den 1970er Jahren errichtete Saalgebäude (Bt. A/B) wurde nicht berührt und auch die Küche wurde nur im Bereich der Spülküche im Bauteil F erneuert. Zum Teil sind die damaligen Bauteile wiederum verbraucht, wie z. B. die Heizungsanlage.



Bild 12 und Bild 13: alte Heizungsanlage

Zudem haben sich Standards und Vorschriften in der Zwischenzeit massiv verändert, z. B. bei der Barrierefreiheit, beim Brandschutz, aber auch bei der Elektrotechnik.

Die Pfadfinder-Burg wurde mit einer Zentral-Ölheizung beheizt. Der Ölverbrauch lag bei ca. 45.000 l/a bei äußerst sparsamer Betriebsführung. Alle nicht benutzten Räume wurden in der Heizperiode von Hand auf Frostfreihaltung gestellt. Der rechnerische ermittelte Bedarf lag bei ca. 105.000 l/a.. Die bisher verursachte CO<sub>2</sub>-Emission im Heizungsbereich betrug ca. 136 t/a; bei Vollbetrieb der Heizung im Sinne der gesetzlich festgelegten Berechnungsparameter wären es sogar ca. 315 t/a gewesen.

Der Stromverbrauch betrug ca. 70.000 kWh/a. Dies ergab einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 170 t/a. Aus ökologischen Gründen wurde bereits regenerativ erzeugter Naturstrom bezogen. Die Burg nutzte bereits eine Regenwasserzisterne zur Versorgung mit Grauwasser. Sie war aber nach den aktuellen Bestimmungen zur Trinkwasserhygiene nicht ausreichend vom Trinkwassernetz getrennt. Der Wasserverbrauch lag jährlich bei ca. 4.100 m<sup>3</sup> und wurde etwa zur Hälfte mit Zisternenwasser gedeckt.

Es gab keinerlei Nutzung von Solarenergie.

Lüftungsanlagen für die Beherbergungszimmer waren nur im Saalgebäude (Bt. A) vorhanden, jedoch auch dort ohne Wärmerückgewinnung. Der erforderliche Mindestluftwechsel in den übrigen Gruppenzimmern konnte nur durch Undichtigkeiten der Fenster und - bei der starken Raumbelastung unumgänglich - durch regelmäßige und intensive Fensterlüftung gewährleistet werden. Dies führte zu hohen Energieverlusten, bei gleichzeitigen Komfortmängeln.

Die veraltete Küchenlüftung hatte keine Vorheizung, war kaum regulierbar und verfügte über keine Wärmerückgewinnung. Dies führte dazu, dass sie praktisch nicht im nötigen Maß verwendet werden konnte. In der Spülküche mit ihrem extremen Anfall an heißer und feuchter Abluft, hatte keine Lüftung außer der Fensterlüftung, die gerade im Winter de facto völlig unzureichend war. Dies führte zu Bauschäden durch Feuchte und Schimmelbefall.



## 3.2 Umsetzung

### 3.2.1 Gegenstand und Zielsetzung des Projektes:

Die Pfadfinderburg Rieneck muss sich den zukünftigen Anforderungen und Entwicklungen stellen. Die Betriebskosten sind in jüngerer Vergangenheit durch das starke Ansteigen von Strom- und Brennstoffpreisen, Steuern und Abgaben, Mehraufwand für Verwaltung durch immer neue Auflagen, wie z. B. beim Brandschutz und steigende Personalkosten gestiegen. Zudem sind die Besucher der Burg anspruchsvoller geworden, Diese Kostensteigerungen gefährden mittelfristig die Existenz der Burg als Wirtschaftsbetrieb. Sie können als externe Einflussfaktoren aber nicht durch die Burg verändert werden. Aus diesen Gründen müssen Wirtschaftlichkeitsgrundsätze in Zukunft stärker umgesetzt werden, um das Ziel der Jugenderholung und -bildung in der Burg auch zukünftig erfüllen zu können. Einsparpotentiale können praktisch nur in funktionalen Verbesserungen und einer Effizienzsteigerung der betrieblichen Abläufe und in Einsparungen bei den Energiekosten bestehen.

Ein wesentlicher Programmpunkt im Bildungsangebot der Burg und im Selbstverständnis der christlichen Pfadfinder war und ist immer die Natur und Umwelt. Dieses Angebot soll deutlich durch das Thema Klimaerwärmung, CO<sub>2</sub>-Reduktion und CO<sub>2</sub>-freie Möglichkeiten zum Betrieb von Bestandsgebäuden erweitert werden. Dafür bietet sich das Gebäude selbst als Beispiel an. Die wirtschaftlichen und technischen Notwendigkeiten decken sich also auch mit dem ideellen Anspruch des Maßnahmenträgers.

Die Burg sollte für die Zukunft folgende Zielsetzungen erfüllen:

- Sie sollte so weit möglich regenerativ betrieben werden. Der vorhandene Ölkessel und die Öltanks sollen entfallen.
- Funktionsmängel sollten beseitigt werden. So war z. B. die Küche zu klein und zu eng, was mit Sicherheitsmängeln verbunden war. Die Arbeitsabläufe waren sehr umständlich und zeitaufwändig. Die Küchentechnik war veraltet, verbrauchte viel Energie und belastete den Wohnturm (Bt. F) mit feuchter Abluft, die wesentlich zur Schimmelbildung in diesem Bereich führte. Es fehlten Lagerflächen und zeitgemäße Kühlvorrichtungen in direkter Nähe der Küche. Die Belüftung der Küche erfolgte ohne Vorwärmung und kann daher zeitweise im Winter nicht benutzt werden.
- Bauphysikalische Probleme, die zu Kondensatbildung und Schimmel führten, mussten beseitigt werden. Im Rahmen der Vorkonzeptionierung und der damit verbundenen Bestandsaufnahme wurden entsprechende Schwachstellen, die z. T. im Winter zu Eiszapfen im Inneren des Gebäudes führten, oder an anderer Stelle eine Undichtigkeit im Deckenbereich, die bereits Vermorschungen im Deckenbelag verursacht hatte, gefunden.
- Der Brandschutz musste verbessert und zur Einhaltung der aktuellen Vorschriften erweitert werden. Bislang war kein umfassendes Brandschutzkonzept vorhanden, sondern es wurden jeweils nur die Baumaßnahmen für sich betrachtet. Die bei der Sanierung des Saalgebäudes 2000 noch vorgeschriebene nasse Feuerlöschleitung war mit den neuen Vorschriften zur Trinkwasserhygiene nicht mehr vereinbar.





*Bild 14: Eiszapfen auf der Innenseite der Eingangstür zum Wohnturm (Bt. F), vor der Sanierung, AB Haase*



*Bild 15: Kondensat und Schimmelbefall an den Treppenhausfenstern des Wohnturms vor der Sanierung, AB Haase*

### 3.2.2 Prinzipien bei der Umsetzung

Die Umsetzung der durchgeführten Vorhaben verbindet auf innovative und modellhafte Art und Weise die baulichen Probleme eines bedeutenden Denkmals mit massiven Burgmauern aus Bruchsteinen und hohen Betriebskosten mit Energieeinsparung, effizienter Energieverwendung sowie die Verwendung von Solarthermie in Verbindung mit Solarkollektoren und verminderten Betriebskosten.

Die derzeitigen Vorschriften wie z. B. DIN 18599 beziehen sich im Bereich der EnEV vor allen Dingen auf Neubauten oder Sanierung von Nichtdenkmälern. Im Denkmalsbereich sind „Neubaumethoden“ kritisch zu betrachten, da die Materialität, Wanddimensionen, Speicherverhalten sowie bauphysikalische Probleme sehr stark von denen im Neubaubereich abweichen. Es ist daher erforderlich im Denkmalsbereich individuelle Maßnahmen zu ergreifen und passende Verbesserungsmaßnahmen anzuwenden. Hierbei sind die Möglichkeiten heutiger Materialien denkmalgerecht einzusetzen, aber auch z. B. physikalische Berechnungen dem Denkmal angepasst, durchzuführen. Es ist wichtig, im Denkmalschutz stimmige energetische Maßnahmen an der richtigen Stelle anzuordnen. Eine pauschale Befreiung von Energieeinspar-Vorschriften ist hier zu kurz gegriffen, aber Realität.

Eine angepasste, energetische Sanierung zur Beseitigung kritischer konstruktiver Schwachstellen, die in der Vergangenheit immer wieder zu Schimmel oder anderen Bauschäden führten, war notwendig, um die weitere Nutzung des Gebäudes zu sichern und damit das Denkmal zu erhalten.

Es war eine Weiterentwicklung des baulichen Bestands und der Haustechnik notwendig, die nicht nur die aktuellen Anforderungen erfüllen kann, sondern gleichzeitig in die Zukunft gerichtet ist. So wäre beispielsweise die Installation eines neuen Ölkessels anstelle der veralteten Anlage möglich gewesen. Dieser hätte aber für die nächsten 20 Jahre den Einsatz von regenerativen Energien aus finanziellen Gründen praktisch unmöglich gemacht. Es ist jedoch fraglich, ob in 20 Jahren überhaupt noch Heizöl zur Beheizung von Gebäuden verwendet werden kann oder darf. Es wurden daher am Beispiel Rieneck Maßnahmen umgesetzt, die in der Vergangenheit meist aus sogenannten wirtschaftlichen Gründen nicht genutzt wurden, aber ohne fossile Brennstoffe betrieben werden können. Wichtig hierbei war, dass das Erscheinungsbild des Denkmals nicht beeinträchtigt wird. Dadurch wird in Zukunft sowohl die Benutzung, als auch die Restlebensdauer deutlich verbessert und Nachfolgekosten werden vermieden. Die Bausubstanz wird langlebiger und benötigt weniger dauernde Unterhaltsmaßnahmen, da z. B. in Zukunft kein Schimmel mehr entstehen wird. Mit diesen baulichen Verbesserungen und der Reduzierung von Energiekosten ist auch eine zeitgemäße Komfortsteigerung verbunden, die wiederum den heutigen Ansprüchen eher entspricht und dadurch für die Zukunft eine bessere Akzeptanz sichert.

Da die Burg jährlich ca. 25.000 Übernachtungen verzeichnet und die Gäste das Denkmal im wahrsten Sinne des Wortes erleben, wird durch die behutsame und angemessene Verbesserung der Nutzersituation das Image von Denkmalen generell stark verbessert und gleichzeitig ein Beispiel zur Nachahmung geboten.

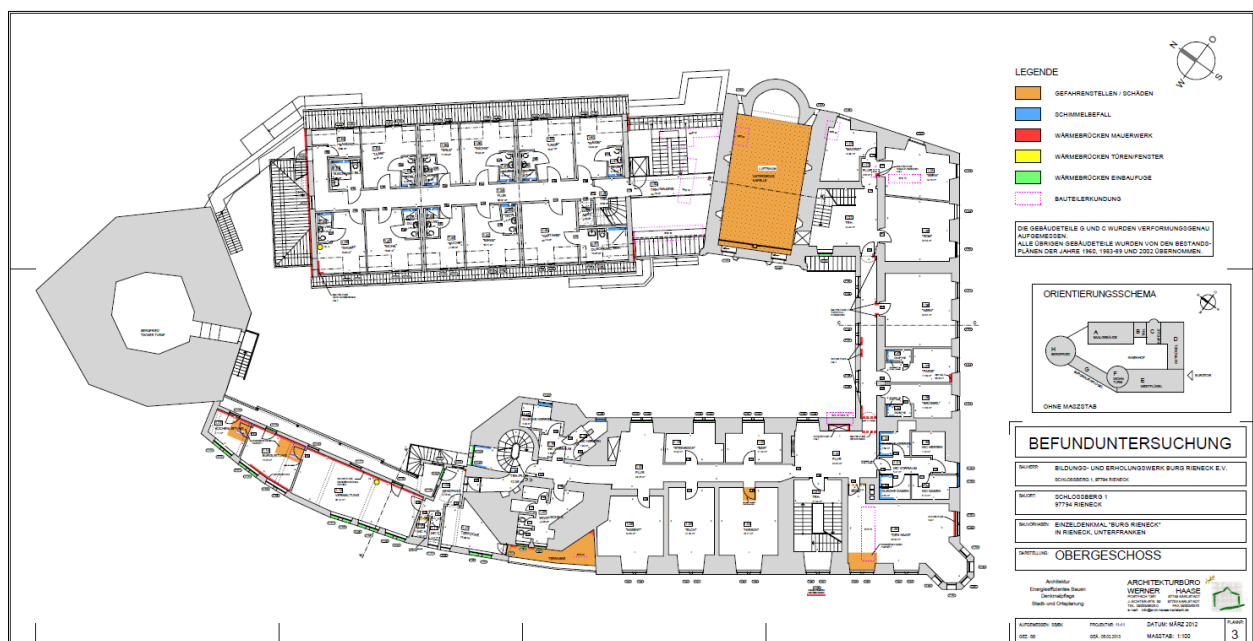
Bereits in der Vergangenheit wurde der Umweltschutzgedanke soweit möglich berücksichtigt. Dies bezog sich hauptsächlich auf den Einkauf von Naturstrom, Lebensmittel aus der direkten Umgebung, konsequenter Mülltrennung sowie das Ziel für zukünftige Planungen den Umweltgedanken zu verfolgen. Durch

die jetzige Sanierung konnte der fossile Brennstoff Öl komplett durch CO<sub>2</sub>-arme Lösungen ersetzt werden. Weiterhin wird Eigenstrom mit eigenen PV-Anlagen im Grundstücksbereich gewonnen.

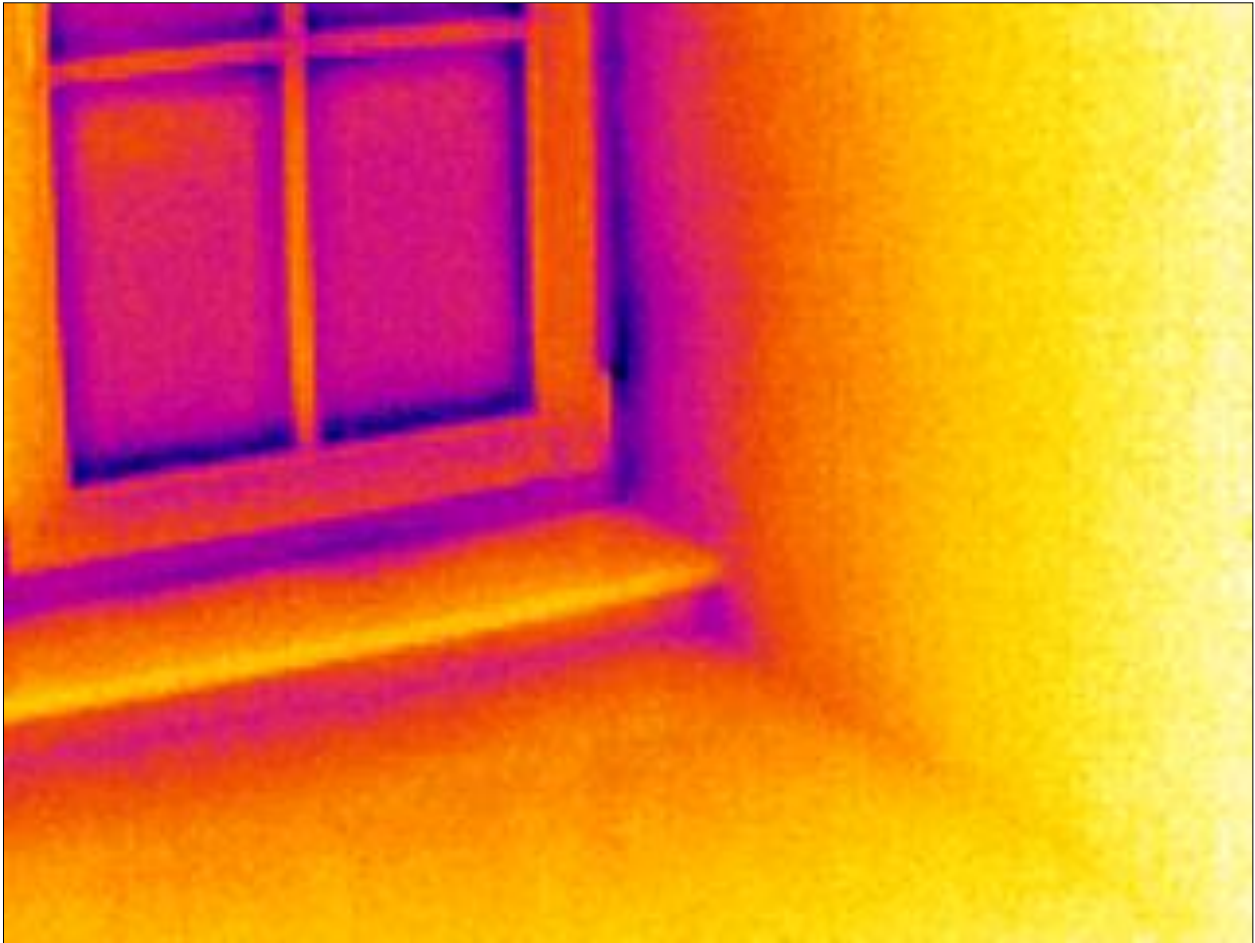
Die vorgeschaltete, durch die DBU geförderte Voruntersuchung in unterschiedlichen Bereichen hat gezeigt, wie wichtig es für komplexe, denkmalgeschützte Gebäude ist, nicht nur den baulichen Bestand und seine baugeschichtliche Entwicklung sowie den konstruktiven Bauzustand zu erfassen. Es sollte auch obligatorisch berücksichtigt werden, wie die energetischen Anforderungen bestmöglich und denkmalgerecht erfüllt werden können. Es hat sich aber auch gezeigt, dass die derzeitigen Methoden zur Ermittlung des Energiebedarfs zu unzureichenden, z.T. weit von der Realität abweichenden Ergebnissen bei der Beurteilung von historischer Bausubstanz führen, da die tatsächlich vorhandenen Vorteile von deren Konstruktion und Materialien nicht ausreichend in die Berechnung eingehen.

Eine Energieberechnung nach DIN V 18599 wurde durchgeführt und kam zu dem Ergebnis, dass bei einer Vollbeheizung und Dauerbetrieb rechnerisch ein Verbrauch von ca. 105.000 l Heizöl/a notwendig wäre. Das langjährige Verbrauchsmittel betrug jedoch ca. 41.000 l Öl/a. Diese Diskrepanz ist einerseits damit zu erklären, dass die Berechnungssoftware eine Burg mit massiven Bruchsteinwänden und den damit verbundenen Speichermöglichkeiten und Trägheiten zu wenig berücksichtigt. Andererseits wurde die Burg händisch geregelt und sehr sparsam beheizt, was zwar Heizöl spart, aber die Schimmelbildung in verschiedenen Bereichen zumindest etwas begünstigt hatte.

Die Voruntersuchung wurde im Sinne einer integrale Planung durchgeführt. Die vorhandenen Pläne aus unterschiedlichen Zeiten und Zeichentechniken wurden digitalisiert und mit einem Codierungsschema versehen. Diese dienten dann allen Beteiligten als Bearbeitungsgrundlage.



Zeichnung 3: Obergeschoss-Plan der Befunduntersuchung im Rahmen der Voruntersuchung, AB Haase



*Bild 16: Thermographieaufnahme eines Treppenhausfensters im Wohnturm F (vgl. Bild 15), AB Haase*

Digitale Fotoaufnahmen der einzelnen Räume, Wandflächen, Fenster und sonstiger Details sind mit einem Codierungsschema versehen und dokumentieren den derzeitigen, gleichzeitig erfassten Ausgangszustand. Weiterhin diente dieses Fotoalbum als Grundlage für Detailplanungen, Ausschreibungen und ermöglichte den Vergleich Vorher / Nachher.

Ein Bauforscher hat die Archive und sonstigen historischen Quellen ausführlich erforscht und zusammengetragen und die Ergebnisse mit der vorhandenen Bausubstanz verglichen. Ein Baualtersplan und ein Abriss über die Historie und Entwicklung der Burganlage wurden erstellt.

Es wurden baukonstruktive Erkundungen durchgeführt, wie z. B. im Bereich von Balkenköpfen, Hohlräumen und bauphysikalisch kritischen Punkten. Dies wurde unterstützt durch Datenlogger-Aufzeichnungen und eine umfassende Thermografie-Aufzeichnung. Durch diese Erkundungen konnten wesentliche Erkenntnisse gesammelt werden. So war z. B. eine Sofortmaßnahme notwendig, die Holzdecke in dem Kapellenraum zu sichern, da die Erkundung zeigte, dass diese abzustürzen drohte. Sie wurde sofort durch einen fachlich versierten Zimmermann gesichert und neu befestigt.

Weiterhin wurden durch die Thermografie Stellen im Holzdecken- bzw. Fußbodenbereich gefunden, die z. T. mehr als 15 K kälter als die Raumluft waren. Eine weitergehende Untersuchung an diesen Stellen stellte fest, dass hier z. T. Balken und Holzkonstruktionsteile bereits vermorscht und in ihrer Tragfähigkeit eingeschränkt waren. Es wurden gravierende Leckagen geortet, die es galt zu schließen und bauphysikalisch für die Zukunft problemlos werden zu lassen.



Das Prinzip der integralen Planung wurde auch in der Umsetzung konsequent angewendet. Frühzeitig wurden übergreifend alle Fachplaner und die zuständigen Behörden in die Planung einbezogen. Die Bearbeitung der Planungsaufgaben erfolgte zeitgleich und abgestimmt. So war es auch möglich die Planungen in kurzer Zeit an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen, wenn z. B. im Baufortschritt neue konstruktive Details sichtbar wurden. Die kontinuierliche und enge Abstimmung von Planung, Fachplanung, Bauleitung, ausführenden Firmen und Bauherr war eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Gesamtmaßnahme und für eine wirkungsvolle Kostensteuerung.

### 3.2.3 Das Energiekonzept und seine Umsetzung

Da bei der Benutzung der Burg im Dezember fast kein Übernachtungsbetrieb stattfindet, gibt es in dieser Zeit wenig Bedarf an TWW und Heizung. Die Raumtemperatur wird abgesenkt. Die bisherige manuelle Reduzierung der Raumtemperatur von im Winterbetrieb temporär nicht genutzten Räumen ist sehr stark vom Bedienerpersonal abhängig. Es ist fraglich, ob dies auch zukünftig mit dem vorhandenen Personal praktikabel sein würde. Es wurde daher eine Teilautomation in der Steuerung eingebaut. Die bislang extreme Absenkung wird zudem reduziert, weil die Wände hierdurch zu stark auskühlen und bei Wiederaufnahme des Betriebs zusätzliche Energie benötigt wird, um die Speichermassen wieder zu erwärmen. Hinzu kommt, dass die Behaglichkeit bei kurzen Zwischennutzungen, z. B. an Weihnachten, und bei der Wiederaufnahme des Regelbetriebs durch die ausgekühlten Wände mangelhaft war. Dennoch wird durch die winterliche Betriebsruhe auch weiterhin der Energiebedarf in der Heizperiode in Relation zu vergleichbaren Objekten deutlich reduziert.



*Bild 17: Thermische Solarkollektoren in Freilandaufstellung und auf der Lagerhalle, AB Haase*

Aus diesem Grund kann für die mittlere Wärmebedarfsmenge (vor allen Dingen in der Übergangszeit und an sonnigen Tagen) die Grundlastdeckung durch Wärmepumpen erfolgen. Diese WP wiederum verwenden überwiegend eigenen PV-Strom.

Eine insgesamt ca. 120 m<sup>2</sup> große thermische Solarkollektoranlage dient zur Heizungsunterstützung und zur Warmwasserbereitung. Sie ist - entgegen der landläufigen Meinung, nach der Kollektoranlagen meistens vorrangig für die WW-Bereitung ausgelegt werden sollen - großzügig dimensioniert, um möglichst große Kontaktflächen zur Umwelt und zur Energiegewinnung aus derselben zu erhalten. Damit kann die Wirkungsweise der Wärmepumpen vor allem in der Übergangszeit stark verbessert werden. Die Kollektoranlage durfte aus Gründen des Denkmalschutzes nur im Bereich der ehemaligen „Gärtnerei“, am südlichen Ende des westlichen Zwingers installiert werden, die ausreichend weit entfernt ist, um eine optische Beeinträchtigung der Burg zu vermeiden und durch die unterhalb angrenzende Bebauung selbst vom gegenüberliegenden Berg aus kaum in Erscheinung tritt. Aus Platzgründen musste die Anlage jedoch in 3 Teile gegliedert werden. Der größte Teil der Solarkollektoren wurde in Freilandaufstellung neben der neuen Lagerhalle und Heizzentrale an einer vorhandenen Geländeschräge unterhalb der Vorburgmauer angebracht. Eine Reihe von Solarkollektoren konnte zudem auf dem Dach der Heizzentrale untergebracht werden. Die restlichen Kollektoren mussten auf der verbliebenen Fläche des Lagerhallendaches angeordnet werden, die für die Photovoltaik-Module nicht mehr benötigt wurde. Die einzelnen Kollektorfelder werden durch Abgleichventile hydraulisch abgeglichen.



*Bild 18: Solarthermieanlage auf dem Dach der Heizzentrale, AB Haase*

Drei Luft-Wasser-Wärmepumpen (Splitgeräte mit je 17 kW) arbeiten im Bereich unterhalb 65°C. Sie bedienen hauptsächlich den Heizkreis und können auch dann Wärme liefern, wenn die Kollektoranlage keine hohe Einstrahlungen erfährt, aber die Umgebungstemperatur der Luft ausreicht.

Die Solarkollektoranlage und die Luft-Wasser-Wärmepumpen speisen die gewonnene Energie in einen 2 m<sup>3</sup> großen Kaltspeicher oder - bei ausreichend hohen Außentemperaturen bzw. solaren Erträgen - direkt in einen zentralen 10 m<sup>3</sup>-Pufferspeicher ein. Die Wärmepumpen und die Solarkollektoranlage sind durch den Kaltspeicher hydraulisch entkoppelt. Aufgrund der geringen erforderlichen Temperaturspreizung ist ein sehr effizienter Wärmepumpenbetrieb möglich. Durch die - im Vergleich zu heutigen Neubaumaßstäben - schlechte Wärmedämmung der Burggebäude, die langen Wärmeveilstrecken und die aus Kostengründen weiterverwendete Heizwärmeverteilung ist für die Raumheizung eine hohe Vorlauftemperatur von 65-70° C erforderlich. Mit Hilfe einer Wasser-Wasser-Hochtemperatur-Wärmepumpe wird die Temperatur von den quellenseitig durch die LW-WP und die Solarkollektoren bereitgestellten ca. 20° C auf die Zieltemperatur von ca. 65 - 70° C angehoben. Aufgrund der höheren Quelltemperatur kann auch diese Wärmepumpe sehr effizient arbeiten. Es wird immer noch ein COP von mehr als 3,5 erreicht. Die Hochtemperatur-Wärmepumpe soll möglichst in Zeiten laufen, in denen Überschuss-Strommengen aus der Photovoltaikanlage vorhanden sind und dann die Wärme in den zentralen 10100 l Pufferspeicher einlagern.



*Bild 19: Die Luft-Wasser-Wärmepumpen in der neuen Heizzentrale, AB Haase*





*Bild 20: Frischwasserstationen im alten Heizraum -1.08, AB Haase*

Im hinteren Bereich des alten Heizraums, unter der Durchfahrt in den Burghof, wurden für die TWW-Versorgung zwei Frischwasserstationen mit je 60 l/min Zapfmenge eingebaut. Die Einbaustelle ermöglicht kurze Leitungswege sowohl in den Ostflügel (Bt. D), als auch in den westlichen Teil der Burg (Bt. E, F. G). Im Saalgebäude wurde wegen der Entfernung vom Verteilerraum eine eigene Frischwasserstation eingebaut.

Bei sehr niedrigen Außentemperaturen oder hohem Wärmeverbrauch, der dann nicht mehr effektiv mit WP hergestellt werden kann, gehen die Holz-Pelletkessel mit jeweils 105 kW Leistung einzeln oder parallel in Betrieb. Durch die modulierende Leistung und die Schaltung der Kessel in Kaskade können sie jederzeit mit einem hohen Wirkungsgrad arbeiten. Den Pelletkesseln ist ein eigener Pufferspeicher nachgeschaltet, um starke Temperaturschwankungen in der Nahwärmeleitung und im 10100 l Pufferspeicher zu vermeiden sowie die Restlaufzeiten und Taktungen der Pelletkessel zu optimieren. Brennwerttechnik ist bei Holzpelletkesseln der benötigten Leistung nicht verfügbar. Es ist aufgrund der bestehenden physikalischen und technischen Probleme kurz- und mittelfristig auch keine derartige, marktreife Entwicklung zu erwarten. Die Pelletanlage wurde aus Gründen der Redundanz so groß dimensioniert, dass die gesamte Burg auch allein mit ihr beheizt werden könnte. Eine alleinige Verwendung von WP hätte bei hohem Wärmebedarf einen sehr hohen Netzstrombedarf verursacht. Eine alleinige Beheizung durch nur Pelletkessel entspricht eigentlich nicht dem Umweltgedanken, da es nicht sinnvoll ist bei 30°C Außentemperatur Holz zu verbrennen, um Warmwasser zu bereiten.





*Bild 21: Die Hochtemperatur-Wärmepumpe und der Kaltspeicher in der neuen Heizzentrale, AB Haase*



*Bild 22: Die Pelletkessel in der neuen Heizzentrale, AB Haase*

Im Sommerbetrieb wird das TWW hauptsächlich über die thermischen Kollektoren bereit, an kühlen Tagen und in der Übergangszeit zeitweise mit Unterstützung durch Luft-Wasser-WP. Dieses System hat sich im ersten Betriebsjahr bereits bewährt und funktioniert einwandfrei.

Im Winter können die Solarkollektoren immer noch ein niedertemperaturiges Angebot an gesammelter Wärme mittels WP in das Gesamtsystem einbringen und somit die Anforderungen an die Pelletkessel reduzieren. Es wird mit mehreren Systemen gearbeitet, die über die „Energiemanagement-Steuerung“ so betrieben werden, dass jeweils Umweltenergie vorrangig genutzt wird und die Holz-Pelletkessel lediglich ergänzend eingesetzt werden.

Die neue Heizzentrale in der „Gärtnerei“ verwendet auf der Süd- und der Westseite die bestehenden Umfassungsmauern, vermutlich Reste der historischen Zwingermauer, als Außenwand mit und ist ins Gelände eingetieft worden, um möglichst wenig sichtbar zu sein. Die Lage am Südenende des Zwingers erleichtert auch die Belieferung mit Holzpellets. Die Heizzentrale nimmt die Wärmepumpen, den Kaltspeicher, die Pelletkessel samt Pufferspeicher und die Steuerungstechnik auf. In einem abgetrennten Pelletlager am Südenende der Heizzentrale werden die Holzpellets gespeichert. Die Außeneinheiten der Luft-Wasser-Wärmepumpen sind neben der Heizzentrale, nicht einsehbar und geschützt hinter der Zwingermauer, angeordnet.



Zeichnung 4: Lageplan Heizzentrale, thermische Solaranlage und Photovoltaik-Anlagen, AB Haase



*Bild 23: Die Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Lagerhalle, AB Haase*

Zwischen der Abschlussmauer im Süden, mit dem Einfahrtstor zur Gärtnerei, der Heizzentrale und der Vorburgmauer wurden bestehende, eher provisorische Lagermöglichkeiten durch eine neue offene Lagerhalle derart ersetzt und vergrößert, dass auf den Dächern über Lager und Heizzentrale Photovoltaikmodule bzw. thermische Solarkollektoren in ausreichend großer Zahl installiert werden konnten. Dies konnte gelingen, da das Lagerhallendach über die Durchfahrt hinweg geht. Die vorhandenen Naturstein-Stützmauern unterhalb der Vorburgmauer wurden aus statischen und finanziellen Gründen belassen und in das Gebäudekonzept integriert.

Aus der Heizzentrale wird über eine hochwärmegeämmte Nahwärmeleitung die neu aufgebaute Heizungsverteilungsanlage mit dem 10100 l Pufferspeicher im vorherigen alten Heizraum im Keller der Burg versorgt. Die bestehende Ölheizung wurde komplett entfernt und der Erdöltank stillgelegt. Zur Demontage und Montage musste ein vorhandenes Fenster in der Außenwand zu einem Zugang erweitert werden. Er dient fortan zusätzlich als 2. Rettungsweg und verkürzt die fußläufige Verbindung zur Heizzentrale. Im hinteren Raum des ehem. Heizraums ist die Frischwasserstation angeordnet.





*Bild 24: Die neue Heizungsverteilung im alten Heizraum -1.07, links der 10 m<sup>3</sup> Pufferspeicher, AB Haase*

Die Verteilung wurde einschließlich aller Pumpen und Armaturen erneuert. Für den Heizkreis 3. - 6. OG Wohnturm musste wegen der Gebäudehöhe eine Systemtrennung mit Primär- und Sekundärpumpe vorgesehen werden. Im Wärmelastmanagement der Heizkreise wurden unterschiedliche Aufheizzeiten in der Programmierung der Regelung vorgesehen, um Lastspitzen zu vermeiden.

Zur Stromversorgung der Wärmepumpen und der Pumpen in den Heizkreisläufen wurden zwei große Photovoltaik-Anlagen errichtet. Alle Umwälzpumpen wurden als hocheffiziente Pumpen erneuert, um auch hier den Stromverbrauch gegenüber dem Bestand zu reduzieren.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb wurde eine benötigte Leistung von insgesamt 50 kWp ermittelt. Die erforderliche Fläche stand nicht an einer Stelle zur Verfügung. Eine Anlage wurde auf dem Dach der Lagerhalle in der „Gärtnerei“ untergebracht. Für maximale Erträge im Tagesverlauf wurde eine Ost-West-Ausrichtung der Module umgesetzt. Wegen des geringeren Neigungswinkels sind diese in der Ansicht auch weniger auffällig. Es wurden schwarze, entspiegelte Module verwendet. Weitere PV-Module befinden sich auf dem Sanitärgebäude des Zeltplatzes, der sich nördlich hinter dem Halsgraben der Burg befindet.



*Bild 25: Die Photovoltaik-Anlage auf dem Sanitärgebäude des Zeltplatzes, AB Haase*

Die Stromleitungen werden im Bereich des Heizhauses zusammengeführt und sind, im Gegensatz zu Nahwärmeleitungen, weitgehend verlustfrei. Für den Anschluss der PV-Anlage auf dem Sanitärgebäude musste eine neue Erdkabeltrasse hergestellt werden.

Zwischen der Lagerhalle und der Freiland-Solarkollektoranlage wurden auch die neuen Hauptanschlusskästen der Stromversorgung für die Burg installiert.

Der rechnerisch gem. DIN 18599 ermittelte Eigenstromanteil wird ca. bei 29 % liegen. In der genormten Berechnung wird allerdings der Haushalts- und Küchenstromverbrauch nicht berücksichtigt, der in der Burg Rieneck durch die Gastronomieküche mit vielen Küchengeräten mit hohem Stromverbrauch und die Wäscherei sehr hoch ist. Der seit Inbetriebnahme der PV-Anlage im Februar 2019 bis Oktober 2019 erzeugte PV-Strom von ca. 42.000 kWh lässt vermuten, dass der tatsächliche Eigenstromanteil deutlich höher liegen wird, als der rechnerisch ermittelte. Die Burg hatte vor der Erneuerung der Heizanlage und der Küche einen jährlichen Stromverbrauch von ca. 70.000 kWh. Durch die zusätzlichen Wärmepumpen, Lüftungsanlagen etc. wird der Verbrauch steigen. In der Jahresbilanz kann also der gesamte PV-Strom als Eigenstrom verwendet werden. Es wird aber immer wieder Zeiten geben, in denen die Produktion höher als der Verbrauch ist und die Übermengen in das Stromnetz eingespeist werden müssen. Diese sind wegen des im Vergleich zum üblichen Einfamilienhaus wesentlich höheren Stromverbrauchs während der Tagstunden geringer als üblicherweise angenommen wird.

Die Integration eines Stromspeichers zur Erhöhung der Eigenstromversorgung ist bislang nicht vorgesehen, da sich bei den bislang auf dem Markt befindlichen Systemen keine wirtschaftlich vertretbare Kosten-Nutzen-Relation für das Objekt ergab. Die Entwicklung der Speichertechnik ist jedoch sehr dynamisch, so dass eine Ergänzung mittelfristig sinnvoll werden kann.

Die PV-Anlagen waren auch erforderlich, um den bestehenden Stromanschluss trotz des Mehrbedarfs durch die Wärmepumpen und die neue Küchen- und Kühlraumtechnik nicht ändern und die Anschlussleistung vergrößern zu müssen, was zu einem finanziellen Scheitern des Projektes geführt hätte. Zusätzlich musste ein Stromlastmanagement zur Vermeidung von Spitzenlasten eingeführt werden.

In der Regel wurden die vorhandenen Heizkörper in Standardausführung weiterverwendet. Für die Anbringung von Innendämmung der Nischen, wurden sie de- und wieder montiert. Sie erhielten jedoch neue Thermostatventile und Thermostatköpfe. Im Küchenbereich wurden Hygiene-Heizkörper ausgeführt. In den neuen Sanitärzellen wurden Handtuch-Heizkörper verwendet. Neue Heizkörper wurden nach der Heizlastberechnung ausgelegt.

Der vorgeschriebene hydraulische Abgleich für die Wärmeverteilung und -abgabe der Gesamtanlage wurde zum Ende der Gesamtmaßnahme durchgeführt. Die Optimierung der hausinternen Verteilung wurde im Vorkonzept untersucht und entsprechend in der Ausführung umgesetzt. Eine hydraulische Berechnung der überwiegend bereits bestehenden Gesamtanlage war nicht zielführend. Es wurden stattdessen selbstregulierende Ventile eingebaut, da nur auf diese Weise ein optimaler hydraulischer Abgleich in der Praxis umsetzbar war. Die neu eingebauten integrierten stufenlosen, differenzdruck-unabhängigen Heizkörperventile ermöglichen einen exakten hydraulischen Abgleich, um alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem tatsächlichen Wärmebedarf mit Heizwasser zu versorgen.

### **3.2.4 Das Lüftungskonzept und seine Umsetzung**

Das Lüftungskonzept ging von einer differenzierten Betrachtung der einzelnen Gebäudeteile und ihrer jeweiligen Nutzungen aus, um jeweils eine optimale Lösung zu erhalten.

Im Ost- und Westflügel wurde im 1. OG jeder Beherbergungsraum, der neue (luftdichte) Fenster und einen Sanitärraum erhält (1.23 „Madrid“, 1.24 „Bern“, 1.25 „Rom“, 1.26 „Wien“ und 1.19/1.20 „Steinbock/Bär“), mit je einem dezentralen Einzellüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung, für Zweiraumanschluss, schallgeschützt und Feuchte gesteuert ausgestattet. Das Gleiche gilt für die Räume 1.27 „Paris“ und 1.29 „Brüssel“ mit bestehenden Sanitäräumen. Aus Denkmalschutzgründen konnten Zu- und Abluft nicht direkt über Gitter in den Außenwänden erfolgen. Sie mussten durch feuerbeständige Schächte durch das Dachgeschoss über Dach geführt werden. Die übrigen Räume im EG und 1. OG, die neue luftdichte Fenster erhalten, sollten mit Fensterfalzlüftern ausgestattet werden, mit denen die zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen und des Bautenschutzes erforderliche Nennlüftung gem. DIN 1946-6 2009 (Mindestluftwechsel gem. EnEV) gewährleistet wird. Sie ersetzt als Freie Lüftung die Notwendigkeit der nutzerverhaltensabhängigen Stoßlüftung und verhindern Feuchte- und Schimmelschäden. Zugscheinungen werden durch auf Winddruck reagierende Klappen ausgeschlossen.





*Bild 26: Einzellüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung in der neuen Sanitärzelle des Zimmers „Rom“, AB Haase*

Die Transmissionswärmeverluste sind im Vergleich zur Stoßlüftung wesentlich geringer. Fensterfalzlüfter sind weder von innen, noch von außen sichtbar und insofern mit den Anforderungen des Denkmalschutzes vereinbar. Aus Kostengründen wurden die Fensterfalzlüfter bislang nicht eingebaut. In der tatsächlichen Raumnutzung durch die Jugendlichen hat sich der Bedarf bislang nicht gezeigt. Die Situation wird beobachtet. Sollten doch noch Probleme auftreten, können die Fensterfalzlüfter jederzeit nachgerüstet werden.

Die vorhandenen Entlüftungen der Sanitärräume in den Obergeschossen des Saalgebäudes (Bt. A) bleibt bestehen. Sie haben keine Wärmerückgewinnung. Im Zuge der, aktuell aus Kostengründen zurückgestellten energetischen Sanierung des Saalgebäudes sollen auch dort dezentrale Lüftungsgeräte mit WRG eingebaut werden.

In der bestehenden Gastronomieküche im Erdgeschoss des Bt. G gab es eine Abluftanlage ohne WRG über dem Kochbereich. Bei Betrieb dieser Abluftanlage wurde zwar feuchte warme Luft direkt ins Freie geblasen, aber der entstehende Unterdruck durch kalte, frische Luft unkontrolliert ausgeglichen.



*Bild 27: Die neue Abluftanlage im umgebauten Bestandsraum der Küche, AB Haase*

Die Zuluft wurde durch Türundichtigkeiten, geöffnete Fenster oder andere Luftundichtigkeiten des Raumes angesaugt. Dies war für das Personal nicht zumutbar, da diese Luft zum Teil unter 0°C kalt war und an den Zuluftbereichen sich z. T. sogar Eis niederschlug. Deshalb wurde die Abluftanlage sehr selten benutzt. Dies wiederum führte dazu, dass die warme, feuchte Küchenluft z. T. unkontrolliert in den anschließenden Wohnturm durch Undichtigkeiten der Tür eindrang, dort nach oben stieg und wiederum durch Kondensatbildung Schimmel verursachte.

Küche und Spülküche haben eine neue Lüftungsanlage mit WRG mit ca. 4.000 m<sup>3</sup>/h erhalten. Sämtliche Küchengroßgeräte, auch die vorhandene Gastronomie-Spülmaschine, wurden mit Ablufthaben versehen. Die Einbaubedingen waren außerordentlich schwierig. Weil aus Denkmal- und Kostengründen auf einen kompletten Neubau des Burgmauerflügels mit Küche und Verwaltung verzichtet werden musste und nur ein erdgeschossiger Anbau zur Küchenerweiterung hergestellt wurde, musste mit den vorhandenen, geringen Raumhöhen und Deckenflächen gearbeitet werden. Die Küchenlüftungsanlage wurde daher in eine Zuluftanlage im Dach des Burgmauerflügels und eine Abluftanlage unter der Decke der Küche bzw. dem Dach des Küchenanbaus getrennt. Beide Anlagenteile sind durch einen feuerbeständigen Schacht durch die Verwaltungsräume im Obergeschoss hindurch miteinander verbunden. Die Ablufthauben wurden im Bereich des umgebauten Bestandsküchenraums wegen der



sehr niedrigen Deckenhöhe teils mit integrierter Beleuchtung verkoffert, teils mit textilen Schläuchen unter der Raumdecke verlegt. Die Sammelleitungen wurden wegen des größeren Platzbedarfs unter dem Dach des Anbaus durch das Trockenlager und über dem Tiefkühlraum verlegt und dann ins Freie geführt. Aus Platzgründen muss zudem ein Teil der Wärmerückgewinnung im Außenbereich in die Abluftleitung eingefügt werden.

Der Speisesaal der Burg hat bei einer früheren Maßnahme eine abgehängte Decke erhalten, die kaum Akustikeigenschaften besitzt. Eine neue, z. T. abgehängte Decke im historischen Speisesaal sollte die Akustik verbessern und eine Be- und Entlüftung mit WRG ermöglichen. Hierdurch wäre Lüftungsenergie eingespart und die Benutzbarkeit des Raumes verbessert worden. Weitere Deckenöffnungen im Vorfeld der Ausführung zeigten jedoch, dass die früheren, aufgrund einer Einzelsondierung und alten Bestandsplänen entstandenen Annahmen über vorhandene Abhanghöhen nicht richtig waren. Eine Lüftungsanlage wäre deshalb nur unterhalb der bestehenden Deckenebene möglich gewesen, was die Optik des Raumes stark beeinträchtigt hätte. Aus Kosten- und Denkmalschutzgründen musste deshalb auf eine Ausführung verzichtet werden. Die neuen vierflügeligen Fenster erleichtern jedoch im Vergleich zum Vorzustand erheblich eine effizientere Querlüftung, so dass auch hier im Alltag eine Verbesserung erreicht werden konnte.



*Bild 28: Der Speisesaal nach Fensteraustausch und Dämmung der Fensternischen, AB Haase*

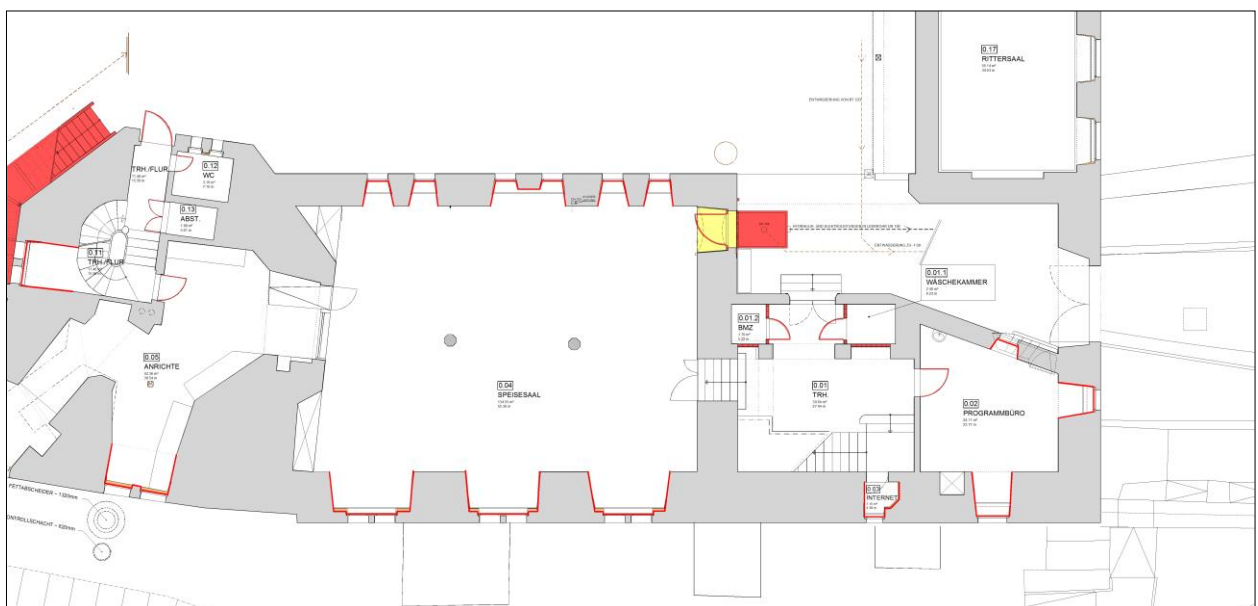
### 3.2.5 Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfes

Die rechtlichen Vorschriften für bauliche Maßnahmen werden, soweit im denkmalgeschützten Bestand möglich, eingehalten. Dies betrifft insbesondere alle Bauteile die neu hergestellt bzw. ausgetauscht werden. Bei der Burg handelt es sich um ein Einzeldenkmal. Die Bestimmungen der Energie-Einsparverordnung (§ 24 Ausnahmen) legen fest, dass bei Baudenkmalern von den Anforderungen der Verordnung abgewichen werden kann. Die Bilanzierung ist auf der Grundlage der EnEV in der gültigen Fassung durchgeführt worden. Die Berechnung nach DIN 18599 ist erfolgt. Der Transmissions-Wärmetransferkoeffizient muss nicht reduziert werden, da die Anforderungen des EEWärmG (Einsatz regenerativer Energien) übererfüllt werden.

Die Ergänzenden Bestimmungen Nr. 2 des BJR können nicht vollständig erfüllt werden, da es sich um ein denkmalgeschütztes Bestandsgebäude handelt. Die Senkung des Energiebedarfs und die nachhaltige Gestaltung der technischen Energieversorgung stellen jedoch den Kern der geplanten Maßnahme dar.

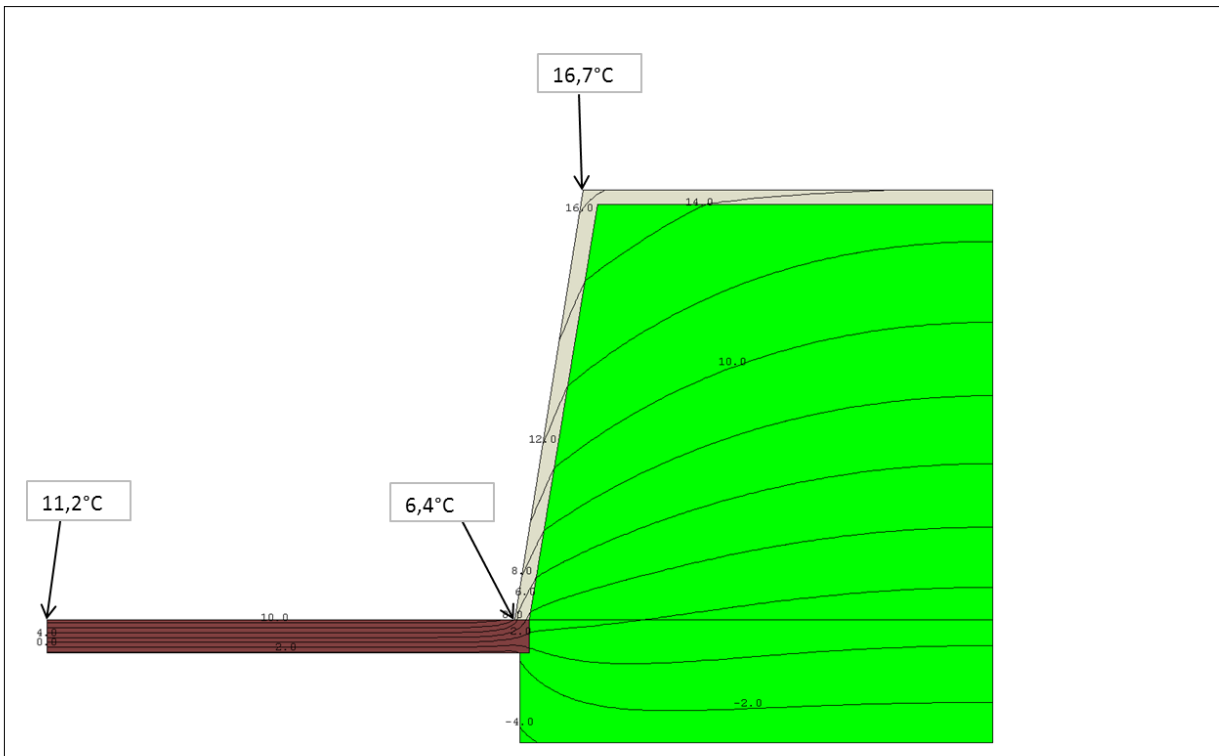
Ein Energieausweis ist gem. § 16 (1) EnEV unverzüglich nach Fertigstellung des Gebäudes auszustellen. Dies gilt aber nur für die (Neu-) Errichtung von Gebäuden oder wesentliche Änderung von Bauteilen. Der Ausweis kann sich nur auf Gebäude oder abgeschlossene Bauteile beziehen. Die Abschnitte 2 - 4 des § 16 EnEV können nicht auf Baudenkmalern angewendet werden.

Es kann ein Energieausweis für Bestandsgebäude zwecks Verkauf/Vermietung erstellt werden, da hierfür die Einhaltung der EnEV nicht erforderlich ist. Ein öffentlich-rechtlicher Nachweis kann nicht erbracht werden, da zwar der Primärenergiebedarf des Gebäudes deutlich besser ist, als von der EnEV gefordert, die bestehenden Außenwände in der Summe aber nicht die vorgeschriebenen Bauteilqualitäten aufweisen.

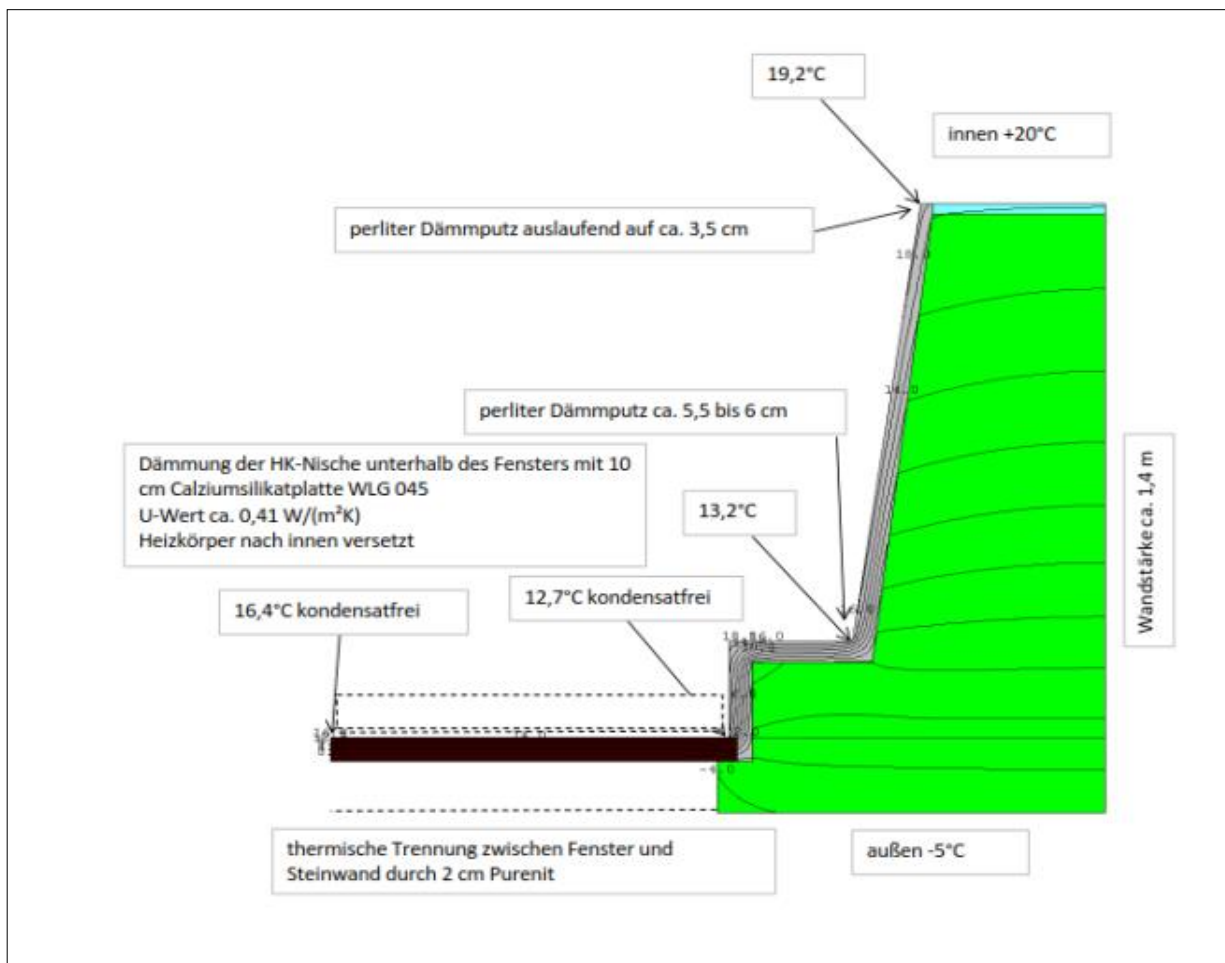


Zeichnung 5: Maßnahmenplan Bt. E, Erdgeschoss, mit Fensternischendämmung und Fenstertausch, AB Haase





Zeichnung 7: Bestand (altes Fenster mit ungedämmter Laibung), AB Haase



Zeichnung 8: Neues Fenster mit Perlite-Dämmung in der Laibung und thermischer Trennung, AB Haase



Durch die Entfernung des mit Schimmel belasteten Putzes und Neuverputz mit kalkhaltigem Putz wird der Neubildung von Schimmel in Verbindung mit der Dämmmaßnahme und der Verwendung von alkalischem Kalkputz vorgebeugt. Durch diese Maßnahme wird eine Kondensatfreiheit erreicht und die Hauptverlustflächen werden reduziert. Leider konnte hier aus Kostengründen in einigen Bereichen diese Maßnahme nicht durchgeführt werden (z. B. im Saalbau, in den Dachgeschossen von Bt. D und E und in der Kapelle). Durch den Dämmleichtputz hat sich rechnerisch an dieser Stelle die Oberflächentemperatur auf ca. 14,6 °C erhöht und ist damit rechnerisch kondensatfrei. In der Praxis hat sich dies bestätigt. Die Oberfläche ist deutlich wärmer als zuvor, es gibt kein Kondensat und keine Schimmelbildung mehr.

Die restlichen Innenflächen Bruchsteinwände-Außenwände wurden nicht gedämmt. Hierdurch wurde deren Speicherfähigkeit erhalten. Der Effekt einer flächigen Innendämmung wäre durch die extrem dicken Außenwände ohnehin gering und aufgrund der notwendigen maximalen Raumausnutzung und der Anschlüsse historischer Decken mit profilierten Randzonen auch nicht umsetzbar gewesen. Durch die gezielte Optimierung der Fenster und Fensternischen konnten die Bereiche in den Außenwänden mit den stärksten Verlusten reduziert werden.

Es wurden neue, denkmalgerechtere vierflügelige Holzfenster mit Dreifach-Verglasung und Sonnenschutzverglasung mit wärmegeämmter Anschlussfuge zum anstehenden Bruchsteinmauerwerk eingebaut. Die Fassaden konnten hierdurch deutlich aufgewertet werden. Die traditionellen zweiflügeligen Oberlichter erleichtern die Reinigung im Vergleich zu Kippflügeln wesentlich und erlauben eine effiziente Lüftung, auch wenn die unteren Flügel wegen des problematischen Nutzerverhaltens der Jugendgruppen verschlossen bleiben müssen.



*Bild 29: Fenster und Fensternische F146 im Zimmer „Madrid“ in der Bauphase vor der Erneuerung, AB Haase*



*Bild 30: Fenster und Fensternische F146 im Zimmer „Madrid“ nach der Erneuerung, AB Haase*

Der sommerliche Wärmeschutz ist über die dicken Burgmauern und die neuen Fenster in Kombination mit den Lüftungsanlagen gewährleistet. Der rechnerische Nachweis nach DIN 4108-2 2013-2 berücksichtigt nicht die tatsächlich entscheidenden Baumassen und Komponenten. Eine Aussage über das tatsächliche Raumklima ist damit durch den rechnerischen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 nicht möglich. Die DIN 4108-2 2013-2 wird gem. 3.1.1 nur auf Neubauten angewendet. Die Anforderungen gelten nicht „nachträglich“ für bereits bestehende Gebäude oder Gebäudeteile. Hier gelten die Anforderungen zum Zeitpunkt der Errichtung. Bei Neubauten wird die Berechnung gem. DIN zudem auf die Räume mit den höchsten Anforderungen begrenzt.

Der sommerliche Wärmeschutz nach DIN 4108-2 kann üblicherweise mit einer außenliegenden Beschattung der Fenster erfüllt werden, die hier jedoch aus Denkmalschutzgründen nicht möglich ist. Alternativ könnte aktiv gekühlt werden, was weder finanziell noch ökologisch sinnvoll wäre. Möglich ist eine Kombination aus Sonnenschutzglas bei den neuen Fenstern und innen liegenden hellen Vorhängen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Lichttransmission bei Sonnenschutzgläsern geringer wird. Untersucht wurde der hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes ungünstigste Aufenthaltsraum, der mit neuen Fenstern ausgestattet wird. Es handelt sich um den Tagesraum 1.36 „Den Haag“. Mit der Kombination Sonnenschutzglas ( $U_g$  1,1,  $g$ -Wert 0,27, Lichttransmission 0,50) und hellen Vorhängen auf der Innenseite kann ein  $s_{\text{vorh}}$  von 0,042 gegenüber einem  $s_{\text{max}}$  von 0,057 erreicht werden. Der nach EnEV zulässige Wert wird damit um 26 % unterschritten. Diese Sonnenschutzverglasung kam zur Ausführung. Die Wirkung ist so gut, dass auf die zusätzlichen, beschädigungsanfälligen Sonnenschutzvorhänge verzichtet werden konnte. Ein Problem mit unerwünschter Aufheizung im Sommer besteht nicht mehr.



*Bild 31: Blick auf die hofseitigen neuen Küchenfenster, AB Haase*

Für die teilweise neu errichtete Küche im Burgmauerflügel ergibt sich bei Einbau des gleichen Sonnenschutzglases, aber ohne Vorhänge (Hygiene) ein  $s_{\text{vorh}}$  von 0,023 bei  $s_{\text{max}}$  von 0,063 und damit eine Unterschreitung des zulässigen Werts um 63 %. Dies ist auf die relativ geringe Fensterfläche in Relation zur Fläche des Raumverbundes und die Verschattung auf der Nordseite zurückzuführen. Hier wurde entsprechend ein Glas mit einer höheren Lichttransmission eingesetzt, ohne dass es zu Problemen beim sommerlichen Wärmeschutz führt.

Im Unterschied zu den Bauteilen D, E, F und auf der Feldseite von Bt. G konnte auf der Hofseite des Burgmauerflügels G eine Außendämmung denkmalgerecht umgesetzt werden. Der neue Anbau wurde massiv mit Außenwänden aus 49 cm dicken, perlitegefüllten Leichthochlochziegeln mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,08 \text{ W/mK}$  hergestellt. Das Anbaudach wurde mit einer 80 mm starken Unterdeckung aus Holzfaserdämmplatte mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,046 \text{ W/mK}$  und einer 16 cm hohen Zwischensparendämmung aus Zelluloseflocken mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$  gedämmt. Die bestehende Außenwand im Obergeschoss wurde mit 16 cm starken Fassadendämmplatten aus Mineralwolle mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$  versehen. Die vorhandene offene und lose Zelluloseflockendämmung auf der obersten Geschossdecke des Burgmauerflügels war stellenweise durch Zugluft verweht, so dass Lücken in der Wärmedämmung vorhanden waren. Sie wurde in dem neuen, geschlossenen Deckenaufbau wiederverwendet.



*Bild 32: Die gedämmte Unterseite des Flurs im Obergeschoss von Bt. D, AB Haase*

Mit einer Außendämmung aus Mineralwolleplatten WLG 035 wurde auch die freie Unterseite des Obergeschossflurs im Bt. D gedämmt. Die Thermographieuntersuchungen hatten hier massive Energieverluste aufgezeigt. Die ausgeführte Dämmstoffstärke von 80 mm wurde hier durch die begrenzenden historischen Bauteile vorgegeben.

### **3.2.6 Weitere Baumaßnahmen**

Der Burgmauerflügel (Bt. G) mit der Burgküche im Erdgeschoss und der Verwaltung im Obergeschoss wurde am stärksten verändert. Der Bestand im Küchenbereich war zu eng, die Küchentechnik veraltet, die Betriebsabläufe nicht funktionsgerecht, die Lüftung nicht funktionsfähig und der Küchentechnik verursachte einen sehr hohen Energieverbrauch. Sie war bei den letzten Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen der 1980/90er Jahre und 2000 nicht modernisiert worden und befand sich noch weitgehend auf dem Stand Ende 1950er Jahre.





*Bild 33: Der Burgmauerflügel (Bt. G) vor dem Küchenanbau, AB Haase*



*Bild 34: Der Burgmauerflügel mit neuem Küchenanbau und Außentreppe, AB Haase*



*Bild 35: Die warme Küche im Anbau, mit Herd, Griddleplatte und Abluftanlage, AB Haase*

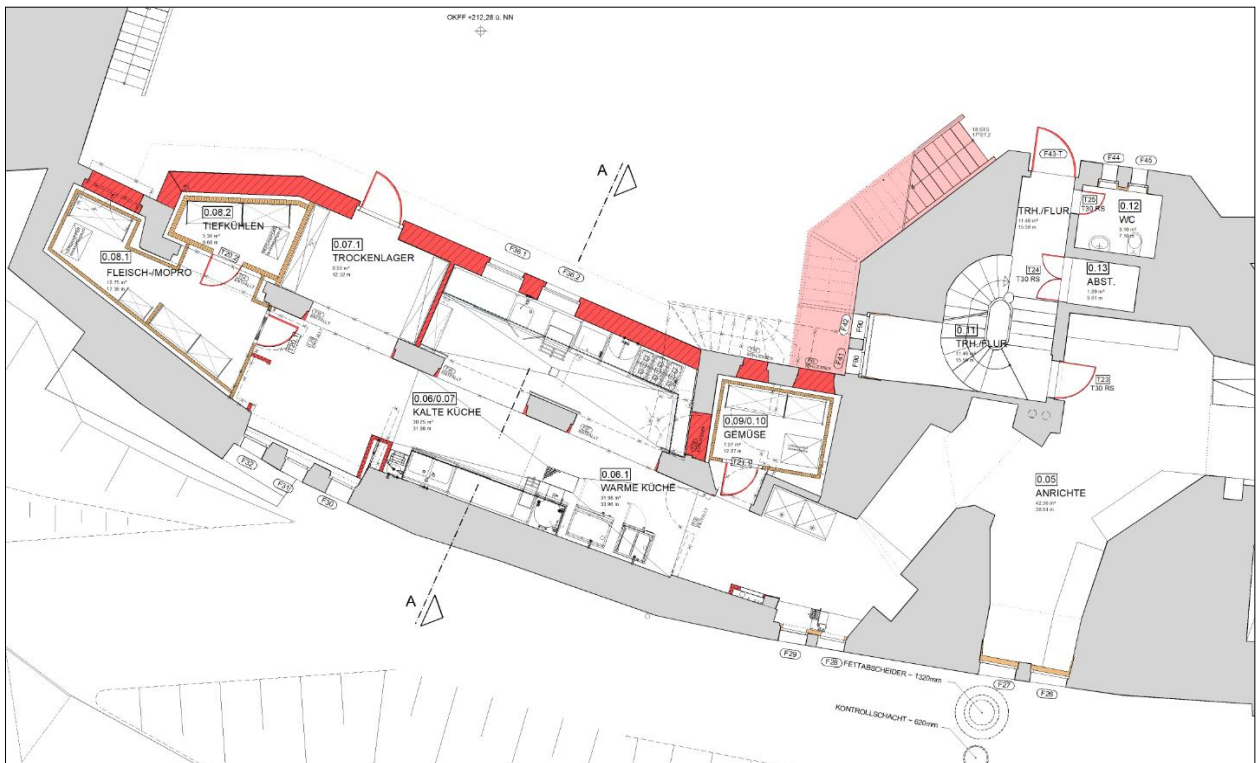
Lediglich die Spülküche im Erdgeschoss des Wohnturms F war in der Sanierung ab 1986 erneuert worden. Dabei war jedoch weder die Problematik der Lüftung noch die der Küchenabwässer gelöst worden. Kühlmöglichkeiten bestanden nur in Form von Kühlschränken und -truhen. Letztere befanden sich im Keller des Turms F, und damit für die Betriebsabläufe an sehr ungünstiger Stelle. Undichtigkeiten in der Decke zwischen Küche und Verwaltung führten durch die stark feuchtebelastete Luft zu Bauschäden im Bodenbelag der Verwaltung.

Der alte Küchenbereich wurde abgebrochen und neu zum Hof hin durch einen erdgeschossigen Anbau vergrößert. Die Bögen der ehem. hofseitigen Außenfenster wurden zu internen Durchgängen zwischen den Küchenbereichen. Die alte Bodenplatte wurde abgebrochen und eine neue hochwärmegedämmte Bodenplatte eingebaut. Die Küche wurde hinsichtlich der Betriebsabläufe optimiert und überwiegend mit neuen, effizienteren Geräten ausgestattet. Der Herd wurde wieder als Gasherd ausgeführt, da die elektrische Variante den Anschluss überlastet hätte. Die Gasanlage mit ihren Anschlüssen wurde den aktuellen Vorschriften gemäß überarbeitet. Es wurden drei hochgedämmte Kühlräume für Milchprodukte/Fleisch, Gemüse und Tiefkühlen eingebaut. Die aktuellen Vorschriften hinsichtlich Arbeitssicherheit (z.B. Fußböden mit Rutschhemmung R13 B) und Hygiene werden nun vollständig erfüllt. Die Küchenabwässer werden separat gesammelt und über einen neuen, unterhalb in der Geländestufe des Zwingers eingebauten Fettabscheider geführt. Der Neubaubereich wurde hochwärmegedämmt (U-Wert von ca.  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ausgeführt und die Bestandsmauer zum Hof von außen gedämmt. Durch Neuanschaffung energiesparender Küchengeräte sowie dem Einbau einer Lüftungsanlage mit effizienter WRG wird der Burgküchenbereich inkl. Küchenbetrieb in Zukunft deutliche Energieeinsparungen erreichen.





Bild 36: Der neue Gemüse Kühlraum, AB Haase



Zeichnung 9: Grundriss der neuen Küche (Rot= neues Mauerwerk, Grau=Bestand), AB Haase



*Bild 37: Blick über den Burghof auf den nördlichen Bergfried und den neuen Küchenanbau (links), AB Haase*

Die über der Küche befindlichen Verwaltungsbüros blieben im Bestand erhalten, Es wurden jedoch teilweise neue denkmalgerechte Fenster mit Dreifachverglasung eingebaut, der Lüftungsschacht zur Verbindung der Zu- und Abluftanlage im Erd- und im Dachgeschoss wurde hergestellt, die Luftdichtigkeit deutlich verbessert und alle Innenwand- und Deckenbekleidungen erneuert. Die oberste Geschossdecke wurde instandgesetzt und der Boden im Dach inkl. Wärmedämmung neu aufgebaut. Die vorhandenen Wärmebrücken und Undichtigkeiten wurden behoben. Die feldseitigen Fenster konnten aus Kostengründen noch nicht erneuert werden.

Der Verteilerraum vor dem Eingang in die Verwaltungsbüros im Obergeschoss wird durch eine neue Außentreppe am Turm F erschlossen. Sie war als 2. Rettungsweg aus Brandschutzgründen erforderlich. Die bestehende Treppe aus der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts musste dem neuen Küchenanbau weichen. Der alte, energetisch sehr ungünstig in die Gebäudehülle eingreifende Treppenvorplatz wurde geschlossen und der Verteilerraum hierdurch vergrößert.

Außentreppe und Küchenanbau wurde so geplant, dass bei einer bestmöglichen funktionalen Gestaltung der Küche trotzdem die geringsten neuen Baumassen hinzugefügt werden mussten, um einerseits die Kosten zu reduzieren und andererseits den Blick über den Burghof auf den romanischen Bergfried (Bt. H) so wenig wie möglich zu verstellen. Durch das Abknicken des Anbaus am nördlichen Ende konnte die Bergfriedwand sogar wieder besser freigestellt werden, als dies zuvor der Fall war.





*Bild 38: Neue Schlafempore im Zimmer „Madrid“ und Waschbecken im Raum vor der neuen Sanitärzelle, AB Haase*

Im Ost- und Westflügel der Burg (Bt. D und E) wurden bei der Sanierung der Beherbergungszimmer nicht nur die Fenster- und Fensternischen energetisch optimiert und Lüftungsanlagen mit WRG hergestellt, sondern auch zusätzliche Sanitärräume eingebaut, um die Zukunftsfähigkeit der Burg als Jugendfreizeit- und -bildungseinrichtung und damit auch die getätigten Investitionen längerfristig zu sichern. Gruppenschlafräume ohne eigenen, unmittelbar angeschlossenen Sanitärraum sind nicht mehr zeitgemäß. Die Nutzerakzeptanz nimmt rapide ab. Um dennoch möglichst wenige Übernachtungsplätze zu verlieren, was wiederum die Wirtschaftlichkeit des Betriebs gefährdet hätte, wurden, je nach Raum unterschiedliche, auf die Situation und die historischen Zimmerdecken Rücksicht nehmende Schlafemporen eingefügt.

Im Zimmer „Madrid“ musste wegen des sehr ungünstigen Raumzuschnitts der Zimmereingang verlegt werden, um eine neue Sanitärzelle mit Dusche und WC herstellen zu können. Das Waschbecken musste aus Platzgründen direkt im Raum angeordnet werden. Dies entzerrt jedoch auch die Nutzung. Tatsächlich ist das zuvor eher unbeliebte Zimmer nach der Sanierung in der Nutzerresonanz zu einem der beliebtesten Beherbergungszimmer der Burg geworden



*Bild 39: Blick auf Sanitärzelle und Schlafempore von Zimmer „Bern“, AB Haase*

In den Zimmern „Bern“, „Rom“ und „Wien“ im Bt. D konnten die Sanitärzellen gleichmäßig mit Dusche, Waschbecken und WC ausgestattet werden. Die darüber liegenden Schlafemporen sind so angeordnet, dass innerhalb des offenen Raumes eine Art Eingangszone entsteht.

In den Zimmern „Paris“ und „Brüssel“, in denen bereits Sanitärzellen, und Emporen vorhanden waren, mussten diese ebenfalls umgebaut werden, da bislang keine Lüftung vorhanden war und die Feuchtebelastung aus den Bädern direkt in den Schlafrum ging.



*Bild 40: Blick in den neuen Sanitärraum von Zimmer „Bern“, AB Haase*

Im Bt. E wurden nur die beiden Gruppenleiterzimmer „Bär“ und „Steinbock“ mit einem neuen, gemeinsamen Sanitärraum mit Dusche und WC versehen. Die Waschbecken wurden wieder in den jeweiligen Zimmern angebracht. Hierzu wurde zusammen mit dem Burgpersonal ein einfaches, aber effizientes Schließsystem für die Zwischentüren entwickelt.

Die Durchführung der feuerbeständigen Lüftungsschächte durch die Zwischendecken und die Räume im Dachgeschoss war wegen der mehrlagigen, erst während der Bauzeit einsehbaren Deckenkonstruktionen und den hohen Brandschutzauflagen sehr komplex. Die denkmalgeschützten Räume und Decken im Obergeschoss und die ohnehin engen Beherbergungszimmer im Dachgeschoss sollten möglichst wenig beeinträchtigt werden. Für jedes Lüftungsgerät musste eine individuelle, an die jeweilige Raumsituation optimal angepasste Lösung entwickelt werden.

Im Bereich der ehem. „Gärtnerei“ am Süden des westlichen Zwingers, wurde nicht nur die neue Heizzentrale in die Ecke der Zwingermauer eingefügt, sondern auch eine neue Lagerhalle für sperriges Material und als Unterstellplatz für Traktor und Aufsitzrasenmäher hergestellt. Das Lagerhallendach wurde über die Durchfahrt gezogen, um mehr Abstellfläche, vor allem aber die nötige Dachfläche für Photovoltaik und Solarthermie zu schaffen. Die Lagerhalle wurde in einer kostensparenden Holzkonstruktion errichtet. Die stark beschädigte Zwingermauer wurde statisch gesichert, instandgesetzt und partiell wieder auf die frühere Höhe ergänzt, um die Heizzentrale komplett dahinter verschwinden zu lassen. Die südliche Abschlussmauer des Zwingers zur Auffahrt hin wurde mit einem Sandstein-Torpfosten ergänzt und ein neues, denkmalgerecht gestaltetes Einfahrtstor eingebaut.



*Bild 41: Die neue Lagerhalle. Blick nach Süden, AB Haase*



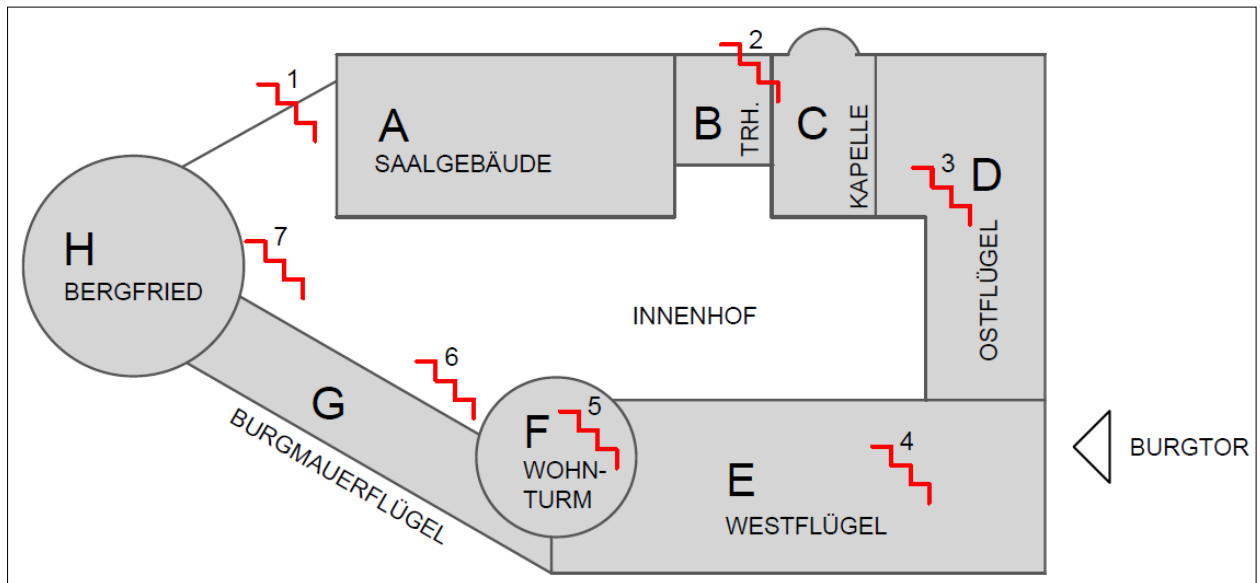


*Bild 42: Blick auf die wiederhergestellte Lagerhallenzufahrt und das neue Tor, AB Haase*

### **3.2.7 Brandschutz**

In der Vergangenheit wurde kein umfassendes Brandschutzkonzept für die Gesamtanlage von Burg Rieneck erstellt. Es wurden lediglich - wie üblich - im Bereich von Umbaumaßnahmen behördliche Auflagen gemacht und umgesetzt. Eine Brandmeldeanlage (BMA) war nur im Saalgebäude vorhanden. Durch die Einführung der Beherbergungsstättenverordnung von 2007 wurden die Brandschutzauflagen deutlich erhöht. Durch die - aufgrund von zusätzlichen Forderungen der Zuschussgeber, insbesondere des BJR - erforderlichen Umbauten der Beherbergungszimmer wurde von Seiten der Bauaufsicht der Bestandsschutz für den Brandschutz der Burg in Frage gestellt und ein neuer Brandschutznachweis für die gesamte Burganlage verlangt. Die bestehenden und genehmigten Brandschutzmaßnahmen wurden inkl. der bauzeitlichen Baurechtsprechung recherchiert und so der unter den Bestandsschutz fallende Teil und der der Nachrüstungsbedarf an Brandschutzmaßnahmen ermittelt. Da es sich um ein jahrhundertealtes Bau- und Kulturdenkmal mit zahlreichen Umbau- und Modernisierungsphasen handelt, war dies ein sehr komplexes Unterfangen. Die vorhandenen historischen und denkmalgeschützten Konstruktionen und Bekleidungen entsprechen an vielen Stellen nicht dem von der aktuellen bayerischen Bauordnung geforderten Standard. Dies betrifft nicht nur etwa historische Holzbalkendecken und Treppen, sondern beispielsweise auch spezielle Rapid-Betonbalkendecken aus den 1920er Jahren im Bereich des Burgmauerflügels, die erst während der Ausführung erkennbar wurden.





Zeichnung 10: Schema der notwendigen Treppenräume, AB Haase

Es mussten entsprechend zahlreiche Abweichungen beantragt und Kompensationen geplant werden. Für die Prüfung wurde ein externer Prüfsachverständiger für Brandschutz beauftragt, mit dem alle Planungen und Ausführungsdetails abgestimmt wurden.

Aufgrund des räumlichen Zuschnitts konnte die Kernburg als ein Brandabschnitt definiert werden. Hierdurch konnte die aufwändige Herstellung bzw. der technische Nachweis von inneren Brandwänden entfallen. Alle Bereiche der Burg mit Ausnahme der Kapelle und des Programmbüros verfügen über zwei unabhängige bauliche Rettungswege.

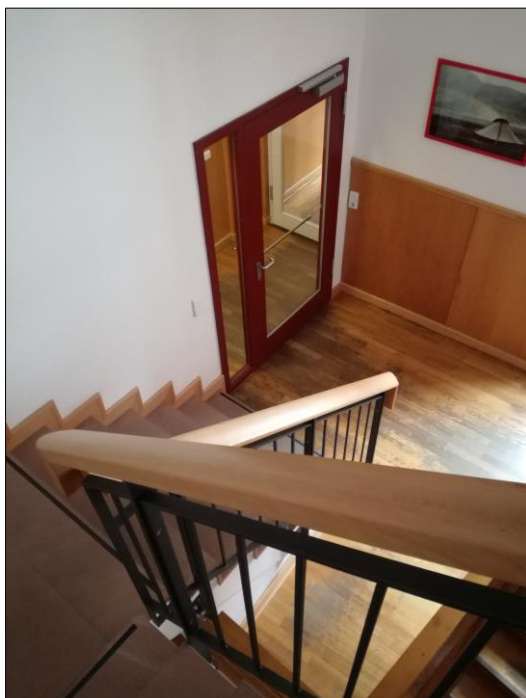


Bild 43: Bt. D, neue Brandschutztreppenraumwand mit Tür T30-RS und neuer Treppenlauf, AB Haase



*Bild 44: Neue Trennwand zwischen Flur und Treppenhaus im DG, Bt. E, mit Tür T30-RS, AB Haase*

Im Burghof ist eine mobile stationäre Rettungsleiter angebracht. Sie ist insbesondere zum Anleiten der Fensteröffnung von Raum 2.20 über der Kapelle erforderlich, da die Wohnung der Freiwilligendienstler über der Kapelle nicht über einen zweiten baulichen Rettungsweg verfügt.

Hinsichtlich der Treppen und notwendigen Treppenräume wurden zur weiteren Verbesserung der Sicherheit einige Ergänzungsmaßnahmen ausgeführt. Ein neuer Treppenlauf wurde im Bauteil D in F 90 hergestellt. Eine Brandschutzwand F 90 wurde mit einer Brandschutztür T 30 RS zwischen Treppenhaus und Flur im Bauteil D im 1. OG eingebaut. Dadurch entfällt dort die bisherige Notwendigkeit eines 2. Rettungswegs durch Anleiten. Fehlende Feuerschutztüren wurden ergänzt und Flurbereiche unterteilt um die notwendigen getrennten Rettungswege herzustellen. Alle Türen von Beherbergungszimmern wurden mit Obertürschließern ausgestattet.

Es wurde eine flächendeckende Brandmeldeanlage, Kategorie 1, gem. DIN 14675 bzw. DIN VDE 833-2 hergestellt. Dabei musste auch die bestehende Brandmeldeanlage im Saalgebäude erneuert werden. Die Sicherheitsbeleuchtung innerhalb der Burggebäude wurde gemäß der aktuellen Vorschriften ergänzt und erneuert. Zusätzlich wurde zur Sicherung der Rettungswege bis zum Sammelplatz vor der Kernburg eine äußere Sicherheitsbeleuchtung hergestellt.



*Bild 45: Die Anschlussarmatur der neuen, trockenen Feuerlöschleitung am Eingang zum Saalgebäude, AB Haase*

Die vorhandenen Nasssteigleitungen wurden im Brandabschnitt AB zu einer Trockensteigleitung umgebaut. Feuerlöscher werden in geeigneter Anzahl und Verteilung vorgehalten bzw. wurden ergänzt. Es wurden neue Flucht- und Rettungswegpläne, eine Brandschutzordnung und Feuerwehrpläne erstellt. Vor dem Burgtor wurde ein Feuerwehrschränke errichtet.

Die Burg ist von außen durch die Feuerwehr anfahrbar. Der Burghof hingegen ist wegen der engen, steilen und abknickenden Tordurchfahrt nicht mit Löschfahrzeugen zu erreichen. Vor der Kernburg sind Hydranten vorhanden. Ein Unterflurhydrant im Burghof musste unplanmäßig erneuert werden, da bei der Freilegung im Zuge der Herstellung der neuen Anschluss- und Abwasserleitungen ein mangelhafter Zustand festgestellt wurde.

Eine Blitzschutzanlage ist nur beim Saalbau (A/B), bei den Bauteil C und E und bei den beiden Türmen vorhanden gewesen. Aufgrund der exponierten Lage der Burg, die denkmalgeschützte Bausubstanz und die Funktion als Beherbergungsstätte ist eine Vervollständigung des Blitzschutzes inklusive der Herstellung eines Ringerders um die gesamte Kernburg herum durchgeführt worden.



*Bild 46: Der überfahrbare, rollstuhlgerechte Plattformlift zum Speisesaal, AB Haase*

### **3.2.8 Barrierefreiheit**

Es musste aufgrund bauaufsichtlicher Auflagen und darüber noch hinausgehender Förderauflagen des BJR eine Barrierefreiheitskonzept für die gesamte Burganlage erstellt werden. Die bereits bestehenden Einrichtungen im Saalgebäude (Rampe im Burghof, rollstuhlgerechter Aufzug, zwei barrierefreie Bäder und entsprechende Beherbergungszimmer) wurden durch zusätzliche Maßnahmen ergänzt. Die neuen Treppen wurden normgerecht barrierefrei ausgeführt. Der Eingang des Saalgebäudes wurde mit zusätzlichen barrierefreien Handläufen und Beschriftung in Braille-Schrift ausgestattet.

Der wesentlichste bisherige Schwachpunkt, die fehlende barrierefrei Erschließung des Speisesaals, wurde durch den Einbau eines rollstuhlgerechten Plattformlifts behoben. Bisher mussten Rollstuhlfahrer/-innen mit Hilfe von mobilen Rampen und erheblichem Personaleinsatz in den Speisesaal befördert werden. Eine Teilhabe ohne Hilfestellung war nicht möglich. Für den neuen Rollstuhlzugang wurde eine vermutete gotische Spitzbogentür in der wettergeschützten Durchfahrt durch das Bauteil E wieder freigelegt und geöffnet. Der Plattformlift ist eine Sonderkonstruktion, die im eingefahrenen Zustand komplett im Boden versenkt wird. Nur die Bediensäule bleibt sichtbar. Erst bei Nutzung fahren die vorgeschriebenen Seitenwände als Absturzsicherung aus. Die Steuerung des Lifters ist mit einer neuen, wärmeisolierten Eingangstür gekoppelt. Wegen der spitzbogigen Türform musste ein spezieller automatischer Untertürschließer installiert werden.





Bild 47: Barrierefreier Handlauf am Eingang Saalgebäude, mit Beschriftung, AB Haase

### 3.2.9 Stand der Wissenschaft und Technik

Denkmalgeschützte Gebäude sind weitgehend von den Vorschriften der EnEV befreit. Dies ist zwar momentan bequem, führt aber langfristig zu den Problemen, dass der wirtschaftliche Betrieb dieser Gebäude durch steigende Energiepreise immer mehr erschwert wird.

Oftmals wird im Bereich größerer denkmalgeschützte Gebäude lediglich der Brennstoff von fossiler Energie auf Biomasse umgestellt. Dies mag u. U. momentan Kosten einsparen, ist jedoch weiterhin mit Verbrennungsvorgängen und mit steigenden Verbrauchskosten verbunden.

An der Burg Rieneck konnte deutlich gezeigt werden, dass nicht nur eine effizientere Energieverwendung auch bei Denkmälern grundsätzlich möglich, sondern auch das Ziel, möglichst viel Umweltenergie auf dem eigenen Grundstück zu gewinnen und einzubinden erreichbar ist. Hier bietet sich die direkte und indirekte Solarnutzung in Verbindung mit entsprechender Technik der Solarenergiesammlung bzw. Umwandlung in Strom in Verbindung mit Wärmepumpen an.

Um die Energiewende zu vollziehen, muss auch im historischen Baubestand versucht werden Verbrennungsvorgänge in Zukunft möglichst zu vermeiden und stattdessen Solarenergie zu nutzen. Hierzu ist es notwendig energetische Konzepte zu entwickeln, die individuell auf das jeweilige historische Gebäude und seine Rahmenbedingungen zu geschnitten sind. Die bisherige Gewohnheit in der Haustechnikpla-

nung mit nur einem Wärmeerzeugersystem pro Gebäude auskommen zu wollen, wird dabei in Frage zu stellen sein. In vielen Fällen, so auch bei Burg Rieneck, ist es erst durch eine innovative Verbindung unterschiedlicher Komponenten möglich jahreszeitlich angepasst zu optimalen Ergebnissen zu kommen. Es daher notwendig, derzeit höhere Aufwendungen zu leisten, die in späteren Jahren bei großflächiger Einführung der Techniken als selbstverständlich betrachtet werden oder aber auch durch größere Nachfragen sich verbilligen.

### 3.2.10 Innovativer Charakter des Projektes

Die Innovation des Projekts Burg Rieneck besteht darin, die Energiewende in Kleinen zu vollziehen, indem es durch eine komplexe Kombination unterschiedlicher Energieerzeuger möglich wird ein denkmalgeschütztes Burggebäude vollständig regenerativ und mit einem möglichst geringen Anteil an Biomasseverbrennung zu heizen und mit Trinkwarmwasser zu versorgen. Dabei werden die Einzelkomponenten nicht wie üblich für sich betrachtet, sondern zu einem komplexen Gesamtsystem vernetzt. Die Photovoltaik-Anlage wird nicht zum Einspeisen von Strom (bei höherer Vergütung) ins öffentlichem Netz verwendet, sondern dient als Gesamtsystem PV zur Energieversorgung der Wärmepumpen.



*Bild 48: Solarthermie, Photovoltaik und Wärmepumpen in der Kombination mit Lagerflächen, AB Haase*



Die Wärmepumpen nutzen die vorhandene Umweltenergie und werden mit thermischer Solartenergie so genutzt, dass die jeweils günstigste und sparsamste Variante zur Energieerzeugung zum Einsatz kommt. Die Synergie zwischen PV-Strom und Solarthermie wird bisher in der Praxis fast nie genutzt. Sie stellt jedoch eine wichtige Zukunftstechnologie dar, da bereits jetzt Solarthermie zwar einen sehr hohen Energieerzeugungsfaktor besitzt, dieser jedoch durch eine ungünstige Einbindung in das Heizsystem oft verloren geht. Vorrangig wird Solarthermie bisher zur TWW-Bereitung verwendet.

Die Einstrahlungsgewinne unterhalb 40°C gehen meistens verloren. In der Burg Rieneck wird der Nutzungsgrad der Solarthermie durch den Verbund mit Wärmepumpen und Pufferspeicher deutlich erhöht. Es können immer die maximalen Erträge gewonnen werden, z. B. trüben Tagen mit relativ milden Temperaturen durch die LW-Wärmepumpen und bei kaltem, aber klarem und sonnigem Winterwetter durch die Solarthermie. Selbst bei geringen Erhöhungen der Mischtemperatur im Kaltspeicher steigt die Effizienz der Gesamtanlage schon deutlich an. Die Nutzung von drei kleinen Wärmepumpen, statt einem Großgerät, hat eine ganze Reihe von Vorteilen. Dabei sind die Investitionskosten nicht unbedingt höher. Durch die Schaltung in Kaskade kann, wie auch bei den Pelletkesseln, abgestimmt auf das Temperaturangebot und den aktuellen Energiebedarf immer ein guter Wirkungsgrad erreicht werden. Der Bedarf an Pumpenstrom für den Betrieb wird auf das notwendige Maß reduziert. Zudem führt der Ausfall eines Geräts nicht gleich auch zu Verlusten in der Energiegewinnung. Weiterhin wird durch die Einbindung einer Hochtemperatur-WP in ein zweistufiges System gezeigt, dass Wärmepumpen effizient Zieltemperaturen von 65-70°C leisten können, wenn die VL-Temperatur z. B. durch Wärme aus den Solarkollektoren bereits ca. 20°C beträgt. Hierbei wird immer noch ein COP von mehr als 3,5 erreicht. Drei Luft-Wasser-Wärmepumpen bedienen hauptsächlich den Heizkreis und können auch dann Wärme liefern, wenn die Kollektoranlage keine hohe Einstrahlungen erfährt, aber die Umgebungstemperatur der Luft ausreicht. Diese kombinierte Einsatzweise von Luft-Wasser-WP ist eine bedeutende Verbesserung zu den marktüblichen Produkten für Einfamilienhäuser. Es wird gezeigt, dass ein signifikantes Verbesserungspotential im Bereich der Anwendung Luft-Wasser-WP in Verbindung mit thermischen Solarkollektoren, einem Pufferspeicher-System und einer intelligenten Steuerung nutzbar ist.

Eine bedeutende Innovation stellt zudem der Umgang mit den dicken Naturstein-Mauerwerkswänden und deren tiefen Fensternischen dar. Der Fenstertausch und -einbau wird nicht isoliert betrachtet, sondern die Nische wird insgesamt thermisch saniert.

Maßnahmen zur Wärmedämmung werden gezielt an der effizientesten Stelle eingesetzt und damit ein wesentlich besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis in der Sanierung erreicht. Die Lebensdauer der Fenster wird erhöht, die bisherige Schimmelproblematik gelöst und der Endenergieverbrauch an der Burg um mehr als 30 % reduziert. Eine isoliert betrachtete „Nur-Fensteraustausch-Aktion“ bedeutet bei ca. 250 m<sup>2</sup> Fensterfläche eine Energieeinsparung von ca. 30.000 - 35.000 kWh/a. Bei einer zusätzlichen starken Dämmung hinter den Heizkörpern und der Anbringung der vorher beschriebenen Dämmputze mit hochdämmenden Leichtputzen an der Leibung und dem Sturz der Bruchsteinfensternische ist jedoch ein zusätzliches Energieeinsparpotential von 100.000 - 120.000 kWh/a gegeben. D. h. in einem denkmalgeschützten Gebäude muss ein bedeutendes Augenmerk auf die differenzierte Wärmedämmung des gesamten Fensterumgriffs einer Bruchsteinwand gelegt werden.



*Bild 49: Energetisch optimierte Fensternische mit denkmalgerechten Fenstern im Speisesaal, AB Haase*

Durch den Verzicht auf eine flächendeckende Innendämmung bleiben die Speichermassen der Wände wirksam, die raumklimatisch ein wesentliches Qualitätsmerkmal dieser Bauten sind. Die durchgeführten Maßnahmen lassen sich im Prinzip auf viele denkmalgeschützte Massivgebäude anwenden. Das Besondere ist, dass keine Nutzfläche verloren geht und das Erscheinungsbild der Nische weitgehend erhalten bleibt. Dennoch wird die Schimmelproblematik beseitigt, kalte Zugluft aus dem Fensterbereich vermieden und die VL-Temperatur für die Heizung kann über weite Teile der Heizperiode verringert werden. Dies führt wiederum zu einer Effizienzsteigerung im Bereich der regenerativen Energiegewinnung.

Zum ersten Mal in Deutschland wurde ein rollstuhlgerchter Plattformlift eingebaut, der inkl. der Absturzsicherung vollständig in den Boden absenkbar und dann überfahrbar ist. Damit ist es möglich entsprechende Einrichtungen auch auf der Schauseite von sensiblen Baudenkmalern und im öffentlichen Raum, wie z.B. in Fußgängerzonen, anzuordnen, ohne das Erscheinungsbild nachhaltig zu verschlechtern oder den Fußgänger- und Lieferverkehr zu behindern. Bislang werden in solchen Fällen in Deutschland die Lifter auf die Rückseite von Gebäuden verlegt, wo sie schlecht auffindbar und erreichbar sind. Eine gleichberechtigte Teilhabe von Menschen mit Behinderung ist so aber nicht möglich. Die Lösung erlaubt es auch Bestandsgebäude barrierefrei zu erschließen, die nur von der Straßenseite aus zugänglich sind und bei denen eine Verlegung ins Gebäudeinnere aus Platz- oder Denkmalgründen ausgeschlossen ist. Derartige Objekte sind in historischen Innenstädten häufig anzutreffen. Die modellhafte Umsetzung in Burg Rieneck bietet somit ein Beispiel, wie vielerorts älteren oder behinderten Menschen länger ein normales Leben in der Mitte der Gesellschaft ermöglicht werden kann.



Es galt bei dieser Baumaßnahme sehr viele Interessen, Notwendigkeiten und durch Gesetze bzw. Vorschriften verursachte Nachrüstungen gleichermaßen abzustimmen und umzusetzen. Hierbei mussten jeweils die Kostenaspekte und -einhaltungen berücksichtigt werden, da die finanziellen Mittel strenge Eingrenzungen hatten. Jedoch wurde immer darauf geachtet, die Energieversorgung der Burg in Zukunft CO<sub>2</sub>-neutral bzw. mit regenerativen Energieträgern zu versorgen. Weiterhin wurde auch das Ziel, den Holzpelletverbrauch möglichst niedrig zu halten, verfolgt und umgesetzt.

Synergieeffekte wurden ermittelt und konsequent genutzt. So hatte der Burgbetrieb z. B einen großen Bedarf an Lagerflächen für Material im Außenbereich und zum Einstellen von Nutzfahrzeugen. Die Schaffung einer neuen, größeren Lagerüberdachung in räumlicher Nähe zu der neuen Heizzentrale ergab gleichzeitig die benötigten Dachflächen für die Installation von Ost-West gerichteten PV-Modulen.

### **3.2.11 Öffentlichkeitsarbeit**

Das Bildungs- und Erholungswerk Burg Rieneck e.V. versteht sich als Bildungsstätte für junge Menschen. Die Burg Rieneck wird vor allem von Schulklassen der fünften bis achten Jahrgangsstufen sowie Pfadfinder\*innengruppen und Konfirmand\*innenfreizeiten frequentiert.

Da die Burg Rieneck als das Bundeszentrum des Verbandes Christlicher Pfadfinderinnen und Pfadfinder (VCP) fungiert, ist dem Team der Burg Rieneck das Bewusstsein für die eigene Umwelt und der Erhalt der Natur sehr wichtig. Den Gruppen wird daher eine Vielzahl an Programmen angeboten, bei welchen Natur und eigene Umwelt bereits integraler Bestandteil sind.

Aufgrund der stattgefundenen energetischen Sanierung sollen sie nun um ein Thema erweitert werden: Den Einfluss des eigenen Energieverbrauchs auf die Umwelt. - Als Bildungswerk ist es Aufgabe der Burg Rieneck, Kinder und Jugendliche für den Klimawandel und die miteinhergehende Klimaerwärmung zu sensibilisieren und Möglichkeiten sowie Inspiration zu bieten, den eigenen ökologischen Fußabdruck sowie den eigenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren bzw. neutral zu halten. Zudem sind die Gruppenleitungen und Lehrkräfte der Gruppen Multiplikator\*innen in der Gesellschaft, die das auf der Burg Rieneck angebotene Programm weiterverbreiten können. Somit hat die Burg Rieneck einen sehr weiten Wirkungsgrad.

Da sich die Burg Rieneck dank der energetischen Sanierung nun komplett über regenerative Energien versorgt und selbst einen wesentlich besseren ökologischen Fußabdruck als zuvor vorzuweisen hat, kann die Synergie der verschiedenen Energieerzeuger als Beispiel für andere Gruppen- oder auch private Häuser dienen. Das Einmalige an der Burg Rieneck ist, dass die Energieerzeuger (Photovoltaikanlage und Solarthermie mit Wärmetauschern) nicht als einzelne Komponenten betrachtet, sondern als holistisches Gesamtsystem genutzt werden.

Auch bei der Umsetzung des bestehenden Programmangebots ist daher entscheidend, ein rundes Konzept zu entwickeln, bei dem die Energieerzeugung eine wichtige Rolle einnimmt, aber nicht gesondert, sondern als Teil des Ganzen betrachtet wird.

So ist ein neues Programmpaket rund um das Thema Nachhaltigkeit und den eigenen Einfluss auf die Umwelt entstanden. Interaktiv lernen die Jugendlichen dabei wie Energie erzeugt wird, indem sie das Konzept der Burg Rieneck kennenlernen und anschließend selbst die Wirkung von Dämm- und Brennstoffen ausprobieren können. Um ein rundes Konzept zu schaffen, gibt es zudem Einheiten zu sozialer

Nachhaltigkeit, Abfallvermeidung und -verwertung sowie nachhaltiger Ernährung. In der aktuellen Gesellschaft kann und sollte ein Thema nie einzeln betrachtet werden, sondern immer im Gesamtzusammenhang - so hat das eigene Konsumverhalten von Technik beispielsweise einen großen Einfluss auf den persönlichen Energieverbrauch.

Indem den Jugendlichen das Wissen spielerisch und aktiv vermittelt wird, kann die Burg Rieneck wesentlich zu der Sensibilisierung rund um Nachhaltigkeit und der Reflexion des eigenen Verhaltens beitragen. Am Ende der Woche gehen die Jugendlichen mit neuem Wissen und Motivation nach Hause und können selbst als Multiplikator\*innen auftreten. Das Team der Burg Rieneck möchte dabei als inspirierendes Vorbild auftreten, denn der energetische Umbau zeigt, dass auch alte und denkmalgeschützte Gebäude den Anforderungen der modernen Welt dank Innovation und dem Finden neuer, ganzheitlicher Konzepte gewachsen sind.



Grafik 1: Bildschirmanzeige des Monitors im Eingangsbereich mit den aktuellen Energiemengen, BEW Rieneck

### 3.2.12 Erste Erfahrungen aus dem Betrieb

Die frühere Ölheizung wurde im Juni 2018 außer Betrieb genommen. Während der Installationsarbeiten außerhalb der Heizperiode bis Oktober 2018 wurde der Bedarf an Trinkwarmwasser durch ein sog. „Hotmobil“ mit einem Holz-Pelletkessel erzeugt. Die Feuerung erfolgte manuell mit Sackware.



*Bild 50: Hotmobil für die TWW-Erzeugung während der Bauphase im Sommer 2018, AB Haase*

Das erzeugte TWW wurde in die bestehende Anlage eingespeist. In dieser Zeit wurden 17,97 to Pellets verbraucht. Dies entspricht einer Heizleistung von ca. 86.250 kWh.

Ab Oktober 2018 bis Mai 2019 wurde ausschließlich mit der neuen Pelletheizung in der Heizzentrale geheizt, da die thermischen Solarkollektoren und die Wärmepumpen noch nicht abschließend fertiggestellt bzw. in das System eingebunden waren. Der Verbrauch belief sich in dieser Zeit nach Auskunft des Betreibers auf ca. 96 to Holzpellets. Dies entspricht ca. 460.800 kWh.

Von Mai bis Ende Oktober 2019 wurde die Pelletheizung nicht benötigt. Der Wärmebedarf konnte komplett durch die thermischen Solarkollektoren, gelegentlich mit Unterstützung durch die Wärmepumpen, gedeckt werden. Das bedeutet, dass die im Vergleichszeitraum 2018 benötigten 86.250 kWh nun komplett aus Solarenergie und Umweltwärme erzeugt werden konnte.

Es wird erwartet, dass in der Zeit von Anfang Juni 2019 bis Ende Mai 2020 die Energieverbräuche zu einem hohen Anteil über die Solarthermie in Verbindung mit den Wärmepumpen und dem Speichermanagement gedeckt werden können. Der bisherige Verlauf gibt dazu berechnete Hoffnung.

Im Strombereich wurden von der Burg 2019 bisher ca. 70.000 kWh/a Strom verbraucht. Mitte Februar 2019 ging die Photovoltaik-Anlage in Betrieb. Sie erzeugte bis Ende Oktober 2019 bereits ca. 42.000 kWh Strom. Ein hoher Anteil des Stromverbrauchs konnte in dieser Zeit also durch den eigenen PV-Strom abgedeckt werden.

In den sanierten Beherbergungszimmern mit neuen Fenstern, gedämmten Fensternischen, eigenen Sanitärräumen und Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung wird das Raumklima von den Gästen als sehr gut empfunden. Die Oberflächentemperatur der mit Dämmputz versehenen Fensterlaibungen ist spürbar höher als früher. Weder an den Fenstern noch an den Laibungen tritt noch Kondensatbildung auf.

#### 4 Fazit

Die Umsetzung der nachhaltigen Erneuerung von Burg Rieneck hat beispielhaft gezeigt, dass auch schwierige Baudenkmale, wie eine über Jahrhunderte gewachsene Burganlage in exponierter Lage, durch individuell entwickelte, innovative und interdisziplinär abgestimmte Lösungen im baulichen und energetischen Bereich zukunftssicher und längerfristig für einen wirtschaftlich tragbaren Betrieb modernisiert werden können, ohne dass der Denkmalcharakter darunter leiden muss.



*Bild 51: Blick über das Tal auf Burg Rieneck mit der neuen Heizzentrale , PV und Solarthermie, AB Haase*



Wie bereits im Rahmen der Voruntersuchung festgestellt, wird der hohe Anteil von Altbauten, die vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung in Deutschland erbaut wurden in der Öffentlichkeit als großes Problem für die Bemühungen um eine Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-immissionen dargestellt.

Dabei wird weder der tatsächliche Zustand und Energieverbrauch der Gebäude berücksichtigt, noch thematisiert, dass von der großen Zahl an Anbauten nur ein kleiner Bruchteil tatsächlich Baudenkmale oder besonders erhaltenswerte Bausubstanz sind. Keinerlei Berücksichtigung findet weiterhin auch die in den Bestandsbauten gespeicherte „graue“ Energie. Die Energie die zur Herstellung eines vergleichbaren Neubaus aufgewendet werden müsste, findet in dessen energetischer Bewertung keinen Eingang. Neubauten werden damit de facto hinsichtlich ihrer Energiebilanz positiver bewertet, als sie tatsächlich sind und Altbauten werden umgekehrt gleich in mehrfacher Hinsicht negativer dargestellt, als ihre reale Energiebilanz ist. Die gesetzlich vorgeschriebenen Berechnungsverfahren spiegeln nicht die Wirklichkeit wieder, was falsche Anreize setzt. Wie weit der rechnerische und der reale Energieverbrauch von Burg Rieneck voneinander bereits vor der jetzt umgesetzten Erneuerung voneinander abweichen, konnte exemplarisch in der Voruntersuchung belegt werden.

Beim Umgang mit Altbauten besteht, bis weit in Fachkreise hinein, große Unsicherheit. In sehr vielen Fällen wird selbst bei unproblematischen Objekten, wie Wohnungsbausiedlungen aus den 1950er Jahren, die ein hohes Einsparpotential haben, lieber nichts getan, als sich mit den komplexen bauphysikalischen, konstruktiven, rechtlichen und fördertechischen Bedingungen auseinander zu setzen. Dies liegt zum Teil auch an gesetzlichen Regelungen, z. B. in der EnEV, die eine sinnvolle energetische Sanierung für Investoren unwirtschaftlich machen. Die gerade überarbeitete Gesetzgebung zum Thema Mieterstrom ist ein erstes Anzeichen von Besserung in dieser Hinsicht. Ein großes Hindernis bei Burg Rieneck bestand z. B. darin, dass PV-Strom für den Eigenstrombedarf nur auf dem eigenen Grundstück produziert werden darf. Zudem ist die Anlagengröße willkürlich gedeckelt, wenn der private Bauherr nicht unter die Regelungen für Energieversorger fallen will, die für Privatleute praktisch nicht zu bewältigen sind. Konkret wäre eine höhere Deckung des Strombedarfs durch PV-Strom mittels der Integration weiterer burgeigener Gebäude auf getrennten Grundstücken technischen möglich gewesen, konnte wirtschaftlich aber aufgrund der Gesetzgebung nicht umgesetzt werden.

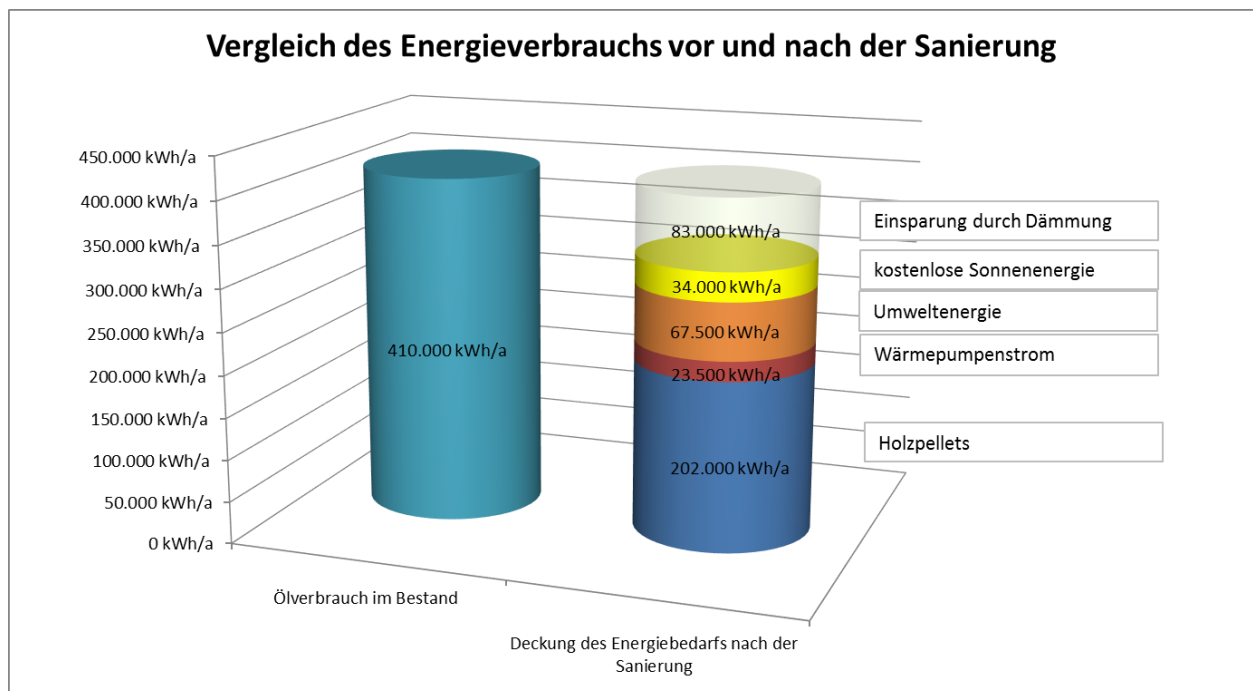
Das Alter eines Bauwerks darf nicht als Vorwand dienen, einfach nichts zu tun und hohe Energieverbräuche als unveränderlich hinzunehmen. Dies gilt grundsätzlich auch für Baudenkmäler. Schon aus Kostengründen muss der Energieverbrauch der Gebäude berücksichtigt werden: Werden die laufenden Energiekosten für den Betrieb eines Bauwerks zu hoch, kann es auf Dauer nicht mehr genutzt werden. Die energetischen Betriebskosten werden so zu einer ernsten Gefahr für den Erhalt des Denkmalbestands und des historischen baulichen Erbes in Deutschland.

Am Beispiel von Burg Rieneck konnte gezeigt werden, dass es auch schon unter den aktuellen Bedingungen möglich ist ein Baudenkmal nicht nur geringfügig durch einzelne Maßnahmen zur Wärmedämmung zu verbessern, sondern es tatsächlich zu 100 % regenerativ zu betreiben und dies auch mit dem sehr begrenzten Budget des privaten Trägers umzusetzen. Wesentlich dafür waren der Wille des Bauherrn für dieses Ziel auch Schwierigkeiten und Hindernisse überwinden zu wollen, eine integrale Planung

und eine enge und konstruktive Abstimmung aller am Bau Beteiligten über die gesamte Planungs- und Ausführungszeit hinweg und die Bereitschaft innovative Lösungen zu entwickeln und zu realisieren.

Einzelne Einschränkungen mussten dabei hingenommen werden. So wurde kurz vor der Ausführung die Produktion der einzigen bis dahin auf dem Markt befindlichen Hochtemperatur-Wärmepumpe mit Kältemittel CO<sub>2</sub> gestoppt. Hinsichtlich des Kältemittels sind die derzeit in Deutschland verfügbaren Wärmepumpen nicht optimal. Die verwendeten Kältemittel sind klimaaktiv und werden voraussichtlich bald ihre Zulassung verlieren. Technische Alternativen sind vorhanden, werden aber noch nicht auf dem Markt angeboten.

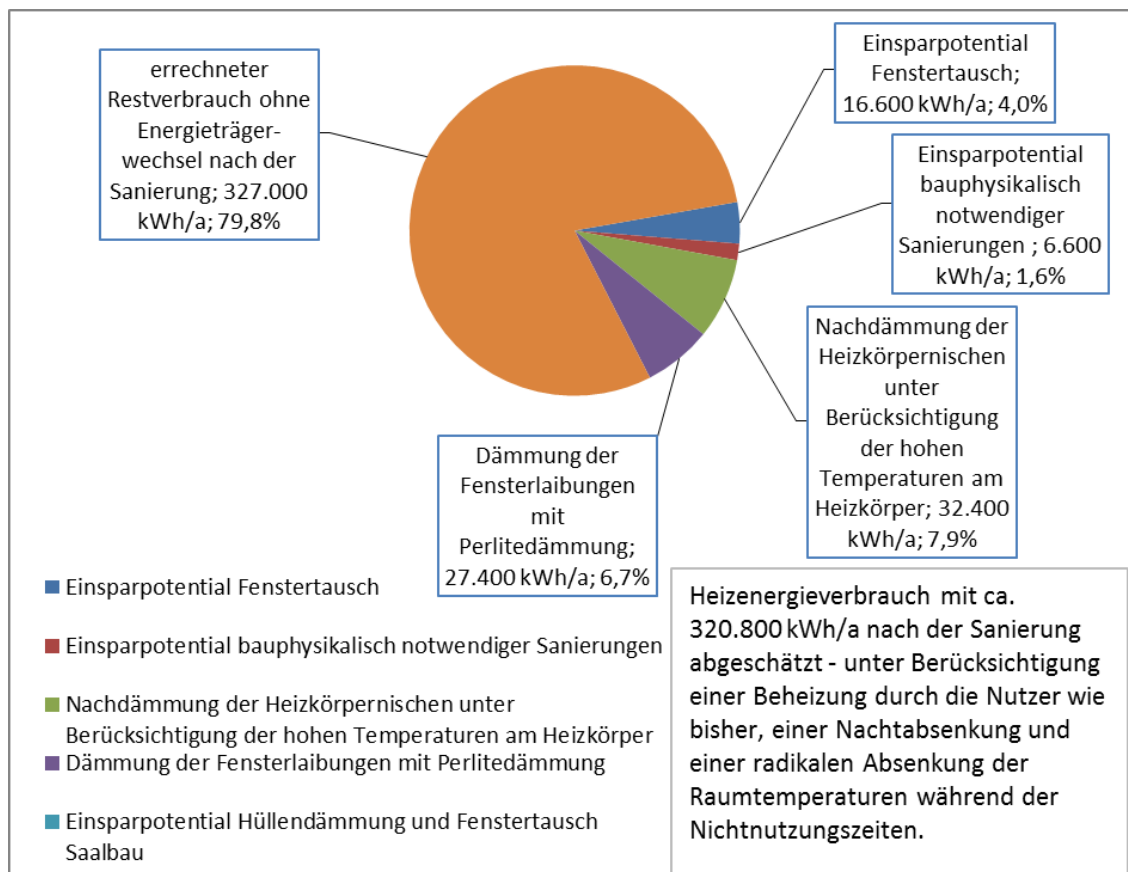
Der planerische Aufwand war hoch. Jedes historische Gebäude ist aufgrund seiner Lage, Konstruktion, Nutzung und Entstehungsgeschichte ein Einzelfall und muss individuell analysiert werden, um gute Lösungen entwickeln zu können. Eine vollständige Sicherheit besteht zudem vor Ausführungsbeginn nicht. Viele Mängel oder auch nur notwendige Konstruktionsdetails werden erst im Verlauf der Ausführung sichtbar. Dies erfordert eine hohe Flexibilität seitens der Planung und eine aktive Kostensteuerung auch während der Ausführungsphase. Hinzu kommt, dass einzelne Komponenten des Gesamtkonzeptes in ihrer tatsächlichen Auswirkung vorab nur abgeschätzt aber nicht sicher berechnet werden können. Der bereits jetzt erkennbare Erfolg kann jedoch als Beleg für die Machbarkeit dienen und dazu beitragen auch anderen Bauherrn Mut zu einer konsequenten energetischen Erneuerung ihrer Gebäude zu machen. Ein sehr wichtiger Aspekt dabei war, dass eine relevante Reduzierung des Energieverbrauchs von historischen Gebäuden auch ohne generelle, massive Nachdämmung aller Hüllflächen erreicht werden kann, indem auf der Grundlage einer genauen Untersuchung einzelne besonders gravierende Schwachpunkte herausgearbeitet und dann gezielt beseitigt werden.



Grafik 2: Vergleich des Energieverbrauchs vor und nach der Sanierung, Haase & Bey Architekten

Allein durch die gezielten Nachdämmmaßnahmen (Bauteile D-G) konnten in Summe ca. 83.000 kWh/a eingespart werden. Dies bedeutet bereits eine Reduzierung des Energieverbrauchs um etwa 38 %. Weitere ca. 37.800 kWh/a hätten durch eine Verbesserung der Wärmedämmung des Saalbaus und ca. 26.000 kWh/a durch die Sanierung der Räume über der Kapelle im Bt. C erreicht werden können, die aus Kostengründen aufgeschoben werden mussten. Zusätzlich ca. 5 % der Heizenergie kann durch Wärmehückgewinnung im Zuge eines Umbaus der Küche eingespart werden. Dies gilt allerdings nur, wenn die Burg nach der Sanierung mit dem gleichen Komfort betrieben wird, wie vor der Sanierung. Das heißt, dass trotz einer vollautomatischen Heizungs-Regelung die Heizkörper der Herbergszimmer außerhalb der Nutzungszeiten wie bisher händisch auf eine niedrige Temperatur eingestellt werden. Die Berechnungen wurden unter Annahme einer Vollbeheizung während der Nutzungszeiten und einer vollautomatischen Regelung, die eine Nachtabsenkung vorsieht und einem Zurückfahren der Heizung während der Nichtnutzungszeit durchgeführt.

Durch eine Umsetzung des Konzepts zur nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung in der empfohlenen Variante können auf dem aktuellen Preisniveau ca. 10.000 Euro/a an Energiekosten eingespart werden. Gleichzeitig würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von bisher ca. 162 t/a aus Heizenergie- und Stromverbrauch um 123 t/a auf nur noch 39 t/a reduzieren. Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde für den Stromanteil der deutsche Strommix angenommen, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden zu gewährleisten. Zuvor eingekaufter, regenerativer Strom kann wegen der aktuellen gesetzlichen Bestimmungen mit Zwangsbindung an den örtlichen Netzbetreiber durch die PV-Strom-Einspeisung nicht mehr verwendet werden. Die Kostenersparnis und CO<sub>2</sub>-Reduzierung aus der Eigenstromverwendung der PV-Anlage ist berücksichtigt.



Grafik 3: Anteilige Energieeinsparung durch Nachdämmung, Haase & Bey Architekten

## 5 Literaturverzeichnis

- [Atz1969] ATZMÜLLER, A.: *Die Burgen des Landkreises Gemünden mit besonderer Berücksichtigung der Burg Rieneck*. Zulassungsarbeit Würzburg, Würzburg, 1969.
- [Deh1999] DEHIO, G.: *Handbuch der Deutschen Kunstdenkmäler. Bayern I: Franken*. Bearb. von Tilmann Breuer, Friedrich Oswald, Friedrich Piel, Wilhelm Schwemmer u.a.. München, 1999.
- [Den2012] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH: *dena-Gebäudereport 2012*, Berlin 2012.
- [GoHe2012] GORIS, A. und HEISEL, J. (Herausgeber): *Schneider - Bautabellen für Architekten*. 20. Aufl.. Köln 2012
- [Hot1981] HOTZ, W.: *Pfalzen und Burgen der Stauferzeit*. Darmstadt, 1981.
- [Ins2008] INSTITUT FÜR INTERNATIONALE ARCHITEKTUR-DOKUMENTATION (Herausgeber): *Atlas Sanierung*. Bearb. von Giebler, G., Fisch, R., Krause, H., Musso, F., Petzinka, K.-H. und Rudolphi A. München, 2008.
- [Kro1900] KROLLMANN, C.: *Schloß Rieneck*. In: *Der Burgwart*, 5, 1900, S. 37 – 39.
- [Lfd1920] LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE (Herausgeber): *Die Kunstdenkmäler des Königreichs Bayern (... später von Bayern) Bd. 20: Bezirksamt Gemünden*. Im Auftrag des Staatsministeriums für Unterricht und Kultus. Bearb. Adolf Feulner. München, 1920, unveränderter Nachdruck München/Wien, 1982.
- [Pet1985] PETZET, M. (Herausgeber): *Denkmäler in Bayern. Bd. VI: Unterfranken*. Bearb. Von Denis A. Chevalley. München, 1985.
- [Ruf1982] RUF, T.: *Das Inventar der fahrenden Habe des Grafen Philipp III. von Rieneck in den Schlössern Rieneck, Wildenstein und Lohr (1559)*. In: *Freunde Mainfränkischer Kunst und Geschichte e. V. (Hg.): Mainfränkische Hefte 77*, 1982. Würzburg, 1982.
- [Sch2008] SCHMITT, W.: *Management in der Denkmalpflege*. München 2008.
- [Vcp2009] VERBAND CHRISTLICHER PFADFINDERINNEN UND PFADFINDER (Herausgeber): *Burg Rieneck - Pfadfinden*. Rieneck, 2009.
- [Wil1869] WIELAND, M.: *Beiträge zur Geschichte der Grafen, Grafschaft, Burg und Stadt Rieneck*. AU XX, 1. und 2. Heft. Würzburg, 1869.
- [Wis1999] WIESER, M.: *Baugeschichtliche Untersuchungen zu den romanischen Profanbauten im Regierungsbezirk Unterfranken*. VGffG VIII/11, zgl. *Mainfränkische Studien 64*. Neustadt a. d. Aisch, 1999.
- [Zeu1996] ZEUNE, J.: *Burgen - Symbole der Macht. Ein neues Bild der mittelalterlichen Burg*. Regensburg, 1996.
- [Zeu1999] ZEUNE, J.: *Rieneck: „mit zweyen ... hohen Thürmen verwahret“*. In: Klaus Leidorf, Peter Ettl (Hg.): *Burgen in Bayern – 7000 Jahre Burgengeschichte im Luftbild*. Stuttgart, 1999.



## 6 Inhaltlich verwendete Quellen

- Quelle 1: Amtlicher Lageplan M. 1:1000, Bayerische Vermessungsverwaltung
- Quelle 2: Baualterspläne , Dr. Wieser
- Quelle 3: Bauhistorische Erhebung zur Burg Rieneck, Dr. Wieser
- Quelle 4: Codierungsschema, AB Haase
- Quelle 5: Bestandspläne, AB Haase
- Quelle 6: Flächenberechnung NGF nach DIN 277, AB Haase
- Quelle 7: Raumbuch, AB Haase
- Quelle 8: Thermografieberichte, AB Haase
- Quelle 9: 1. Auswertung der Datenlogger, AB Haase
- Quelle 10: Befundpläne, AB Haase
- Quelle 11: Bericht der baukonstruktiv-technischen Erkundung, AB Haase
- Quelle 12: Betrachtung des Brandschutzes, AB Haase
- Quelle 13: Tabelle Verbrauchsdaten 1996-2010, AB Haase
- Quelle 14: Berechnung nach DIN 18599 für A/B, AB Haase
- Quelle 15: Berechnung nach DIN 18599 für C-G, AB Haase
- Quelle 16: Abschätzung Heizwärmebedarf, AB Haase
- Quelle 17: Baugrunduntersuchung, GMP
- Quelle 18: Abschlussbericht Beispielhafte Konzeptentwicklung, DBU 28787-25, AB Haase
- Quelle 19: Erläuterungsbericht zum BJR Förderantrag, AB Haase
- Quelle 20: Erläuterungsbericht HLS und E zum BJR Förderantrag , Helfrich Ingenieure
- Quelle 21: Wirtschaftlichkeitsberechnung zum BJR Förderantrag, Helfrich Ingenieure
- Quelle 22: Bauantrag v. 10.07.2014
- Quelle 23: Brandschutznachweis, AB Haase
- Quelle 24: Küchenplanung, Fa. Zeiger Großküchentechnik
- Quelle 25: Kühlraumplanung, Fa. Heckmann
- Quelle 26: Antrag auf denkmalschutzrechtliche Erlaubnis (Archäologie), 02.2017
- Quelle 27: Ausführungsplanung, AB Haase
- Quelle 28: Ausführungsplanung HLS + E, Helfrich Ingenieure
- Quelle 29: Ausführungsplanung Statik, IB ALS
- Quelle 30: Tektur zum Bauantrag v. 01.05.2017
- Quelle 31: Tektur zum Brandschutznachweis. AB Haase
- Quelle 32: Berechnung der tatsächlichen Energieeinsparpotentiale, Haase & Bey Architekten