



Sole-Wasser Wärmepumpe

Nachhaltigkeitsanalyse

Mini-Projekt

Modul: Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften
Studiengang: Informatik
Autoren: Pascal Grüter, Stefan Andonie
Datum: 29.05.2016

Management Summary

Zusammenfassung

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
1. Einleitung	1
2. SWOT Analyse	2
2.1. Wärmepumpe	2
2.2. Ölheizung	2
3. Nachhaltigkeits Rosette	4
3.1. Bewertung	4
4. Systemgrenze	6
4.1. das System	6
4.2. Input	6
4.3. Output	7
5. Energiebilanz	8
5.1. Wärmepumpe	8
5.2. Ölbrennwertkessel	8
5.3. Vergleich	8
6. Schlussfolgerung	10
Glossar	11
Literaturverzeichnis	11
A. Persönliche Reflexion	12
B. Projektskizze	13

Abbildungsverzeichnis

3.1. Nachhaltigkeitsrosette	4
---------------------------------------	---

Tabellenverzeichnis

2.1. SWOT Analyse einer Erdwärmepumpe	2
2.2. SWOT Analyse einer Ölheizung	3
3.1. Kriterien für Nachhaltigkeitsrosette	5
5.1. Direktvergleich Energiebilanz der Heizungen	8

1. Einleitung

In diesem Projekt untersuchen wir anhand zwei Heizungsmodellen von Junkers[2] die Nachhaltigkeit einer Solewasserwärmepumpe.

Als Referenz für die Wärmepumpe nehmen wir die STM 100-1[4]. Für den Ölbrennwertkessel benutzen wir den KUB 19-4 [5].

Wir werden die Nachhaltigkeit dieser zwei Systeme untersuchen und aufzeigen was alles für den Betrieb notwendig ist. Jedoch können wir die Herstellung und Montage der Heizungen nicht miteinbeziehen, da dies nicht im Rahmen dieses Projekts machbar ist.

2. SWOT Analyse

2.1. Wärmepumpe

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none">• Geringe Schadstoffemissionen• Keine direkten fossilen Ressourcen• Geringe Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none">• Montagekosten, Bohrungen• Geringe Vorlauftemperatur• Gute Isolierung benötigt
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none">• Solarstrom• Neubauten• Hohe Effizienz	<ul style="list-style-type: none">• Tiefer Ölpreis• Strompreis• Neue Heizungstechniken

Tabelle 2.1.: SWOT Analyse einer Erdwärmepumpe

2.1.1. Erklärungen

Durch den Erdwärmekreislauf benötigt die Wärmepumpe für den Betrieb wenig Energie. Auch werden dadurch keine Schadstoffe während des Betriebs freigesetzt und keine fossilen Ressourcen wie z.B Öl gebraucht.

Diese Vorteile sind aber mit gewissen Kosten verbunden. Die Montage ist sehr aufwändig und nicht Überall möglich, da ziemlich tiefe Bohrungen durchgeführt werden müssen. Auch sind Wärmepumpen erst wirklich effizient, wenn das Haus eine Fussbodenheizung besitzt. Dies hängt mit der eher niedrigen Vorlauftemperatur der Wärmepumpen zusammen.

In Zukunft können die Wärmepumpen sicher noch an Effizienz gewinnen. In Verbindung mit Solarzellen kann ein autonomes Heizungssystem entwickelt werden.

Die Wärmepumpe benötigt vor allem Strom für den Betrieb. Dadurch sind die Betriebskosten sehr abhängig vom Strompreis.

2.2. Ölheizung

2.2.1. Erklärungen

Ölheizungen können mit sehr hohen und variablen Vorlauftemperaturen betrieben werden. Dadurch eignen sie sich auch für ältere Gebäude. Auch die Montage ist der Heizung ist eher einfach. Es wird lediglich genügend Platz für den Öltank benötigt.

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • Variable Vorlauftemperaturen • Einfache Montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch fossiler Brennstoffe • Schadstoffemissionen • Hoher Energieverbrauch
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> • Tiefer Ölpreis • Bessere Energieeffizienz durch neue Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> • Ölvorkommen erschöpft • Solarkraft • Neue Technologien

Tabelle 2.2.: SWOT Analyse einer Ölheizung

Der grösste Nachteil ist ganz klar der Verbrauch von Öl und der Ausstoss von Schadstoffen. Zusätzlich wird die ganze Heizleistung aus der Ölverbrennung gewonnen. Dadurch sind die Betriebskosten stark abhängig von dem Ölpreis. Die Heizung ist aber eher ein Auslaufmodell, da nicht unendlich Öl auf der Erde zur Verfügung steht.

Durch neue Technologien wie der Wärmepumpe oder der Solarwärme, wird die Ölheizung langsam verdrängt werden. Spätestens dann, wenn das Öl knapp wird und im Preis steigt.

3. Nachhaltigkeits Rosette

Für beide Systeme wird nun eine Nachhaltigkeitsrosette erstellt. Dabei besteht die Rosette aus drei Kategorien mit je vier Kriterien. Die Kategorien setzen sich zusammen aus Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Einteilung der Kriterien ist subjektiv, genauso wie die Bewertung der einzelnen.

3.1. Bewertung

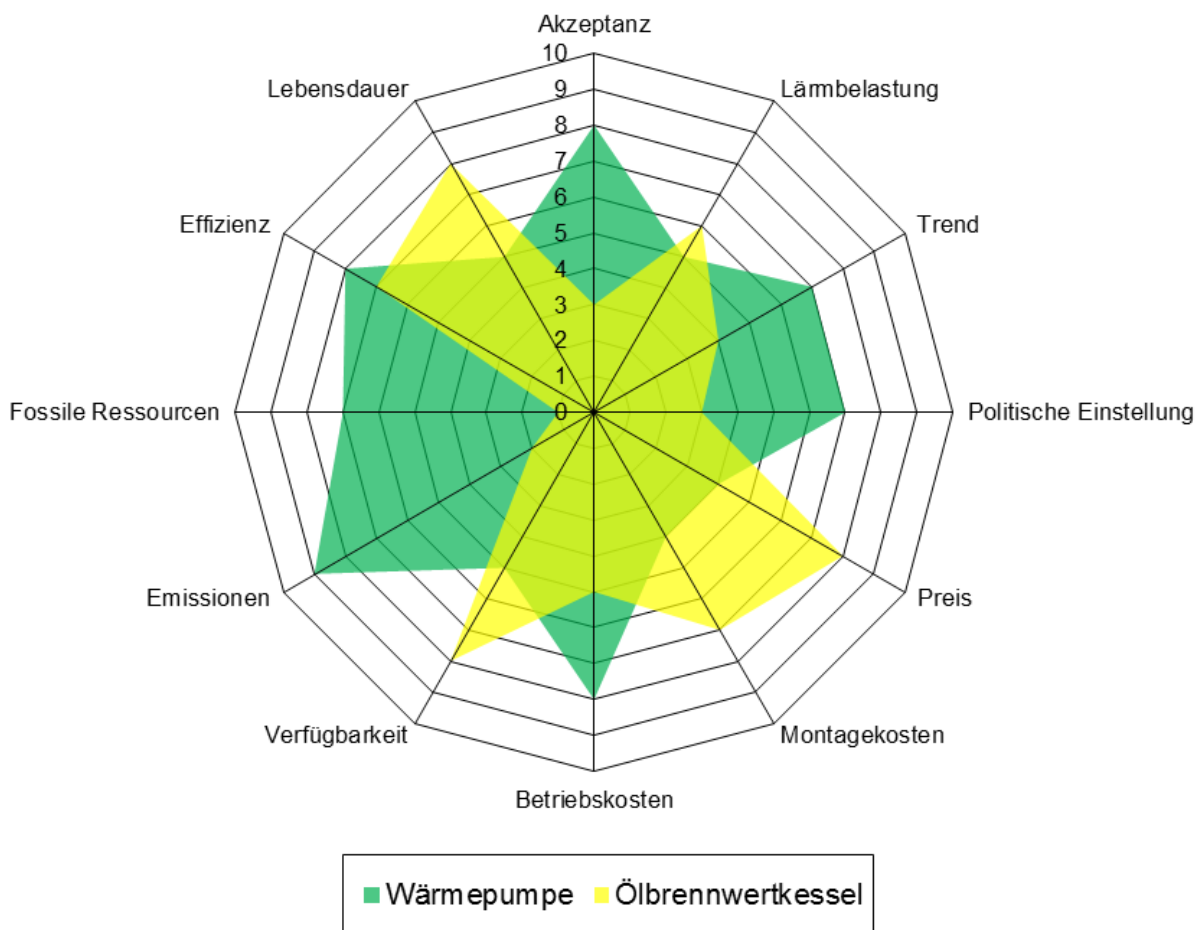


Abbildung 3.1.: Nachhaltigkeitsrosette

3.1.1. Erklärungen

- **Emissionen:** Wärmepumpe klar im Vorteil, da so gut wie keine Emissionen. Keine Maximalwertung da bei der Stromerzeugung Emissionen entstehen können.

Kriterium	Wärmepumpe	Ölbrennwertkessel
Umwelt		
Emissionen	9	2
Fossile Ressourcen	7	1
Effizienz	8	7
Lebensdauer	5	8
Wirtschaft		
Preis	4	8
Montagekosten	4	7
Betriebskosten	8	5
Verfügbarkeit	5	8
Gesellschaft		
Akzeptanz	8	3
Lärmbelastung	5	6
Trend	7	4
Politische Einstellung	7	3

Tabelle 3.1.: Kriterien für Nachhaltigkeitsrosette

- **Fossile Ressourcen:** Wärmepumpe klar vorne, da die Ölheizung von ihrem Funktionsprinzip her vollständig auf fossile Ressourcen angewiesen ist.
- **Effizienz:** Beide ziemlich ähnlich. Ölheizungen erreichen einen Wirkungsgrad von bis zu 97%. Die Wärmepumpe braucht viel Strom, kann aber einen Grossteil der Wärme aus dem Erdkreislauf bekommen.
- **Lebensdauer:** Wärmepumpen haben eine Lebensdauer von 15-20 Jahren [?]. Bei den Ölbrennwertkesseln rechnet man mit 20-25 Jahren[?].
- **Preis:** Für eine Ölheizung muss mit etwa 15'000 CHFofferten24:oel gerechnet werden. Bei einer Wärmepumpe betragen die Installationskosten etwa 35'000 CHF.offerten24:wp
- **Montagekosten:** Ölheizung im Vorteil, da die Wärmepumpe aufwändige Bohrungen benötigt.
- **Betriebskosten:** Wärmepumpe hat den Vorteil des Erdwärmekreislaufs. Dadurch muss nicht die ganze Wärmeleistung von aussen zugeführt werden, wie bei der Ölheizung.
- **Verfügbarkeit:** Ölheizung benötigt nur ein Tank, welcher fast überall platziert werden kann. Die Wärmepumpe kann nicht überall eingesetzt werden, da tiefe Bohrungen notwendig sind, welche am Standort bewilligt werden müssen.
- **Akzeptanz:** Durch die Globalisierung wird die Nachhaltigkeit immer mehr betont. Dadurch ist die Akzeptanz für Wärmepumpen sicher um einiges höher, da Öl schnell mit Umweltverschmutzung in Verbindung gebracht wird.
- **Lärmbelastung:** Die Sole-Wasser Wärmepumpe ist ein bisschen lauter, wegen dem Kompressor.
- **Trend:** Ähnlich wie bei der Akzeptanz, begünstigen die Medien und die aktuelle Ressourcenlage den Trend nach nachhaltigeren Produkten und Systemen.
- **Politische Einstellung:** Durch die Debatte des Atomausstiegs, wurde auch die Politik auf das Thema der Nachhaltigkeit aufmerksam. Dadurch sind Wärmepumpen sicher im Vorteil.

4. Systemgrenze

Die Definition einer Systemgrenze dient dazu das System auf die wesentlichen Punkte zu reduzieren die untersucht werden sollen und die Analyse in einem überschaubaren Rahmen zuhalten. Dazu müssen Annahmen getroffen werden und Vereinfachungen gemacht werden. Die Aussagekraft des Resultates hängt stark damit zusammen wie diese getroffen werden. Darum ist es besser ein möglichst konkretes System anzuschauen anstatt einen allgemeinen Fall zu formulieren.

Unser Modell besteht aus einem System, in das Ressourcen eingeführt werden (Input) und das daraus eine Nutzereinheit produziert, die aus dem System gewonnen wird (Output).

4.1. Das System

Wir betrachten in unserer Arbeit ein Heizsystem in Form einer Sole-Wasser Wärmepumpe und als Vergleichssystem eine Heizung mit Ölbrennwertkessel.

4.2. Input

Wir betrachten in unserer Arbeit den laufenden Energieverbrauch der beiden Systeme pro Jahr. Beiden Systemen muss von aussen Energie zugefügt werden um sie zu betreiben. Daher können wir die Input Einheit in kWh ausdrücken.

Die Solewasserwärmepumpe bezieht ihre Energie hauptsächlich aus zwei Quellen:

- Aus der Erde in Form von Erdwärme
- Vom Stromnetz für die Betreibung des Kompressors

Für uns ist vor allem der Stromverbrauch interessant, da dies ein Kostenpunkt ist und damit auch Umweltbelastungen verbunden sind. Die benötigte Sole für den Erdwärmekreislauf und das Kältemittel für den Wärmekreislauf werden wir nicht in den Input einbeziehen. Wir betrachten die Erdwärme als öffentliches Gut, das unbegrenzt und kostenlos zur Verfügung steht.

Als Grundlage nehmen wir den Lieferanten-Strommix in der Schweiz[8], dieser verursacht 81.6 g CO_2/kWh und benötigt bei der Produktion 10.1 MJ/kWh. Wir rechnen um und erhalten 2.8 kWh um eine kWh Strom zu erzeugen. Diese Werte sind natürlich viel höher als bei Bezug eines zertifizierten Strommixes. Wir gehen aber davon aus, dass ein durchschnittlicher Strommix vom Anbieter bezogen wird.

Ein Ölbrennwertkessel bezieht seine Energie in Form von Heizöl. Wir können den Energieinput dadurch berechnen indem wir den Literverbrauch ansehen und die Energiedichte eines Liter Öls somit haben wir den Energieinput in kWh pro Jahr erfasst. Die benötigte Energie für die Bereitstellung einer Menge Heizöl extraleicht wird als Vernachlässigbar angenommen. Da auch keine Klaren Angaben gefunden werden.

Die Energie, welche bei der Herstellung und bei der Montage der Systeme verbraucht wird, werden wird nicht berücksichtigen. Wir nehmen an, dass die Systeme im wesentlichen aus den gleichen Materialien gefertigt sind. Auch ignorieren wir die benötigte Energie für die Bohrungen der Löcher für die Erdwärmegewinnung. Die Lebensdauer einer Heizung ist je nach Typ unterschiedlich. 15-20 Jahre bei Wärmepumpe[?] und 20-25 Jahre bei Ölheizung[?]. Da wir den Verbrauch pro Jahr berechnen würde sich die Graueenergie auf diesen Zeitraum verteilen.

4.3. Output

Als Output haben wir die Wärmeleistung eines Gerätes, genauer gesagt die Nennwärmeleistung.

Die Nennwärmeleistung ist die nach Abzug von Verlusten tatsächlich nutzbare Energie pro Zeit in kW.[7]

Eine Heizung ist ein Wasserkreislauf der mit einer bestimmten Temperatur (Rücklauftemperatur) in das Heizungssystem eintritt und auf ein gewisses Temperaturniveau gehoben wird (Vorlauftemperatur). Das erhitzte Wasser verlässt das System und gibt die aufgenommene Energie durch Heizkörper an die Umgebung ab.

Moderne Heizungssysteme werden als Fussbodenheizung realisiert. Wir können die benötigte Heizleistung für ein zweistöckiges Ein bis Zwei Familienhaus mit einer Fläche von 100 m^2 und einer Raumhöhe von 2 m berechnen wenn wir eine Temperatur von 22 C° haben wollen. Dies ergibt uns eine benötigte Heizleistung von etwa 10 Kw. [6]

Aus der Outputenergie können wir über den Wirkungsgrad Rückschlüsse über den Input anstellen.

5. Energiebilanz

Wir werden die benötigte Energie und damit den CO_2 Ausstoss der beiden Heizungen anhand der von uns festgelegten Heizleistung von 10 kW berechnen. Wir nehmen an, dass eine Heizung 2300 Betriebsstunden pro Jahr aufweist [9].

5.1. Wärmepumpe

Mit Hilfe des COP (Coefficient of performance) berechnen wir die benötigte Stromleistung bei einer Aussentemperatur von 6.6 C°. Das ergibt eine Stromleistung von 1.95 kW.

Wir errechnen anhand des vorher definierten Energiemixes den Gesamtverbrauch der Energie um diesen Strom bereitzustellen und den damit einhergehenden CO_2 Ausstoss. Wir erhalten 5.46 kW Gesamtverbrauch und 445.5 g CO_2 .

Pro Jahr ergibt das 1t CO_2 Emissionen und einen Energieverbrauch von 12558 kWh.

5.2. Ölbrennwertkessel

Wir betrachten den Wirkungsgrad der Ölheizung. Laut Herstellerangaben liegt dieser bei 97%. Damit kommen wir auf einen Bedarf von 10.3 kW. Nun beziehen wir noch die Produktionsenergie für das Öl mit ein und erhalten insgesamt 33.99 kW. Der CO_2 Ausstoss liegt bei 290 g CO_2 pro kWh.[1] das ergibt uns einen CO_2 Ausstoss von 9857 g.

Pro Jahr ergibt das 22,7 t CO_2 und einem Energiebedarf von 78177 kWh.

5.3. Vergleich

Wenn wir die beiden Systeme direkt miteinander vergleichen, sehen wir dass, wie erwartet, die Wärmepumpe gegenüber der Ölheizung sowohl im Energieverbrauch sowie im Ausstoss von Treibhausgas besser abschneidet.

In der Folgenden Tabelle sehen wir den Vergleich zusammengefasst.

Wir sehen, dass die Sole-Wasser Wärmepumpe massiv besser abschneidet. Während der Energiebedarf etwa nur noch einem Sechstel entspricht konnte der CO_2 Ausstoss massiv auf etwa einen Dreiundzwanzigstel reduziert werden.

Wir denken, das sich dies wie folgt erklären lässt. Zum einen bezieht die Wärmepumpe den Hauptanteil, etwa drei Viertel, der benötigten Energie aus der Erdwärme [3]. Das heisst, dass der reale Energieverbrauch bei etwa 50000 kWh pro Jahr läge. Das ist immer noch energiesparender als eine Ölheizung und zu beachten ist, das die Erdwärme als natürliche Energiequelle frei vorhanden und erneuerbar zur Verfügung steht.

System	Energie Verbrauch kWh pro jahr	CO_2 Ausstoss in t pro Jahr
Ölbrennwertkessel KUB 19-4	78177	22,7
Solewasser Erdwärmepumpe STM 100-1	12558	1

Tabelle 5.1.: Direktvergleich Energiebilanz der Heizungen

Zum anderen denken wir, das der herkömmliche Schweizer Strommix im grossen und ganzen relativ nachhaltig ist. Das liegt daran das der Strom zu einem Grossteil aus Wasserkraft gewonnen wird [8]. Atomstrom wird zum Teil produziert und importiert, dieser verursacht zwar kein CO_2 gilt aber als nicht nachhaltig, da der Atom Müll verheerende Folgen nach sich zieht. Der Anteil an Atomstrom ist in den letzten Jahren gesunken.

Somit wird es energietechnisch und bezogen auf die Umwelt immer sinnvoller Heizsysteme als Wärmepumpe zu realisieren.

6. Schlussfolgerung

Unsere Vermutungen wurden bestätigt. Die Sole-Wasser Wärmepumpe ist eine nachhaltige Technologie und ist im Vergleich mit dem Ölbrennwertkessel in vielen Aspekten nachhaltiger.

Wir haben herausgefunden, dass die Wärmepumpe gesamthaft weniger CO_2 produziert und auch weniger Energie für den Betrieb verbraucht. Obwohl die Ölheiztechnik eine sehr hohe Effizienz aufweist und als bewährte Technik gilt, die eine lange Entwicklung hinter sich hat und obwohl Heizöl eine sehr hohe Energiedichte aufweist. Erstaunlicherweise wird auch das Produzieren von Strom (in bestimmten Ländern) immer nachhaltiger.

Die Nachteile die sie gegenüber dem Ölbrennwertkessel aufweist, liegt in der Lärmemission die von dem Kompressor der Wärmepumpe verursacht wird und der geringeren Vorlauftemperatur. Auch die hohen Montagekosten der Wärmepumpe können abschreckend wirken. Jedoch wird das durch die niedrigen Betriebskosten wieder ausgeglichen.

Durch die flexiblere Vorlauftemperatur ist der Ölbrennwertkessel flexibler einsetzbar. Dies spielt aber eine untergeordnete Rolle, da moderne Häuser sehr gut isoliert werden und meistens auch Bodenheizschlaufen besitzen. Dadurch ist eine hohe Vorlauftemperatur gar nicht nötig. Auch wurde bei den neueren Wärmepumpen die Vorlauftemperatur verbessert und mit noch besserer Technik, sollte dieser Unterschied zur Ölheizung nur noch sehr klein sein.

Literaturverzeichnis

- [1] co2-emissionen-vergleichen.de, "Heizungsvergleich: Co2-emissionen der gasheizung, wärmepumpe, Ölheizung," 2010. [Online]. Available: <http://www.co2-emissionen-vergleichen.de/Heizungsvergleich/CO2-Vergleich-Heizung.html>
- [2] junkers, "junkers." [Online]. Available: <http://junkers.com>
- [3] —, "Wärmepumpen, eine saubere, sichere und zuverlässige wärmequelle." [Online]. Available: http://www.junkers.com/fachkunde/produkte_fachkunde/heiztechnik_erklaert/waermepumpen_erklaert/waermepumpen
- [4] —, "Stm 100-1, 7738600325," 2015. [Online]. Available: http://www.junkers.com/endkunde/produkte/produktinformation/produktkatalog_4416
- [5] —, "Suprapur-o, kub 19-4, 7736600773," 2015. [Online]. Available: http://www.junkers.com/endkunde/produkte/produktinformation/produktkatalog_5056
- [6] kaminofen-shop.de, "Wärmebedarfsberechnung," 2016. [Online]. Available: <https://www.kaminofen-shop.de/heizleistung-berechnen.htm>
- [7] meineheizung.de, "Nennwärmeleistung," 2016. [Online]. Available: <http://www.meineheizung.de/lexikon/nennwaermeleistung>
- [8] R. F. Philippe Stolz, "Umweltbilanz strommix schweiz 2011," 2015.
- [9] e. Rolf Gloor, "Heizung," 2013. [Online]. Available: <http://www.energie.ch/heizung>

A. Persönliche Reflexion

A.0.1. Stefan Andonie

TODO: Nur von deiner Sicht aus beschreiben

Das Miniprojekt hat uns einen Einblick gegeben in die Methoden und Begriffe der Nachhaltigkeit. Im Umfang des Moduls Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften haben wir einiges Neues gelernt und konnten eine einige interessante Aspekte anhand des Beispiels von Heizungssystemen genauer betrachten. Für uns Informatiker war es spannend ein solches System zu betrachten, da wir ansonsten eher mit Virtuellen Gütern umgehen. Wir waren uns daher zum Teil nicht so sicher wie wir die verschiedenen Methoden anwenden sollen, zumal die Heizungsbranche ihr eigene Fachsprache hat. Bei der Energiebilanz haben wir mehrfach das Vorgehen gewechselt. Zum Schluss hat es uns vor allem geholfen das System einzugrenzen und zu vereinfachen. Rückblickend können wir festhalten, dass es mithilfe der verschiedenen Methoden gelungen ist, eine einigermaßen Zutreffende Aussage zu machen.

A.0.2. Pascal Grüter

Ich habe bei mir zuhause eine Erdwärmepumpe und es interessierte mich, ob diese Art Heizungssystem überhaupt nachhaltig ist. Durch diese Arbeit habe ich mehr erfahren über die Deklaration von Heizungen, ihrer Funktionsweise und der Nachhaltigkeit von Ölheizungen und Wärmepumpen.

Wie ich am Anfang vermutet habe, ist die Wärmepumpe um einiges nachhaltiger als eine Ölheizung. Das ist natürlich vor allem wegen dem verwendeten Öl. Die Effizienz ist auch bei Ölheizungen sehr gut, was mich erstaunt hat.

Durch diese Arbeit habe ich auch einen Einblick in die Aspekte der Nachhaltigkeit bekommen und gemerkt, dass eine vollständige Nachhaltigkeitsbewertung eines Produktes sehr komplex und aufwändig werden kann. In Zukunft werde ich noch mehr auf die Nachhaltigkeit von Produkten und Prozessen achten als vorher und auch kritischer damit umgehen.

Nachhaltigkeitsanalyse einer Wärmepumpe mit

Zusammenfassung

Wir zeigen die grobe Funktionsweise einer Sole-Wasser Wärmepumpe auf. Dabei wird auf die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit eingegangen. Mit dem Vergleich mit einer Ölheizung wollen wir zeigen, dass Wärmepumpen effizienter und nachhaltiger sind.

Kontext & Umfeld

Ich (Pascal Grüter) habe selber eine Wärmepumpe bei mir zuhause. Interesse wieviel sparsamer und nachhaltiger diese Heizung nun gegenüber einer Ölheizung wirklich ist.

Zielsetzungen

Erklärung des Aufbaus einer Wärmepumpe. Vergleich mit Ölbrennkessel in Bezug auf die Nachhaltigkeit.

Methodik

Funktionsweise der Wärmepumpe und Ölbrennkessel beschreiben. Aspekte der Nachhaltigkeit aufzeigen indem wir für beide Produkte eine SWOT-Analyse, eine Energiebilanz und eine Nachhaltigkeitsrosette erstellen.

Für den Vergleich gehen wir davon aus, dass bei beiden Heizsysteme eine Wärmeleistung von 10 kW erzeugt werden möchte. Anhand des Wirkungsgrads und der Zusammensetzung des Inputs kann berechnet werden, wie viel Energie für diese Wärmeleistung notwendig ist. Alternativ kann auch die Nutzfläche eines Gebäudes genommen werden um zu berechnen wieviel Leistung die beiden Heizungen aufbringen müssen um diese Fläche auf 20 Grad zu halten.

Erwartete Resultate

Es ist zu erwarten, dass die Wärmepumpe im direkten Vergleich mit einer Ölheizung besser abschneidet im Bezug auf die Aspekte der Nachhaltigkeit.

Wir erwarten, dass eine Wärmepumpe energieeffizienter arbeitet und auch umweltfreundlicher sein wird, da keine fossilen Brennstoffe zum Einsatz kommen.

Erwartete Schwierigkeiten / Herausforderungen

Da wir beide Informatik studieren, werden wir gewisse Funktionen der Heizung evt. vereinfacht darstellen müssen. Sonst verstehen wir es selber nicht.

Projektteam

Andonie Stefan (andos1)

Grüter Pascal (grutp1)

Aspekte der Nachhaltigkeit

Ökologisch Reduktion von Treibhausgasemissionen im Transport (Da kein Öl transportiert werden muss) und der Energiegewinnung.

Ökonomisch Langfristige Einsparung der Kosten durch Reduzierung des externen Energiebedarfs wie Strom und fossile Brennstoffe.

Sozial Autonome und Dezentrale Energiegewinnung.

Zeitplan

25.04: Präsentation

Bis Ende April: Funktionsweise und Aspekte der Wärmepumpe

Bis Mitte Mai: Vergleich mit Ölheizung

Quellen

<http://www.waltermeier.com/de/walter-meier-in-der-schweiz/>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Heizöl>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Wärmepumpe>
[https://de.wikipedia.org/wiki/Grundfläche_\(Architektur\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Grundfläche_(Architektur))