

Wärmeenergieverlustanalyse am BG Dornbirn



Projektbericht

ASE Wettbewerb 2017/18

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Problemstellung	3
2.1	Bauliche Begebenheiten.....	3
2.2	Wärmeenergieverlust	3
2.3	Lärmbelästigung von der Straße	3
2.4	Schimmelbildung	3
3	Analysen	3
3.1	Infrarotaufnahmen	3
3.2	Begehung Energieexperte.....	4
3.3	Luftkeimmessung und Abklatschproblem	4
4	Ergebnisse	4
4.1	Berechnung Wärmeenergieverlust	4
4.2	Energieinstitut Beurteilung.....	4
4.3	Schimmelanalyse Laborbericht.....	5
5	Empfehlungen und Fazit	5
5.1	Sanierungsalternativen.....	5
5.2	Kosten/Nutzen Überlegungen	5
5.3	Fazit.....	5

1 Einleitung

Im 3. Stock des Altbaus des Bundesgymnasiums Dornbirn geht aufgrund von alten und undichten Fenstern wertvolle Wärmeenergie verloren. Außerdem bildet sich - vermutlich als Folge der Wärmebrücken zwischen Außen- und Innentemperaturen Schimmel an den Fensterrahmen, der unter Umständen eine Gefahr für Schüler und Lehrer darstellen könnte. Der Wärmeenergieverlust bedeutet höhere Energiekosten für die Schule. Dazu kommt noch die Verschwendung wertvoller Ressourcen. Ein weiterer Aspekt ist die Lärmdichtung, da die Schule an der Ecke von zwei relativ stark befahrenen Straßen liegt.

Dies stört uns als Umweltschule natürlich, deswegen ist unser Ziel die Energieverschwendung zu identifizieren und zu eliminieren, beziehungsweise zu reduzieren und den Gebäudebesitzer, die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG), zum Austausch oder Sanierung der Fenster anhand eines umfangreichen Berichtes zu bewegen. Außerdem werden wir auch noch feststellen wie problematisch die mögliche Schimmelbildung und die unzureichende Lärmdichtung wirklich ist.

Zunächst wurden Infrarot-Aufnahmen mit einer Wärmebildkamera am 22. und 29. Jänner 2018 von Prof. Sottopietra gemacht. Diese sollen zur Identifizierung von Wärmebrücken verwendet werden. Danach wurde das Energieinstitut mit einbezogen und zwar durch die Besichtigung der Fenster, um ihren tatsächlichen Zustand durch einen Fachexperten festzustellen und auch die Thermografie Aufnahmen zu interpretieren.

Darauf folgte die Entnahme von Schimmelpilzkulturen und eine Raumluftkeimmessung, durchgeführt von gerichtlich beeideten Schimmelexperten. Die Analyse der Proben sollte Klarheit über die Art und das Ausmaß des Schimmels geben, sowie mögliche gesundheitliche Folgen bringen.

Zusätzlich wurden auch noch Berechnungen hinsichtlich des Energieverlustes angestellt. Diese wurden mit Unterstützung der Fachhochschule berechnet. Dazu kam auch noch eine Kosten-/Nutzen Analyse.

2 Problemstellung

2.1 Bauliche Begebenheiten

Bei den zu restaurierenden Fenstern handelt es sich vor allem um die, des dritten Stockes, auch wenn es sinnvoll wäre gleich alle im Hauptgebäude zu ersetzen. Bezüglich der Lüftungsgeräte, welche später noch angesprochen werden, handelt es sich um alle Räume, die mit einem ausgestattet werden sollten, um die CO₂ Konzentration in den Klassenräumen auf den empfohlenen Richtwerten zu halten.

2.2 Wärmeenergieverlust

Die Berechnungen und Beurteilungen des Wärmeenergieverlustes erfolgten durch Herr Dr. Eckart Drössler vom Energieinstitut. Die Fenster am BGD haben ungefähr einen U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) von 2.6 W/m²K, wobei moderne Holz- oder Holz-Alu Fenster einen U-Wert von 0,8 bis 0,7 W/m²K haben. Daraus lässt sich schließen, dass der Verlust beim alten Fenster 3 bis 3,5 Mal höher ist, als bei einem modernen Fenster. Dadurch kommt es zu einem Wärmeenergieverlust, den man durch neue Fenster minimieren könnte. Die Berechnungen wurden zudem von Ramona Roskopf von der FHV noch detaillierter für die letzten Jahre unter Berücksichtigung der Heizgradtage erstellt, nachdem sie die genauen Fensterabmessungen vor Ort erhoben hatte.

2.3 Lärmbelästigung von der Straße

Ein weiteres Problem der schlecht abgedichteten Fenster ist die Lärmbelästigung der Straße oder generell rundum die Schule. Jeden Morgen dreht zum Beispiel eine Kehrmaschine ihre Runden vor dem BGD, dabei ist diese im Klassenzimmer sehr gut zu hören, egal ob man sich im dritten Stock oder im Erdgeschoss befindet. Dies kann ein immenser Störfaktor sein, insbesondere bei Prüfungen, Schularbeiten oder der Matura.

2.4 Schimmelbildung

Um zu ermitteln, ob es sich bei dem sichtbaren Schimmel auf den Fensterrahmen um harmlosen Schimmel oder eine potentielle Gesundheitsgefährdung handelt, wurden zwei gerichtlich beidete Schimmelexperten und zwar Herr Michael Miessgang, MAS, MBA und Dipl. Ing. Jürgen Halper, gebeten die Räume 304 und 306 auf Schimmel-Befunde zu testen. Die Befundaufnahme wurde am 6. Februar 2018 durchgeführt, bei der auch ein Vertreter der Eigentümerin anwesend war. Die Proben wurden ins Labor nach Innsbruck geschickt zur Auswertung,

3 Analysen

3.1 Infrarotaufnahmen

Die Infrarotaufnahmen, die am BGD aufgenommen wurden, wurden von Herrn Dr. Eckart Drössler analysiert und er ergänzte, dass eine Interpretation für die Ermittlung des Wärmeenergieverlustes kaum möglich sei, da man die Oberflächentemperaturen von Glas nur per Berührungsfühler und nicht mit einer Wärmebildkamera messen könne und diese zum Teil eine Spiegelung aufweisen. Deswegen sind die Infrarotaufnahmen kaum für die

Berechnung des Wärmeenergieverlustes verwendbar, jedoch sehr sinnvoll, wenn es darum geht, Wärmebrücken sichtbar zu machen.

3.2 Begehung Energieexperte

Herr Dr. Eckart Drössler, der als Energieexperte am 13. Februar 2018 zu uns ans BGD kam um den Wärmeverlust zu untersuchen, ging folgendermaßen an die Sache heran: Zuerst begutachtete er die Fenster in Raum 304 und überprüfte, ob die Lüftung an den Fenstern ausreichend ist. Er fand jedoch nur drei Löcher, die in den Aluminiumwinkel gebohrt wurden und die reichen nach seinen Angaben nicht für die Lüftung aus. Zudem kann Wasser durch diese Löcher eindringen. Danach führte er noch diverse ungefähre Berechnungen des Wärmeenergieverlustes durch und sprach anschließend über das CO₂-Problem, welches durch neue dichtere Fenster verschlimmert werden würde und wies auf eine Alternativlösung hin und zwar eine Einzelraum Lüftungsanlage, wie zum Beispiel bei der Volksschule Mähdele in Wolfurt.

3.3 Luftkeimmessung und Abklatschproblem

Luftkeimsammlung: Die Luftkeimsammlung ist notwendig um verdeckte Innenraumschimmelquellen auffindig zu machen oder zu überprüfen wie erfolgreich eine Sanierung war. Diese Luftkeimsammlung wurde in den Semesterferien, am 6. Februar 2018, im Raum 304 im dritten Stock des BGD durchgeführt um zu testen, ob sich eine unsichtbare Pilzquelle im Raum befindet. Für eine Untersuchung wurden vier Luftkeimsammlungen durchgeführt, zwei im Innenraum und zwei im Außenraum, wobei die Außenraumproben für einen Referenzwert dienen sollen. Für die Luftkeimmessung war es notwendig, dass dies außerhalb der Schulzeit stattfand, um mögliche Verzerrungen zu vermeiden.

Abklatschproben: Kontaktproben können benutzt werden um Oberflächen auf sichtbaren oder unsichtbaren Schimmelpilzbefall zu untersuchen. Diese Methode wurde von den Schimmelpilzexperten in Raum 306 (Festsaal) verwendet. Hierbei wird ein Nährmedium auf die zu untersuchende Fläche gedrückt, dann wird eine Abklatschprobe gemacht und diese wird dann im Labor auf lebende, keimfähige Pilzbestandteile geprüft.

4 Ergebnisse

4.1 Berechnung Wärmeenergieverlust

Nach ungefähren Berechnungen von Herr Eckart Drössler vom Energieinstitut werden jeden Winter 43 Liter Heizöl pro Fenster mehr verbraucht als wenn man neue und besser abgedichtete Fenster einbauen würde. Dies entspricht einem Verlust von ungefähr 430 kWh pro Fenster. Eine detaillierte Rechnung wurde von Fr. Roskopf von der FHV aufgestellt, um auch einen Kosten-/Nutzenvergleich, sowie eine Amortisationszeit zu ermöglichen. Diese Zahlen basierend auf den Heizgradetagen der letzten Jahre und allgemeine Annahmen zu den Fenstern, wie Dreifachverglasung, Preis pro Quadratmeter, etc. Diese Zahlen stellen eine Grobschätzung dar.

4.2 Energieinstitut Beurteilung

Falls die Fenster ausgetauscht werden würden, würden zwar die Probleme des Wärmeenergieverlustes und der Lärmbelastigung Großteils behoben oder zumindest eingeschränkt werden, jedoch würde ein anderes Problem intensiviert werden und zwar der

zu hohe CO₂-Gehalt in der Atemluft innerhalb der Klassenräume. Dies ist ein Störfaktor, da mit einem höheren CO₂-Gehalt auch die Konzentration schwerer fällt. Im Unterricht kann dies fatal sein und einen sehr großen Einfluss darauf haben, wie aufmerksam die Schüler während des Unterrichtes sind. Diesem erhöhten CO₂-Gehalt kann man mit ein- oder mehrmaligen Stoßlüften pro Schulstunde jedoch äußerst effektiv entgegenwirken. Von den alten undichten Fenstern wird dieses Problem zwar leicht eingedämmt, aber so geringfügig, dass es unzureichend ist. Für eine systematisch gute Raumluft mit Wärmerückgewinnung könne man laut Dr. Eckart Drössler nur per Lüftungsgerät sorgen.

4.3 Schimmelmanalyse Laborbericht

Die Luftprobe aus Raum 304 wurden nur sehr wenige Kolonien isoliert. Die beiden Kolonien, die aber isoliert wurden sind eine Kolonie von *Penicillium* spp. und ein steriles Myzel. Aus diesen Ergebnissen kann man schließen, dass sich keine Pilzquelle im Raum befindet. Die Klatschproben hingegen wiesen größere Koloniezahlen auf. Das im Raum 306 liegende Fenster wies 104 Kolonien von *Cladosporium* spp. oder auch *Cladosprium*-ähnlichen Pilzen auf. Daraus kann man schließen, dass im Festsaal ein stärkerer Befall zugrunde liegt. Jedoch sind die Werte keinesfalls gesundheitsgefährdend.

5 Empfehlungen und Fazit

5.1 Sanierungsalternativen

Herr Dr. Eckart Drössler schlug ein Einzelraum-Lüftungsgerät vor, da dies die einzige Möglichkeit sei für systematisch gute Raumluft zu sorgen. Dies würde zwar keinen Einfluss auf die Lärmbelästigung oder den Wärmeenergieverlust nehmen, aber es wäre die beste Option das Problem der schlechten Atemluft innerhalb eines Klassenzimmers zu beheben. Als kurzzeitige Lösung hat Herr Drössler angeboten, dass das BGD beim Energieinstitut Vorarlberg eine oder mehrere sogenannte Lüftungsampeln ausborgen könnte, welche immer den aktuellen CO₂-Gehalt im Raum anzeigt. Hier gab es bereits in der Vergangenheit ein Pilotprojekt mit der ETH Zürich, wobei anhand von Bildschirmen die Luftqualität in Form von „quantified art“ für alle sichtbar angezeigt wurde.

5.2 Kosten/Nutzen Überlegungen

Die Kosten für ein neues Fenster liegen bei circa 2500 € pro Exemplar (zuzüglich MWSt.). Es handelt sich um einen Dreiflügler mit Dreischiebenglas. Zusätzlich wurden beim Preis noch die Demontage, Entsorgung des alten Fensters, die Fensterbank innen und der Ausschluss außen dazugerechnet. Falls das Problem mit der schlechten Atemluft auch noch gelöst werden sollte, müsste man mit ungefähr 9400 € pro Exemplar (zuzüglich MWSt.) rechnen. Dazu kämen noch die Kosten für das Außengitter, die Aufhängungsteile, Raumbediengeräte und Montagekosten.

5.3 Fazit

Ich persönlich bin der Meinung, dass es mehr als sinnvoll ist, die alten ziemlich undichten Fenster zu ersetzen und neue besser abgedichtete Fenster einzusetzen. Ich vertrete diese Meinung, da ich als Schüler selbst auch von der schlechten Abschirmung der Außen-Geräusche, die das Lernklima stören und verschlechtern, betroffen bin. Außerdem ist das BGD eine Umweltschule und deswegen sollte es auch eines unserer Ziele sein nicht zu viel Heizöl zu verschwenden, wenn es einfach vermeidbar ist. Zusätzlich zum Austauschen der

Fenster ist es für ein gesundes Lernklima beinahe notwendig, Einzelraum-Lüftungsgeräte einzubauen, um die Konzentrationsspanne zu erhöhen. Es wäre zwar ziemlich teuer alle diese Erneuerungen und Sanierungen durchzuführen, aber ich denke, wenn es um die Fortbildung und bis zu einem gewissen Grad auch um die Gesundheit der Jugend geht, ist das Geld gut investiert.