Gemeinde KUSTERDINGEN

Sitzungsvorlage				
Nr.058/2020 vom	18.06.2020		Ortsbauamt	
Sitzung des	GR			
am	01.07.2020			
öff. (ö) / nichtöff. (nö)	ö			
Vorberatung (V)				
Entscheidung (E)	E			

TAGESORDNUNGSPUNKT:

Fassadensanierung Schwimmhalle Kusterdingen – Umsetzung Sanierungskonzept und Ausführungsermächtigung

BESCHLUSSVORSCHLAG:

Dem Sanierungskonzept der Fassadensanierung wird zugestimmt und die Umsetzung beschlossen.

Die Gemeindeverwaltung wird ermächtig die Gewerke im Gesamtkostenrahmen zu beauftragen.

Gesamtkostenrahmen 150.000.- €

Ergebnis der Vorberatung:

1. im Ortschaftsrat
☐ wie Beschlussvorschlag
☐ wie Beschlussvorschlag mit folgenden Änderungen:

2. im BUA / AFSV
☐ wie Beschlussvorschlag
☐ wie Beschlussvorschlag mit folgenden Änderungen:

☐

☐ wie Ortschaftsratsbeschluss
☐ wie Ortschaftsratsbeschluss mit folgenden Änderungen:

Darstellung des Sachverhalts:

Nach der bereits komplett abgeschlossen Schwimmhallensanierung wurde durch Erkenntnisse bei der Fassadensanierung an der Mehrzweckhalle die nachträgliche Durchführung einer Rückverankerung der Betonfassadenteile zur statischen Sicherung auch an der Schwimmhalle beschlossen und durchgeführt. Hierfür wurden lediglich an den senkrechten Pfeilerbereichen Teilstücke der vorgehängten Bestandsfassade (Dämmung und Faserzement-Plattenbekleidungen) entfernt, um die Verdübelung der Fassadenelemente mit den Pfeilern vornehmen zu können.

Kurz vor dem Wiederverschluss der Fassade wurde bei einer Begehung bei kalter Witterung ein massiver Wärmeaustritt an den freigelegten Fassadenbereichen festgestellt. Dies stellt insbesondere bei einer Schwimmhalle durch die sehr hohen Raumtemperaturen und Luftfeuchtigkeit einen nicht unbeträchtlichen Energieverlust, aber auch ein Schädigungspotential durch die Feuchtigkeit an den Dämm- und Holzwerkstoffen, die in der Attika verbaut sind.

Die Dachsanierung der Schwimmhalle erfolgte vornehmlich in der wärmeren Jahreszeit ohne eine Beckenwasserfüllung und einen Lüftungsbetrieb, daher konnte dieses Phänomen während der tatsächlichen Sanierungsarbeiten am Dach und den Fassadenanschlussarbeiten nicht bereits früher festgestellt werden.

Bei der Schwimmhallensanierung wurde von einem direkten Eingriff oder einer gänzlichen Erneuerung dieser Bestandsfassade grundsätzlich abgesehen, da diese selbst bereits 1989/1990 eine „Energetische Sanierung" erfahren hatte.

Nach Recherche erfolgte diese Sanierung auch exakt nach den damaligen Vorgaben und entsprechend dem Gutachten des Ing. Büro Dr. Schäcke+Bayer GmbH „Bauphysikalische Beratung/Schallschutz/Lärmschutz/Raumaktustik/Feuchtigkeitsschutz/Wärmeschutz" aus Waiblingen-Hegnach.

Um nun zu einer Sanierungseinschätzung und einem Lösungsvorschlag zu gelangen, wurde das bei der Schwimm– und bei der Mehrzweckhalle eingebundene Fachingenieurbüro GN Bauphysik GmbH mit einer Stellungnahme beauftragt. Die Stellungnahme sowie die entsprechenden Verlustermittlungen und Bewertungen sind der Vorlage im Anhang beigefügt.

Eine bauphysikalische dampfdichte Abdichtung im Innenbereich der Schwimmhalle ist durch den vorhandenen Wandaufbau von innen nach außen betrachtet nicht oder nur mit sehr großem technischen- und finanziellem Aufwand durchzuführen. Daher wird aus wirtschaftlicher Sicht die gleiche Vorgehensweise (äußere Bauwerksfugenabdichtung und Dämmung) wie bei der nun erfolgten Fassadensanierung der Mehrzweckhalle vorgeschlagen.

Dies erfordert den kompletten Rückbau der Vorhangfassade (Beplankung/Dämmung/Unterkonstruktion), eine Wiederverwendung ist technisch und wirtschaftlich nicht möglich.

Die Bauwerksfugenabdichtung an den Betonfertigteilen wird wie bei der Mehrzweckhalle ausgeführt.

Durch die baulichen Gegebenheiten und um nicht in die nun neu erstellte Attika eingreifen zu müssen, ist die Abwägung den Dämmungsaufbau unter die Anforderung der aktuellen Energieeinsparverordnung zurückzustellen. Gestalterisch bietet sich an, gleichfalls wie bei der Mehrzweckhalle eine Dämmung mit hinterlüfteter Holzlattenschalung vorzunehmen.

Abweichend wäre jedoch eine vertikale Anordnung der Deckschalung notwendig, um durch die Einsparung einer Lattung, die Aufbaustärke der Unterkonstruktion zu mindern und eine Einbindung in die Bestandsattika zu ermöglichen.

Die Vergabe der Zimmerarbeiten werden als beschränkte Ausschreibung ermittelt.

Eine Stellungnahme der Maßnahme mit Energieberechnung und eine Beurteilung der Bauphysik ist der Vorlage beigelegt.

Die Gemeindeverwaltung schlägt vor.

Dem Sanierungskonzept und der Umsetzung zuzustimmen.

Die Gemeindeverwaltung wird ermächtigt im Gesamtkostenrahmen die Gewerke zu beauftragen.

Bauamt

D. Sauter

Finanzierung:

Finanzieller Aufwand der vorgeschlagenen Maßnahme	150.000.- €
Haushaltsmittel bereitgestellt	€
Verpflichtungsermächtigung (VE)	€
nachzufinanzieren sind	
- als überplanmäßige / außerplanmäßige Ausgabe	150.000.- €
- als überplanmäßige / außerplanmäßige VE	€
- Deckung durch	

Atrium

Gemeinde Kusterdingen
Kirchentellinsfurter Straße 9, 72127 Kusterdingen

Ansicht Süd

Schwimmhalle Fassadensanierung II in Kusterdingen

Stand: 22. Juni 2020

Auftraggeber: **Gemeinde Kusterdingen**
Kirchentellinsfurter Straße 9
72127 Kusterdingen

Bauvorhaben: **Fassadensanierung Schwimmhalle Kusterdingen**

Thema: **Schwimmhalle Fassadensanierung II**

Erläuterungsbericht
zur Fassadensanierung der Schwimmhalle in Kusterdingen

Im Zuge der energetischen und brandschutztechnischen Sanierungsarbeit an der Schwimmhalle in Kusterdingen wurden verschiedene Maßnahmen an der Fassade durchgeführt:

- Einbau einer Fluchttüre auf der Südseite
- Einbau eines Fluchtfensters auf der Westseite
- Schließen der Oberlichter auf der Ostseite aufgrund der Erhöhung der Dachdämmung des Umkleidetrakts
- Erhöhung der Attika aufgrund der Erhöhung der Dachdämmung der Schwimmhalle

Diese Maßnahmen erforderten Eingriffe in die Fassade, wie Rückbau, Ergänzungen und Anpassungen.
Folgende Arbeiten wurden umgesetzt:

- bestehende Fassadenplatten mit Hochdruckreiniger reinigen.
- beschädigte Platten austauschen
- gesamte Fassade neu streichen

Aufgrund der parallellaufenden Legionellensanierung war die Schwimmhalle nicht in Betrieb!

Mit Beginn der Sanierungsarbeiten an der Mehrzweckhalle wurden bestehende Stahlbeton-Fassadenplatten entfernt, hierbei wurden Schäden an den Auflager-/Aufhängepunkten der Fassadenplatten festgestellt. Diese Schäden konnten bei der Schwimmhalle bis zu diesem Zeitpunkt nicht erkannt werden, da nicht in die Auflager der Fassadenplatten eingegriffen wurde.

Nach Feststellung der Schäden an der Mehrzweckhalle wurde durch die Materialprüfanstalt Stuttgart, MPA/Herr Dr.-Ing Rauscher und dem beauftragten Tragwerksplaner Knaak+Reich/Herr Reich, diese Schäden begutachtet und die Rückverankerung der Stahlbeton-Fassadenplatten sowohl an der Mehrzweckhalle als auch an der Schwimmhalle empfohlen

- E-Mail MPA vom 05.08.20198 und 12.09.2019
- Knaak+Reich: Statischer Nachweis vom 03.09.2019

Dieses Vorgehen wurde durch den Gemeinderat in der Sitzung vom 25.09.2019 beschlossen.

- Kostenberechnung zu Rückverankerung der Fassadenplatten an der Schwimmhalle vom 16.09.2019

Zur Rückverankerung der Fassadenplatten an der Schwimmhalle wurde die vorgehängte Fassade im Bereich der Auflagerpunkte der Stahlbeton-Fassadenplatten zurückgebaut. Zu diesem Zeitpunkt war die Schwimmhalle wieder in Betrieb. In der Schwimmhalle herrschten daher veränderte klimatische Bedingungen (ca. 30,0°C Lufttemperatur, hohe Luftfeuchtigkeit, Überdruck durch Lüftungsanlage).

Nach dem Entfernen der vorgehängten Fassade ist Herrn Junginger bei der Kontrolle der Maßnahmen zur Rückverankerung aufgefallen, dass es zu Wärmeaustritten und deutlichen Luftbewegungen im Bereich der Stoßfugen der Stahlbeton Fassadenplatten kommt. Nach dieser Feststellung wurden alle weiteren Maßnahmen an der Fassade eingestellt um die Ursachen zu klären.

Um die Ursachen abzuklären und mögliche Maßnahmen festzulegen wurde das Büro GN Bauphysik mit einer Beurteilung der Situation beauftragt.

Darüber hinaus wurde geprüft, aus welchem Grund der Fassadenaufbau sich im Bestand so darstellt, wie er vorgefunden wurde. Die Entscheidung bei der Sanierung der Fassade 1990, vor dem Aufbringen der äußeren Zusatzwärmedämmung, die vorhandenen Kittfugen auszuschneiden, um ein Ausdiffundieren der in die Wand eingedrungenen Feuchtigkeit in die vorgesehenen Hinterlüftungsschicht zu ermöglichen, erfolgte aufgrund folgender Gutachten:

- Gutachten durch das Ingenieurbüro Schäcke und Bayer vom 14.12.1987
- Gutachterliche Äußerung des Büros Borath und Pulter vom 11.05.1989

5. Wir schlagen vor, bei der vorgesehenen Sanierung der vorhandenen Fassade vor dem Aufbringen der äußeren Zusatzwärmedämmung die vorhandenen Kittfugen auszuschneiden, um ein Ausdiffundieren der in die Wand eingedrungenen Feuchtigkeit in die vorgesehenen Hinterlüftungsschicht zu ermöglichen.

→ Dieser Ausführungsvorschlag ist für uns so nicht nachvollziehbar.

In Zusammenarbeit mit dem Bauphysiker wurde ein fachgerechter Aufbau entwickelt. Dabei muss zwingend eine dampfdichte Schicht aufgebaut werden. Um diese so einfach und kostengünstig als möglich herzustellen, werden die Fugen der Stahlbeton-Fassade an der Außenseite luft- und dampfdicht abgeklebt.
Zur Umsetzung dieser Empfehlung muss die bestehende vorgehängte Fassade komplett zurückgebaut und nach der Herstellung der Dampfdichtheit neu aufgebaut werden, wie dies bei der Fassadensanierung der Mehrzweckhalle bereits praktiziert wurde.

Bild Mehrzweckhalle Kusterdingen – abgedichtete Fassaden-Plattenstöße

Durch GN Bauphysik wurden die Energieverluste aufgrund der nicht dampfdichten Fassade im Vergleich zu den möglichen Maßnahmen ermittelt:

- KWh/a Wärmeverluste über die bestehende Fassade inkl. offene Fugen
- KWh/a Wärmeverluste über die bestehende Fassade mit sanierten Fugen
- KWh/a Wärmeverluste über die Fassade mit Sanierung auf U-Wert von 0,24 W/m²K – gem. EnEV
- KWh/a Wärmeverluste über die Fassade mit Sanierung auf U-Wert von 0,20 W/m²K - förderfähig nach KfW

Nachstehende Annahmen wurden für die Ermittlung der Energieverluste angesetzt:

- Es wurden nur 50% der Fugen angesetzt.
- Als Fugendurchlasskoeffizient a; wurde der bessere Wert für Funktionsfugen von Fenstern (1,0 m³h/m) herangezogen.
- Für die Berechnung wurde der geringere Wert der Druckdifferenz von 10 Pa angesetzt.
- Es wurden der Mittelwert aus den klimatischen Daten für Reutlingen und Tübingen zugrunde gelegt

Die von GN Bauphysik zur Ermittlung der Wärmeverluste angesetzten Randbedingungen wurden eher zu Gunsten der bestehenden Situation angesetzt. Es ist also davon auszugehen, dass die tatsächliche Energieeinsparung höher ausfällt.

Für die unterschiedlichen Situationen ergeben sich rechnerisch somit folgende Energieverluste:

- Bestandsfassade einschl. undichte Fugen — ca. 78.175,9 kWh/a
- Bestandsfassade mit sanierten/abgedichteten Fugen — ca. 37.004,8 kWh/a
- auf EnEV-Standard sanierte Fassade — ca. 27.740,6 kWh/a
- auf KfW-Standard sanierte Fassade — ca. 26.130,7 kWh/a

Wenn man einen Energiepreis zur Wärmeerzeugung, angelehnt an den Ölpreis, von 8 Ct/kWh ansetzt, ergeben sich folgende Kosten:

	Energieverluste	Energie-kosten je KWh	Energie-kosten pro Jahr	Einsparung pro Jahr	
Bestandsfassade inkl. undichte Fugen	78.175,90 kWh/a	0,08 €/kWh	6.254 €/a		
Bestandsfassade mit sanierten Fugen	37.004,80 /kWh	0,08 €/kWh	2.960 €/a		
Auf EnEV-Standard sanierte Fassade	**27.740,60 /kWh**	**0,08 €/kWh**	**2.219 €/a**	**4.035 €/a**	**gegenüber Bestand**
Auf KfW-Standard sanierte Fassade	26.130,70 /kWh	0,08 €/kWh	2.090 €/a	129 €/a	gegenüber EnEV

Durch die vergleichende Berechnung wird deutlich, dass durch die offenen Fugen pro Jahr mehr Wärmenergie entweicht als für die Beheizung der Schwimmhalle über ein ganzes Jahr erforderlich wird.

Nach der fachgerechten Sanierung würde sich der Jahresenergiebedarf um fast 2/3 von 78.200 kWh/a auf 27.700 kWh/a reduzieren.

Auf der Grundlage der vorliegenden Stellungnahmen von MPA Stuttgart, dem Büro Knaak+Reich sowie GN Bauphysik wurde durch die Atrium ein Sanierungsvorschlag, mit Kostenberechnung, für die notwendigen baulichen Maßnahmen erstellt → Variante A.

Notwendige bauliche Maßnahmen zur Instandsetzung der Fassade der Schwimmhalle:

- Rückbau der bestehenden vorgehängten Fassade.
- Betonsanierung an Fehlstellen der Stahlbeton Fassadenplatten
- Herstellen der Dampfdichtheit mittels abkleben der Fugen und Bauteilabgrenzungen wie bei der Mehrzweckhalle ausgeführt (siehe Bild in der Anlage)
- Aufbau einer neuen vorgehängten Fassade mit Dämmung

In der Kostenberechnung zur Fassadensanierung der Schwimmhalle vom 22.06.2020 wurden die Mehrkosten gegenüber dem Beschluss des Gemeinderates vom 25.09.2019 zur Rückverankerung/Sicherung der Stahlbeton-Fassadenplatten mit 150.000 € Brutto ermittelt.

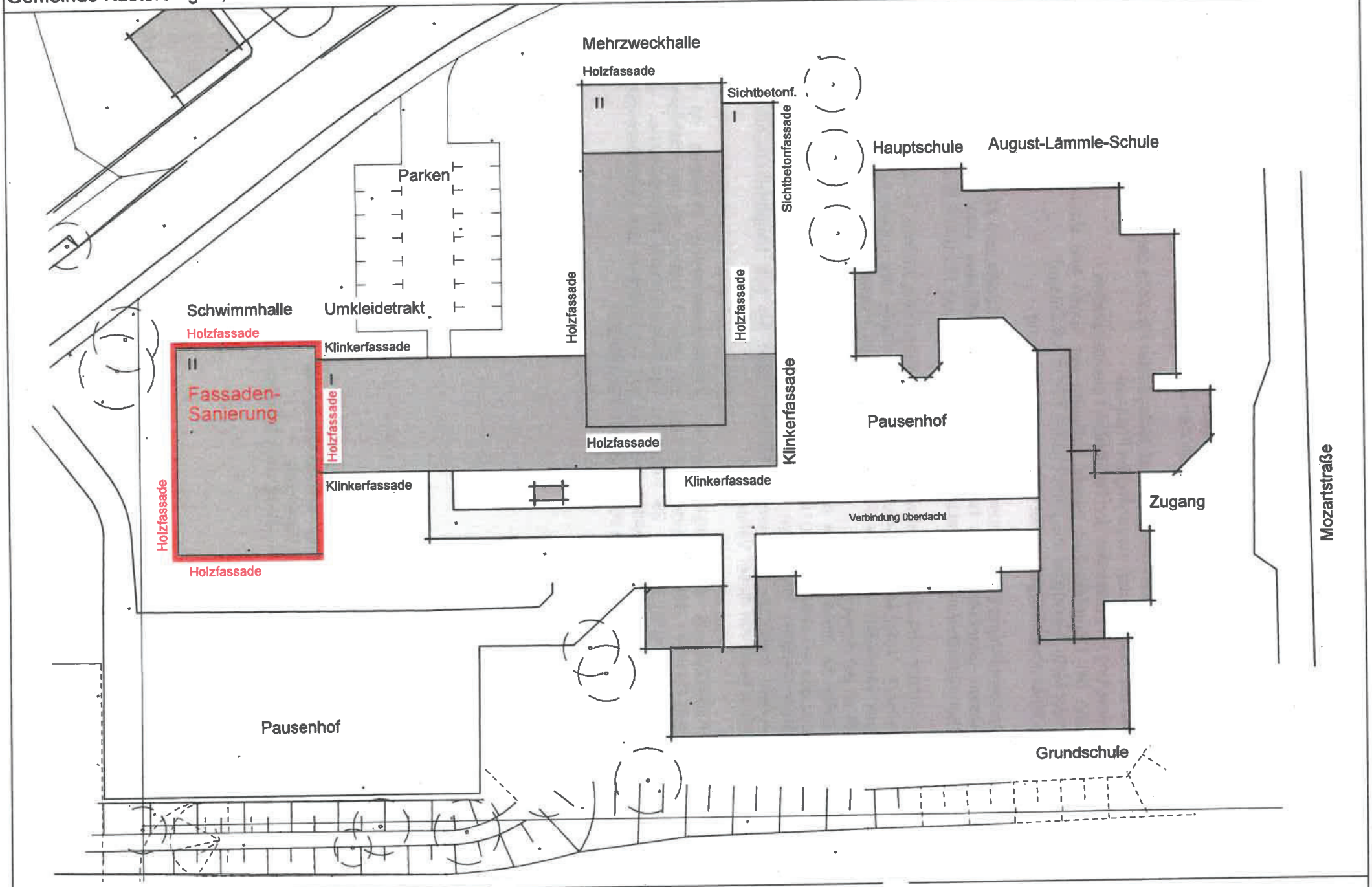
In Abstimmung mit dem Ortsbauamt wurde durch die Atrium eine weitere, in der Ausführung kostengünstigere, Variante B untersucht. Bei dieser Variante wird mittels Abdichtung des Attikaaufbaus verhindert, dass der Feuchteeintrag in die Fassade zu Schädigungen der Holzbauteile an der Attika führt.
Die Mehrkosten für diese Variante belaufen sich auf rd. 70.000 € brutto, gegenüber der Entscheidung des GR vom 25.09.2019.
Da bei dieser Variante die hohen Energieverluste und das anfallende Tauwasser im Fassadenaufbau weiterhin bestehenden bleiben, raten wir aus bauphysikalischer und bautechnischer Sicht von dieser Variante ab.

Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Fassadensanierung (Variante A) mit vollständigem Rückbau der Fassadenbekleidung und neuem Aufbau ab den Stahlbeton-Fassadenplatten ergeben sich für die Sanierung der Schwimmhalle (Energetische- und Brandschutzsanierung, inkl. Legionellensanierung) inkl. der Umkleide und Duschbereiche in der Mehrzweckhalle Gesamtkosten von 2.120.000 Euro (brutto).

Reutlingen, 23. Juni 2020 gj/kb

Atrium
Projektmanagement GmbH

Anlagen:
Anlage 1: Lageplan
Anlage 2: Bilder
Anlage 3: Kostengegenüberstellung Fassadensanierung
Anlage 4: Stellungnahme von GN Bauphysik
Anlage 5: Kostenanschlag Schwimmhalle und Umkleiden Mehrzweckhalle, Stand 23.06.2020



03.06.2020 1 : 500 Lageplan

Bilder – Maßnahmen Mehrzweckhalle

MZH Maßnahme Fassade

MZH Fassade - Holz

Bilder – Situation Schwimmhalle

Schwimmhalle Fassade aktuell

Schwimmhalle offene Fugen

Atrium

Gemeinde Kusterdingen
Schwimmhalle Kusterdingen - Fassadensanierung
Gegenüberstellung Kosten
Alle Beträge sind als brutto Kosten aufgestellt.

	Kostenschätzung 16.09.2019 Fassadensanierung mit Ausbesserung der Fassade		Kostenberechnung 22.06.2020 Fassadensanierung inkl. neuer Fassadenbekleidung VARIANTE A	Kostenberechnung 22.06.2020 Abdichtung Attikaaufbau VARIANTE B
	Fassadensanierung **mit** tiefergehenden Untersuchungen	Fassadensanierung **ohne** tiefergehenden Untersuchungen	Fassadensanierung gemäß Stellungnahme GN Bauphysik	Abdichtung Attika mit Anpassung Fassade
Fassadeneröffnung und Wiederverschließen von 24 Befestigungspunkte zur Prüfung --> MPA - Variante 1	EUR 15.000,00	EUR -	EUR -	EUR -
Untersuchung durch MPA Stuttgart der 24 Befestigungspunkte --> MPA - Variante 1	EUR 15.000,00	EUR -	EUR -	EUR -
Rückverankerung der Fassadenplatten gem Statik vom 03.09.2019 --> MPA - Variante 2	EUR 13.000,00	EUR 13.000,00	EUR (13.000,00)	EUR (13.000,00)
Sanierung Sichtbeton-Fassadenplatten Außenseitig (Abplatzungen, Risse) --> MPA - Variante 2	EUR 5.000,00	EUR 5.000,00	EUR (5.000,00)	EUR (5.000,00)
Fassadenarbeiten Rückbau und Ergänzungen	EUR 20.000,00	EUR 20.000,00	EUR (20.000,00)	EUR (20.000,00)
Herstellen einer Dampfdichten Fassade	EUR	EUR	EUR 13.000,00	EUR -
Abdichten des Attikaaufbaus	EUR	EUR	EUR -	EUR 8.000,00
Fassadenarbeiten Rückbau und neue Fassadenbekleidung	EUR -	EUR -	EUR 120.000,00 vollflächige Holzverkleidung	EUR 50.000,00 Ausbesserung Faserzementplatten
Arbeits- und Schutzgerüst	EUR 7.000,00	EUR 7.000,00	EUR (7.000,00)	EUR (7.000,00)
Gesamt brutto	EUR 75.000,00	EUR 45.000,00	EUR 133.000,00	EUR 58.000,00
Baunebenkosten Architekt (15%)	EUR 12.000,00	EUR 7.000,00	EUR 19.000,00	EUR 9.000,00
Gesamtkosten brutto	EUR 90.000,00	EUR 50.000,00	EUR 150.000,00	EUR 70.000,00
		Beschluß Gemeinderat vom 25.09.2019 gem. Sitzungsvorlage	**Mehrkosten gegenüber Beschluß GR vom 25.09.2019 150.00,00 €**	**Mehrkosten gegenüber Beschluß GR vom 25.09.2019 70.000,00 €**

Aufgestellt 22.06.2020 kb/sk/gj - Index B
Atrium Projektmanagement GmbH

zertifiziert durch
TÜV Rheinland
Certipedia-ID 0000021419
www.certipedia.de

VMPA Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

GN BAUPHYSIK

Bauphysikalische Beratung
Wärme-, Feuchteschutz
Bau-, Raumakustik
Thermische Simulation, Bauklimatik
Energiekonzepte, Tageslichtsimulation
Bauphysikalische Messungen
Lärm-, Schallimmissionsschutz
Nachhaltiges Bauen

STELLUNGNAHME

SCHWIMMHALLE KUSTERDINGEN

OBJEKT-NR./BRIEF-NR.	701517/ 133087-2
DATUM	06.04./10.06./21.06.2020

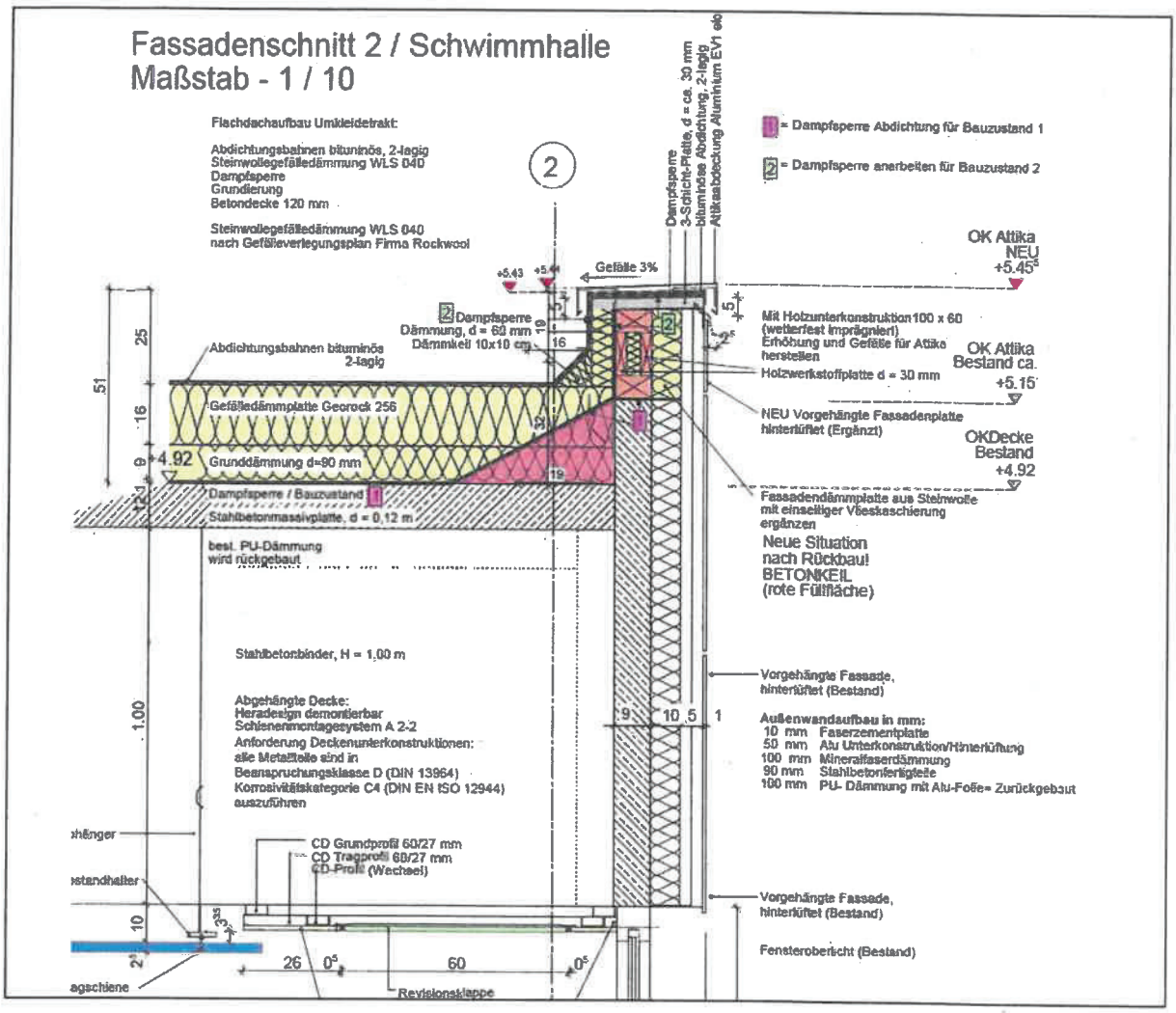
Ortstermin am 25.02.2020 / Ergänzende Betrachtung zum Wärmeverlust über die schadhaften Fugen zwischen den Beton-Fertigteilen

Im Zuge der Sanierung der Mehrzweckhalle in Kusterdingen, fand am 25.02.2020 auch eine Begehung / Begutachtung der benachbarten Schwimmhalle statt. Anlass war, dass auch dort, wie bei der Mehrzweckhalle, die Außenwände aus Beton-Fertigteilen mit vertikalen und horizontalen Fugen bestehen.

Teilnehmer: Herr Sauter (Gemeinde Kusterdingen)
Herr Junginger (Atrium GmbH)
Herr Lott (GN Bauphysik)

Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammen gefasst:

- Die Bestands-Außenwand der Mehrzweckhalle besteht aus ca. 90 mm starken Beton-Fertigteil-Elementen, die sowohl vertikal als auch horizontal Fugen aufweisen. Die Außenwände haben eine bestehende Dämmung aus 100 mm Mineralwolle mit vorgesetzter hinterlüfteter Verkleidung; siehe nachfolgenden Ausschnitt aus dem Architektenplan:



- Im Zuge der bereichsweisen Öffnung der Fassade (siehe nachfolgendes Bild), wurde bei der Begehung festgestellt, dass über die Fugen ein deutlicher Warmluft-Austritt nach außen festzustellen ist:

- Dieser unkontrollierte Warmluft-Austritt führt, aufgrund der hohen Raumtemperatur in der Schwimmhalle und dem damit verbundenen hohen absoluten Feuchtegehalt, einerseits zu einem hohen Wärme-/Energieverlust und andererseits zu einer, zumindest bereichsweise, Durchfeuchtung der äußeren Wärmedämmung.
- Die Fugen der Beton-Fertigteile müssen deshalb luft- und dampfdicht verschlossen werden, um sicher zu stellen, dass keine warme und damit feuchtebelastete Raumluft in die neue Wärmedämmung gelangt und dort im dann kondensiert.
- Grundsätzlich würde man eine solche Fugenabdichtung im Innenbereich, also auf der Warmseite, vornehmen. Hier besteht jedoch im vorliegenden Fall das Problem, dass nur die horizontalen Fugen abgedichtet werden könnten, nicht jedoch die vertikalen Fugen, da diese sich hinter den Stützen befinden. Außerdem befindet sich ein Großteil der Fugen hinter der abgehängten Decke bzw. hinter der raumseitigen Installationswand, so dass hier eine Zugänglichkeit der Fugen gar nicht herstellbar ist.
- Aus bauphysikalischer Sicht ist es auch möglich die Fugen an der Außenseite luft- und dampfdicht abzukleben, da diese Ebene hinter der Dämmebene und damit nach wie vor auf der Warmseite liegt.
- Um die Fugen-Zugänglichkeit von außen zu gewährleisten, muss die vorhandene Fassadenverkleidung demontiert und die bestehende Wärmedämmung entfernt werden.
- In Verbindung mit dem Herstellen der neuen Dämmung sind die Einzel-Bauteil-Anforderungen der EnEV zu beachten, Danach ist bei einer wesentlichen baulichen Änderung (und dies stellt die Demontage und das Wiederanbringen der Dämmung und Verkleidung dar) bei Außenwänden ein U-Wert von 0,24 W/m²K einzuhalten.
  Bei Einbau von 100 mm Dämmung aus Mineralwolle WLS 032 (= entsprechend der bisherigen Dicke), wäre dieser Wert nicht eingehalten, wobei nach EnEV der Grundsatz gilt, dass wenn durch konstruktive Gegebenheiten die Umsetzung der Vorgaben nicht möglich ist, dann die maximal mögliche Dicke ausreichend ist.
- Unabhängig davon sollte geprüft werden, ob nicht auch eine Dicke von 120 mm Mineralwolle-Fassadendämmplatte mit WLS 032 möglich ist. Damit wäre dann formal die U-Wert-Anforderung der EnEV gerade eben eingehalten.

- Vorgesehen für die Fugen-Abklebung ist ein Butylband Ampacoll BK 535:

Ampacoll BK 535 120 mm
Einseitig klebendes Butylkautschukband

Von Hand formbare Manschette aus Butylkautschuk.

Dampfsperrende Eigenschaft
Hochflexibel – folgt Bauteilbewegungen
Einfache Handhabung – von Hand formbar
Sortenreines Butyl
> 300 % dehnbar
Gleicht raue Untergründe aus
Chlorbeständig
Dauerelastisch, versprödet nicht

Aus bauphysikalischer Sicht ist dies für den vorgesehenen Einsatzbereich geeignet. Bei der Verarbeitung (z.B. Untergrund-Vorbehandlung, etc.) und zur Sicherstellung einer dauerhaften Verklebung, sind die Hinweise des Herstellers zu beachten.

Rechnerische Abschätzung der zu erwartenden Wärmeverluste über die undichten Fassaden-Fugen

Nachfolgend wird der zu erwartende zusätzliche Wärmeverlust in kWh/a über die teilweise undichten Fassadenfugen rechnerisch abgeschätzt und bewertet.

Hierzu wird zunächst der **Transmissionswärmeverlust** über die Fassade (Außenwand, Fenster und Türen) nach DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau" ermittelt:

3 Baupraktische Berechnungen von Wärmeströmen

3.1 Transmissionswärmestrom

Der Transmissionswärmestrom durch ein Bauteil hängt vom Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteilfläche und der Temperaturdifferenz ab:

$$\Phi_T = q \cdot A = U \cdot (\vartheta_{ai} - \vartheta_{ae}) \cdot A \quad \text{in W}$$

Die **vorhandene Außenwand** aus 90 mm Beton-Fertigteil und 100 mm Mineralwolledämmung (vermutlich Wärmeleitfähigkeit 040) weist einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,36 W/m²K auf. Rechnet man, auf der ungünstigen Seite liegend, für die Wärmebrückenwirkung der Fassadenunterkonstruktion eine Erhöhung des U-Wertes um gut 30% mit ein, so ergibt sich ein **effektiver U-Wert** von **0,47 W/m²K** für den Bestandsaufbau.

Für die **vorhandenen Fenster** (Einbau 1990), kann baujahrtypisch von einem U-Wert von **2,0 W/m²K** ausgegangen werden.

Die **Fluchttür** hat eine Verglasung mit U_g = 1,1 W/m²K, sodass einschl. Rahmen von einem U-Wert von **1,3 W/m²K** ausgegangen werden kann.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Bauteilflächen (Fassade 270,1 m²; Fenster 57,4 m² und Fluchttür 5,0 m²), lässt sich somit der Wärmestrom in W/K für die einzelnen Bauteile angeben::

Außenwand/Fassade (Bestand): 0,47 x 270,1 = 126,9 W/K
Fenster: 2,0 x 57,4 = 114,8 W/K
Fluchttür: 1,3 x 5,0 = 6,5 W/K

Der **Gesamt-Wärmestrom** über die Fassade (Bestand) beträgt somit ca. **248,2 W/K**

Wird die Fassade energetisch saniert, so ergeben sich folgende Wärmeströme:

- **Sanierung** der Fassade auf den nach **EnEV** erforderlichen U-Wert 0,24 W/m²K
  Wärmestrom Außenwand = 0,24 x 270,1 = 64,8 W/K
  Gesamt-Wärmestrom einschl. Fenster+Türen **ca. 186,1 W/K**
- **Sanierung** der Fassade auf den von der **KfW** geförderten U-Wert 0,20 W/m²K
  Wärmestrom Außenwand = 0,20 x 270,1 = 54,0 W/K
  Gesamt-Wärmestrom einschl. Fenster+Türen **ca. 175,3 W/K**

Hinweis: Bei einer energetischen Sanierung der Fassade müssen zwingend die Fugen abgedichtet werden, sodass nur noch der reine Transmissionswärmeverlust, entsprechend der verbesserten Bauteil-Qualität, maßgebend ist.

Der **zusätzliche Wärmestrom** über die **undichten Fugen** lässt sich mit nachfolgender Beziehung rechnerisch abschätzen:

Nach DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" ergibt sich mit n = 2/3:

$$\Phi_L = \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho_g \cdot (\vartheta_{ai} - \vartheta_{ae}) = l \cdot a \cdot |p_e - p_i|^{2/3} \cdot c_p \cdot \rho_g \cdot (\vartheta_{ai} - \vartheta_{ae}) \quad \text{in W}$$

oder durch Einsetzen der Zahlenwerte für $c_p \cdot \rho_L$

$$\Phi_L = 0{,}34 \cdot l \cdot a \cdot |p_e - p_i|^{2/3} \cdot (\vartheta_{ai} - \vartheta_{ae}) \quad \text{in W}$$

Folgende Randbedingungen werden angesetzt:

- Länge der Fugen ca. 350 lfm
- Fugendurchlasskoeffizient a; dieser lässt sich rechnerisch nicht ermitteln, sondern müsste messtechnisch bestimmt werden. Um hier auf der sicheren Seite zu liegen, haben wir den für die Funktionsfugen von Fenstern u.ä. zulässigen Wert von 1,0 - 2,0 m³h/m herangezogen und für die Berechnung den besseren Wert von 1,0 angesetzt.
- Druckdifferenz p_e (außen) zu p_i (innen): Die Luft-Druckdifferenz ist in geringem Maße von der Temperaturdifferenz abhängig. Nach Literaturwerten, kann von einem Mittelwert der Druckdifferenz von 10-12 Pa ausgegangen werden. Für die Berechnung wird der geringere Wert mit 10 Pa berücksichtigt.
- Für die Berechnung wird weiterhin davon ausgegangen, dass nur ca. 50% der Fugen eine grobe Undichtheit aufweisen.

Mit o.g. Randbedingungen ergibt sich rechnerisch ein **zusätzlicher Wärmestrom** über die teilweise **undichten Fugen** von:

Φ_L = 0,34 x (350 x 0,5) x 1,0 x $10^{2/3}$ = **276,2 W/K**

Selbst bei optimistischen Ansätzen (nur ein Teil der Fugen ist wirklich undicht, der Fugendurchlasskoeffizient ist aufgrund von Reibungs- und Strömungsverlusten eher gering, bei den Druckunterschieden werden weder Winddruck- oder Windsog, sondern nur die normalen Luftdruckunterschiede angesetzt), ergibt sich rechnerisch ein Wärmestrom über die Fugen der um ca. 111% über dem reinen Transmissionswärmestrom der Fassade liegt. Der Wärmestrom über die Fassade wird durch die zusätzlichen Fugenverluste somit mehr als verdoppelt!

Legt man die langjährigen Monatsmittelwerte für Kusterdingen zugrunde, sowie eine mittlere Raumtemperatur in der Schwimmhalle von ca. 30°C, so erhält man unter Berücksichtigung der Betriebszeiten der Schwimmhalle (hierbei sind Ferienzeiten berücksichtigt), den Monats- bzw. **Jahres-Energieverlust in kWh/a**.

Hinweis: Auf den gängigen Wetterportalen sind keine Monats- bzw. Jahres-Mittelwerte für Kusterdingen verfügbar. Es wird deshalb der Mittelwert aus den Daten für Reutlingen und Tübingen zugrunde gelegt (Daten von www:climate-data.org):

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Reutlingen ø. Temperatur (°C)	-0,40	1,10	4,60	8,50	12,60	15,90	17,80	17,20	14,20	9,40	4,20	0,70
Tübingen ø. Temperatur (°C)	-0,20	1,30	4,80	8,60	12,90	16,30	18,00	17,10	14,20	9,30	4,30	0,80
Mittelwert	**-0,3**	**1,2**	**4,7**	**8,55**	**12,75**	**16,1**	**17,9**	**17,15**	**14,2**	**9,35**	**4,25**	**0,75**

Energieverlust in kWh/a

Wärmestrom	Transmission Fassade (Bestand)	248,25	W/K
	undichte Fugen	276,2	W/K
	Sanierung EnEV	186,1	W/K
	Sanierung KfW	175,3	W/K

Monat	Monats-Mitteltemperatur in °C	Nutzungs-dauer in Tagen	Wärmeverlust Transmission Bestand in kWh/a	Wärmeverlust undichte Fugen in kWh/a	Wärmeverlust Sanierung EnEV in kWh/a	Wärmeverlust Sanierung KfW in kWh/a
Januar	-0,3	25	4.513,2	5.021,3	3.383,3	3.187,0
Februar	1,2	28	4.804,5	5.345,5	3.601,7	3.392,7
März	4,7	24	3.617,7	4.025,0	2.712,0	2.554,6
April	8,55	23	2.939,4	3.270,3	2.203,5	2.075,6
Mai	12,75	31	3.186,0	3.544,8	2.388,4	2.249,8
Juni	16,1	16	1.325,1	1.474,2	993,3	935,7
Juli	17,9	24	1.730,2	1.925,0	1.297,0	1.221,8
August	17,15	0	0,0	0,0	0,0	0,0
September	14,2	24	2.259,3	2.513,6	1.693,7	1.595,4
Oktober	9,35	30	3.691,0	4.106,5	2.766,9	2.606,4
November	4,25	31	4.756,0	5.291,4	3.565,3	3.358,4
Dezember	0,75	24	4.182,5	4.653,4	3.135,4	2.953,5
Jahressumme		**280**	**37.004,8**	**41.171,1**	**27.740,6**	**26.130,7**

Für die unterschiedlichen Situationen ergeben sich rechnerisch somit folgende Energieverluste:

- Bestandsfassade einschl. undichte Fugen ca. 78.175,9 kWh/a
- Bestandsfassade mit sanierten/abgedichteten Fugen ca. 37.004,8 kWh/a
- auf EnEV-Standard sanierte Fassade ca. 27.740,6 kWh/a
- auf KfW-Standard sanierte Fassade ca. 26.130,7 kWh/a

Durch eine Sanierung/Abdichtung der Fugen zwischen den Beton-Fertigteilen ließe sich der Jahres-Energieverlust um mehr als die Hälfte von ca. 78.200 kWh/a auf ca. 37.000 kWh/a halbieren.
Durch eine Verbesserung der Außenwanddämmung auf EnEV-Standard ergibt sich rechnerisch eine weitere Reduzierung um ca. 9.300 kWh/a.
Eine Verbesserung der Außenwanddämmung auf KfW-Standard ergibt gegenüber der EnEV-Variante nur eine Reduzierung um ca. 1.600 kWh/a. Bei der KfW-Variante sollten deshalb sinnvollerweise auch die Fenster in den Sanierungsplan mit einbezogen werden.

Diese Stellungnahme umfasst 8 Seiten Text.

GN Bauphysik
Ingenieurgesellschaft mbH

i.A. .....

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Lott
- Projektleiter / Teamleiter -

Kostenkontrolle nach HOAI (DIN 276, Stand: Dezember 2008)

Projekt:	ALS - Schwimmhalle Sanierung der Schwimmhalle inkl. Umkleide-/Duschtrakt der Mehrzweckhalle inkl. Wc Anlagen Mehrzweckhalle Jahnstraße 72127 Kusterdingen
Auftrag-geber:	Gemeinde Kusterdingen Kirchentellinsfurter Straße 9 72127 Kusterdingen
Planung:	Riehle und Assoziierte Architekten und Generalplaner Am Echazufer 24, 72764 Reutlingen Tel 07121 / 927-230, Fax 07121/927-239
Objektüber-wachung:	Riehle und Assoziierte Architekten und Generalplaner Am Echazufer 24, 72764 Reutlingen Tel 07121 / 927-230, Fax 07121/927-239
Unterlagen:	Massnahmenkatalog November 2007 Entwurfsplanung April 2017 Entwurfsplanung Dezember 2017

Zusammenfassung
Legionellen Sanierung
Brandschutz Sanierung
Energetische Sanierung

Brutto-Rauminhalt 4850 m³

Baupreisstand:	Maßnahmenk. November 2007	Entwurfsplanung Februar 2017
Baupreisindex:	95,5	118,5
Baupreissteigerung:		24%

Sämtliche Beträge verstehen sich in EURO einschließlich 19 % Mehrwertsteuer.

Zusammenstellung der Kosten Kostengruppen / Gewerk nach DIN 276 (Stand: Dezember 2008) ergänzt um KGR 800 Unvorhergesehenes		Legionellen San **Kosten-berechnung** 14.12.2017 ca. brutto EUR	Brandschutz San **Kosten-berechnung** 14.12.2017 ca. brutto EUR	Energetische San **Kosten-berechnung** 14.12.2017 ca. brutto EUR	nach Prüfung Submission Gesamtsanierung **Kosten-anschlag** 10.07.2018 ca. brutto EUR	inkl. Fassade Schwimmhalle Gesamtsanierung **Kosten-anschlag** 25.09.2019 ca. brutto EUR	Gesamtsanierung **Kosten-anschlag** 23.06.2020 ca. brutto EUR
100	Grundstück	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
200	Herrichten und Erschließen	z. Teil enthalten	nicht erford.	vorhanden	nicht erford.	nicht erford.	nicht erford.
300	Bauwerk - Baukonstruktion	250.000,00	76.000,00	430.000,00	668.000,00	718.000,00	946.000,00
400	Bauwerk - Technische Anlagen	423.000,00	47.000,00	86.000,00	538.000,00	538.000,00	606.000,00
500	Außenanlagen	nicht enthalten	nicht erford.	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten
600	Ausstattung und Kunstwerke	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten
700	Baunebenkosten	217.000,00	43.000,00	158.000,00	418.000,00	418.000,00	418.000,00
800	Unvorhergesehenes	60.000,00	24.000,00	46.000,00	236.000,00	236.000,00	0,00
	Gesamtkosten brutto	**950.000,00**	**190.000,00**	**720.000,00**	**1.860.000,00**	**1.910.000,00**	**1.970.000,00**
	Einbau WC BH 10.000,00 EUR	enthalten			enthalten	enthalten	enthalten
	Umbau Umkl. /DU Lehrer 20.000,00 EUR	enthalten			enthalten	enthalten	enthalten
	Vergrösserung WC-Anlage MZH 55.000,00 EUR	enthalten			enthalten	enthalten	enthalten
	Baupreissteigerung 20.000,00 EUR	enthalten			enthalten	enthalten	enthalten
	Fassadensanierung SH I 50.000,00 EUR GR Beschluß vom 25.09.2019	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	nicht enthalten	enthalten	enthalten

Reutlingen, den 23.06.2020 KB/GJ
Ort, Datum

Unterschrift