

## IGS - Glassystem



Projekt-Team: *Florian Schaffter*  
*Philipp Busslinger*  
*Marco Swiatek*

Beruf: Metallbaukonstrukteur

Lehrjahr: 3. Lehrjahr

Name der Schule oder des Betriebs: BBZ Zürich

Name der Lehrperson oder der Berufsbildnerin/des Berufsbildners: Milan Schmed

### Zusammenfassung:

IGS ist ein System, welches den U-Wert eines älteren Fensters verbessert, aber es verbessert nicht nur den U-Wert sondern auch das Aussehen; es wird moderner...

Das Ganze ist ein Aufbau für ein Fenster. Mit dem Aufbau haben wir zwischen dem System eine weitere Kammer, in welche wir Argon einfüllen, um den Isolierwert zu verbessern.

Das System ist aber nebenbei auch noch eine weitere Schicht, welche den Schall dämmt und auch noch vor der Witterung schützt.

Tatsächlich eingesparte Energie in kWh pro Jahr (Energieprojekt):

Eingesparte Energie pro Jahr bei einem Fenster => 78kWh

Wettbewerbs-Kategorie: Innovationsprojekt

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>2</b>
1.1.	Ausgangslage.....	2
1.2.	Motivation .....	3
<b>2.</b>	<b>Ideensuche / Projektdefinition .....</b>	<b>4</b>
2.1.	Projektdefinition und -Zielsetzung: .....	4
2.2.	Umsetzbarkeit.....	5
<b>3.</b>	<b>Konkrete Umsetzung.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Berechnung.....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Auswertung der Projektarbeit.....</b>	<b>10</b>
5.1.	Rückblick .....	10
5.2.	Perspektiven .....	10
<b>6.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>11</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangslage

*Beschreibe die Zusammenhänge zwischen dem Energieverbrauch in der Schweiz und dem Klimawandel*

*Wie kannst du Einfluss darauf nehmen?*

Die Auswirkungen des Klimawandels und des damit verbundenen Temperaturanstiegs zeigen sich in der Schweiz beispielsweise durch das Tauen des Permafrostes und das Schmelzen der Gletscher.

Wissenschaftler, die sich mit diesem Thema beschäftigt haben, nennen als Grund die hohe Treibhausgasemission der Industrieländer, die insbesondere durch die genutzten fossilen Energien, wie Öl, Gas und Kohle, hervorgerufen werden.

Der Energieverbrauch in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Ländern geringer, dennoch ist er pro Person insgesamt zu hoch. Da ein Grossteil der Bevölkerung in der Schweiz ein gutes Einkommen hat, wird zu wenig auf den Energieverbrauch geachtet. Die eigene Lebensqualität hat Vorrang. Langes Duschen, ein eigenes Auto, Heizen mit Öl oder Gas, immer mehr elektronische Geräte bewirken unter anderem, dass Energien und Rohstoffe vergeudet werden und der CO<sub>2</sub>-Ausstoss stetig ansteigt.

Die Folgen des Klimawandels erlauben aber keinen Aufschub, sondern verlangen viel mehr einen anderen Umgang mit der Energie und den Ressourcen der Erde.

Zudem sollen die beschränkten Ressourcen auch zukünftigen Generationen zur Verfügung stehen. Dies erfordert mittelfristig einen Umstieg auf erneuerbare Energien und als Sofortmassnahme eine Reduktion des Energieverbrauchs. Dadurch kann der CO<sub>2</sub>- Ausstoss vermindert werden.

Daher sind die Industrien und die Unternehmen gefordert, ihren Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase zu leisten. Aber auch jede einzelne Person kann sich beteiligen und Ressourcen, beziehungsweise Energien einsparen. Sie kann Elektrogeräte ganz ausschalten und nicht im Standby-Modus lassen, sie kann sparsam mit dem Wasserverbrauch umgehen und den Papierverbrauch reduzieren. Zur Arbeit und wieder nach Hause kann man auch ohne Auto gelangen, indem man die öffentlichen Verkehrsmittel verwendet oder eine Fahrgemeinschaft gründet.

## 1.2. Motivation

*Beschreibe deine Motivation, am Wettbewerb teil zu nehmen.*

*Beschreibe, warum dein Projekt ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz ist.*

Unsere Motivation am Wettbewerb teilzunehmen ist es, einen Beitrag für die Umwelt zu leisten sowie ein Projekt beziehungsweise eine Projektidee auf die Beine zu stellen, die dem Bund hilft den Energieverbrauch der Haushaltungen zu minimieren.

Unser Projekt wird sicher einen grossen Beitrag an die Umwelt leisten, da die Projektidee einerseits die Heizung entlastet, aber auch das Design eines älteren Hauses modernisiert. Da das Fenster der schwächste Ort an einem Haus ist, haben wir uns gedacht: „Wenn wir den Energieverbrauch schon minimieren wollen, dann mit Style.“ Also haben wir uns zum Vorsatz genommen, dass es kostengünstig ist, den U-Wert eines Fensters extrem verbessern soll und dass es natürlich einen Eindruck hinterlässt.

## 2. Ideensuche / Projektdefinition

*Beschreibe in diesem Kapitel, welche Ideen du gesammelt hast, was du damit erreichen möchtest und für welche Idee du dich schlussendlich entschieden hast.*

Wir hatten von Anfang an eine Idee und haben sie bis an den Schluss verfolgt und natürlich umgesetzt.

Die Gründe sind sehr simple; da wir aus dieser Branche kommen, haben wir auch gute Erfahrungen mitgebracht, die uns sehr geholfen haben dieses Projekt realistisch zu gestalten.

### 2.1. Projektdefinition und -Zielsetzung:

*Kläre anhand der Projekt-Zielsetzung, um welche Projektkategorie es sich bei deiner Idee handelt. Was willst du mit deinem Projekt erreichen?*

- *Energieprojekt: Suche im Betrieb, in der Schule oder zu Hause nach einfach zu realisierenden Energiesparmassnahmen, setzt diese um und berechne die eingesparte Energie. Der Energiepreis wird an diejenigen Projekte verliehen, welche die grösste Einsparung an Energie erreichen.*
- *Sensibilisierungsprojekt: Grosse Veränderungen können nur erreicht werden, wenn viele Menschen mitmachen. Dafür braucht es Wissenstransfer - zum Beispiel durch euer Projekt. Der Sensibilisierungspreis wird an Projekte verliehen, die über Energiespar- oder Effizienzsteigerungsmassnahmen informieren und eine Sensibilisierungsaktion umgesetzt haben (z.B. Filmvorstellung, Diskussionsabend, Flyeraktion etc.).*
- *Innovationsprojekt: Neue Ideen sind gefragt! Der Erfindspreis wird an Projekte verliehen, die auf witzige oder kreative Art und Weise Energie einsparen. Suche nach neuen, originellen Wegen im Betrieb, in der Schule oder zu Hause Energie einzusparen. Konstruiere einen Prototypen oder ein Modell und finde heraus, welche Firmen an der Erfindung Interesse haben könnten.*
- *Planungsprojekt: Sind dir im Betrieb, in der Schule oder zu Hause gute Energiesparmassnahmen eingefallen, die im relativ kurzen Zeitrahmen der Energie- und Klimawerkstatt nicht realisierbar sind? Dann beschreibe deine Idee, berechne die mögliche Energieeinsparung und plane die Umsetzung (inkl. Zeitplan). Der Planungspreis wird an diejenigen Projekte verliehen, die grosse Energieeinsparungen erreichen und deren Umsetzung realistisch erscheint.*

Unser Projekt gehört in die Kategorie Innovation, wie es der Name schon sagt: IGS (Innovation Glassystem).

Das Ziel dieses Projektes ist ganz einfach umsetzbar, damit sich auch der Mittelstand und die ärmeren Leute in der Schweiz und auch in anderen Ländern ihr Haus auf einen guten Stand zu bringen und ebenfalls den Energieverbrauch zu minimieren ohne ein neues Haus zu bauen oder viel Geld in einen Umbau zu investieren.

## 2.2. Umsetzbarkeit

*Prüfe deine Ideen auf ihre Umsetzbarkeit:*

- *Welche Idee entspricht deinem Ziel am besten?*
- *Wie realistisch ist die Projektumsetzung?*
- *Was für Probleme können auftreten?*  
*(z.B. fehlende Informationen, Zeit, Material, Finanzen, etc.)*

Die Idee, die wir nach einer langen Planungsphase Umgesetzt haben, hat das Ziel sehr gut erreicht. Es ist einfach zu produzieren und braucht auch nicht zu viele Montagestunden.

Den U-Wert haben wir um  $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$  verbessert, das ist eine sehr gute Verbesserung. Und somit haben wir auch das wichtigste Ziel erreicht!



Die Projektumsetzung ins Praktische ist ebenfalls sehr einfach und nimmt nur wenig Zeit in Anspruch. Also denken wir, dass dies eine gute umsetzbare Idee ist.

Das einzige „Problem“ besteht darin, das Argon in die Kammer zu bringen und gleichzeitig den Sauerstoff zu entfernen.

### 3. Konkrete Umsetzung

*Notiere hier, wie du dein Projekt umsetzt und dokumentiere deine Umsetzung mit Zeichnungen, Modellen, Fotos, etc.*

*Abbildungen sind korrekt zu nummerieren und beschriften analog zum unten stehenden Beispiel.*

Das Projekt wird wie folgt umgesetzt:

Wenn man einen Kunden nach einer guten Beratung von diesem System überzeugen konnte, wird das System entsprechend produziert.

Man bestellt die richtige Grösse des Plexiglas mit einer bestimmten Emaillierung (Farbe gemäss Kunde). Wie auch das PVC-Profil.

Wenn man diese Produkte hat, wird das Ganze zusammen geklebt (Bild 1).

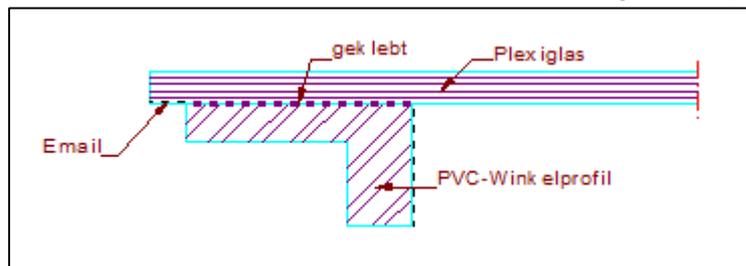


Bild 1

Auf der Baustelle wird ein Dichtungsband auf das PVC-Profil geklebt und dann wird das ganze montiert. Bis auf die zwei Ventile wird alles abgedichtet.

Danach wird durch das untere Ventil Argon hinein gepumpt. Da das Argon schwerer ist als die Luft, kommt die Luft durch das obere Ventil heraus. Dadurch verbleiben in der Kammer etwa 80% Argon und der U-Wert wird dadurch verbessert.

Wenn das Gas in der Kammer ist, kann man die beiden Ventile ebenfalls abdichten.

**FERTIG IST ES!**



#### 4. Berechnung

Gib.: • Holzrahmen:

- $d = 60 \text{ mm}$
- $\lambda = 0,145 \text{ W/mK}$

• Plexiglas:

- $d = 5 \text{ mm}$
- $\lambda = 0,19 \text{ W/mK}$

• Glas:

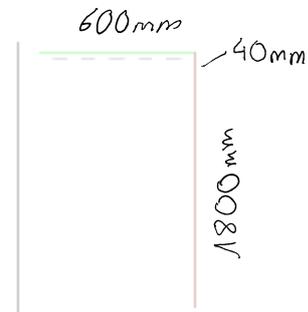
- U-Wert =  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  (gemäss Glaströsch)

• Randverbund:

- $\psi = 0,08 \text{ W/mK}$

• PVC:

- $d = 6 \text{ mm}$
- $\lambda = 0,15 \text{ W/mK}$



Feenster ohne IGS:

$$\text{Rahmen} = R = d/\lambda = 0,06 \text{ m} / 0,145 \text{ W/mK} = 0,413793103 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,413793103 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,583793103 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1 / 0,583793103 \text{ m}^2\text{K/W} = \underline{\underline{1,712935617 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

$$A_f = (1,800 \text{ m} + 1,800 \text{ m} + 0,520 \text{ m} + 0,520 \text{ m}) \cdot 0,040 \text{ m} = \underline{\underline{0,1856 \text{ m}^2}}$$

$$\text{Glas} = \text{U-Wert: } \underline{\underline{1,1 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

$$A_g = (1,800 \text{ m} - 0,080 \text{ m}) \cdot (0,600 \text{ m} - 0,080 \text{ m}) = \underline{\underline{0,8944 \text{ m}^2}}$$

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \psi}{A_f + A_g}$$

$$= \frac{0,1856 \text{ m}^2 \cdot 1,712935617 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,8944 \text{ m}^2 \cdot 1,1 \text{ W/m}^2\text{K} + 4,48 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ W/mK}}{0,1856 \text{ m}^2 + 0,8944 \text{ m}^2}$$

$$= \underline{\underline{1,54 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

Fenster mit IGS:

$$R_{\text{Rahmen}} = R_n = d/\lambda = 0,060\text{m} / 0,145\text{W/mK} = \underline{0,413793103\text{m}^2\text{K/W}}$$

$$R_p = d/\lambda = 0,005\text{m} / 0,19\text{W/mK} = \underline{0,026315789\text{m}^2\text{K/W}}$$

$$R_k = d/\lambda = 0,006\text{m} / 0,15\text{W/mK} = \underline{0,04\text{m}^2\text{K/W}}$$

$$R_T = R_{si} + R_n + R_p + R_k + R_{se}$$

$$= 0,13\text{m}^2\text{K/W} + 0,413793103\text{m}^2\text{K/W} + 0,026315789\text{m}^2\text{K/W} + 0,04\text{m}^2\text{K/W} + 0,04\text{m}^2\text{K/W}$$

$$= \underline{0,650108892\text{m}^2\text{K/W}}$$

$$U_f = 1/R_T = 1/0,650108892\text{m}^2\text{K/W} = \underline{1,538203849\text{W/m}^2\text{K}}$$

$$A_f = (1,800\text{m} \cdot 1,800\text{m} + 0,520\text{m} \cdot 0,520\text{m}) \cdot 0,04 = \underline{0,1856\text{m}^2}$$

$$\text{Glas} = R_p = d/\lambda = 0,005\text{m} / 0,19\text{W/mK} = 0,026315789\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_a = d/\lambda = 0,022\text{m} / 0,01772\text{W/mK} = 1,241534989\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_{r1} = 1/u = 1/1,1\text{W/m}^2\text{K} = 0,909\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = R_{r1} + R_p + R_a$$

$$= 0,909\text{m}^2\text{K/W} + 0,026315789\text{m}^2\text{K/W} + 1,241534989\text{m}^2\text{K/W}$$

$$= 2,176941687\text{m}^2\text{K/W}$$

$$U_g = 1/R_T = 1/2,176941687\text{m}^2\text{K/W} = \underline{0,459360031\text{W/m}^2\text{K}}$$

$$A_g = (1,800\text{m} - 0,08\text{m}) \cdot (0,600\text{m} - 0,08\text{m}) = \underline{0,8944\text{m}^2}$$

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \gamma}{A_f + A_g}$$

$$\frac{0,1856\text{m}^2 \cdot 1,538703849\text{W/m}^2\text{K} + 0,8944\text{m}^2 \cdot 0,459360031\text{W/m}^2\text{K} + 4,48\text{m} \cdot 0,08\text{W/mK}}{0,1856\text{m}^2 + 0,8944\text{m}^2}$$

$$= \underline{0,976613191\text{W/m}^2\text{K}}$$

$$\Rightarrow \text{U-Wert differenz: } 1,54 \text{ W/m}^2\text{K} - 0,98 \text{ W/m}^2\text{K} = \underline{\underline{0,56 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

Geb.:  $A = 1,08 \text{ m}^2$   $h/d = 24 \text{ h/d}$   $\rightarrow$  so viele h werden pro Tag geheizt!  
 $K = 30 \text{ K}$   $\rightarrow$  Temp. unterschied im Winter  
 $d = 180 \text{ d}$   $\rightarrow$  180 Tage wird geheizt!  $U_d = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$

---

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= U_d \cdot 0,001 \text{ kW/W} \cdot A \cdot K \cdot 180 \text{ d} \cdot 24 \text{ h/d} \\ &= 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 0,001 \text{ kW/W} \cdot 1,08 \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ K} \cdot 180 \text{ d} \cdot 24 \text{ h/d} \\ &= \underline{\underline{78,38 \text{ kWh pro Fenster}}} \end{aligned}$$

Pro Fenster werden in einem Jahr etwa 78 kWh gespart!

Die Berechnungen sind nur für die 6 kalten Monate im Jahr. Der Sommer würde auch noch dazu kommen, insofern man eine Klimaanlage besitzt.

Also wird noch mehr Energie pro Fenster eingespart!

## 5. Auswertung der Projektarbeit

### 5.1. Rückblick

- *Hast du deine Ziele erreicht?*
- *Konntest du das Projekt wie geplant durchführen?*
- *Mit welchen Schwierigkeiten warst konfrontiert?*
- *Was bzw. wer hat dir geholfen?*
- *Bist du selber zufrieden mit deinem Projekt, bzw. mit dem was du erreicht hast?*

Das Ziel wurde erreicht. Das Projekt funktioniert so und ist für die Vermarktung bereit.

Mit dem ganzen Projekt sind wir sehr zufrieden, da wir die ganzen Berechnungen wie auch die Ideen, die Planung und die Abklärungen selbständig erledigt haben und das Projekt durch unsere bisherige Erfahrung zu diesem Punkt gebracht haben.

### 5.2. Perspektiven

- *Wie geht es mit dem Projekt weiter?*

Wir werden sicher dieses Projekt weiter erforschen und Verbesserungen einbringen. Und hoffen natürlich dieses auch vermarkten zu können. Damit unsere nächste Generation stolz sein kann, was alles möglich ist, für die Umwelt zu tun.

## 6. Literatur

### Bücher:

- Tabellenbuch für Metallbautechnik 7. Auflage Europa Lehrmittel
- Formeln + Tabellen 15. Auflage Vebra