

EXPERTISEN Bauschäden
BERÄTUNGEN Wärmeschutz
GUTACHTEN Feuchtigkeitschutz
MESSUNGEN Schallschutz
Lärmschutz
Raumakustik

Ebnetweg 10
6045 Meggen
Telefon 041 379 60 70
Telefax 041 379 60 79
info@martinellimenti.ch
www.martinellimenti.ch

Kontr.:	70
E	15. Jan. 2008
ZA-Vis.:	
Kto.	

Meggen 14. Januar 2008
Auftrag 07/591
Bearbeitet durch Mathias Meyer

Gemeindeverwaltung Horw
Gemeindeammannamt
Herrn Erwin Burch
Gemeindehausplatz 1
6048 Horw

Ralf Meier
dipl. Arch. FH SIA
dipl. Akustiker SGA

Markus Zumoberhaus
dipl. Ing. ETH SIA
dipl. Akustiker SGA

Rieska Dommann
dipl. Arch. FH SIA

Thomas Gasser
dipl. Arch. FH
dipl. Akustiker SGA

Reto Martinelli
dipl. Arch. HTL SIA

Karl Menti
dipl. Arch. HTL SIA

GEMEINDEHAUS HORW
ZUSTANDSANALYSE GEBÄUDEHÜLLE, SANIERUNGSKONZEPT

1. AUFTRAG UND GRUNDLAGEN

Das vorliegende Gutachten betrifft das ca. 1979 erstellte Gemeindehaus am Gemeindeplatz 1 in Horw. Herr Burch, Gemeindeverwaltung, hat uns beauftragt, die Gebäudehülle in energetischer und bauphysikalischer Hinsicht zu beurteilen sowie tendenzielle Aussagen zum sommerlichen Wärmeschutz zu machen. Die Analyse soll als Grundlage für ein Sanierungskonzept dienen, welches durch einen Architekten erarbeitet wird.

Die Bearbeitung und die Beurteilung basieren im Wesentlichen auf:

- den uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen (Grundrisse UG bis DG 1:50, Fassaden 1:50 sowie diverse Detailpläne 1:10 und 1:20)
- den Erkenntnissen anlässlich der Besprechung/Augenschein vom 4. Dez. 2007
- den erhaltenen Angaben zum Energieverbrauch
- den Normen SIA 180 *Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau*, Ausgabe 1999 und 380/1 *Thermische Energie im Hochbau*, Ausgabe 2007
- der tel. Besprechung vom 17. Dez. 2007 mit der Erhart Spenglerei Horw
- der Besprechung zwischen den Herren Burch, Zumoberhaus und Meyer vom 19. Dezember 2007

2. ENERGETISCHE BEURTEILUNG

2.1 Ausgangslage Gebäudehülle



Das 28-jährige, freistehende Gebäude weist ein teilweise beheiztes Untergeschoss, ein Erdgeschoss sowie 5 Obergeschosse mit Büronutzungen und ein Dachgeschoss mit Nebenraumnutzungen auf.

Das Gebäude wurde in Massivbauweise mit Decken aus Stahlbeton erstellt. Nebst einigen Flachdachkonstruktionen befindet sich über der grossräumigen Schalterhalle und dem Dachgeschoss eine zweifach belüftete, wärmedämmte Steildach-

konstruktion (Kaltdach). Die Flachdächer, in Massivbauweise erstellt, weisen eine ca. 6 cm dicke Wärmedämmschicht aus PU-Platten auf. Das Flachdach über dem Polizeibüro im Erdgeschoss wurde gemäss den erhaltenen Informationen bereits saniert.

Bei den 38 cm dicken massiven Aussenwänden handelt es sich um Zweischalenmauerwerke mit einer Aussenschale in Sichtmauerwerk. Die Kerndämmung besteht aus einer 5 bzw. 6 cm dicken Mineralfaserplatte und einem 2 cm dicken Lufthohlraum. Bei der groben visuellen Überprüfung anlässlich des Augenscheines vom 4. Dezember 2007 sind uns – mit Ausnahme von verschiedenartigen Verfärbungen – in bauphysikalischer Hinsicht keine relevanten funktionsbeeinträchtigenden Schäden beim Sichtmauerwerk aufgefallen. Der Zustand die Wärmedämmung innerhalb der Konstruktion ist uns nicht bekannt. Dazu wä-

ren weitergehende Untersuchungen wie z.B. lokale Sondierungen oder Infrarotaufnahmen erforderlich. Die Brüstungen in Leichtbauweise entsprechen flächenmässig in etwa den Mauerwerks-Aussenwänden. Diese bestehen aus einem Sandwichelement mit äusseren Duripanelplatten und einer dazwischenliegenden 6 cm dicken Wärmedämmschicht. Anlässlich des Augenscheins konnte im Erdgeschoss die innere Verkleidung zwischen den Fensterleibungen entfernt werden. Die zum Vorschein kommende Wärmedämmung aus Mineralfaserdämmstoff war trocken und teilweise dunkel verfärbt. Die heutigen Anforderungen bezüglich Luftdichtigkeit und hohlraumfreien Ausführung sind jedoch nicht erfüllt.

Die Bodenüberkonstruktionen im Erdgeschoss und Teile des Untergeschosses bestehen aus einem Zementunterlagsboden mit Bodenheizungen und einer 4 cm dicken Wärmedämmschicht.

Die Fenster bestehen aus 2-fach-Isolierverglasungen und Metallrahmenkonstruktionen. Erfahrungsgemäss kann bei den Verglasungen mit einem U-Wert von ca. $2.90 \text{ W/m}^2\text{K}$ und bei den Fensterrahmen mit einem U-Wert von ca. $3.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ gerechnet werden.

Die Gebäudehülle befindet sich, mit Ausnahme des bereits sanierten Flachdachs, im ursprünglichen Zustand. Die für die wärmetechnische Beurteilung der Gebäudehülle relevanten, teils auf Annahmen beruhenden Daten sind in den Beilagen 1 zusammengefasst.

2.2 Messung Energieverbrauch

Aus den von Herrn Burch erhaltenen Angaben zum gemessenen Heizenergieverbrauch während den Heizperioden von 2002 bis 2006 resultiert ein normalisierter, durchschnittlicher Verbrauch von 239 MWh. Das Warmwasser wird dezentral bereit.

Wird der normalisierte Verbrauch auf die Energiebezugsfläche EBF umgerechnet, ergibt sich die Energiekennzahl für Heizung $E_n = 345 \text{ MJ/m}^2\text{a}$.

2.3 Berechnung Heizwärmebedarf

Das Modell der Norm SIA 380/1 *Thermische Energie im Hochbau*, Ausgabe 2007 erlaubt die Berechnung des Heizwärmebedarfs Q_h (erforderliche Wärmemenge, um ein Gebäude auf einer gewünschten Temperatur zu halten) mit Standardnutzungs- und Standardklimadaten. Die Berechnung im Anhang (Beilagen 1) ergibt für den Ist-Zustand einen Heizwärmebedarf $Q_h = 434 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ was zugleich dem theoretischen Energiebedarf entspricht. Er liegt demzufolge rund 25 % über dem effektiven Verbrauch.

Mögliche Ursachen für die Differenz können Ungenauigkeiten beim Berechnungsmodell, Abweichungen bei den effektiven Bauteilkonstruktionen der Gebäudehülle, Abweichungen von den Standardnutzungsbedingungen (v.a. Raumlufttemperaturen und Lüftungswärmeverluste), Abweichungen von solaren Wärmegewinnen oder Anteil an effektiven Wärmebrücken sein.

Die berechneten Wärmeverluste können in Transmissionswärmeverluste ($522 \text{ MJ/m}^2\text{a}$) und Lüftungswärmeverluste ($80 \text{ MJ/m}^2\text{a}$) aufgeteilt werden (Beilage 1.1). Die Transmissionswärmeverluste machen demzufolge 87 % der Wärmeverluste aus.

Die Transmissionswärmeverluste ihrerseits können unter Berücksichtigung der solaren Wärmegevinne durch die Fenster im Wesentlichen wie folgt aufgeteilt werden:

- Flachdach und Steildach 15 %
- Aussenwand Fensterbrüstung 12 %
- Aussenwand Massivbau 10 %
- Fenster 36 %
- Böden über Aussenklima 2 %
- Wände gegen unbeheizte Räume bzw. Erdreich 5 %
- Böden über unbeheizten Räumen bzw. Erdreich 19 %.

*Foyer
(Wahlen, Junges)*

2.4 Anforderungen an den Wärmeschutz

Gesetzliche Anforderungen

Die Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz der Gebäudehülle sind im Kanton Luzern in der Verordnung zum Planungs- und Baugesetz PBV vom 1. Juli 2004 zusammengefasst. Die kantonalen Anforderungen basieren dabei auf der Norm SIA 380/1 (2001), welche Anforderungen für Neu- und für Umbauten definiert. Per Stichtatum 1. Januar 2008 werden gemäss Regelungen des uwe, Kanton Luzern, nur noch Wärmeschutznachweise (Systemanforderungen) akzeptiert, welche aufgrund der SIA Norm 380/1, Ausgabe 2007 erstellt wurden. Diese Regelung gilt für alle Arten von Nachweisen (behördlicher Nachweis, Minergie-Nachweis sowie Fördergesuch).

Die Grenzwerte für Umbauten betragen generell 140 % der Neubaugrenzwerte, d.h. vorliegend:

- Grenzwert Heizwärmebedarf Umbau $Q_{h,II} = 284 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (140 %).

Bei einem Nachweis mittels Einzelanforderungen sind die Grenzwerte der Norm SIA 380/1, Ausgabe 2001 massgebend. Für die Sanierung einzelner Bauteile gelten folgende wesentliche Grenzwerte:

Bauteil	Bauteil gegen	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
		U-Wert [$\text{W/m}^2\text{K}$]	U-Wert [$\text{W/m}^2\text{K}$]
opake Bauteile (Dach, Wand, Boden)		0.30 (0.25)	0.40 (0.35)
opake Bauteile mit Flächenheizungen		0.25 (0.25)	0.30 (0.30)
Fenster, Fenstertüren		1.70 (1.50)	2.00 (1.70)

Tabelle 1

Werte in Klammern: Verschärfung SIA 380/1 Ausgabe 2007 (Werte sind anzustreben)

Die Norm SIA 380/1 Ausgabe 2007 ist seit dem 1. Juli 2007 gültig und ersetzt die Norm SIA 380/1 Ausgabe 2001 per 1. Januar 2008.

Minergie-Anforderungen

Bis zum 31. Dez. 2007 galt für Umbauten folgende Anforderung (Minergie-Primäranforderung, gemäss Modell SIA 380/1 2007):

- Minergie-Primäranforderungen Umbau $Q_h \leq 243 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (120 %).

Im Rahmen der Übergangsregelungen vom 1. Jan. bis 31. Dez. 2008 ergeben sich verschiedene Änderungen bei den Anforderungen und beim Berechnungsmodell. So wurden die Minergie-Primäranforderungen für die Gebäudehülle bei der Modernisierung bzw. bei Umbauten aufgehoben. Für den Kanton Luzern gilt jedoch für den Zeitraum vom 1. Jan. bis 31. Dez. 2008 eine Übergangsregelung, bei welcher die Minergie-Nachweise mit den alten, d.h. den bisherigen Minergie-Basis-Standard Anforderungen mit den Systemanforderungen gemäss SIA Norm 380/1, Ausgabe 2007, akzeptiert werden.

Bei einer Modernisierung im Minergie-Standard ist eine Lüftungsanlage für die vorliegende Nutzung mit Wärmerückgewinnung nicht zwingend erforderlich. Gemäss neuen Minergie-Anforderungen wird ab 2008 der Einsatz einer Lüftungsanlage allerdings empfohlen.

2.5 Grobbeurteilung Ist-Zustand

Der berechnete Heizwärmebedarf $Q_h = 434 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ überschreitet den massgebenden Grenzwert für Umbauten $H_g = 284 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ um 53 % bzw. $150 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (Beilage 1).

Der Wärmeschutz der Gebäudehülle entspricht somit erwartungsgemäss nicht dem heutigen Standard. Gegenüber dem Mindestwärmeschutz für Neubauten liegt der berechnete Heizwärmebedarf gar um über 100 % höher. Die Wärmeverluste verteilen sich auf unterschiedliche Bauteile, so dass nur mit einer grösseren Sanierung der Gebäudehülle entscheidende Verbesserungen erzielt werden können.

2.6 Energetische Auswirkungen

Ausgehend vom berechneten Heizwärmebedarf Q_h des bestehenden Gebäudes (siehe Kapitel 2.3) können die energetischen Auswirkungen verschiedener baulicher Massnahmen an der Gebäudehülle abgeschätzt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Berechnungen auf einem vereinfachten Berechnungsmodell (Norm SIA 380/1) mit Standardvorgaben (Nutzung, Klima) beruhen und die Ergebnisse dadurch fallweise vom tatsächlichen Verbrauch abweichen können. Mit dem Vergleich des effektiven Heizverbrauchs zum berechneten Heizwärmebedarf Q_h lässt sich eine prognostizierte Reduktion abschätzen.

Die Tabelle 2 zeigt die energetischen Auswirkungen verschiedener einzelner baulicher Massnahmen. In der Tabelle 3 sind Teilsanierungspakete aus den baulichen Einzelmassnahmen gemäss Tabelle 2 aufgelistet. Das Teilsanierungspaket 1 beinhaltet die Sanierungsmassnahmen vollständiger Fensterersatz unter Berücksichtigung zweier Glas U-Werte, neue zusätzliche Wärmedämmung an der Deckenuntersicht Einstellhalle sowie wärmetechnische Verbesserungen der noch nicht sanierten Flachdächer. Beim Teilsanie-

rungspaket 2 wird zusätzlich zum Teilsanierungspaket 1 die wärmetechnische Verbesserung der Fensterbrüstungen von innen mitberücksichtigt. Das Teilsanierungspaket 3 entspricht - im Gegensatz zu den Paketen 1 und 2 - im Wesentlichen einer Sanierung von aussen, wobei ein entsprechendes Fassadengerüst vorausgesetzt wird. Alle baulichen Verbesserungsmassnahmen mit einem U-Wert Glas $\leq 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ sind im Gesamtsanierungspaket 4 berücksichtigt.

Berechnete Verbesserung bei folgenden baulichen Massnahmen:	Red. Q_h [MJ/m ² a]	Verbesserung in [%]	progn. Reduktion [MJ/m ² a] ¹⁾	progn. Einsparung in SFr. ²⁾	Grobschätzung Erstellung ³⁾
a) neue Fenster (U-Glas = 1.10 W/m ² K)	109	25	87	7'500.-	720'000.-
X b) neue Fenster (U-Glas = 0.50 W/m ² K)	134	31	107	9'000.-	750'000.-
X c) Dämmung Boden über unbeheizt	31	7	25	2'000.-	80'000.-
X d) Flachdächer	20	5	16	1'500.-	220'000.-
e) Wärmedämmung Aussenwände	29	7	23	2'000.-	250'000.-
X f) Wärmedämmung Brüstung innen	17	4	14	1'000.-	200'000.-
g) Wärmedämmung Brüstung aussen	28	6	22	2'000.-	350'000.-
h) Steildächer	11	3	9	500.-	200'000.-

Tabelle 2

¹⁾ Prognostizierter Verbrauch infolge Differenz effektiver Verbrauch zu Berechnungsmodell

²⁾ 1 MWh = Fr. 121.-, in Absprache mit Herrn Burch

³⁾ Schätzung aufgrund Erfahrungswerten. m²-Preise ohne Nebenarbeiten (s. Text)

Paket-Nr.	Beilagen	Bauliche Massnahmen (aus Tabelle 2)	Q_h [MJ/m ² a]	bez. Grenzwert $Q_{h,ii}$ [%] ¹⁾	Red. Q_h [MJ/m ² a]	progn. Einsparung Energiekosten ²⁾
-	1	Ist-Zustand	434	214		
1.1	2	a), c), d)	275	136	159	10'500.-
1.2		b), c), d)	250	123	184	12'500.-
2.1		a), c), d), f)	258	127	176	11'500.-
2.2	3	X b), c), d), f)	233	115	201	13'500.-
3	4	b), c), d), g), h)	211	104	223	15'000.-
			184	92	250	15'000.-

Tabelle 3

¹⁾ Grenzwert Umbau ($Q_{h,ii} = 284 \text{ MJ/m}^2\text{a}$, 140 %)

²⁾ 1 MWh = Fr. 121.-, in Absprache mit Herrn Burch

 Grenzwert Umbau erfüllt

 Minergie-Primäranforderung Umbau erfüllt

 Grenzwert Neubau erfüllt

Sämtliche Sanierungspakete erfüllen die Anforderungen der Norm SIA 380/1 für Umbauten ($Q_h \leq Q_{h,II}$ Umbau = 284 MJ/m²a). Die Sanierungspakete 3 und 4 erfüllen die Anforderungen der Minergie-Primäranforderungen an die Gebäudehülle. Das Sanierungspaket 2.2 liegt im Bereich der bisherigen Minergie-Primäranforderungen. Mit einer Gesamtsanierung kann sogar hinsichtlich des Wärmeschutzes der Gebäudehülle ein Neubaustandard erreicht werden.

Die Grobschätzung der Erstellungskosten erfolgte in Absprache mit Herrn D. Schütz, Hansen Blaser Schütz, Baurealisation & Kostenplanung, Luzern. Die Schätzung beruht auf allgemeinen Erfahrungswerten von m²-Preisen ohne Nebenkosten wie Planung/Bauleitung, Gerüste etc., jedoch mit einem Zuschlag für gewisse Anpassungsarbeiten bei Bauteilanschlüssen etc. Bei den Fenstern ist ein Storenersatz mitberücksichtigt. Die Brüstungssanierung von innen und von aussen muss hinsichtlich Realisierbarkeit, Wiederverwendung von Materialien etc. noch detailliert überprüft werden, so dass vor allem noch grosse Unsicherheiten bezüglich den zu erwartenden Kosten bestehen. Die Kostenangaben sind deshalb im Rahmen der Projektierung hinsichtlich Realisierbarkeit, Nebenkosten und notwendigen Anpassungsarbeiten unbedingt noch detailliert zu überprüfen.

2.7 Förderbeiträge Klimarappen

Bei einer Teilsanierung gemäss Teilsanierungspaket 3 sind die Förderbedingungen der Stiftung Klimarappen unter der Fördervoraussetzung eines bis zur Gesuchseingabe mit Erdöl betriebenen Fernheizkraftwerkes erfüllt. Die Teilsanierungspakete 1 und 2 erfüllen die Förderbedingungen nicht. Gemäss Förderbedingungen sind mindestens zwei der drei Aussenbauteile (Fenster, Aussenwand, Dach) oder 65%-ige energetische Erneuerung der gesamten Gebäudehüllfläche gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms zu verbessern. Gemäss unseren abschätzenden Berechnungen kann also für das Teilsanierungspaket 3 einen Förderbeitrag von ca. Fr. 60'000.- erwarten werden, wenn Fenster mit einem Glas U-Wert ≤ 0.90 W/m²K (nach EN673), Rahmen mit U-Wert ≤ 1.50 W/m²K (Attest erforderlich) und Abstandhalter in Edelstahl oder besser eingesetzt werden und die Bauteile die entsprechenden erforderlichen U-Werte aufweisen. Mit einem Minergie-Zertifikat kann ein Betrag in der Grössenordnung von ca. Fr. 85'000.- erwartet werden. Mit der Gesamterneuerung beträgt der Beitrag sogar über Fr. 100'000.-.

3. BAULICHE MASSNAHMEN

3.1 Einleitung

Nachfolgend werden die der energetischen Berechnung zugrundeliegenden Annahmen zu den gewählten Bauteilkonstruktionen bzw. Wärmedämmungen beschrieben. Die Massnahmen sind selbstverständlich im Rahmen der Projektierung noch detailliert zu planen und hinsichtlich Realisierbarkeit beispielsweise mit Versuchsaufbauten zu überprüfen (vgl. insbesondere Brüstungssanierung von innen oder aussen im Zusammenhang mit dem

Fenster- und Storenersatz). Auch weitere Einflussgrössen wie die Etappierbarkeit und die Notwendigkeit von Gerüsten sind unter Berücksichtigung der geforderten Benutzbarkeit des Gebäudes, der Arbeitssicherheit und der Wirtschaftlichkeit noch detailliert abzuklären.

3.2 Fenster

Die bestehenden Fenster aus 2-fach Isolierverglasungen und Rahmen sowie Flügeln aus Metall sind in einem relativ schlechten Zustand. Beim Ersatz der Fenster ist insbesondere die Wahl geeigneter Verglasungen zu beachten. Übliche 2-fache Wärmeschutzverglasungen erreichen U-Werte bis ca. $1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (gemäss EN 673). Bessere Werte bis ca. $0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ können mit 3-fach Wärmeschutzverglasungen erreicht werden. Aufgrund der höheren raumseitigen Oberflächentemperaturen bieten derartige Verglasungen auch Vorteile hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit (Kaltluftabfall).

Mit der Massnahme gemäss Variante f), bei welcher auf die bestehende Fensterbrüstung eine raumseitige Wärmedämmung montiert wird, besteht die Möglichkeit, die Fensterebene nach innen zu verlegen. Damit könnte gegenüber dem heutigen Zustand bzw. mit der Massnahme g) der Fensterrahmenanteil reduziert werden. Der so grob geschätzte Rahmenanteil beträgt ca. 20 % gegenüber den vorhandenen 30 %. Dies hätte einen positiven Einfluss auf die solaren Wärmegewinne.

3.3 Boden über unbeheizt (Decke Einstellhalle)

Aus energetischer Sicht sehr effizient ist die Verbesserung der Wärmedämmung bei den Böden mit Bodenheizung über unbeheizten Räumen. Für die Wärmedämmung stehen unterschiedliche Produkte entsprechend den gestalterischen und allenfalls feuerpolizeilichen Anforderungen zur Auswahl. Vorliegend wurde der wärmetechnisch massgebende Boden EG über der Einstellhalle mit einer 12.5 cm dicken Wärmedämmschicht aus Schichtexplatten an der Untersicht verbessert.

In den beheizten Räumen im UG sind trotz hohen U-Werten die Wärmeverluste gering, sodass hier eine wärmetechnische Verbesserung wenig wirkungsvoll ist.

3.4 Flachdächer

Ausser dem sanierten Flachdach über der Polizei im Erdgeschoss entsprechen die Flachdächer mit 6 cm Wärmedämmschicht nicht mehr dem Stand der heutigen Technik. Gemäss Aussagen Herrn Erhart, Erhart Spenglerei Horw, handelt es sich bei den nicht sanierten Flachdächern um 6 cm dicke PU-Wärmedämmplatten. Die Sanierung des Polizeidaches erfolgte mit zusätzlichen 8 cm PU Wärmedämmungen. Für die Berechnungen wurden bei sämtlichen Flachdächern eine Zusatzdämmung von 10 cm PU vorausgesetzt.

lat. = lichtundurchlässig

3.5 Massive Aussenwände

Bei den ^{opaken} massiven Aussenwänden besteht bereits ein vergleichsweise guter Wärmeschutz. Bei der Massnahme e) bzw. dem Massnahmenpaket 4 wurde trotzdem mit einer bauphysikalisch unproblematischen Aussendämmung von zusätzlich 14 cm Dicke gerechnet.

3.6 Fensterbrüstungen

Die wärmetechnischen Verbesserungsmassnahmen bei den Fensterbrüstungen können entweder raumseitig oder fassadenseitig erfolgen. Raumseitig könnte die wärmetechnische Verbesserung wie folgt aussehen:

- 2-lagige Beplankung mit Gipskartonplatten
- Dampfbremse/Luftdichtigkeit
- Wärmedämmung zwischen Holzständerkonstruktion
- bestehende Fensterbrüstung.

Dabei kann je nach Stärke der Wärmedämmung die Ebene der neuen Fensterkonstruktionen mit der inneren Verkleidung übereinstimmen, was wir in unseren Berechnungen berücksichtigt haben (vgl. Skizze in Beilage 6). Es ist zu beachten, dass mit einer 5 cm dicken zusätzlichen Wärmedämmschicht die Anforderungen bei einem Nachweis an die Einzelbauteile nicht sichergestellt werden können. Hierzu sind zur Sicherstellung der Norm SIA 380/1, Ausgabe 2007, 10 cm dicke Wärmedämmungen erforderlich. Wie der Systemnachweis zeigt, kann eine Innendämmung von 5 cm Dicke jedoch durchaus sinnvoll und zulässig sein.

Falls die Sanierung ohnehin mit einem Fassadengerüst erfolgt, könnten die Fensterbrüstungen auch von aussen, d.h. zwischen Sandwichpaneel und Blechverkleidung, verbessert werden. Es wurde vorgesehen, die aussenliegende Kupferbekleidung zu entfernen und auf die bestehende Fensterbrüstung eine ca. 12 cm dicke hinterlüftete Mineralfaserdämmplatte zu montieren.

3.7 Steildach

Das bestehende Steildach weist heute einen U-Wert von ca. $0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Da die Transmissionswärmeverluste über die Steildächer nur in geringem Ausmass auftreten, ist eine wärmetechnische Verbesserung nur in Kombination mit einem Ersatz der Dachziegel von aussen sinnvoll. Bei der Massnahme h) wurde eine Warmdachkonstruktion mit einem Isorooft-Unterdach vorgesehen.

4. SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

4.1 Ausgangslage

Gemäss Aussagen von Herrn Burch stellen sich in den Sommermonaten erhöhte Raumlufttemperaturen ein und der sommerliche Wärmeschutz wird bemängelt. Im Rahmen des Umbaus stellt sich daher die Frage nach einer möglichen Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes. Wir fassen unsere Grobbeurteilung gemäss dem Input/Output-Verfahren nachfolgend kurz zusammen. Für detailliertere Angaben wären umfassende Gebäudesimulationen erforderlich.

4.2 Einflussgrössen

Der sommerliche Wärmeschutz eines Gebäudes wird im Wesentlichen durch die 3 folgenden Grössen bestimmt:

- ‚Input‘ von Energie bzw. Wärme (interne Lasten, Globalstrahlung und andere externe Einwirkungen)
- die Auskühlung durch die Nachtlüftung, durch Transmission (Wärmedurchgang durch Bauteile) und durch die künstliche Kühlung (insgesamt ‚Output‘)
- die Wärmespeicherfähigkeit der Innenbauteile, unter anderem erfassbar durch die so genannte Zeitkonstante T (Verhältnis Wärmespeicherfähigkeit/Wärmeverlust).

Zu den internen Lasten gehören die Abwärme von elektrischen Geräten wie PC, Beleuchtung etc. und die Abwärme von Personen. Die externe Last umfasst im Wesentlichen den Eintrag an Sonnenenergie durch die Fenster über die Globalstrahlung. Für die vorhandenen Fenstergläser kann ein g-Wert von ca. 0.75 vorausgesetzt werden. Die Transmission durch die opaken Bauteile der Gebäudehülle (Mauerwerk, Flachdach, Steildach) ist vorliegend praktisch vernachlässigbar.

4.3 Beurteilung

Relevante Verbesserungen sind gemäss unseren abschätzenden Berechnungen im Wesentlichen durch eine Begrenzung des Strahlungsinputs und der internen Lasten sowie eine möglichst gute Nachtauskühlung zu erwarten (vgl. Beilagen 7). Das Wärmespeicherverhalten der Räume ist aufgrund der baulichen Randbedingungen weitgehend gegeben.

Der Strahlungsinput über die Fenster kann durch folgende Massnahmen entscheidend reduziert werden:

- Einbau neuer Fenster mit Sonnenschutzverglasungen oder mit eingebauten Sonnenschutzvorrichtungen zwischen den Gläsern
- Sonnenschutzvorrichtungen aussen
- spezielle Sonnenschutzrollos innen.

Mit dem Einsatz von Sonnenschutzverglasungen reduzieren sich die solaren Wärmege-
winne während den Heizperioden. Der Heizwärmebedarf wird dadurch in Abhängigkeit
des Gesamtenergiedurchlassgrades (tiefer g-Wert) erhöht. Aus diesem Grunde steht der
Einsatz von Sonnenschutzverglasungen aus unserer Sicht nicht im Vordergrund.

Im Zusammenhang mit dem Fensterersatz sind bei den Sonnenschutzvorrichtungen aus-
sen wie Sonnenstoren, Rafflamellenstoren u.ä. g-Werte von ≤ 0.10 anzustreben. Bei in-
nenliegenden Sonnenschutzrollos u.ä. sind nur spezielle, reflektierende Systeme z.B. des
Typs Agero mit ähnlichen g-Werten sinnvoll. Eine Automatisierung des Sonnenschutzes
erachten wir als notwendig.

Andererseits sind Verbesserungen bei der Nachtauskühlung erforderlich. Da eine wirksa-
me Fensterlüftung nachts aus verschiedenen Gründen wie z.B. Einbruchschutz und Witte-
rungsschutz kaum möglich ist, drängt sich eine mechanische Lüftungsanlage auf (siehe
auch Minergie-Anforderungen 2.4). Die entsprechenden Randbedingungen sind durch
einen versierten Fachmann zu klären.

↳ Ing. Büro Künzli + Partner AG
(Beilage)

5. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

Auftragsgemäss haben wir die bestehende Gebäudehülle in energetischer Hinsicht unter-
sucht. Die nicht zeitgemässe Wärmedämmung führt zu einem hohen Energieverbrauch
und beeinträchtigt die thermische Behaglichkeit.

Mit einer Sanierung der Gebäudehülle soll im Wesentlichen sichergestellt werden, dass:

- die Energieeffizienz und die thermische Behaglichkeit im Sommer und im Winter verbessert werden
- bauphysikalische Schwachstellen bzw. Wärmebrücken behoben werden
- der erforderliche Feuchteschutz langfristig gewährleistet ist.

Aus unserer Sicht steht unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, der Energieeffizienz
und der thermischen Behaglichkeit eine Sanierung gemäss dem Teilsanierungspaket 2.2
im Vordergrund. Mit den entsprechenden Massnahmen sowie Verbesserungen beim Son-
nenschutz der Fenster und der Nachtauskühlung wird auch der sommerliche Wärme-
schutz verbessert. Es ergeben sich im Wesentlichen folgende Massnahmen:

- Ersatz aller Fenster mit Verglasungen U-Wert $\leq 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
- raumseitige wärmetechnische Verbesserungen bei den Fensterbrüstungen
- wärmetechnische Sanierungen aller Flachdächer
- Wärmedämmung der Deckenuntersicht der Einstellhalle
- äussere automatisierte Sonnenschutzvorrichtungen mit $g \leq 0.10$
- Verbesserung der Nachtauskühlung durch Einbau einer mechanischen Lüftung.

Mit dem Teilsanierungspaket 2.2 wird ein Wärmeschutz im Bereich der bisherigen Miner-
gie-Primäranforderungen an die Gebäudehülle erreicht.

MARTINELLI + MENTI AG


Mathias Meyer

- Beilagen: 1 Berechnungen Heizwärmebedarf Q_h bestehendes Gebäude
2 bis 5 Berechnungen Heizwärmebedarf Q_h einzelner Sanierungspakete
6 Vorschlag Wärmedämmung Fensterbrüstung
7 Grobberechnung sommerlicher Wärmeschutz

Verteiler: 2-fach an Adressat