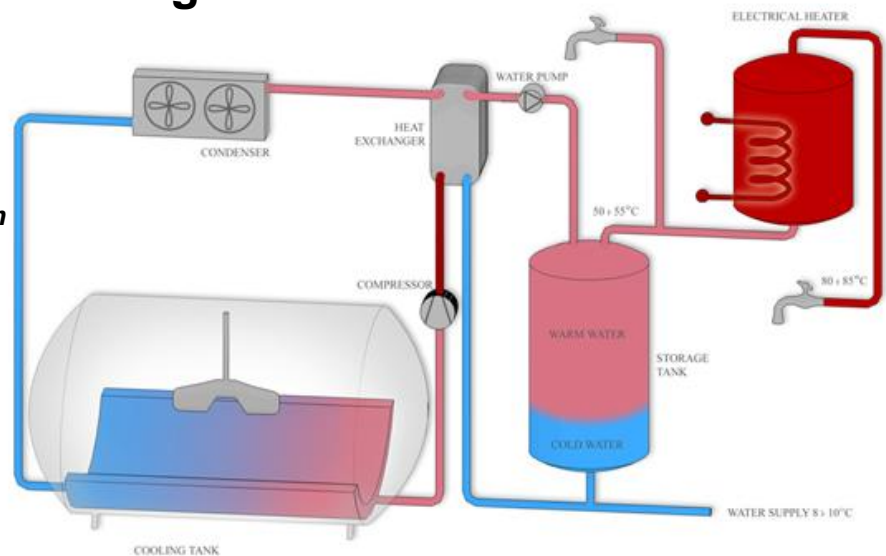


Projekt-Journal für die Klimawerkstatt 2011/12

Wärmerückgewinnung von Milchkühltank zur Warmwasseraufbereitung

Abb. 1
Wärmerückgewinnungssystem



Zusammenfassung:

Unser Projekt handelt von der Wärmerückgewinnung der Milchkühlung. Milch wird täglich auf der ganzen Welt produziert und muss lagerfähig gemacht werden, also gekühlt werden. Bei dieser Kühlung fällt eine enorme Menge an Wärme an, die dann einfach an die Umgebung abgegeben wird. Und genau bei diesem Punkt setzt unser Projekt an. Bei unserem Verfahren, das wir in diesem Dossier vorstellen werden, wird diese überschüssige Wärme grösstenteils wiedergewonnen und zur Warmwassererzeugung genutzt.

Wir werden ausserdem noch Vorzüge dieser Anlage aufzeigen und diverse Berechnungen erstellen.

Energiesparpotential in kWh pro Jahr:

5`080 kWh

Wettbewerbs-Kategorie: Planungsprojekt

Beruf: Land/ - Baumaschinenmechaniker

Lehrjahr: 3. Lehrjahr

Projekt-Team: Kälin Mathias, Pirmin Bamert

Name der Schule: Berufsbildungsschule Winterthur

Name der Lehrperson: Dennis de Veer

Inhalt

1. Vorwort	1
1.1 Ausgangslage.....	3
1.2 Motivation	3
2. Ideensuche / Projektdefinition.....	4
2.1 Methoden der Ideensuche:	4
2.2 Zielsetzung:	5
2.3 Umsetzbarkeit:.....	5
3. Projektplanung.....	5
3.1 Die wichtigsten Meilensteine	6
3.2 detaillierter Aufgabenplan	6
4. Konkrete Umsetzung	6
4.1 Alles über das Wärmerückgewinnungsverfahren	7
4.1.1 Funktion:.....	7
4.1.2 Pro und Kontra:.....	8
5. Berechnung	9
5.1 Berechnung der eingesparten Energie	9
5.2 Stromkostenberechnung.....	10
6. Abzahlung:.....	11
7. Zeitplan der Installation der Anlage:	12
8. Auswertung der Projektarbeit	12
8.1 Rückblick	13
8.2 Erkenntnisse	13
8.3 Perspektiven	13
9. Quellenverzeichnis	14
9.1 Mit Bestem Dank für Ihre Mithilfe:.....	15
9.2 Abbildungsverzeichnis	16

1. Vorwort

1.1 Ausgangslage

Wir Schweizer haben einen riesigen Stromverbrauch, da wir einen sehr hohen Lebensstandard pflegen. Wir beziehen eine enorme Menge elektrischer Energie, die wir zum Beispiel für die Heizung unserer vier Wände, zur Aufladung diverser Akkus, zur Lichterzeugung für die Nachtschwärmer und so weiter verwenden.

Da nun mal leider elektrische Energie nicht auf Bäumen wächst, muss sie irgendwie hergestellt werden. Dadurch entstehen in den meisten Fällen der Stromproduktion sehr grosse Mengen umweltschädlicher Schadstoffe, die den Klimawandel fördern oder sonst giftige Stoffe, die extrem umweltschädlich sind und die man einfach unter die Erde entsorgt. Das kann doch nicht sein!!

Wir sind der Meinung, dass das einfach nicht so weiter gehen kann. Klar gehören wir auch zu den Konsumenten der Energie. Aber wir versuchen, möglichst sparsam mit der Energie umzugehen und vielleicht auch einen Teil wiederzugewinnen. Und in dem wir auch in unserem Betrieb und in unserem Alltag möglichst sparsam mit den Ressourcen wie Ölen, Reinigern, Stahl, Wasser, Nahrungsmittel, elektrische Energie und so weiter umgehen, spart dies auch wieder indirekt Energie.

1.2 Motivation

Wir finden, dass der Klimaschutz allen Menschen dieser Welt am Herzen liegen sollte. Schliesslich leben wir von und mit ihr. Wenn es ihr schlecht geht, wird es und bald auch gleich ergehen, darum müssen wir schauen, dass es unserer Kugel gut geht.

Unser Projekt gewinnt indirekt saubere Energie, in dem wir überschüssige Wärme, die sonst einfach in einen Wasserschacht geleitet oder an die Luft abgegeben wird, in „nützliche Wärme“ umwandeln. Mit unserem Verfahren gewinnen wir eine riesige Menge Warmwasser praktisch um sonst. Um diese Menge sonst zu erwärmen, bräuchte es sehr viel zusätzliche Energie.

Abb: 2
Unsere kostbare Erde



2. Ideensuche / Projektdefinition

Wir wollten immer etwas, in unseren Augen nützliches, landwirtschaftliches Umsetzen, etwas, das Landwirten in Zukunft hilft, ihren Betrieb zu optimieren. Zuerst wollten wir eine Miststockheizung bauen, die die Wärme im Miststock nutzt. Das war uns aber viel zu heiss, weil das alles nur in Annahmen enden würde. Genauso war es mit unserer Jauchenheizung, in dem wir die Wärme der Jauche nutzen wollten. Danach wollten wir eine Erdwärmeheizung von einem neuen Haus berechnen, mit Bohrkosten und so weiter. Das sagte uns aber irgendwie zu wenig zu, aus unbekanntem Gründen.

Schliesslich kamen wir auf die Wärmerückgewinnung, die die Wärme der Milch nutzt, die gekühlt werden muss. Als wir auf diese Idee stiessen, war für uns beide klar, ja, dies wollen wir umsetzen.

Wir entschieden uns nun, dass wir versuchen, folgende Punkte umzusetzen:

- Funktion
- Pro und Kontra
- Energieeinsparung
- Kosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit der Anlage
- Zeitplan für die Umsetzung in die Praxis
- Dossier vollständig zu erstellen



Abb. 3: unsere Erleuchtung

2.1 Methoden der Ideensuche

Wir machten in der Schule in verschiedenen Gruppen mehrere Brainstorming. Wir werteten dann jeweils unsere Ideen mit der Klasse aus, doch in unseren Augen brachte das alles nicht viel. Wir sprachen jeweils mit unseren Eltern über unsere Aufgabe, dann kamen uns doch Anregungen zu.

2.2 Zielsetzung

Wir verwenden die Wettbewerbskategorie „Planen“ und zwar deshalb, weil wir zu Hause einen Neu- beziehungsweise Umbau unseres Stalles planen und wir recherchieren, wie sich Pro und Kontra verhalten. Wir wollen klären, ob sich solch eine Anlageninstallation lohnen würde. Wir wollen Energie nutzen, die sonst einfach verloren ginge. Wir wollen aufzeigen, was solch eine Installation bringen würde und was sie so gut macht. Man kann mit ihr viel Energie gewinnen, die sonst einfach in die Umgebung abgegeben würde.

2.3 Umsetzbarkeit

Nach langer, erfolgloser Ideensuche hatten wir vier mögliche Projekte vor Augen. Im Rennen standen die Berechnung einer Erdwärmeanlage zur Hausheizung, die Miststockheizung zur Warmwassergewinnung, die Jaucheheizung, um im Winter das Trinkwasser der Kühe zu erwärmen und die Wärmerückgewinnung der Milch. Wir entschieden uns für die Wärmerückgewinnung des Milchkühlprozesses, weil wir dass eine super Sache finden. Man gewinnt indirekt saubere Energie, die sonst einfach verloren ginge. Man fängt drei Mäuse mit einander, weil man seine Stromrechnung abspecken kann, man etwas für die Umwelt beiträgt und sehr viel Warmwasser gewinnt, an dem sich auch die vierbeinigen Kollegen erfreuen können.

Unser Projekt kann später eins zu eins in die Praxis übernommen werden. Unsere Berechnungen kommen aus zuverlässigen Häusern. Wir wollen in unserem Projekt aufzeigen, was solch eine Energierückgewinnungsanlage für einen Nutzen bringt, welche Vor- und Nachteile ein solches System besitzt und wie viel Energie man somit einsparen kann. Und was für Landwirte noch zusätzlich interessant ist, welches Kosten- Nutzenverhältnis auftritt.

Am meisten Sorgen macht uns der Faktor Zeit, da wir beide voll Arbeiten und auch in unserer Freizeit unsere Jobs machen. Und mit den Problemen, die wir jetzt noch nicht vorhersehen können. Wir werden die Zeit investieren, die dieses Projekt benötigt.

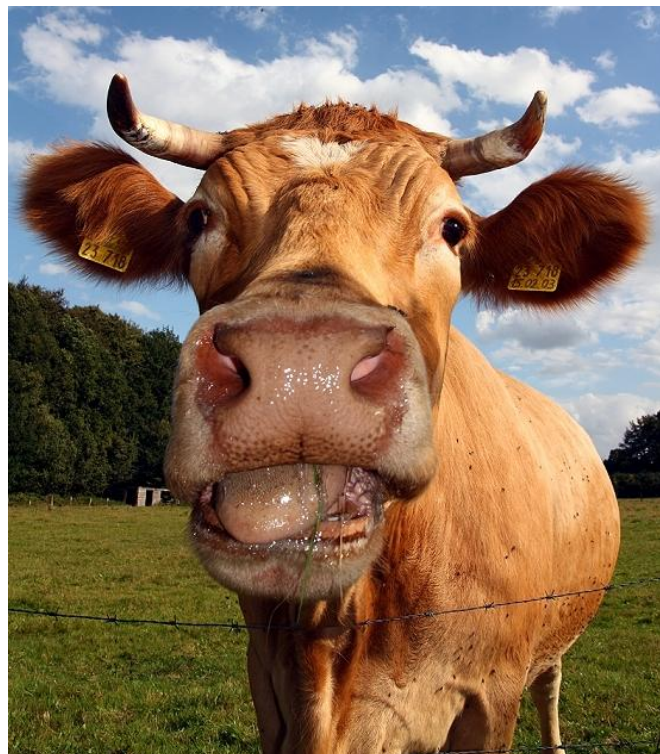


Abb. 3: Eine glückliche Kuh

3. Projektplanung

3.1 Die wichtigsten Meilensteine

Was?	Termin
Informationsbeschaffung (Betriebe anfragen, Internetrecherche, Händlerkontakte suchen)	16.1.2012 – 4.3.2012
Grobe Auswertung der bekommenen Infos	4.3.2012
Fehlende Infos besorgen, (Herr Sax kontaktieren)	4.3.2012- 8.3.2012
Alles restliche machen, (Informationen Verarbeitung, Dossier erstellen, Projekt auf Klimawerkstatt hochladen)	8.3.2012- 23.3.2012

3.2 detaillierter Aufgabenplan

Was?	Wer?	Zeit?
Ideensuche, Entscheid der Projektidee, Erste Schritte einleiten, Materialbeschaffung, Betriebe anfragen, Internetrecherche, Händlerkontakte suchen	Mathias, Pirmin	5h
Bearbeitung: Materialauswertung, fehlende Infos besorgen, grobe Zusammenfassungen schreiben, Kühltechnikfirmen bei der Tier und Technikausstellung in St. Gallen persönlichen Kontakt pflegen und noch zusätzliche Informationen sammeln, Dossier erstellen	Mathias, Pirmin	20h
Fertigstellung: Der letzte Schliff	Mathias, Pirmin	4h
Dossier abgeben und auf Klimawerkstatt hochladen	Mathias, Pirmin	0.5h
Total	Mathias, Pirmin	29.5h

4. Konkrete Umsetzung

Wir fragten bei verschiedenen Firmen der Kühltechnik nach, erklärten unsere Situation und verlangten Infos dazu. Manche schickten uns super nützliche Infos, andere alles auf Englisch und wieder andere interessierte unser Projekt gar nicht, und schickten uns einfach ein paar Prospekte.

Wir setzten uns nun einfach an den Computer und fingen an zu lesen, rechnen und aufzuschreiben.

4.1 Alles über das Wärmerückgewinnungsverfahren

4.1.1 Funktion

Wie funktioniert das Wärmewiedergewinnungssystem?

Wenn die Milch den Körper der Kuh verlässt, hat diese eine Temperatur um 38°C. Diese muss dann auf eine Vorratstemperatur, normalerweise um 4°C, herunter gekühlt werden, um deren Qualität zu erhalten. Dies wird durch Kühlflüssigkeit getan, welche konstant im Kühlsystem zirkuliert. Im Kühlungstank fließt die Kühlflüssigkeit durch den Verdampfer, welcher sich am Boden des Tanks befindet.

Die Kühlflüssigkeit die in den Verdampfer fließt, befindet sich in einem flüssigen Zustand und unter geringem Druck. Diese verdampft nun im Verdampfer während sie der sich abkühlenden Milch die Wärme entzieht. Nach dem Verlassen des Verdampfers befindet sich die Kühlflüssigkeit bereits im Gaszustand. Jetzt wird diese komprimiert und in einen heißen, hochdruckarten Zustand versetzt. Danach kondensiert das Gas im Kondensator, an den sie die Wärme nun wieder abgibt.

Durch das Hinzufügen eines Wärmerückgewinnungssystems zum Kühlungstank wird man nun einen Teil dieser Wärme wiedergewinnen können.

Das heiße Gas muss durch einen Wärmewandler geführt werden, welcher sich vor dem Kondensator befindet. Gleichzeitig muss kaltes Wasser durch den Wärmeumwandler geführt werden, wo die Wärme von der heißen Kühlflüssigkeit an das kalte Wasser abgeführt wird. Dies produziert warmes Wasser mit einer Temperatur von 50°C – 55°C, welches bis zu dessen Verwendung aufbewahrt wird.

Das kalte Wasser wird vom Boden des Vorratstanks genommen, geht durch einen Wärmeumwandler und fließt zurück zum oberen Teil des Vorratstanks. Die Wasserzirkulation erfolgt durch eine Wasserpumpe. Nach einer Weile ist der Vorratsbehälter voller warmen Wasser mit einer Temperatur von 50°C – 55°C, welche für Handreinigung, Trinken etc. verwendet werden kann. Zur mechanischen Reinigung der Melk- und Kühlungsapparatur sollte dieses Wasser weiter aufgewärmt werden.

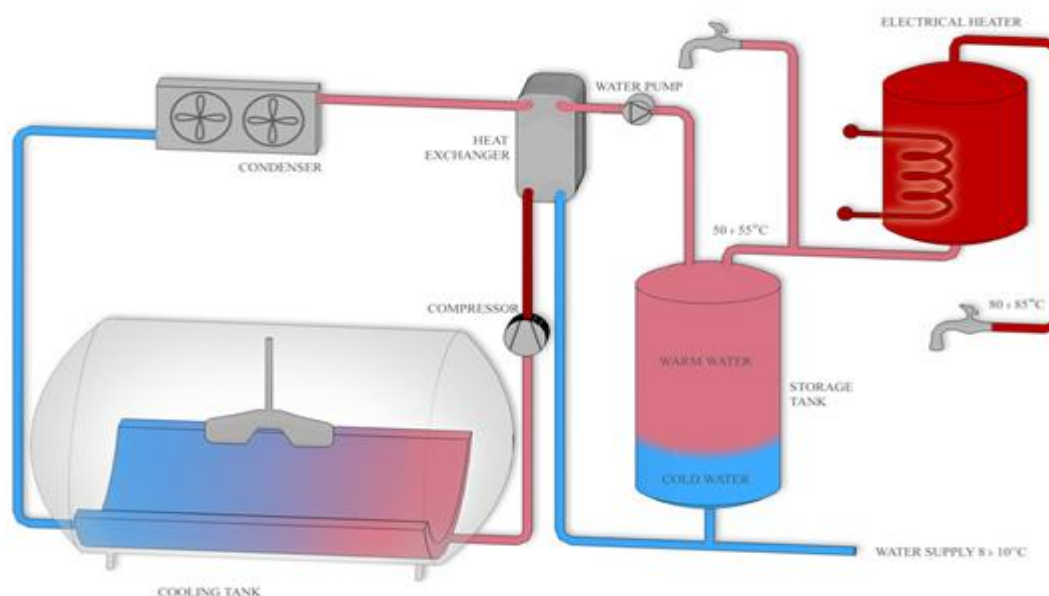


Abb. 5: Wärmerückgewinnungssystem

4.1.2 Pro und Kontra

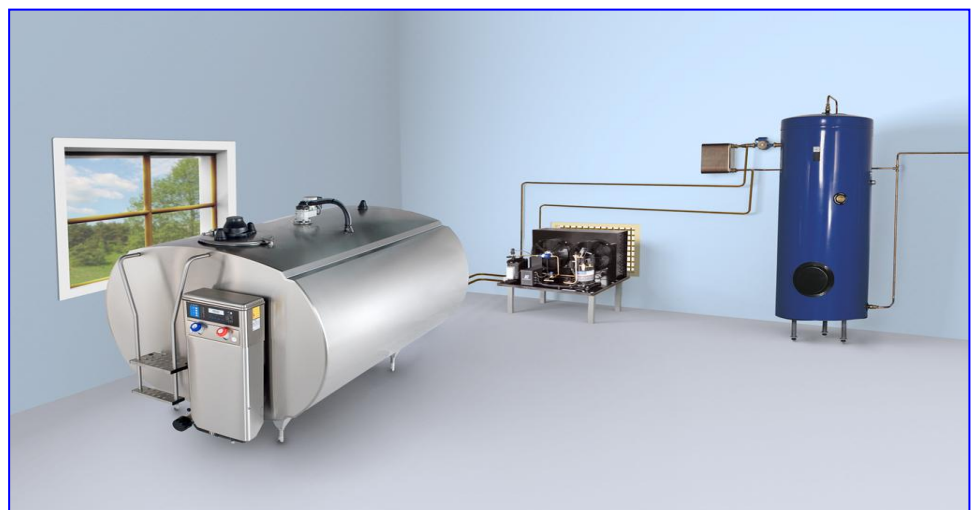
Pro:

- Enorme Warmwassermenge „gratis“ gewonnen
- Enormes Energieeinsparungspotential
- Warmwasser kann zur Euterdusche, im Winter zur Warmwassertränke, zur Viehpflege und zu allerlei Waschzwecken verwendet werden
- Es kann ein Haushalt mit Warmwasser versorgt werden, wenn die täglich produzierte Milchmenge reicht
- Die Anlage ist wirtschaftlich
- Nutzt überschüssige Wärme und wandelt sie in nützliches Warmwasser um
- Poolheizung möglich
- Diverse andere Warmwasseranwendungsbeispiele
- Bei Installation wird die hochgiftige Kälteflüssigkeit R 22 durch gesünderes ausgetauscht

Kontra

- Die Anschaffung der Anlage
- Bei zu niedriger Milchproduktion steht zu wenig Warmwasser zur Verfügung
- Mehr Teile, die kaputt gehen könnten

Abb. 6: Ein Ausführungsbeispiel



5. Berechnung

5.1 Berechnung der eingesparten Energie

Die Grundformel zur Berechnung der Energiemenge (Wärmerückgewinnung aus der Milch) lautet:

$$Q = m \times c \times x$$

Q = Energiemenge in Wh (Wattstunden)

m = Wasser/- Milchmenge in Litern

c = spezifische Wärmekapazität der von Wasser (1,16 Wh/(lxK)) => 1,16 Wattstunden pro Liter und Kelvin

Temperaturdifferenz (warme Milch zur gekühlter Milch) Annahme ca. 35°C zu 5°C => 30 Kelvin

Unser Beispiel:

Voraussetzung: 20 Kühe, die zusammen durchschnittlich 400l Milch am Tag geben. (keine Hochleistungskühe)

Milchmenge pro Tag: durchschnittlich 400l Milch

400l Milch ergeben 13`920 Wh elektrischer Energie, die durch das Wärmerückgewinnungsverfahren gewonnen werden.

$$\Rightarrow 400 \text{ l} \times 1,16 \text{ Wh/(lxK)} \times 30 \text{ K} = \underline{13'920 \text{ Wh}}$$

Um Wasser von 8°C vom Wasserbrunnen auf 55 °C aufheizen, haben wir nun 13`920 Wh zur Verfügung. Dies entspricht einer aufgeheizten Warmwassermenge von 255l von 55 °C heißen Wasser.

$$\Rightarrow \text{Wasser von } 8^\circ\text{C auf } 55^\circ\text{C aufheizen} \Rightarrow 13'920 \text{ Wh} / (47 \text{ K} \times 1,16 \text{ Wh/(lxK)}) = \underline{255 \text{ l}}$$

Mit der Wärmerückgewinnung aus der Milch kann das Wasser auf ca. 50 – 55 °C (Herstellerangaben) aufgewärmt werden. Der Rest bis auf 80°C muss mittels Elektroinsatz aufgeheizt werden (Systembedingt).

Die benötigte Energiemenge zur Wassererwärmung um 255 l Wasser von 8°C auf 80°C zu erwärmen ohne Wärmerückgewinnungsverfahren würde 21`298 Wh verschlingen.

$$\Rightarrow 255 \text{ l} \times 72 \text{ K} \times 1,16 = \underline{21'298 \text{ Wh}}$$

Da wir ja nun 13`920 Wh durch die Wärmerückgewinnung von 400 l Milch zurück gewinnen, benötigen wir nur noch 7`378 Wh elektrischer Energie, um die 255 l Warmwasser von 55 °C auf 80°C zu erwärmen.

=>21`298Wh – 13`920 Wh (Energie aus Milch) = 7`378 Wh (rein elektrisch).

Kontrollrechnung: 255l x 25K x 1.16= 7`395 Wh der kleine Unterschied liegt in kleinen Rundungen in der Rechnung

Dies ergibt eine tägliche Energieeinsparung von 13`920 Wh = 13.92 kWh

Dies ergibt ein jährliches Energieeinsparungspotential von 5`080 kWh

Abb. 7: Smiley



5.2 Stromkostenberechnung

Stromtarife: Annahme Hochtarif 15 Rp. Niedertarif 10 Rp.

Oft findet Milchkühlung während des Hochtarifs statt

Wassererwärmung pro Tag während Hochtarifzeiten: 21,298 kWh x 15 Rp. = SFr. 3.195 x 365 Tage = SFr. 1'166.2 (ohne WRG Milch)

Wassererwärmung pro Tag während Hochtarifzeiten: 7,378 kWh x 15 Rp. = SFr. 1.107 x 365 Tage = SFr. 403.95

Jährliches Kosteneinsparungspotenzial, wenn die Anlage nur im Hochtarif das ganze Jahr laufen würde: 762.25 SFr.

Die Berechnung während des Niedertarifs kann in gleicher Form mit den entsprechenden Angaben gerechnet werden.

6. Abzahlung

Wirtschaftlichkeit der Anlage

Berechnung der Rückzahlfrist:

Eine Investition ist wirtschaftlich, wenn mit der jährlichen Energieeinsparung die Kosten der Anlage während der Nutzungsdauer gedeckt werden können. (Energiepreisteuerung = Zinssatzteuerung).

Nutzungsdauer gem. SIA (schweizerischer Ingenieure- und Architektenverein)	15 Jahre
Investitionskosten	Fr. 7'400.00
Energiekosten	Fr. 0'000.00
Wartungs- und Unterhaltskosten	<u>Fr. 0'110.00</u>
Total Anlagekosten	Fr. 7'510.00
Jährliche Kosteneinsparung	Fr. 762.25

Rückzahlfrist 10 Jahre

Die Investition ist somit wirtschaftlich!

Montagekosten und Material sind nicht mit einberechnet, weil es einfach von Fall zu Fall extrem individuell ist.

Mit diesem System kann man jährlich folgende Mengen an Energie sparen:

- 750 Liter Heizöl
- 650 m³ Naturgas
- 378 kg Propangas

7. Zeitplan der Installation der Anlage

Vorbereitung der Anlage:

- Installation des Warmwasserboilers
 - Rohrverlegung der miteinander anzuschliessenden Teile
- ⇒ In Eigenregie, wenn man Handwerklich etwas drauf hat. Dies geschieht in ein bis zwei Tagen, je nach Aufwand.

Inbetriebnahme der Anlage:

- Absaugen der zum Teil umweltschädlichen Kälteflüssigkeit (R 22), das dann durch weniger giftigeres Kühlmittel ersetzt wird.
 - Zusammenhängen/ Anschliessen der verschiedenen Benutzer
 - System mit Kälteflüssigkeit beschicken
 - Dichtheitskontrolle
 - Auffahren des Systems
 - Systemkontrolle
 - Aufräumen
- ⇒ Dies geschieht durch die Monteure der De Laval. Man kann ihnen aber ein bisschen assistieren. Dies ist ein eintägiger Aufwand, da der Landwirt am Abend die Milch ja wieder kühlen muss, da er ja seine Milchproduktion nicht einfach unterbrechen kann.



Abb. 8: Milchmann bei der Milchabholung bei einem Landwirt

8. Auswertung der Projektarbeit

8.1 Rückblick

Ja, wir haben unsere Ziele vollkommen erreicht, wenn wir nun noch eine gute Note erzielen, sind wir ganz zufrieden und haben es endlich ganz geschafft. Wir haben alles in diesem Dossier beschrieben, was wir auflisten wollten.

Wir sind beide ganz zufrieden mit unserem Projekt, da wir es irgendwie geschafft haben, neben unserer ganzen anderen Arbeit noch dieses Dossier zu erstellen. Wir kamen zum Teil ganz schön in die Mangel, weil uns einfach wichtige Informationen fehlten. Doch dank Herr Sax und Penasa konnten wir auch noch die restlichen Antworten beantworten.

Unser Projekt lief nicht immer wie geschmiert, weil wir manchmal echt am Anschlag waren. Als wir zum Beispiel ein Dossier auf Englisch bekamen und wir anfangen mussten, es zu übersetzen. Das war echt hart und frustrierend, aber Mathias Nachbar Herr Frei half uns zum Glück gerne weiter. Oder als Mathias seinen Stick mit dem Traktor überfuhr, man das war echt nicht lustig!

8.2 Erkenntnisse

Wir finden dieses Verfahren genial, weil es wie vorhin erwähnt sehr viele Vorteile besitzt. Bei einem Neubau würden wir diese Anlage 100% installieren, weil es einfach eine super Sache ist. Es nutzt Energie, die sonst verloren ginge, was will man mehr? Es ist ein sehr guter Beitrag zum Umweltschutz.

Es ist relativ leicht, umweltschonende Produkte zu kaufen oder zu installieren, wenn man sich mal einfach eine Weile hinsetzt und einfach mal drauf los hirnt, was könnte man da wohl noch verbessern?

8.3 Perspektiven

Wir werden dieses Dossier ganz sicher zu den zukünftigen Bauten hinzuziehen und es gerne unseren Kollegen weiterreichen, dass man dieses System einfach einbauen muss. Die Vorteile liegen ja auf der Hand und wir machten ja ein sehr realistisches Projekt, mit in unserer Region durchschnittlichen Werten. Natürlich gilt: je mehr Kühe, desto mehr Milch, also auch mehr wiedergewonnene Energie und mehr Warmwasser.

Unser Projekt, wie sich im Laufe der Ermittlungen herausstellte, wird nicht nur in Ställen installiert, sondern bereits bei einer Metzgerei an gewandt. Sie heizen mit der wiedergewonnenen Wärme im Sommer ihren Pool und beziehen ihr Warmwasser für den Haushalt daraus.

Man sieht also, es ist ein enormes Potential in diesem System vorhanden, das nur darauf wartet, überschüssige Wärme in nützliches Warmwasser zu verwandeln.

Abb. 9: Befüllung des Milchtankes



Abb. 10: Anwendungsbeispiele des gewonnenen Warmwassers, zum Beispiel zur Milchgeschirrspülung oder zur Poolheizung

9. Quellenverzeichnis

- Sax Markus, Sachbearbeiter der Kühltechnik, Dänikon
- De Laval Sursee, Hauptzentrale des Milchtechnikkonzerns De Laval in der Schweiz

9.1 Mit Bestem Dank für Ihre Mithilfe

- Kälin Bernhard, Landwirt
- Familie Kälin
- Urs Frei, Sachbearbeiter
- Sax Markus, Sachbearbeiter der Kühltechnik, Dänikon
- Dennis de Veer, Allgemeinbildungslehrer
- Erich Kälin, Sanitär
- Penasa Josef, Kühltechnikzuständiger der De Laval in Sursee



Abb. 11. Dankeschön für die Helfer

9.2 Abbildungsverzeichnis

- **Abb. 1:** Schematische Darstellung des Wärmerückgewinnungssystem, E- Mail von Penasa Josef
- **Abb. 2:** Unser Geschenk Erde, eigene Dateien
- **Abb. 3:** Unsere Erleuchtung, eigene Dateien
- **Abb. 4:** Eine glückliche Kuh, eigenes Foto
- **Abb. 5:** Schematische Darstellung des Wärmerückgewinnungssystem, E- Mail von Penasa Josef
- **Abb. 6:** Ein Ausführungsbeispiel einer Wärmerückgewinnungsanlage
- **Abb. 7:** Smiley, eigene Dateien
- **Abb. 8:** Milchmann bei der Abholung der Milch bei einem Landwirt, <http://www.swissmilk.ch/de/gesund-essen-leben/milch-milch-produkte.html>
- **Abb. 9:** Befüllung des Milchtankes
- **Abb. 10:** Anwendungsbeispiele des gewonnenen Warmwassers, zum Beispiel zur Milchgeschirrspülung oder zur Poolheizung, eigene Dateien
- **Abb. 11:** Dankeschön für die Helfer, <http://pfarrei-ingenbohl.ch/danke-judith-luond/>