



DIPLOMARBEIT

Herr Ing.

Michael Bruggraber

Anschaffung einer Holztrockenkammer mit Photovoltaik Energie

Mittweida, 2013

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen

DIPLOMARBEIT

Anschaffung einer Holztrockenkammer mit Photovoltaik Energie

Autor:
Herr Ing. Michael Bruggraber

Studiengang:
Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:
KW10sGA-F

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Ralf Hartig

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Hütter

Einreichung:
Mittweida, 02.12.2013

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2013

Bibliografische Beschreibung

Bruggraber, Michael:

Anschaffung einer Holztrockenkammer mit Photovoltaik Energie. – 2013. – 46 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Diplomarbeit, 2013

Referat

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der wirtschaftlichen Anschaffung einer Holztrockenkammer. Das Hauptziel ist eine Verkürzung der Lagerzeit von Brennholz von bis zu 2 Jahren und somit eine Einsparung des Lagerplatzes. Weitere Ziele sind eine gleichmäßige Trocknung des Brennholzes beziehungsweise den Heizwert des Holzes auf ein Maximum zu bringen. Als Energiequelle soll eine Photovoltaik-Anlage installiert werden und somit das ganze System als selbstarbeitend angesehen werden.

Danksagung

Für die Unterstützung und Zusammenarbeit möchte ich mich herzlich bedanken bei:

Der Hochschule Mittweida, den Vortragenden während der gesamten Studienzeit

Meinem Diplomarbeitbetreuer Dr. Ing. Ralf Hartig

Den Zweitprüfer der Diplomarbeit Dipl. Ing. (FH) Daniel Hütter

Meiner gesamten Familie:

Mutter Anneliese, Vater Johann, Schwester Gabriele

Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung	I
Referat	I
Danksagung	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
1 Übersicht.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	1
1.3 Kapitelübersicht.....	2
2 Grundlagen und Stand der Technik.....	3
2.1 Begriffsdefinitionen in der Holzindustrie	3
2.2 Begriffsdefinitionen bei Erneuerbaren Energien	6
2.3 Stand der Technik	14
2.3.1 Stand der Technik bei Holztrockenanlagen	14
2.3.2 Stand der Technik von Photovoltaik Anlagen	17
3 Präzisierung der Aufgabenstellung.....	20
3.1 Ist zustand bzw. Vorstellung des Betriebs	20
3.2 Lieferantenauswahl	26
3.2.1 Lieferantenauswahlverfahren für die Trockenkammer	26
3.2.2 Lieferantenauswahlverfahren für die Photovoltaik Anlage	30
4 Umsetzung des Systems.....	34
4.1 Anschaffung der Holztrockenkammer.....	34
4.2 Anschaffung der der Photovoltaik Anlage.....	42
4.3 Probleme bei der Anschaffung	42
5 Ergebnisse und Ausblick	43
5.1 Ergebnisse	43
5.2 Bewertung der Arbeit	46
5.3 Ausblick	46
Literaturverzeichnis	VI
Anlagen.....	VII

Erklärung.....	VIII
----------------	------

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Wasserkraftwerk.....	7
Abbildung 2 Windräder.....	9
Abbildung 3 Solaranlage.....	10
Abbildung 4 Sonnenkraftwerk.....	12
Abbildung 5 Geothermie.....	13
Abbildung 6 Trockenkammer mit Wärmepumpe.....	15
Abbildung 7 Frischluft-Abluft Trocknungsverfahren.....	16
Abbildung 8 Sonneneinstrahlung in Österreich.....	17
Abbildung 9 Grundprinzip der Insel Photovoltaik Anlage.....	18
Abbildung 10 Netzgeführte Photovoltaikanlage.....	19
Abbildung 11 Aufbau einer Solarzelle.....	19
Abbildung 12 Holz vor Bearbeitung.....	21
Abbildung 13 Fertiger 1m ³ nach Bearbeitung.....	21
Abbildung 14 Lagerung des Bearbeiteten Holzes.....	22
Abbildung 15 Lagerung des Bearbeiteten Holzes.....	22
Abbildung 16 Lagerung des Bearbeiteten Holzes.....	23
Abbildung 17 Vorgesehener Installationsplatz der Trockenkammer.....	24
Abbildung 18 Kran zum beladen der Schlitten.....	25
Abbildung 19 Platz für das herausfahren der Schlitten.....	25
Abbildung 20 Auszug aus dem Angebot des Unternehmens Eberl.....	27
Abbildung 21 Angebot vom Unternehmen TTA.....	28
Abbildung 22 Energieberechnung für die Trockenkammer.....	30
Abbildung 23 Auszug vom Angebot des Unternehmens Stadtwerke Bruck.....	31
Abbildung 24 Auszug vom Angebot des Unternehmens Merl.....	32
Abbildung 25 Erste Schritte bei der Planung der Kammer.....	35
Abbildung 26 Vergleichsbild für das Öffnungssystem der Kammer.....	36
Abbildung 27 Vergleichsbild für das Grundgerüst der Kammer.....	36
Abbildung 28 Technische Daten des A 150 VTI.....	37
Abbildung 29 Aufbau des A 150 VTI.....	38
Abbildung 30 Funktionsweise der Wärmepumpe.....	39
Abbildung 31 Ventilator der Type FC 045.....	40
Abbildung 32 HYDROMAT TK-MP 101.....	41
Abbildung 33 Anzeige des HYDROMAT TK-MP 101.....	41
Abbildung 34 Berechnung der Trockenkammer.....	44
Abbildung 35 Diagramm des Trocknungsverlaufes.....	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Darrdichtewerte für Weichhölzer	4
Tabelle 2 Darrdichtewerte für Harthölzer	5
Tabelle 3 Checkliste für die Lieferanden Auswahl der Trockenkammer.....	29
Tabelle 4 Checkliste für die Lieferanden Auswahl der Photovoltaikanlage	33

1 Übersicht

Im einleitenden Kapitel werden die Motivation und die Zielsetzung dieser Diplomarbeit erläutert. Gleichzeitig erfolgt ein kurzer Überblick zu den einzelnen Kapiteln dieser Arbeit.

1.2 Motivation

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Anschaffung einer Brennholztrockenanlage für den privaten Brennholzverkauf um, wie schon angesprochen, bessere Umsatzzahlen zu erzielen.

Immer mehr Personen steigen in der heutigen Zeit durch die steigenden Öl Preise aber auch die steigenden Preise für Pellets wieder auf das Heizmaterial Brennholz um. Aufgrund dieser Tatsache ist es umso wichtiger mehr Brennholz zu produzieren, um die entsprechend immer mehr werdenden Anfragenden Kunden zu befriedigen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich im Rahmen der Aufgabenstellung mit dem trocknen von Brennholz. Dazu wird eine vollautomatische Brennholztrockenkammer technisch erläutert, wobei die Energie aus Photovoltaik gewonnen werden soll.

1.3 Zielsetzung

Das Hauptziele mit Hilfe dieser Brennholztrockenkammer sollen eine deutlich verkürzte Lagerzeit des Brennholzes sein und natürlich höhere Umsatzzahlen mit Hilfe von mehr Produktion von Brennholz.

Ein weiteres großes Ziel ist die Just-in-time Produktion bzw. Lieferung des Brennholzes zum Kunden. Sprich gegen die Herbstzeit kommen am meisten Anfragen der Kunden um ihren Holzbedarf für den Winter zu decken. Aber aufgrund von Brennholzknappheit oder der langen Lagerzeit des Holzes (1-2 Jahr) um zu Trocknen, mussten viele Anfragen negativ beantwortet werden. Durch die Anschaffung einer Trockenkammer kann die Lagerzeit oder Trocknungszeit (je nach Holz ~ 1 Woche) deutlich verringert werden. Dadurch können Kundenanfragen je nach Kapazitätsauslastung sofort bearbeitet werden und natürlich nach der Trocknungszeit an den Kunden ausgeliefert werden.

Des Weiteren soll dieses Trocknungssystem mit Photovoltaik Energie betrieben werden. Sprich es wäre nicht nur umweltfreundlich sondern wäre auch noch wirtschaftlicher.

1.4 Kapitelübersicht

Die Diplomarbeit besteht aus fünf Kapiteln.

Nach der allgemeinen Übersicht im **Kapitel 1** werden im **Kapitel 2** die Grundlagen und Stand der Technik von Trocknungsanlagen bzw. von Photovoltaik Anlagen. Dieses Elementarwissen soll der gesamten Arbeit als Grundlage dienen.

Anschließend wird im **Kapitel 3** das themenstellende Unternehmen kurz vorgestellt und für das Aufgabenverständnis der Brennholztrockenkammer und seine Funktion erläutert. Zu dem wird der Erneuerbare Energieträger, sprich die Photovoltaik Anlage, und seine Funktionen erläutert. Außerdem wird in die Implementierung des Erneuerbaren Energieträgers auf die Trockenkammer eingegangen.

Hinterher wird im **Kapitel 4** die Umsetzung und Anschaffung der einzelnen Komponenten eingegangen. Zu dem wird in diesem Kapitel auch noch auf Probleme, die bei der Anschaffung anfallen können, eingegangen.

Schließlich werden im **Kapitel 5** die Resultate der einzelnen Kapitel der Diplomarbeit noch einmal zusammengefasst. Zusätzlich wird ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen gegeben.

2 Grundlagen und Stand der Technik

In der Brennholzindustrie und im Bereich erneuerbare Energie gibt es die verschiedenste Fachbegriffe. So gesehen wird im folgenden Abschnitt versucht, verschiedene Begriffe zu definieren bzw. grundlegende Modelle der Holz Trocknung sowie der erneuerbaren Energie zu beschreiben. Dieses Elementarwissen soll der Diplomarbeit dann als Grundlage dienen.

2.1 Begriffsdefinitionen in der Holzindustrie

Der Brennstoff Holz ist bis heute mit Abstand der wichtigste Brennstoff, welche die Menschheit nutzt. Holz wird nicht nur für die Wärmeversorgung eingesetzt sondern liefert auch Hitze für das Kochen und dient als Holzkohle die entscheidende Energiebasis für verschiedenste industrielle Prozesse. Holz ist schon seit vielen Jahrhunderten der Werkstoff Nummer eins.

Holz wurde für verschiedenste Zwecke verwendet. Auf der einen Seite verwendete man Holz als Brennstoff und Baumaterial für Häuser, Schiffe und Maschinen, auf der anderen Seite verwendete man Holz als wichtigen Energielieferant für die Erzeugung von Roheisen und anderen verschiedenen Prozessen. Auch Holz asche war bzw. ist ein wichtiger Rohstoff für die Erzeugung von Glas, Seife und Salpeter.

Diese Arbeit beschreibt Holz aber als Brennstoff, dass sogenannte Brennholz. Dieser Rohstoff Holz zum heizen ist aber auch, wie viele andere Dinge, begrenzt. Mit Beginn der Landwirtschaft schwanden die Wälder weltweit um ein erhebliches. So wurden zum Beispiel in der Antike große Teile der Mittelmeerrwälder entwaldet. Diese mussten Platz machen für den Ackerbau. Die verbleibenden Reste wurden für den Bau von Häusern, Schiffen und Militärlager verwendet. Auch Waldrodungen in Westeuropa im 6. Jahrhundert verursachten einen Holz mangel. Dieser Holz mangel führte extremen Anstieg der Brennholzpreise, wie etwa in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts in England um das Zehnfache. Erst durch den sorgfältigen Aufbau und etlichen Richtlinien konnte der Forstbestand wieder aufgebaut werden¹.

¹ Vgl. ÖKOLOG Niederösterreich: Klima Brennstoff Holz

Beim Brennholz wird meist in Hart- und Weichhölzer unterschieden. Die Einteilung findet nach der Darrdichte des Holzes statt. Unter der Darrdichte versteht man die Rohdichte des Holzes bei einem Wassergehalt von 0%. Die Grenze von Hart- und Weichholz wird bei einer Darrdichte von 550 kg/m³ gesetzt. Durch diese Regelung fallen die meisten Nadelbäume in die Kategorie der Weichhölzer, wobei die meisten Laubbäume in die Kategorie der Harthölzer fallen².

Einteilung Weichhölzer:

Baumart	Darrdichte [kg/m³]
Zirbel	400
Tanne	410
Pappel	410
Fichte	430
Espe, Zitterpappel	450
Douglasie	470
Erle	490
Kiefer	510
Linde	520
Weide	520
Lärche	550

Tabelle 1 Darrdichtewerte für Weichhölzer³

² Vgl. Fachagentur nachwachsende Rohstoffe: Leidfaden Bioenergie, Gülzow 2000

³ Fachagentur nachwachsende Rohstoffe: Leidfaden Bioenergie, Gülzow 2000

Einteilung Harthölzer:

Baumart	Darrdichte [kg/m³]
Schwarzkiefer	560
Hasel	560
Ahorn	600
Birke	640
Ulme	640
Esche	670
Eiche	680
Buche	680
Robinie	730
Zerreiche	740
Hainbuche	750

Tabelle 2 Darrdichtewerte für Harthölzer⁴

⁴ Fachagentur nachwachsende Rohstoffe: Leidfaden Bioenergie, Gülzow 2000

2.2 Begriffsdefinitionen bei Erneuerbaren Energien

„Erneuerbare Energien, auch *regenerative Energien*, sind Energien a Quellen, die sich entweder kurzfristig von selbst erneuern oder deren Nutzung nicht zur Erschöpfung der Quelle beiträgt. Es sind nachhaltig zur Verfügung stehende Energieressourcen, zu denen insbesondere Wasserkraft, Windenergie, solare Strahlung (Sonnenenergie) und Erdwärme (Geothermie) zählen. Eine andere Quelle erneuerbarer Energien ist das energetische Potenzial (Biogas, Bioethanol, Holz u. a.) der aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnenen Biomasse“⁵.

In den nachfolgenden Zeilen erläutere ich kurz die schon oben genannten erneuerbaren Energieressourcen.

Wasserkraft: „Wasserkraft wird vom Menschen seit etwa 2.000 Jahren genutzt. Bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts geschah das allerdings lediglich in Gestalt von Wasserrädern, die Mühlen, Stampfen, Hämmer und ähnliche Maschinen betrieben. Durch die Erfindung der Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts wurde die Wasserkraft zu einer wichtigen Energiequelle für die Stromerzeugung.

Die Wasserkraft zählt zu den erneuerbaren Energieträgern, weil sie sich ständig durch die Verdunstung des Wassers und durch Niederschlag in Form von Regen und Schnee erneuert. Wasserkraftwerke stellen jedoch auch Eingriffe in die natürliche, vom Menschen unbeeinflusste Landschaft dar. Trotz allem schaffen sie und sichern sowohl bei ihrer Errichtung als auch im Betrieb Arbeitsplätze und Wertschöpfung im Inland und ersetzen Importe von Strom“⁶.

⁵ Erneuerbare Energie Österreich: <http://www.erneuerbare-energie.at/energie1/>

⁶ Österreichische Energieagentur: Wissensbausteine für Klima und Energie Modellregionen, Wien 2013, S.82-84



Abbildung 1 Wasserkraftwerk

Windenergie: „Wind ist bewegte Luft. Diese Bewegung entsteht in erster Linie durch Unterschiede im Luftdruck zwischen verschiedenen Gebieten, die durch unterschiedliche Sonneneinstrahlung entstehen. Auch die Erdrotation ist für die Entstehung von Wind mitverantwortlich. Die Idee hinter der Nutzung der Windkraft ist sehr einfach. Die bewegte Luft hat eine hohe Bewegungsenergie und diese soll in eine für den Menschen nutzbare Energieform umgewandelt werden.“

Zu diesem Zweck werden Rotoren und Generatoren verwendet. Ein Rotor verfügt über Rotorblätter, die so ausgerichtet sind, dass sie zu einer Drehbewegung des Rotors führen, wenn Wind auf sie trifft. Die Bewegung des Rotors wird nun für den Betrieb des Generators genutzt. Ein Generator ist eine Maschine, die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt. Dazu wird das Induktionsprinzip genutzt. Nach diesem Prinzip entsteht ein elektrischer Strom, wenn sich ein elektrischer Leiter durch ein Magnetfeld bewegt. Der Generator verfügt daher über Magneten und die Leiter werden durch die Drehbewegung so durch die Magnetfelder bewegt, dass eine elektrische Spannung erzeugt wird. Generatoren kommen nicht nur bei der Nutzung der Windenergie zum Einsatz, sie werden beispielsweise auch bei der Nutzung der Wasserkraft oder in Kohle- und Atomkraftwerken verwendet. Das Funktionsprinzip ist nicht nur einfach, es ist auch relativ günstig umzusetzen.

Generatoren und Rotoren sind Bauteile, die keine anspruchsvolle Technik erfordern und daher günstig zu produzieren sind. Außerdem beinhalten diese Bauteile keine umweltschädlichen Stoffe, sodass auch eine spätere Entsorgung im Gegensatz zur Entsorgung von Solarzellen keine Probleme bereitet“⁷.

„Zu den Vorteilen zählen:

- Erneuerbare Energiequelle, lokal verfügbar (bei entsprechendem Potenzial)
- Erprobte Beteiligungsmodelle
- Ausgereifte Technologie
- Kostendeckende Einspeisevergütung

Als Nachteile zu nennen sind:

- Flächenverbrauch
- Geräusentwicklung
- Bewegter Schatten
- Beeinträchtigung der Landschaftswahrnehmung (Tourismusgebiete)
- Fluktuierende Erzeugung“⁸

⁷ Renewable Energy News (RENET): <http://www.renet.at/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-windenergie/>

⁸ Österreichische Energieagentur: Wissensbausteine für Klima und Energie Modellregionen, Wien 2013, S.76-80



Abbildung 2 Windräder

Sonnenenergie (Solarenergie): „Die Solarenergie ist ein wichtiger Baustein im Zusammenspiel der erneuerbaren Energiequellen. Die Solarenergie bezeichnet die Energiegewinnung aus der Sonnenenergie. Die Nutzung der Solarenergie wurde in den letzten Jahren stark ausgeweitet und wird in vielen Fällen auch staatlich gefördert.

Solarenergie kann auf zwei verschiedene Arten genutzt werden. Die erste Form der Nutzung der Sonnenenergie verwendet Solarzellen. Der Fachbegriff für diese Form der Solaranlage lautet Photovoltaikanlage. Bei dieser kommen Halbleiterelemente zum Einsatz, die die Eigenschaft besitzen, dass sie energiereiche Strahlungen in elektrischen Strom umwandeln können. Das Sonnenlicht besteht aus vielen verschiedenen Elementen. Dazu zählt beispielsweise das sichtbare Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung. Wenn diese Strahlung auf die Erde trifft, wird ein Teil der Strahlung reflektiert, ein anderer Teil wird in Wärme umgewandelt. Wenn die Sonnenstrahlen hingegen auf eine Solarzelle treffen, wandeln die Halbleiterelemente die Strahlung direkt in elektrische Energie um. Diese kann sofort genutzt werden. Die einzelnen Halbleiterbauteile werden zu Platten in verschiedenen Größen verbunden. Kleine Solarzellen können beispielsweise ein einzelnes Gerät mit Energie versorgen, größere Einheiten können hingegen bereits ein gesamtes Wohnhaus mit Strom versorgen“⁹.

⁹ Renewable Energy News (RENET): <http://www.renet.at/erneuerbare-energien/solarenergie/>

„Der Nachteil der Photovoltaikanlagen ist die aufwendige Herstellung. Früher war es oftmals zu hören, dass die Herstellung einer Solarzelle mehr Energie benötige, als diese über ihre gesamte Lebensdauer hinweg aus der Sonnenenergie gewinnen könne. Diese Aussage war bereits früher stark übertrieben. Durch modernere Produktionsverfahren konnte der Energieverbrauch bei der Herstellung der Solarzellen außerdem in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Dennoch bleibt festzuhalten, dass die Herstellung von Solarzellen im Vergleich zu andere Anlagen für die Nutzung alternativer Energiequellen relativ kostenintensiv ist, recht viel Energie verbraucht und außerdem werden dabei auch giftige Abfallprodukte freigesetzt“¹⁰.



Abbildung 3 Solaranlage

¹⁰ Renewable Energy News (RENET): <http://www.renet.at/erneuerbare-energien/solarenergie/>

„Die zweite Form der Energiegewinnung aus der Sonnenenergie findet in einem thermischen Sonnenkraftwerk statt. Die Wirkungsweise unterscheidet sich stark vom Wirkungsprinzip der Photovoltaikanlage. Hier werden mit großen Parabolspiegeln die Sonnenstrahlen auf einen Behälter geleitet, der eine Flüssigkeit enthält. Diese Flüssigkeit erhitzt sich durch die gebündelte Sonneneinstrahlung sehr stark, sodass sie verdampft. Dabei entsteht ein hoher Druck, der eine Turbine betreiben kann, die schließlich mit einem Generator verbunden ist. Der Generator wandelt die Bewegungsenergie in elektrische Energie um. Das thermische Sonnenkraftwerk hat bei direkter Sonneneinstrahlung einen sehr hohen Wirkungsgrad und ist deutlich effizienter als eine Photovoltaikanlage. Wenn es jedoch nur leicht bewölkt ist, nimmt die Leistung sehr stark ab. Während eine Photovoltaikanlage auch diffuses Licht nutzen kann, ist dies beim thermischen Solarkraftwerk nicht der Fall. Daher kann dieses nur in Regionen, in denen es nur selten bewölkt ist, effizient arbeiten. Daher befindet sich die Mehrheit der thermischen Solarkraftwerke in wüstenähnlichen Gebieten. Spanien und die USA sind die beiden Länder, in denen die größten thermischen Solarkraftwerke gebaut wurden und in denen auch der meiste Strom auf diese Weise produziert wird. In Mitteleuropa sind diese Anlagen nur selten zu finden. Ein weiterer Unterschied zu den Photovoltaikanlagen ist die Größe. Thermische Solaranlagen haben immer eine große Leistung, die den Bedarf eines einzelnen Haushalts bei Weitem übertrifft. Daher werden sie nicht dezentral auf privaten Hausdächern angebracht, wie dies bei Photovoltaikanlagen oft der Fall ist, sondern werden immer im Rahmen eines zentralen Kraftwerks mit einem professionellen Betreiber erstellt.

Das thermische Solarkraftwerk hingegen benötigt keine aufwendigen Halbleiterzellen. Die Konstruktionsweise ist einfacher, kostengünstiger und umweltschonender. Außerdem können diese Anlagen bei guten Bedingungen effizienter arbeiten. Diese Anlagen können jedoch nur im großen Stil umgesetzt werden, weshalb der Vorteil der dezentralen Anwendung verloren geht. Der größte Nachteil des thermischen Solarkraftwerks ist jedoch, dass dieses direkte Sonneneinstrahlung benötigt und daher nur in sehr sonnigen Gebieten effizient genutzt werden kann¹¹.

¹¹ Renewable Energy News (RENET): <http://www.renet.at/erneuerbare-energien/solarenergie/>



Abbildung 4 Sonnenkraftwerk

Erdwärme (Geothermie): „Die Geothermie nutzt die vorhandene Erdwärme zur Energiegewinnung, was große Potenziale birgt und als umweltfreundliche Ressourcennutzung zu den erneuerbaren Energien gezählt wird. Die Nutzung ist direkt zum Heizen und Kühlen von Gebäuden möglich, ebenso kann mittels Kraft-Wärme-Kopplung elektrischer Strom erzeugt werden.

Die oberflächennahe Geothermie wird direkt zum Klimatisieren von Gebäuden genutzt, ebenso zum Heizen wie zum Kühlen. Eine Wärmepumpe wandelt die Temperaturunterschiede zwischen der Erdoberfläche und dem tieferen Erdreich in Energie um, diese Energie kann Kühlen und Heizen. Die Tiefengeothermie wiederum wird oft zur Stromerzeugung eingesetzt. Welche Nutzung am rentabelsten ist, hängt von der Enthalpie ab, also dem energetischen Potenzial, das sich durch Wärmemenge und Temperaturunterschiede ergibt. Man unterscheidet zwischen Niedrig- und Hochenthalpiestätten, die klassische Nutzung bei Wohngebäuden zählt fast durchweg zu den Niedrigenthalpiestätten.

Hochenthalpiestätten existieren in Gebieten mit Wärmeanomalien, also vorrangig in vulkanischen Gebieten. Hier kann Tiefengeothermie effektiv zur Stromerzeugung genutzt werden. Wenn die Temperaturen schon in 50 bis 200 m Tiefe mehrere Hundert Grad Celsius betragen, kann mit dieser Temperaturdifferenz effizient ein kleines Kraftwerk betrieben werden. Die oberflächennahe Geothermie ist die bekanntere Form, die viele Eigenheimbesitzer nutzen. Sie nutzt die Erdwärme bis maximal 400 m Tiefe, bei Eigenheimen werden häufig höchstens 20 bis 30 m Tiefe benötigt. Es gibt sogar Sonden, die als flache Kollektoren in nur ein bis zwei Metern Tiefe, aber auf einer großen Fläche verlegt werden. Aus geologischer Sicht existiert auf jedem Grundstück eine Temperaturdifferenz, die für die Geothermie genutzt werden könnte. Letztendlich findet eine Kosten-Nutzen-Abwägung statt, aber es lohnt sich auch durch staatliche Förderungen so gut wie immer. Die Anlagen werden an das Haus in ihrer Dimension angepasst, ihre genaue Konstruktion hängt von der Bodenstruktur, der Grundwasserführung und natürlich dem gewünschten Energieumsatz ab¹².



Abbildung 5 Geothermie

¹² Renewable Energy News (RENET): <http://www.renet.at/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-geothermie/>

2.3 Stand der Technik

Nach den eher allgemeineren Punkten, beschreibt diese Arbeit nun in den folgenden Punkten, konkret die Anschaffung der genannten Brennholztrockenkammer die wie schon erwähnt mit einer erneuerbaren Energiequelle (Photovoltaikanlage) betrieben werden soll. Bevor der genaue Aufbau der gesamten Anlage bzw. der Anschaffungsweg erläutert wird, wird vorerst in den nächsten Punkten der Stand der Technik, sprich wie ist der Stand der Technik bei Holztrockenanlagen und Photovoltaikanlagen. Auf die genaueren Funktionen der einzelnen Komponenten wird in laufe der Arbeit noch näher eingegangen.

Bei der Anschaffung der Brennholztrockenkammer mit der Energiequelle Photovoltaik, wurde ausschließlich mit Zulieferanten zusammengearbeitet. Diese werden in dieser Arbeit noch näher vorgestellt. Da die Lieferanten Auswahl ein kritischer Punkt bei einer Anschaffung bzw. bei einem Zukauf darstellt, wird auch das Lieferanten Auswahlverfahren erläutert.

2.3.1 Stand der Technik bei Holztrockenanlagen

Aufgrund der gestiegenen und immer weiter steigenden Energiekosten, steigt die Nachfrage nach Brennholz stark an. Dies wiederum heizt den Konkurrenzkampf im Brennholzhandel an. Jeder Händler will mehr produzieren bzw. schneller liefern. Hier kommen die Trocknungskammern ins Spiel. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten der Holztrocknung. Zum einen die Trockenkammer mit **Wärmepumpentrocknung** und zum anderen eine Trockenkammer mit **Frischluft-Ablufttrocknung**. Die jeweilige Trocknungsart wird je nach Temperaturbereich und der vorhandenen Primärenergie gewählt.

Wärmepumpentrocknung:

Die Trocknung bei der Wärmepumpentrocknung erfolgt zwischen +30°C und +55°C in einer abgedichteten Kammer. Mit Hilfe eines geschlossenen Luftkreislaufes kommt es zu einer schonenden Trocknung. Dabei kommt es zu einer Energieersparnis durch vollständige Nutzung der Kondensationswärme. Der geschlossene Luftkreislauf besteht aus Wasserdampf die an Edelstahl-Rohrverdampfer abgekühlt und so das dem Holz entzogene Wasser auskondensiert. Die nun trockene, kalte Luft wird im nachgeschalteten Kondensator über die Eingangstemperatur erwärmt und kann nun erneut Wasser aufnehmen. Durch angebrachte Ventilatoren wird dieser Luftkreislauf in Bewegung gehalten.

In diesem Kreislauf geht praktisch keine Energie verloren, da die gesamte zugeführte Energie (Kompressoren, Ventilatoren) in Wärme umgewandelt wird. Die Kammertemperatur steigt daher bei hoher Isolierung auch ohne Heizen immer höher. Bei warmer Umgebungsluft muss sogar Überschusswärme über Klappen abgeführt werden. Die ausgeblasene Warmluft kann direkt zur Raumheizung verwendet werden, da die Feuchtigkeit flüssig ausgeschieden wird.

Die Vorzüge dieses Verfahrens liegen also in der Holzschonenden Trocknung durch die maximale Temperatur von +55°C, eine Energieersparnis von bis zu 75% gegenüber der Frischluft-Abluft-Trocknung, gleichmäßige Trocknung durch hohe Luftumwälzung in der abgedichteten Kammer, einfache Montage und verschiedene Holzarten können gleichzeitig getrocknet werden.



Abbildung 6 Trockenkammer mit Wärmepumpe

Frischluff-Abluff Trocknung:

Bei der Frischluft-Abluff Trocknung wird die Kammer, nicht wie bei der Wärmepumpentrocknung, Länge nach gefüllt, sondern die Kammer wird quer gefüllt. Dies hat den Hintergedanken damit eine möglichst gleichmäßige Klimaverteilung herrscht, um einen geringeren Lüfter-Stromverbrauch zu erreichen. Die benötigte Wärme um eine Trocknung des Holzes zu erreichen kann mit Hilfe von Warmwasser-Heizregister oder Direktlüfterhitzer zugeführt werden.

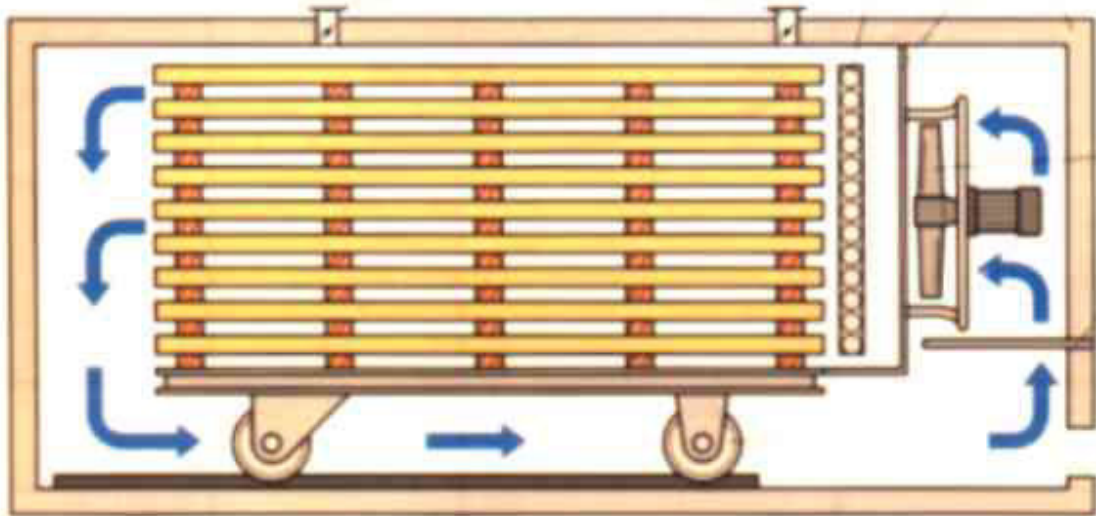


Abbildung 7 Frischluft-Abluff Trocknungsverfahren

Ziel dieses Trocknungsverfahrens ist es eine gezielte Verwendungsfeuchte des Holzes zu erreichen. Diese Verwendungsfeuchte liegt bei Brennholz zwischen 10%-15% Wasser (zum Vergleich Waldfrisches Holz enthält 40% Wasser), diese bezieht sich auf das Gewicht des darretrockneten Holzes.

2.3.2 Stand der Technik von Photovoltaik Anlagen

Die Erde verfügt über ein großes Potential an erneuerbaren Energien wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie. Durch diese Energieträger können wir heute elektrischen Strom bzw. Wärme umweltschonend erzeugen. Alle erneuerbaren Energien sind nach menschlichen Maßstäben unbegrenzt verfügbar. Mit einer Lebenserwartung von mehreren Milliarden Jahren, ist die Sonne unser langlebigste Energiequelle. Mit Hilfe von Photovoltaikanlagen kann diese kostenlose und unerschöpfliche Ressource optimal genutzt werden.

Zu den Vorteilen einer Photovoltaik Anlage zählt natürlich die klimaschonende Stromproduktion aus erneuerbaren Energie und die Reduktion des CO₂ Ausstoßes. Weitere Vorteile ist die Effizienz einer Photovoltaik Anlage, die auch bei geringer Sonneneinstrahlung das Licht in Strom umwandelt. Noch von Vorteil ist ein nahezu wartungsfreier Betrieb und eine einfache Montage auf schon bestehende Gebäude oder Maschinen.

Ein wesentlicher Punkt bei Photovoltaik Anlagen spielt die Sonneneinstrahlung. In den sonnenreichen Gebieten der Erde beträgt die jährliche Einstrahlung bis zu 4000 kWh/m². Sie nimmt ab, je weiter man sich vom Äquator entfernt. In Österreich liegen die Werte zwischen 1000 und 1500 kWh/m². Diese Werte werden durch das Wetter und geographische Bedingungen beeinflusst.

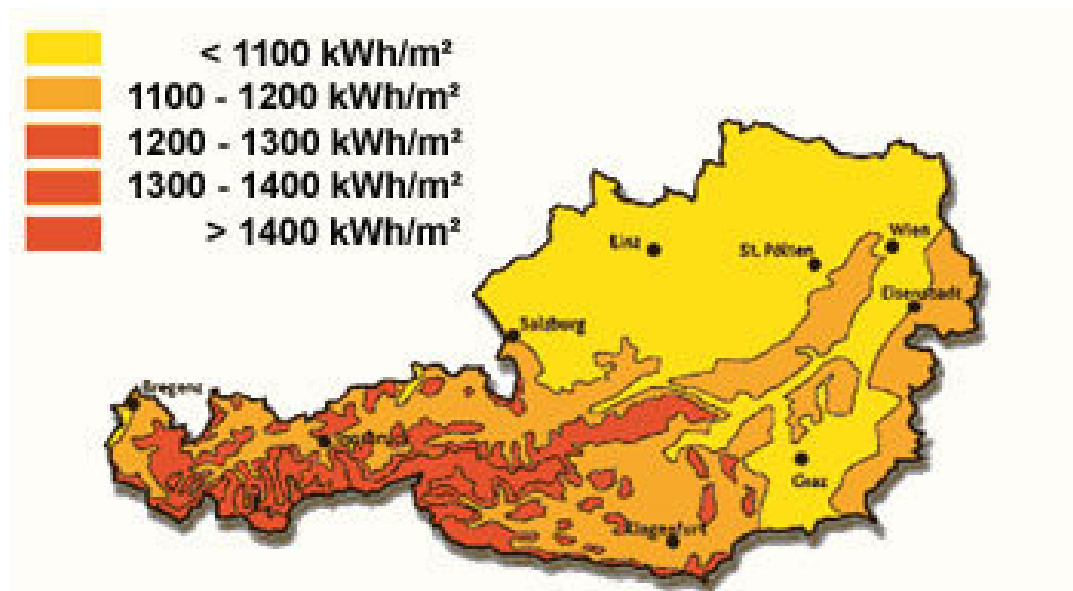


Abbildung 8 Sonneneinstrahlung in Österreich

Es gibt zwei Arten um Photovoltaik Energie nützen zu können. Zum einen gibt es die Netzgeführte Photovoltaikanlage und zum anderen die nicht Netzgeführte oder Insel Photovoltaikanlage. Der Aufbau einer Photovoltaikanlage, die nicht an das Netz gespeist sind, besteht aus einem Laderegler, Speichermedium, Spannungswandler, Verkabelung und der Solarzelle.

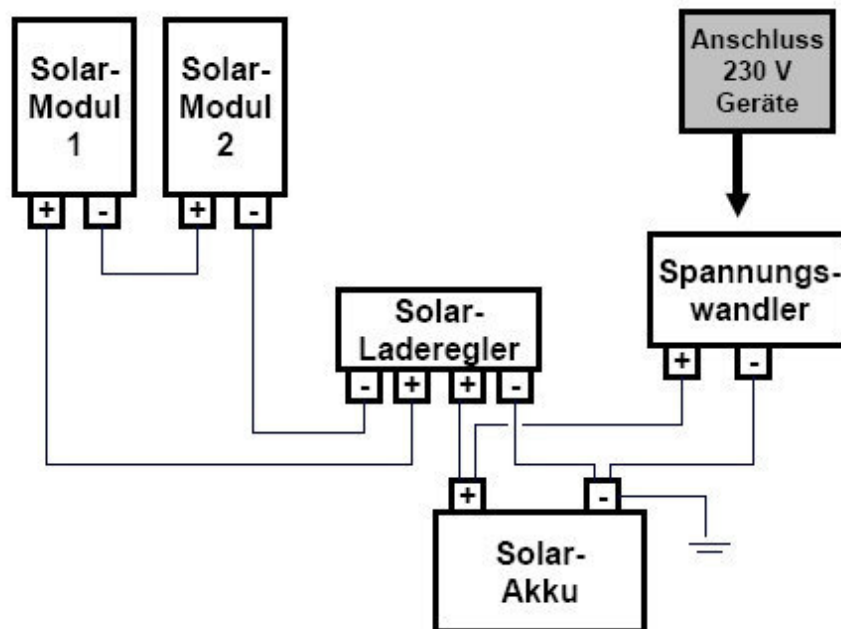


Abbildung 9 Grundprinzip der Insel Photovoltaik Anlage

Der Aufbau einer Netzgeführten Anlage besteht aus der Solarzelle einen Wechselrichter und einen Zähler. Hierbei hier die gewonnene Energie aus der Solarzelle über einen Wechselrichter umgewandelt und zum Endverbraucher weitergeleitet. Die überschüssige Energie läuft danach über einen Zähler in das angeschlossene Netz. Je nach ausgemachtem Tarif mit dem Stromlieferanten, bekommt man für den ins Netz geflossenen Strom eine Auszahlung.



Abbildung 10 Netzgeführte Photovoltaikanlage

Der Aufbau der Solarzelle besteht wiederum aus Negativen Elektronen, Grenzschicht, n-dotierten Silizium, p-dotierten Silizium und positiven Elektronen.

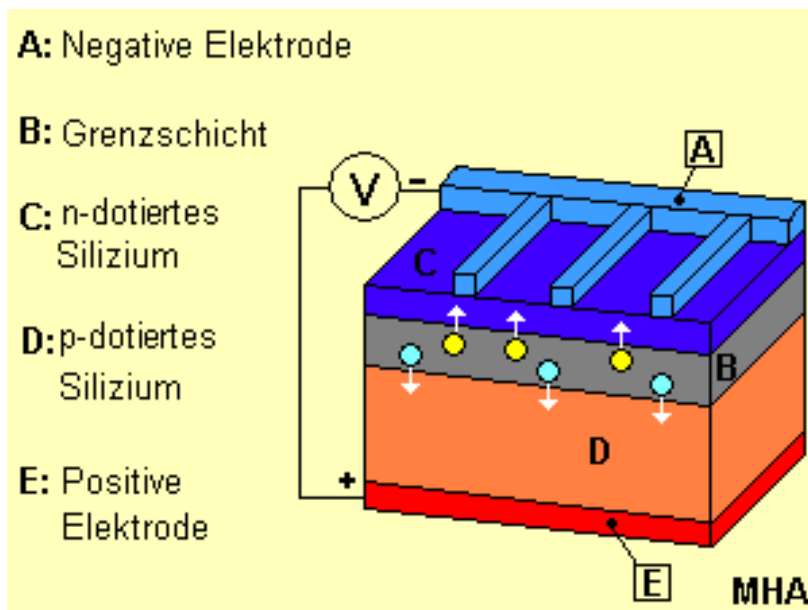


Abbildung 11 Aufbau einer Solarzelle

3 Präzisierung der Aufgabenstellung

In diesem Kapitel erfolgen die Darstellung des Ist Zustandes und die Präzisierung der Aufgabenstellung. Dazu werden die allgemeinen Anforderungen der Trockenkammer und der Photovoltaik Anlage erläutert bzw. die Anschaffung von Trockenkammer und Photovoltaik Anlage.

3.1 Ist zustand bzw. Vorstellung des Betriebs

Die geplante Trockenkammer dient zur Brennholzerzeugung bei einem Landwirtschaftlichen Betrieb. Dieser Betrieb erzeugt im Jahr um die 300m³ und verkauft auch genau diese Menge an Holz. Aufgrund des Wasser Gehalts im Holz muss es Ofengerecht gespaltet werden und zwischen 1-1 ½ Jahr Trocknen, da es sonst nicht als Brennstoff geeignet wäre. Diese Trocknungszeit bzw. Lagerzeit nimmt in erster Linie viel Lagerplatz in Anspruch und in zweiter Linie muss man bis zu 1 ½ Jahre warten bis man das Holz verkaufen kann und Geld für die aufgebrachte Arbeit bekommt. Aufgrund von etlichen Brennholzanfragen in den letzten Jahren, aber nur 300m³ Brennholz erzeugt werden können, mussten viele Absagen getätigt werden. Die Trockenkammer soll nun ermöglichen, dass mehr Holz aufgrund schnellerer Trocknungszeiten, produziert und verkauft werden kann.



Abbildung 12 Holz vor Bearbeitung



Abbildung 13 Fertiger 1m³ nach Bearbeitung



Abbildung 15 Lagerung des Bearbeiteten Holzes



Abbildung 14 Lagerung des Bearbeiteten Holzes



Abbildung 16 Lagerung des Bearbeiteten Holzes

Ziel dieser Anschaffung ist es mehr Brennholz mit kürzerer Lagerungs- bzw. Trockenzeit zu produzieren und zu verkaufen. Da die Trockenkammern für jeden Kunden individuell nach Kundenwunsch gebaut werden, handelt es sich hierbei um ein Unikat jeder einzelnen Trockenkammer.

Ein wichtiges Thema bei der Planung der Trockenkammer ist die Beladung der Kammer. Die Kammer wird in einer offenen Halle installiert (Abbildung 18), mit den Abmaßen 3mx3mx7,5m. Das Öffnungssystem sollte sich vorne an der Kammer befinden. Um die Kammer nach dem öffnen beladen zu können, sollte ein Schienensystem im der Kammermitte vorhanden sein. Auf diesen Schienen sollte ein Schlitten verlaufen, den man mühelos herausschieben kann, um diesen anschließend mit Hilfe eines Kranes (Abbildung 19) mit den Bearbeiteten 1m³ Holzpakete (Abbildung 14) zu beladen und wieder mühelos in die Kammer zurückschieben kann. Ein weiterer wichtiger Punkt stellt die Isolierung der Kammer, sie sollte komplett Isoliert sein, damit kein Energieverlust auftritt.

Um die erwähnte Photovoltaik Anlage zu installieren muss darauf geschaut werden das die zu betreibenden Komponenten in der Trockenkammer mit den richtigen Anschlüssen versehen sind.



**Abbildung 17 Vorgesehener Installationsplatz der
Trockenkammer**



Abbildung 18 Kran zum beladen der Schlitten



Abbildung 19 Platz für das herausfahren der Schlitten

3.2 Lieferantenauswahl

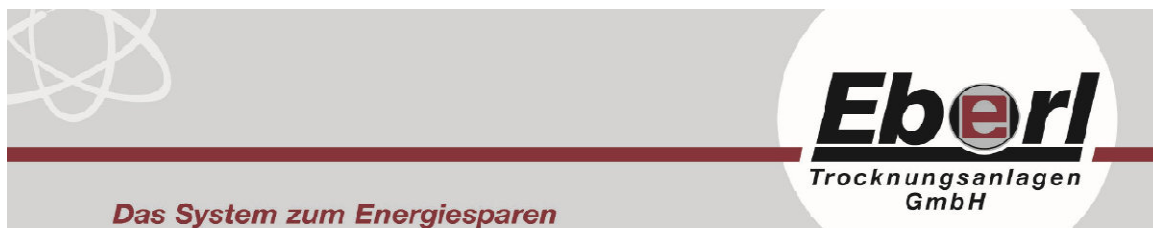
„Bevor Material bestellt werden kann, muss ein Lieferant ausgewählt werden, der das gewünschte Material bereitstellen kann. Idealerweise werden nur Lieferanten ausgewählt, die bereits positiv in Erscheinung getreten sind. Das bedeutet, es sollte eine Lieferantenbeurteilung vorgenommen und ein Ranking erstellt werden“¹³.

3.2.1 Lieferantenauswahlverfahren für die Trockenkammer

Durch Recherchen im Internet und aus Zeitschriften ließen sich zwei Hersteller im Bereich Trocknungssysteme herausfiltern. Zum einen das Unternehmen TTA Trockentechnik und zum anderen das Unternehmen Eberl Trocknungsanlagen. Von beiden Unternehmen wurden Angebote eingeholt bzw. mit den zuständigen Personen persönlich Kontakt aufgenommen. Aufgrund der entsprechenden Angebote bzw. persönlichen Gesprächen wurde eine Checkliste erstellt, durch die ersichtlich wird welcher Lieferant in Bezug auf die genannten Anforderungen (Punkt 2.2) am besten eignet. Die Gewichtung erfolgt durch Punktevergabe wobei „1“ sehr schlecht und „5“ sehr gut bedeutet. Die beiden angesprochenen Angebote befinden sich in den Anlagen.

¹³ Oeldorf/Olfert 2002, S. 308.

Angebot vom Unternehmen Eberl:



ANGEBOT

1 Air Classic Typ TC 6 WP für Brennholz

Preis 31.630,00 €



Details:

- Der Trocknungscontainer ist ein in RAL 9006 Weißaluminium lackierter Isoliercontainer, geeignet für die Aufstellung im Freien
- Zweiflügliges Containertor mit vier Verschlussstangen
- Die Innenwände des Containers sind aus Edelstahl
- Der Container besitzt gute Dämmeigenschaften hinsichtlich thermischer und akustischer Anforderungen
- Belüftungsturm mit Ventilatoren, Heizungen und einem Wärmepumpenkreislauf
- Entfeuchtungseinheit
- Gummischürze
- Klimamessung
- Schaltschrank mit Siemens SPS-Steuerung inklusiv Trocknungsprogrammen zum Trocknen von Brennholz

Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust.-ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20064

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517

Tel.: 08745 96446-0
Fax: 08745 96446-15

Bankverbindungen:
Volksbank-Paiffeisbank Vilsbiburg/Garzen eG
BLZ 743 923 00 Konto Nr. 891 672

VR-Bank Mühldorf-Ampling
BLZ 711 910 00 Konto Nr. 6 452 736
BIC: GENODEF1MUL
IBAN: DE 20 7119 1000 0006 4527 36

www.eberl-trocknungsanlagen.de
eM@il: info@eberl-trocknungsanlagen.de

Abbildung 20 Auszug aus dem Angebot des Unternehmens Eberl

Angebot vom Unternehmen TTA:



www.rtt.at

A-4645 Grünau im Almtal
Weiherdorf 14
Tel./Fax: +43 (0) 7616 - 8920 bzw. -20 566
e-mail:office@rtt.at
UID: ATU 54262603

An
Fa. Bruggraber
zh Hrn. Michael Bruggraber
Gabraun 4
A-8132 Pernegg
Tel. 0699 1715 0124

bruggraber@gmx.at

Grünau im Almtal, am 02.09.2013

Angebot Wärmepumpen-TK Vollautomat

Brennholztrockenkammer BTK 6 - Stapellänge 5,2 m - Stapel 5,2 srm Buche

Anbot lt. techn. Datenblatt "TTK-Berechnung", exkl. Mwst. in €: Einzelpreis Gesamtpr.

Trocknung von 5,2 srm Buche von 47 % auf 20 % Endfeuchte in ca. 5 Tagen + Aufwärmen
Abmessungen (Aussenmaße L x B x H in m): 5,5 x 2,2 x 2,09; Einfahrtshöhe: 1,3 m
Nutzvolumen (= Stapelvol.): 5,2 m³ (L x B x H in m): 5,2 x 1 x 1 1 x 5 Bund á 1x1x1m

*** Isolierkammer unter Dach:**

Kammer allseits aus hochisolierenden 60 mm PU-Sandwichelementen, Bodenanschluss und Eckverbindungswinkel aus Aluminium. Stirnseitige Flügeltüre oder - mit Mehrpreis - längsseitige Hub-/Schiebetüre. Im geschlossenen Zustand wird die Türe mit Spann- oder Schubriegelverschlüssen dicht angedrückt. Türen mit hochbeständiger Silikon-Hohlkammerdichtung. Ventilatorträger- u. Luftleitplatten aus wasserfesten Siebdruckplatten. Inkl. Isolierboden.

*** Längsseitiges Hubtor:**

Stirns.Flügelt.

*** Beschickung:** Stirnseitige Wagenbeschickung

ohne Beschickungswagen

*** Trockner/Wärmepumpe:**

1 Stk. VT 150
Kondensationstrockner mit Edelstahl-Rohrverdampfer, max. Wasserdampfdruck 120 l/24h
Elektr. Trocknerleistung Summe: 1,8 kW, 1300 m³/h

*** el.Startheizung:** 3,9 kW, im Trockner integriert, keine externe Heizung erforderlich!

*** Axialventilatoren (speziell für die Holz Trocknung geeignet):**

5 Stk. FC 045, 45 cm Ø, mit je 3800 m³/h u. 0,36 kW

*** Klappen+Stellmotor:** 2 Klappenpaare, Einfass. & Klappen aus Alu, über Hebel verbunden, inkl. Stellmotor, Öffnungsweite 300 mm:

*** Regelung:**

GANN TK-MP 101 - Vollautomat. Computerregelung in Mikroprozessor-technik mit Trocknungsprogrammen für 250 Holzarten, komplett mit je einer UGL- und Temp.- u. 3 Holzfeuchte messstellen.

*** Hauptsteuerschrank mit isol. Witterungsschutz, Anlagenverkabelng**

*** Sprühung:** Kaltwasserfeinsprühung m. Druckerhöhungspumpe

*** Montage:** werkseitige Fertigmontage, Lieferung frei Baustelle
unabgeladen. Abladen u. Aufstellen mit Stapler bauseits

Anlagenpreis: Montage/Inbetriebn. im Werk, Lieferung Frei Haus, exkl. Mwst. € 24.206,56

Zahlung: 50 % Anzahlung, Rest bei Lieferung bzw. Inbetriebnahme netto. Die Ware bleibt bis zur vollst. Bezahlung unser Eigentum. Gerichtsstand Gmunden. Lieferung -6-0 Wo. nach Anzahlg. Montagefläche muss waagrecht sein, max. Unebenheit +/- 1 cm. Erforderliche Anschlüsse sind bauseits bis zum Montagebeginn herzustellen.

Wir hoffen, dass Ihnen unser Angebot zusagt und freuen uns auf Ihren Auftrag!

Ihr TTA-Team

Inhaber:
Ing. Erich Hametner

Bankverbindung:
RAIBA-Grünau

BLZ: 34127, Kto: 11.122
IBAN: AT 0334127 0000011122

Abbildung 21 Angebot vom Unternehmen TTA

Checkliste:

Kriterium	TTA	Eberl
Preis	4	1
Qualität	4	3
Garantie	5	3
Lieferumfang	5	2
Betreuung während der Angebotsphase	5	2
Flexibilität	5	3
Summe	28	14

Tabelle 3 Checkliste für die Lieferanden Auswahl der Trockenkammer

Begründung der Checkliste:

An handen der Checkliste ist klar ersichtlich das das Unternehmen TTA die Nase vorne hat. Der Preis weist schon einen enormen Unterschied auf. Beim Unternehmen TTA ist Preis mit € 24.206,- dem Produkt einigermaßen angepasst, wobei beim Unternehmen Eberl der Preis mit € 31.630,- deutlich zu hoch angesetzt ist. Nach einigen Recherchen ist die Qualität ist bei beiden Unternehmen im Mittelfeld angesiedelt. Bei der Garantie Punktet eindeutig das Unternehmen TTA, das mir versichert hat, bei Schäden oder Komplikationen sofort und vor allem kostenlose Hilfe zur Verfügung steht. Das Angebot des Unternehmen Eberl kann die entsprechenden Anforderungen, auch nach persönlichem Gespräch, nicht komplett abdecken. Das Unternehmen TTA erfüllt nach Angebotsabgabe alle Anforderungen und angerschierte sich sehr bei der Betreuung während der Angebotsphase. Auch bei offenen Punkten bzw. Fragen war das Unternehmen sehr Flexible und Hilfsbereit.

Die Checkliste sorgte für klare Verhältnisse, wobei man dieses Ergebnis in der Angebotsphase schon deutlich erkennen konnte.

3.2.2 Lieferantenauswahlverfahren für die Photovoltaik Anlage

Auch für die Beschaffung der Photovoltaik Anlage wurde eine Checkliste erstellt. Die Anbieter beschränken sich nach Recherchen und Einzelgespräche auf die Unternehmen Stadtwerke Bruck und Merl. Nach vielen Einzelgesprächen mit den zuständigen Personen dieser Unternehmen, wurde die Netzgeführte Variante bei der Photovoltaikanlage gewählt. Dies hat den großen Vorteil nicht nur auf die Photovoltaikanlage angewiesen zu sein.

Die Auswahl der entsprechenden Photovoltaikanlage verlief nach der Berechnung des Unternehmens TTA. Hierbei wurde der Energiebedarf für einen kompletten Trocknungszyklus berechnet.

Energierrechnung:		
elektr. Leistung Trockner	1,80 kW	
elektr. Leistung Ventilatoren	1,80 kW	
erford.el.Energie ohne Start ca.:	405,5 kWh	1460 Mj
Kondensationsgewinn:	310,3 kWh	1117 Mj

Abbildung 22 Energieberechnung für die Trockenkammer

Diese Berechnung wurde mit den zuständigen Personen der Lieferanten besprochen. Mit Hilfe dieser Berechnung und etlichen Einzelgesprächen wurde die Photovoltaikanlage ausgelegt bzw. angeboten.

Angebot vom Unternehmen Stadtwerke Bruck:

Offert Nummer 9N0906/1 Bruggraber Pernegg Netzg. PV-Anlage 5200 Wp
2013/11/27

**stadtwerke
bruck**

Stadtwerke Bruck an der Mur GmbH
8600 Bruck/Mur, Stadtwerkestraße 9

Tel. 03862-51 581-0, Fax DW-43
office@stadtwerke-bruck.at
www.stadtwerke-bruck.at

Gruppenzusammenstellung

Gruppe	Bezeichnung	Lohn	Material	Gesamt in EUR
01	Material Netzgeführte Photovoltaikanlage		7.420,70	7.420,70
02	Installationsmaterialien		492,67	492,67
03	Montageaufwand	1.896,00		1.896,00
GESAMTSUMME OHNE MWST. IN EUR				9.316,70

Endsumme Offert

	Lohn	Material	Gesamt
Summe ohne MwSt.	1.896,00	7.420,70	9.316,70
zuzüglich 20,00 % MwSt. von	9.316,70		1.863,34

Gesamtsumme inkl. MwSt. 11.180,04

Zahlungsbedingungen:

Nettofällig innerhalb 7 Tage ab Rechnungsdatum

Seite 6 von 7

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen
unter www.stadtwerke-bruck.at
Firmensitz: Bruck/Mur, FN 356600 v, LG Leoben
LID-Nr: ATU 666153-H, DVR: 0088011

Steierm. Bank und Sparkassen AG, Kto. 22400010009, BLZ 20815, IBAN: AT44 2081 5224 0001 0009, BIC: STSPAT20XXX
BAWAG P.S.K. AG, Kto. 88610-300-302, BLZ 14000, IBAN: AT17 1400 0885 1030 0302, BIC: BAWAAT33XXX
Raiffeisenbank Leoben-Bruck, Kto. 10348019, BLZ 38460, IBAN: AT93 3346 0000 1034 8019, BIC: RZSTAT203480
UniCredit Bank Austria AG, Kto. 750.136.57700, BLZ 12000, IBAN: AT51 1200 0750 1365 7700, BIC: BKAUAT33XXX
Volksbank Graz-Bruck, Kto. 100000681, BLZ 44770, IBAN: AT31 4477 0001 0000 0681, BIC: VB0EAT33XXX

Wir sind ein von Land Steiermark



Mit dem Landeswappen
ausgezeichnetes Unternehmen

Abbildung 23 Auszug vom Angebot des Unternehmens Stadtwerke Bruck

Angebot vom Unternehmen Merl:

Zusammenstellung

Bruggaber Johann

Gabraun Nr. 4
8132 Pernegg

Angebot

Datum:

20130378

28.11.2013

Betreff: **PV Anlage - Grobkostenschätzung**

1	Material		25.123,14
3	Registstundenatz für Montage und Inbetriebnahme		152,60
Netto-Summe			25.275,74
Mwst 2			20,00 %
			5.055,15
Gesamt			EUR
			30.330,89

Zahlungsbedingungen: 7 Tage 2% Skonto, 14 Tage netto

Gültig bis: 27.01.2014

Wir hoffen, das Angebot entspricht Ihren Vorstellungen und würden uns freuen Ihren Auftrag entgegenzunehmen.
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Abbildung 24 Auszug vom Angebot des Unternehmens Merl

Aufgrund der entsprechenden Angebote bzw. persönlichen Gesprächen wurde ein Checkliste erstellt, durch die ersichtlich wird welcher Lieferant in Bezug auf die genannten Anforderungen (Punkt 2.2) am besten eignet. Die Gewichtung erfolgt durch Punktevergabe wobei „1“ sehr schlecht und „5“ sehr gut bedeutet. Die beiden angesprochenen Angebote befinden sich in den Anlagen.

Checkliste:

Kriterium	Merl	Stadtwerke Bruck
Preis	3	5
Qualität	3	3
Garantie	5	5
Lieferumfang	5	3
Betreuung während der Angebotsphase	5	3
Flexibilität	5	3
Summe	26	22

Tabelle 4 Checkliste für die Lieferanten Auswahl der Photovoltaikanlage

Begründung der Checkliste:

An handen der Checkliste ist klar ersichtlich das das Unternehmen Merl die Nase vorne hat. Hierbei ist das Unternehmen Merl zwar um knappe € 2.500,- teurer, überzeugt aber mit ausgesprochen guten Betreuung während der Angebotsphase und mit guter Flexibilität bei Produktänderungen.

Ergebnis aus der Checkliste und aus den Einzelgesprächen mit den zuständigen Personen, fiel die Wahl auf das Unternehmen Merl.

4 Umsetzung des Systems

In diesem Kapitel wird das mit dem Lieferanten ausarbeitete Systemkonzept für die Trockenanlage und der erneuerbaren Energie vorgestellt. Dazu wird auf Basis der Anschaffung noch eventuelle Probleme erläutert.

4.1 Anschaffung der Holztrockenkammer

Nachdem die Wahl bei der Lieferantenauswahl auf das Unternehmen Trockentechnik Austria (TTA) gefallen ist, möchte ich nun das ausgearbeitete System mit dem Lieferanten vorstellen.

Zuerst kurz einige Punkte zur Vorstellung des Unternehmens TTA. Das Unternehmen liegt in Oberösterreich genauer gesagt in Grünau im Almtal. Es wurde 2002 von Ing. Erich Hametner gegründet und bis heute erfolgreich geführt.

Nach sehr guter Zusammenarbeit mit dem Unternehmen TTA, haben wir für die entsprechenden Anforderungen ein Komplettsystem entworfen. Da Fertigung der Trockenkammer genau auf die Anforderungen der gegebenen Umstände angepasst wurde, handelt es sich hierbei um eine Einzelfertigung.

Der erste Schritt war die Festlegung der Abmaße der Kammer nach den gegebenen Platzverhältnissen bzw. nach Wunsch der Menge des zu trocknenden Brennholzes. Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Größen Festlegung der Kammer bezieht sich auf das Öffnungssystem der Kammer. Da die Kammer aber in einem geschlossenen Raum, steht beschränkt sich das das öffnen der Kammer nach vorne hin. Nach der Festlegung der Abmaße bzw. des Öffnungssystem, wird die Art der Trocknung beschlossen. Da in diesem Fall eine flexible Trocknung von statten gehen muss, sprich verschiedene Geometrie des Holzes, verschiedene Holzarten kommen zum Einsatz und vor allem will man eine gleichmäßige Trocknung erreichen, fiel die Wahl auf das System mit Wärmepumpe. Hierbei ist der große Vorteil das verschiedene Arten von Holz gleichzeitig zur Trocknung gegeben werden können. Das Frisch-Abluft Verfahren eignet sich besser für die Trocknung von Brettern. Auch die Anzahl der Ventilatoren, die den Luftkreislauf aufrecht erhalten, ist bei den ersten Schritten bei der Planung ein wichtiger Punkt. Gleichzeitig legt man auch die Anzahl bzw. die Position der Ablassklappen fest. Sie dienen um Temperatursenkung in der Kammer. Gesteuert werden mechanisch sie mit Hilfe eines Regelwerkes. Dies erkennt mit Hilfe von Temperaturfühler eine zu Hohe Temperatur und öffnet automatisch die Ablasskappen.

Nach den ersten Schritten stand das Grundgerüst bzw. Grundsystem fest.

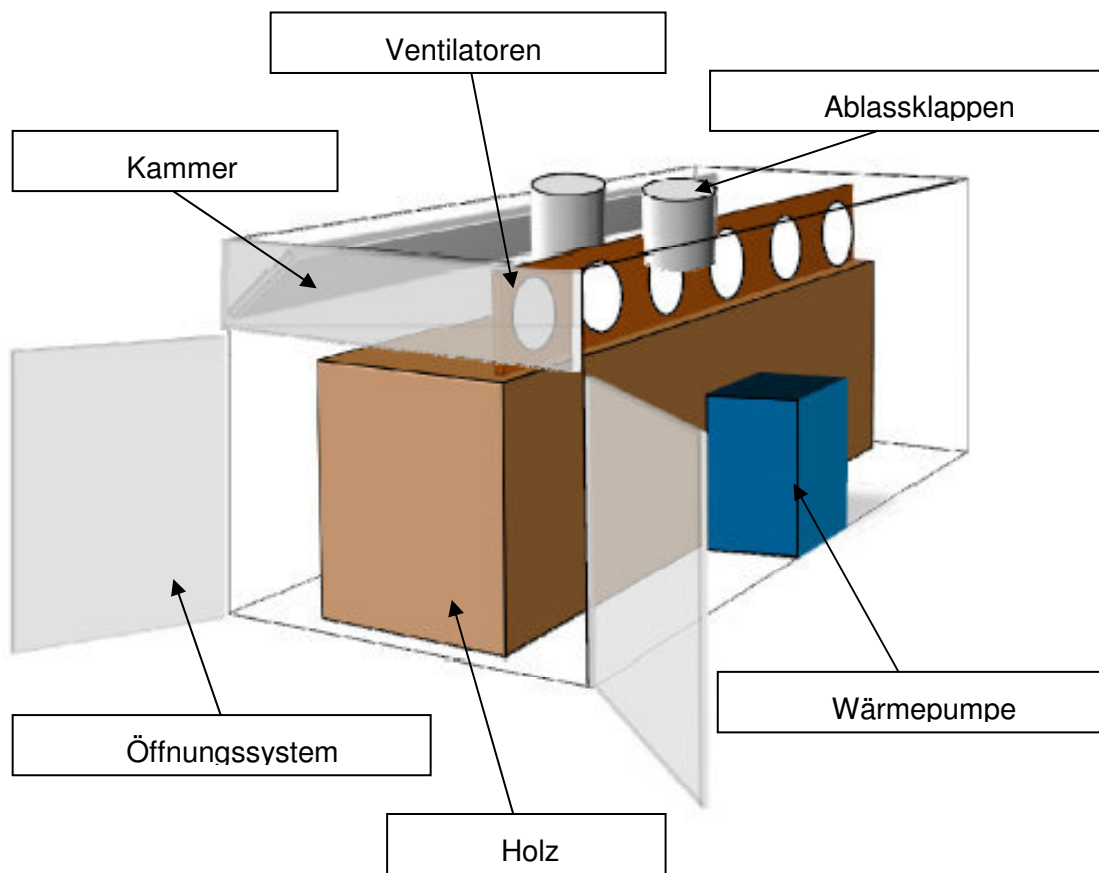


Abbildung 25 Erste Schritte bei der Planung der Kammer

Ergebnis der ersten Planschritte:

- Abmessung der Kammer -> Länge 5,2m, Breite 1m, Höhe 1m
- Öffnungssystem nach vorne hin
- 5m³ zu trocknendes Holz
- Trocknungsart -> Wärmepumpentrocknung
- 5 Ventilatoren
- 2 Ablassklappen



Abbildung 27 Vergleichsbild für das Grundgerüst der Kammer



Abbildung 26 Vergleichsbild für das Öffnungssystem der Kammer

Nachdem das Grundgerüst fest stand, fixierten wir uns auf die genaue Auswahl der Komponenten. Es ist wichtig, dass die Komponenten die erforderlichen Anforderungen erfüllen können.

Bei der richtigen Komponentenauswahl steht besonders die Auswahl der richtigen Wärmepumpe im Fokus. Die Wahl fiel, nach sehr guten Erfahrungswerten vom Lieferanten, auf das Modell A 150 VTI. Dieses Modell wurde eigens für sorgfältige Holz Trocknung in Trockenkammern entwickelt.

Breite:	470 mm	Arbeitsbereich Relativeuchte:	20-99%
Höhe (inkl. Füße):	1267 mm	Entfeuchtungsleistung:	max 5 l/h
Tiefe:	370 mm	Luftumwälzung freiblasend:	1300m ³ /h
Gewicht:	69 kg	Kältemittel:	R134a
Stromversorgung:	3N-400V	Kältemittelmenge:	1000 g
Sicherung:	10 A, träg	Druckschalter Einstellung für	
Nennleistung inkl. Heizung:	5400W	Niederdruck:	2,0 bar, diff=1,5 bar
Leistung E-Heizregister:	3990W	Druckschalter Einstellung für	
Arbeitsbereich Temperatur:	10-55°C	Überdruck:	23 bar

Abbildung 28 Technische Daten des A 150 VTI



- | | |
|-----|--|
| 1 | Warnschild |
| 2 | Typenschild |
| 3 | Kondensatwasserabfluss, Ø25 mm |
| 4 | Einstellbare FüÙe |
| 5 | Schild "Darf nicht blockiert werden" |
| AEV | Verdampfer |
| E | E-Heizelement 3990 W (siehe nächste Seite) |
| FT | Filterrockner (siehe nächste Seite) |
| GP | Druckschalter, zweifach |
| GP1 | Manuelle Rückstellung d. Überdruckkontaktes am Druckschalter |
| GT1 | Thermostat für Heizelementregelung |
| GT2 | Überhitzungsschutz, manuell rückst. (2x) |
| GT3 | Überhitzungsschutz, automat. rückst. |
| GT4 | Überhitzungsschutz Gebläse (nicht sichtbar) |

- | | |
|----|--|
| H1 | Kontrolllampe für Überdruck, rot |
| H2 | Kontrolllampe für Unterdruck, rot |
| K1 | Ventilatorschütz |
| K2 | Kompressorshütz |
| K3 | Heizungsschütz |
| K4 | Zeitrelais |
| KD | Kondensator (siehe nächste Seite) |
| M1 | Ventilator (siehe nächste Seite) |
| M2 | Kompressor (siehe nächste Seite) |
| X | Klemmenblock |
| X2 | CEE-Stecker, 5-polig, 16 A/3N-400V |
| SD | Expansionsventil (siehe nächste Seite) |
| Y | Kabeldurchführungen (3x) |

Abbildung 29 Aufbau des A 150 VT1

Funktionsweise des A 150VTI:

Der A 150VTI ist ein Kondensationstrockner, basierend auf dem Prinzip, dass Feuchtigkeit in der Luft an kalten Oberflächen kondensiert. Die kalte Oberfläche entsteht am Verdampfer (AEV), indem der Kompressor (M2) Wärme vom Verdampfer zum Kondensator transportiert (KD). Hierbei spricht man vom Wärmepumpenprinzip. Das Gerät ist mit einem Gebläse (M1) ausgestattet, welches Luft durch den Trockner bläst. Die Luft passiert zuerst den Verdampfer (AEV), wo Feuchtigkeit kondensiert und sich am Verdampfer sammelt. Das Wasser läuft in eine Auffangtasse unterhalb des Verdampfers und wird abgeleitet. Hernach gelangt die Luft über das Gebläse (M1) zum Kondensator (KD). Die Luft wird am Kondensator aufgeheizt, gleichzeitig wird dadurch das Kältemittel im Kondensator abgekühlt. Die Luft kann am Heizregister (E) vor dem Verlassen des Gerätes zusätzlich erwärmt werden.

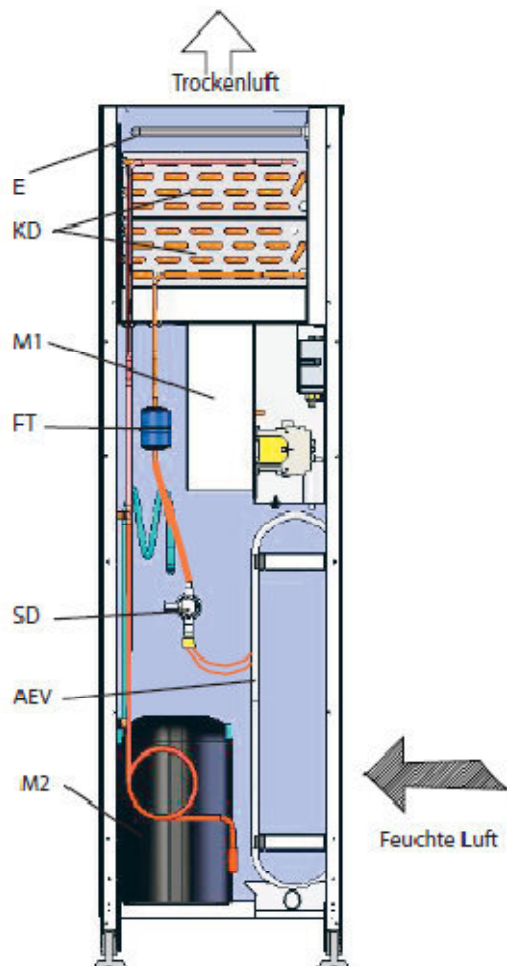


Abbildung 30 Funktionsweise der Wärmepumpe

Nachdem die Wärmepumpe fixiert wurde, stand die Auswahl der kleineren, jedoch auch wichtigen, Komponenten an. Um den so wichtigen Luftkreislauf in der Kammer zu erhalten, benötigt man spezielle für Holz Trocknung geeignete Axialventilatoren. Je nach Größe der Kammer benötigt man unterschiedlich viele Ventilatoren. Bei der gewählten Länge von 5m benötigt man genauso viele Ventilatoren, sprich 5. Aus Erfahrungswerten heraus steht 1 Ventilator für 1m. Aus diesen Gegebenheiten wählten wir einen Ventilator der Type FC 045 mit einem Durchmesser von 45cm und zu je 3800m³/h.



Abbildung 31 Ventilator der Type FC 045

Ablassklappen am Dach der Kammer verhindern das es in der Kammer zu einer Überhitzung kommt und das Holz nur am äußeren Rand Trocknet und der Kern feucht bleibt. Diese Ablassklappen bestehen aus Aluminium und sind über einen Hebel mit einem Stellmotor verbunden, dieser wiederum ist mit der Regelung verbunden. Kommt es nun zu einer zu Hohen Temperatur in der Kammer öffnet die Regelung mit Hilfe des Stellmotores die Ablassklappen und die heiße Luft kann entweichen bis die gewünschte Temperatur in der Kammer wieder erreicht ist.

Ein weiterer wichtiger Punkt für das gleichmäßige Trocknen des Holzes ist eine Kaltwasserfeinsprühung. Hierbei wird verhindert das das Holz außen extreme Trockenheit auf weißt und im Holzkern noch einiges an Feuchtigkeit vorhanden ist. Man versucht mit diesem Vorgang eine gleichmäßige Trocknung von Holzrand und Holzkern zu erreichen.

Als letzten Punkt stand die Auswahl des Herzstückes, der Regelung, am Program. Als Regeleinheit für die hochqualitative Schnittholz Trocknung, fiel die Auswahl auf die mikroprozessorgesteuerte Serie HYD-ROMAT von GANN. Diese Regelsysteme sind

genau denn jeweiligen Trocknungstechnologie angepasst. Das gewählte Modell (TK-MP 101) ist eine Vollautomatische Regelung mit über 250 Trocknungsprogrammen für die verschiedensten Holzarten. Die Regelung ist einstellbar auf proportional- oder Auf/Zu Regelung des Heizventils sowie der Klappenstellmotore. Die Sprühung kann wahlweise auf Dampf- oder Warm- bzw. Kaltwasser eingestellt werden. Auf der LCD-Matrix-Anzeige der Regelung werden alle trockenungsrelevanten Daten sowie die Ist- und Sollwerte angezeigt.



Abbildung 32 HYDRMAT TK-MP 101



Abbildung 33 Anzeige des HYDRMAT TK-MP 101

4.2 Anschaffung der der Photovoltaik Anlage

Nach der Lieferanten Auswahl für die Photovoltaik Anlage, begann man mit der Umsetzung der Anforderungen. Nach einigen Gesprächen plante man eine Photovoltaik Anlage nach den entsprechenden Anforderungen. Ausgangspunkt der Planung war die Berechnung vom Unternehmen TTA.

Die Anschaffung der Photovoltaikanlage fiel auf ein 5200 Wp Netzgeführtes System. Nach der Auswahl des Lieferanten stand der Lieferumfang fest. Es werden 20 Stück PV Module mit 250 Wp benötigt. Mit Hilfe eines Netzwechselrichter, wandelt man den gewonnenen Gleichstrom aus den PV Modulen in Wechselstrom um ihn für den Trockner zu verwenden.

4.3 Probleme bei der Anschaffung

Sicher eines der größten Probleme stellt das Lieferantenrisiko da. Es können Probleme wie Lieferverzug bzw. mangelte Produktqualität auftreten. Ein weiteres Risiko stellt die eigene Produktion des Lieferanten da. Muss ein Lieferant für eine Bestellung selbst einige Teile, mit Kritischen Lieferterminen, Zukaufen stellt dies ein großes Risiko an den Endliefertermin da.

Das Unternehmen TTA muss für die Brennholztrochekammer selbst fast alle Teile Zukaufen, dies stellt ein großes Risiko an den Endliefertermin da. Die einzelnen Komponenten werden zum Beispiel aus Schweden (Wärmepumpe), Deutschland (Regler, Ventilatoren), Schweiz (Stellmotor für Ablasskappen) und aus Österreich (Material für die Kammer) bestellt. Um einen Verzug zu verhindern muss man ständig den Kontakt zum Lieferanten, in dem Fall das Unternehmen TTA, aufrecht erhalten. Am besten wäre in der Verhandlungsphase mit dem Lieferanten ein Abkommen zu treffen, in dem er Vertraglich Versichert mit Beginn jeden Monat einen sogenannten Progress Report (Fortschrittsbericht) zu senden. In diesem Progress Report ist ein Terminplan (nach Microsoft Project), ein in kurzen Worten Zusammengefasster Fortschrittsbericht und ein kurzer Bericht über eventuelle Fehler bzw. Verzüge zu verfassen. Damit erreicht man bei Erkennung eines Fehlers oder Verzugs, dass sofort eingeschritten werden kann um eventuelle Verzüge zu verhindern bzw. zu vermindern.

5 Ergebnisse und Ausblick

Im abschließenden Kapitel werden die bisher gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst und eine Bewertung der Leistung aus Sicht des Autors vorgenommen. Ein Ausblick zeigt Weiterentwicklungspotenziale auf.

5.1 Ergebnisse

Das Diplomarbeitsthema „Anschaffung einer Holztrockenkammer mit Photovoltaik Energie“ ergab sich aus privaten Gründen. Primär war das Ziel mehr Brennholz zu erzeugen und damit höhere Erträge zu erzielen. Problem war nur die sehr lange Trocknungszeit von 1-2 Jahre des Brennholzes nach der Bearbeitung, wodurch man aufgrund des begrenzten Lagerplatzes nicht mehr Holz zum verkaufen erzeugen konnte. Sprich die Trockenkammer sollte auch die Lagerzeit begrenzen oder sogar ganz aufheben. Ein weiteres Ziel war es diese Trockenkammer über eine Erneuerbare Energiequelle zu betreiben. Diese Intention schaffte die Grundlage dieser Diplomarbeit.

Nach der Findung des Diplomarbeitsthemas wurden Lieferanten der entsprechenden Komponenten gesucht. Hauptsächlich wurde ein Lieferant für die Trockenkammer und ein Lieferant für die Photovoltaik Anlage gesucht. Nach der Lieferanten Platzierung wurde mit ihnen eng zusammengearbeitet um die gewünschten Anforderungen zu erfüllen.

Die Planung für die Brennholztrockenkammer gemeinsam mit dem Unternehmen TTA Stellte ein äußerst positives Ergebnis da. TTA erfüllte alle Anforderungen und erwies sich äußerst angerschiert in der Zusammenarbeit. Nach jedem Treffen bzw. Telefonat konnte ein Fortschritt verzeichnet werden. Auch die Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Merl stellt sich als äußerst positiv.

Die Berechnung der Trockenkammer laut TTA zeigt im Detail, dass alle Anforderungen erfüllt wurden. Nach eingaben der Kammergröße wurde als Holzart Buche angenommen, da Buche am längsten für die Trocknung benötigt. Als Ausgangsfeuchte wurde mit 47% angenommen. Die Feuchte bei frisch geschlagenem Holz liegt zwischen 45%-50% an Feuchte. Als Ziel wurden 20% Endfeuchte gesteckt. Mit diesen Werten wurde die zu trocknende Holzmasse bzw. die Wassermenge die aus dem Holz gezogen werden sollte erläutert. Mit Hilfe der Erfahrungswerte des Unternehmens TTA wurde eine gesamt Trocknungszeit von 4,41 Tagen berechnet. Das heißt in 5 Tagen kann man 5m³ Holz trocknen. Dies entspricht genau den Vorstellungen bzw. den Anforderungen die am Anfang der Planung festgesetzt wurden.

BTK 6 - Stapellänge 5,2 m - Stapel 5,2 srm Buche

Pakete: 1 x 5 Bund á 1x1x1m		BTK-Berechnung -Brennholz Bruggraber	
weiße Felder = kundenspezifische Angaben		Berechnete Werte:	Anbots-Bestandteile:
Stapelgröße: Länge 5,20 m Breite(Tiefe) 1,00 m Höhe 1,00 m Wagenhöhe 0,30 m Holzanteil Stapel 50,00 % Luftkanalbreite: für Ventilator oben 0,65 m f. Vent. od. Trockner 1,08 m Summe längsseitig f. Ventilator / Trockner istmisseitig 0,18 m Kammer- Wandstärke: 60,00 mm	Kammer-Aussenmaße: Länge [m] 5,500 m Breite(Tiefe) [m] 2,200 m Höhe [m] 2,090 m Kammer-Leergewicht ca. 1229 kg Nutzvol. [m³]: 5,20 srm Gesamtvolumen m³: 25,29 m³ Aussenoberfläche m²: 56,39 m²	Isolierkammer + Trockner Regelung + Holzfeuchtemessg. Ventilatoren+Klappen+Steuerger. Sprüfung auf Wunsch (nur mit entsprech. Regelung) Beschickungswagen optional Start-/Zusatzheizung, falls erforderlich	Anlagenpreis: > siehe Angebotsblatt
u (=k)-Wert: 0,36 W/m²K		Berechnete Trocknungsdaten: Holzmasse trocken: 1768,00 kg Wassermasse: 830,96 kg davon zu entziehen: 477,36 kg Holzmenge: 2,60 m³ Trocknungstemperatur: 50 °C Feuchtered./d > 25%: 7,00 %/Tag Feuchtered./d < 25%: 6,00 %/Tag max. Trocknerleistg.: 120 l/Tag durchschn. Trockn.: 96 l/Tag -b. 60%-~ugl11% geräteabhängige Tr.zeit: 4,97 Tage Tr.zeit lt.HF-Reduktion: 4,41 Tage	elekt. Leistung Trockner 1,80 kW elekt. Leistung Ventilatoren 1,80 kW erford.ei.Energie ohne Start ca.: 405,5 kWh Kondensationsgewinn: 310,3 kWh 1460 MJ 1117 MJ
Trocknungsangaben: Holzart: Buche Holzstärke: 50,00 mm Stapelleisten: 50,00 mm Holz-Darrgewicht: 680,00 kg Anfangsfeuchte w ₃ : 47,00 %Darrg Endfeuchte w ₆ : 20,00 %Darrg Trockner: Anzahl: 1 Stk. Gerätebezeichnung: VT 160 Typ Ventilatoren: Anzahl: 5 Stk. Ventilator type FC 045 axial Druckdiff. delta p ₀ : 110,0 Pa (el.) Startheizung: 3,9 kW		Fertige Trockengutmasse: 2121,8 kg zugeführte Trockn.-Energie/srm: 89,5 kWh/srm inkl.Aufw. zugeführte Trockn.-Energie/m²: 179,0 kWh/m² Diffusionsverluste bei: Temperatur-Differenz 30 K (=°C) -232 MJ Temperatur-Differenz 45 K -348 MJ Temperatur-Differenz 50 K -387 MJ max.Diff.Leistung bei dT 50 K: -1,0 kW erforderliche Startwärme bei: Temperatur-Differenz 10 K -20,0 kWh Temperatur-Differenz 30 K -59,9 kWh Temperatur-Differenz 40 K -79,9 kWh Aufwärmzeit bei dT 30 K: 10,5 Std.	Bodenisolierung: ja 66,4 m² Paneelfl.

Abbildung 34 Berechnung der Trockenkammer

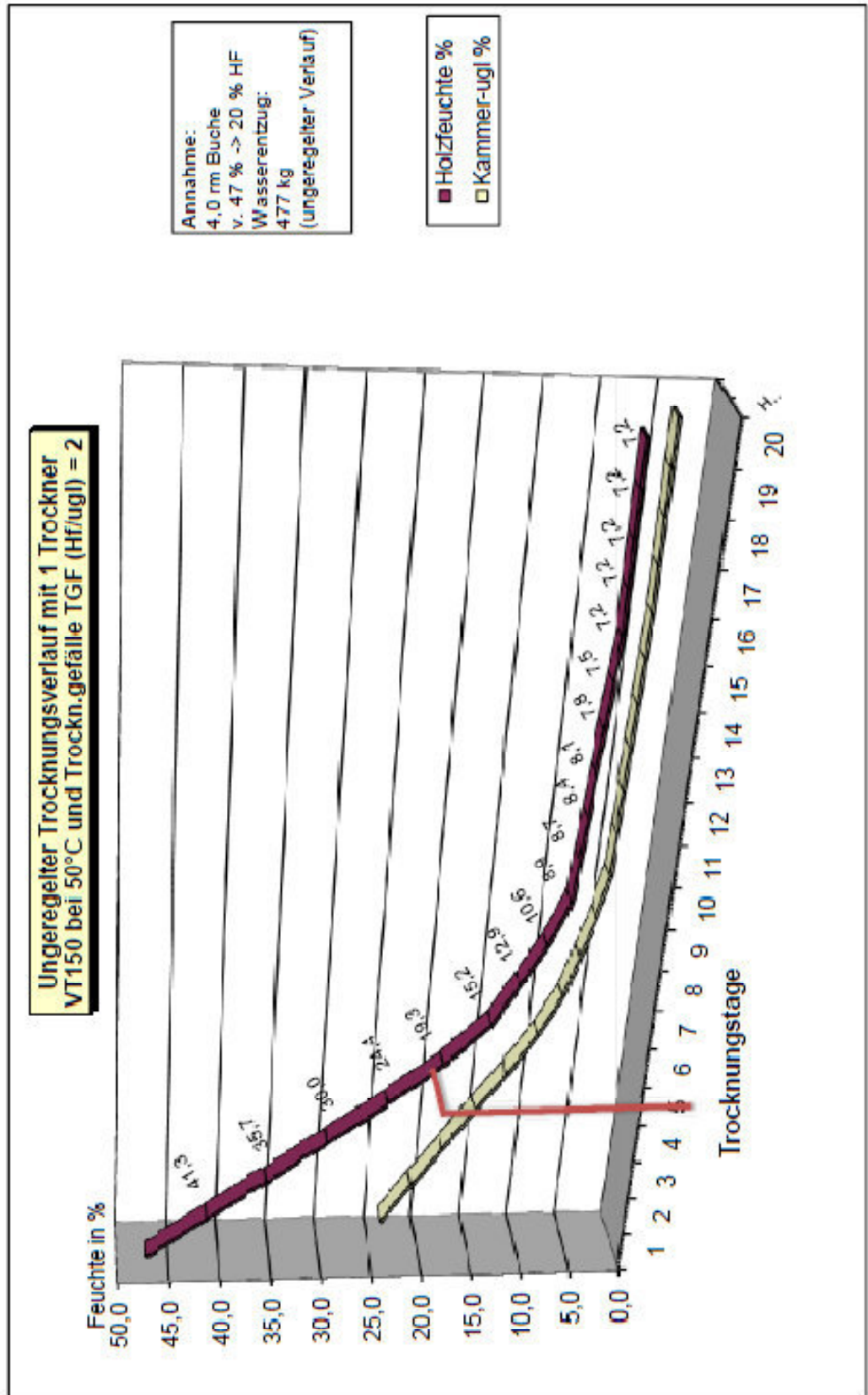


Abbildung 35 Diagramm des Trocknungsverlaufes

Die Anschaffungskosten belaufen sich auf insgesamt 43.159€. Die Trockenkammer erweckt anfangs mit einem Anschaffungswert von 29.047€ einen Abschreckenden Eindruck. Man muss jedoch Bedenken das sich die Kammer schon bei einem Verkauf von ungefähr 415m³ Holz zu 70€ pro Meter rentiert. Beim jetzigen Stand der Nachfragen von Brennholz könnte man mindestens das Doppelte an Holz vom jetzigen Jahresverkauf (300m³), sprich um die 600m³ verkaufen und somit ungefähr auf einen Wert von 42.000€ kommen. Die Kammer alleine würde sich schon nach einem Jahr rentieren bzw. man hätte den jetzigen Lagerplatz des Holzes für anderes Gut zur Verfügung. Das gesamte Paket, sprich die Kammer mit Photovoltaikanlage würde sich aus jetziger Sicht erst im zweiten Jahr rentieren.

5.2 Bewertung der Arbeit

Im Rahmen der Diplomarbeit ist es gelungen alle gesetzten Ziele bzw. Anforderungen zu erfüllen. Des Weiteren wurde das große Ziel „Brennholz auf Bestellung zu produzieren“ erreicht.

Diese wurden mithilfe der Zusammenarbeit der Unternehmen TTA, für die Trockenkammer und dem Unternehmen Merl für die Photovoltaik Anlage umgesetzt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anschaffung einer Brennholztrockenkammers mit Energieträger einer Photovoltaik Anlage, absolut Empfehlenswert für Brennholzproduzenten ist. Man darf sich vom hohen Anschaffungswert nicht täuschen lassen. Die komplette Anlage rentiert sich, je nach produzierter Brennholzmenge, schon im zweiten Jahr.

5.3 Ausblick

Um ständig auf neuersten Stand der Trockentechnik bzw. der Photovoltaik Technologie zu sein, lohnt es sich immer ein wenig zu recherchieren oder den Kontakt zu den Lieferanten aufrecht zu erhalten.

Durch die Zusammenarbeit mit den zuständigen Personen der einzelnen Lieferanten hat sich doch ein freundschaftliches Verhältnis entwickelt. Es wäre also leicht möglich Erneuerungen oder Verbesserungen an der Brennholztrockenkammer oder an der Photovoltaik Anlage, durch einen guten Preis der einzelnen Lieferanten durchzuführen zu können.

Vielleicht werden durch diese Diplomarbeit Leute angespornt in Erneuerbare Energie zu investieren. Oft schreckt es Leute ab in Erneuerbare Energie zu investieren, da sie das technische Grundwissen nicht besitzen. Jedoch werden sehr gute Beratungen schon meist bei den ersten Gesprächen alle Unklarheiten beseitigt und das System wird sofort verstanden und hoffentlich auch umgesetzt.

Literaturverzeichnis

ÖKOLOG Niederösterreich Klima Brennstoff Holz

Gülzow (2000) Leifaden Bioenergie
Fachagentur nachwachsende Rohstoffe

Wissensbausteine für Klima und Energie Modellregionen
Österreichische Energieagentur

Erneuerbare Energie Österreich
Erneuerbare-energie.at

Renewable Energy News
renewat.at

Oeldorf/Olfert (2002)

Anlagen

- Angebot des Unternehmen **Eberl** für einer Holztrockenkammer
- Angebot des Unternehmen **TTA** für einer Holztrockenkammer
- Angebot des Unternehmen **Stadtwerke Bruck** für einer Photovoltaik Anlage
- Angebot des Unternehmen **Merl** für einer Photovoltaik Anlage

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Pernegg, den 02. Dezember 2013

Michael Bruggraber



Das System zum Energiesparen

Eberl Trocknungsanlagen GmbH, Hauptstraße 57a, 84155 Bodenkirchen

Michael Bruggraber
Gabraun 4
A – 8132 Pernegg

30.09.2013

Betr.: Angebot Air Classic TC 6 mit Wärmepumpe für Brennholz Trocknung

Sehr geehrter Herr Bruggraber,

vielen Dank für Ihr Interesse an unseren Air Classic Trocknungscontainern. Nachstehend unterbreiten wir Ihnen unser Angebot und einige Hinweise zur Anlage. Unsere Trocknungscontainer bestehen aus neu überholten Isoliercontainern, die mit Ventilatoren, Heizung, Zuluftklappen und Abluftventilatoren, einem Wärmepumpenkreislauf sowie Klimamessung etc. ausgestattet sind. Die Steuerung, die Programme und unsere große Erfahrung als Trocknungsanlagenhersteller machen aus dem Container einen vollwertigen Holz Trockner, den wir genau auf die Bedürfnisse unserer Kunden abstimmen.

Auf einer Gleisbahn werden sieben runde, abgeschnürte Meterpakete auf dem Wagen in den Trockner eingefahren. Dabei ist zu beachten, dass die Hohlräume zwischen den Paketen abgeschottet sind. Seitlich oder stirnseitig angebrachte Ventilatoren drücken die Luft durch die Heizregister und verteilen diese gleichmäßig über die gesamte Kammerlänge. Zum Aufheizen wird die Wärme elektrisch eingebracht. Eine Wärmepumpe sorgt durch Kondensieren für das richtige Trocknungsklima und bringt gleichzeitig durch Wärmerückgewinnung die Wärme ein. Durch Luftaustausch mit Zuluft- und Abluftklappen wird ebenso entfeuchtet und die überschüssige Wärme nach Außen geführt. Optional kann ein Gegenstromwärmetauscher eingesetzt werden, in dem die warme feuchte Abluft die frische Zuluft sehr effektiv aufheizt. Durch diesen 90%igen Wirkungsgrad spart man mindestens 25% Wärmeenergie. Um das Klima in der Kammer zu befeuchten, benötigen wir lediglich einen Wasseranschluss.

Die Air Classic Trocknungscontainer können im Freien aufgestellt werden, nur die Bedienelemente müssen frostsicher untergebracht sein. Optional kann eine Frostschutzheizung für den Steuerschrank bzw. das Bedienpanel angeboten werden. Unsere Siemens SPS-Steuerung für die Anlage enthält Programme zum Trocknen von Brennholz.

Es können auch Hitzebehandlungen nach IPPC Standard ISPM Nr. 15 durchgeführt werden. Mit einem Drucker können die Trocknungsprotokolle ausgedruckt werden. Natürlich kann der Trocknungscontainer auch über eine Visualisierung vom PC aus gesteuert werden. Dadurch hat man jederzeit den aktuellen Trocknungsfortschritt vom Büro aus im Auge, kann Protokolle ausdrucken und frühere Trocknungsprotokolle jederzeit wieder aufrufen.

Gleis und Gleiswagen werden bei Bedarf mitgeliefert.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Tel.: 08745 96446-0
Fax: 08745 96446-15

Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517

Bankverbindungen:
Volksbank-Raiffeisenbank Vilsbiburg/Gerzen eG
BLZ 743 923 00 Konto Nr. 894 672
VR-Bank Mühldorf-Ampfing
BLZ 711 910 00 Konto Nr. 6 452 736
BIC: GENODEF1MUL
IBAN: DE 20 7119 1000 0006 4527 36



Das System zum Energiesparen

ANGEBOT

1 Air Classic Typ TC 6 WP für Brennholz

Preis 31.630,00 €



Details:

- Der Trocknungscontainer ist ein in RAL 9006 Weißaluminium lackierter Isoliercontainer, geeignet für die Aufstellung im Freien
- Zweiflügliges Containertor mit vier Verschlussstangen
- Die Innenwände des Containers sind aus Edelstahl
- Der Container besitzt gute Dämmeigenschaften hinsichtlich thermischer und akustischer Anforderungen
- Belüftungsturm mit Ventilatoren, Heizungen und einem Wärmepumpenkreislauf
- Entfeuchtungseinheit
- Gummischürze
- Klimamessung
- Schaltschrank mit Siemens SPS-Steuerung inklusiv Trocknungsprogrammen zum Trocknen von Brennholz

Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517



Das System zum Energiesparen

Notwendige Vorbereitung bauseitig:

- Streifenfundamente oder ganze Platte laut Fundamentplan
- Elektrischer Anschluss (laut Datenblatt, Vorschriften nach DIN VDE 100)
- Eine entsprechende Zufahrtsmöglichkeit für die Anlieferung/Aufstellung des Trockners muss vorhanden sein!
- Evtl. Abfluss für das Kondensat

Mögliche Sonder- und Zusatzausstattung:

1 Gleis und Wagen für TC 6

Preis 2.890,00 €

Gleis und Wagen zum einfachen Ein- und Ausfahren der Charge. Das Gleis kann individuell gestaltet werden. Die Räder und Lager am Wagen sind aus Edelstahl.



Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517



Das System zum Energiesparen

1 Abluft- Zuluft- Wärmetauscher

Preis 3.100,00 €

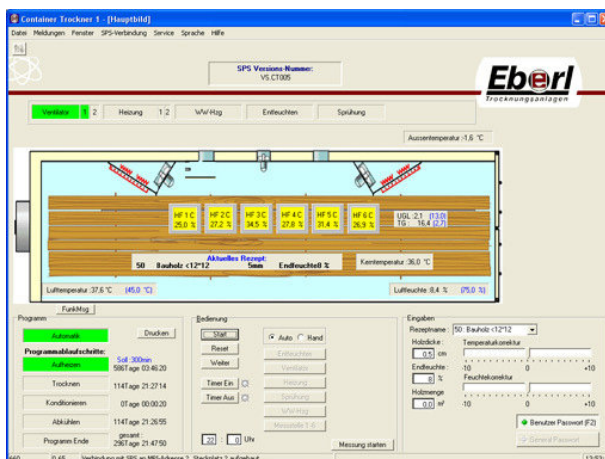
Im Abluft- Zuluft- Wärmetauscher wärmt die warme feuchte Abluft die frische Zuluft vor. Dieser Gegenstromwärmetauscher weist einen Wirkungsgrad von über 90% auf. Dadurch werden ca. 25% Heizkosten eingespart.



1 Visualisierung

Preis 1.575,00 €

Die Visualisierung ist eine Software für den PC. Damit kann die Kammer vom Büro aus bedient werden. Im Paket sind das Programm, eine PCI - Schnittstellenkarte für die Kommunikation und die Treiber enthalten.



Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517



Das System zum Energiesparen

1 Protokolldrucker

Preis 370,00 €

Robuster Nadeldrucker komplett mit Anschlusskabel



1 frostgeschützte Steuerung

Preis 420,00 €

Der Schaltschrank wird ausgestattet mit einer Heizung und einem Thermostat, um immer eine Temperatur von mindestens 5°C zu gewährleisten. Zusätzlich wird das Touchpanel durch eine frostsichere Glasabdeckung geschützt.



Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517



Das System zum Energiesparen

Preisstellung:

Die Preise verstehen sich netto, ausschließlich der Fracht und ab Werk Bodenkirchen. Sie enthalten keine Umsatzsteuer. Diese wird zu dem jeweils bei Lieferung gültigen Steuersatz berechnet. Im Preis enthalten sind:

- Zeichnung des Aufstellungsplanes
- Probelauf im Werk Bodenkirchen
- Reisekosten
- Inbetriebnahme und Anfahren der ersten Trocknung

Zahlungsbedingungen:

30 % bei Auftragserteilung

60 % bei Versandbereitschaft

10 % bei Inbetriebnahme, spätestens 10 Tage nach Auslieferung

Lieferung:

Liefertermin nach Vereinbarung

Die Lieferung wird nach unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen und unter Ausschluss von Folgeschadenshaftung durchgeführt.

Angebotsgültigkeit:

Das Angebot ist zwei Monate gültig.

Bitte prüfen Sie unser Angebot. Über Ihren geschätzten Auftrag würden wir uns sehr freuen und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

EBERL Trocknungsanlagen GmbH
Georg Eberl

Geschäftsführer:
Eberl Georg
Feuerecker Harald

Ust. ID-Nummer:
DE 216199609
St.Nr. 132/125/20084

Firmensitz:
Hauptstraße 57a
84155 Bodenkirchen

Registergericht:
Landshut
HRB 5517

Tel.: 08745 96446-0
Fax: 08745 96446-15

Bankverbindungen:

Volksbank-Raiffeisenbank Vilsbiburg/Gerzen eG
BLZ 743 923 00 Konto Nr. 894 672

VR-Bank Mühldorf-Ampfing
BLZ 711 910 00 Konto Nr. 6 452 736
BIC: GENODEF1MUL
IBAN: DE 20 7119 1000 0006 4527 36

An
Fa. Bruggraber
zh Hrn. Michael Bruggraber
Gabraun 4
A-8132 Pernegg
Tel. 0699 1715 0124

Grünau im Almtal, am 02.09.2013

bruggraber@gmx.at

Angebot Wärmepumpen-TK Vollautomat

Brennholz trockenkammer BTK 6 - Stapellänge 5,2 m - Stapel 5,2 srm Buche

Anbot lt. techn. Datenblatt "TTK-Berechnung", exkl. Mwst. in €: **Einzelpreis** **Gesamtp.**

Trocknung von 5,2 srm Buche von 47 % auf 20 % Endfeuchte in ca. 5 Tagen + Aufwärmen

Abmessungen (Aussenmaße L x B x H in m): 5,5 x 2,2 x 2,09;

Einfahrtshöhe: 1,3 m

Nutzvolumen (= Stapelvol.): 5,2 m³ (L x B x H in m): 5,2 x 1 x 1

1 x 5 Bund á 1x1x1m

*** Isolierkammer unter Dach:**

Kammer allseits aus hochisolierenden 60 mm PU-Sandwichelementen, Bodenanschluss und Eckverbindungswinkel aus Aluminium. Stirnseitige Flügeltüre oder - mit Mehrpreis - längsseitige Hub-/Schiebetüre. Im geschlossenen Zustand wird die Türe mit Spann- oder Schubriegelverschlüssen dicht angedrückt. Türen mit hochbeständiger Silikon-Hohlkammerdichtung. Ventilatorträger- u. Luftleitplatten aus wasserfesten Siebdruckplatten. Inkl. Isolierboden.

*** Längsseitiges Hubtor:**

Stirns.Flügelt.

*** Beschickung:** Stirnseitige Wagenbeschickung

ohne Beschickungswagen

*** Trockner/Wärmepumpe:**

1 Stk. VT 150

Kondensationstrockner mit Edelstahl-Rohrverdampfer, max. Wasserentzug 120 l/24h

Elektr. Trocknerleistung Summe: 1,8 kW, 1300 m³/h

*** el.Startheizung: 3,9 kW,** im Trockner integriert, keine externe Heizung erforderlich!

*** Axialventilatoren** (speziell für die Holz Trocknung geeignet):

5 Stk. FC 045, 45 cm Ø, mit je 3800 m³/h u. 0,36 kW

*** Klappen+Stellmotor:** 2 Klappenpaare, Einfass. & Klappen aus Alu, über

Hebel verbunden, inkl. Stellmotor, Öffnungsweite 300 mm:

*** Regelung:**

GANN TK-MP 101 - Vollautomat. Computerregelung in Mikroprozessor-technik mit Trocknungsprogrammen für 250 Holzarten, komplett mit je einer UGL- und Temp.- u. 3 Holzfeuchte messstellen.

*** Hauptsteuerschrank** mit isol. Witterungsschutz, Anlagenverkabelng

*** Sprühung:** Kaltwasserfeinsprühung m. Druckerhöhungspumpe

*** Montage:** werkseitige Fertigmontage, Lieferung frei Baustelle
unabgeladen, Abladen u. Aufstellen mit Stapler bauseits

Anlagenpreis: Montage/Inbetriebn. im Werk, Lieferung Frei Haus, exkl. Mwst. € 24.206,56

Zahlung: 50 % Anzahlung, Rest bei Lieferung bzw. Inbetriebnahme netto. Die Ware bleibt bis zur vollst. Bezahlung unser Eigentum. Gerichtsstand Gmunden. Lieferung ~6-8 Wo. nach Anzahlg. Montagefläche muss waagrecht sein, max. Unebenheit +/- 1 cm. Erforderliche Anschlüsse sind bauseits bis zum Montagebeginn herzustellen.

Wir hoffen, dass Ihnen unser Angebot zusagt und freuen uns auf Ihren Auftrag!

Ihr TTA-Team

Herr
Bruggraber Michael
Gabraun 4
8132 Pernegg

Offert Nummer 9N0906/1 Bruggraber Pernegg Netzg. PV-Anlage 5200 Wp

Unser Zeichen: Ing. Merl	Kdnr.:	Sparte: 22	Mi, 27 11 2013	Seite 1 von 7
--------------------------	--------	------------	----------------	---------------

Betrifft: Netzgeführte Photovoltaikanlage
Aufdachmontage 5200 Wp;
Objekt: Gabraun 4, A-8132 Pernegg
Kostenschätzung Nr.: 9N0906/2

Sehr geehrter Herr Bruggraber!

Bezugnehmend auf die am 21.11.2013 zwischen Ihnen und unserem E-Techniker Herrn Gerhard Juranek getroffene Absprache erlauben wir uns, die Kosten für o.a. Projekt wie folgt bekannt zu geben:

Position	Z PVZZW	Bezeichnung	Menge	Einheitspreis	Gesamt in EUR
----------	---------	-------------	-------	---------------	---------------

01 Material Netzgeführte Photovoltaikanlage

010001

20 Stk.
PV-Solarmodul REC PE

Nennleistung: 260Wp 0/+ 5Wp, polykristallin,
Isotex Zelloberfläche, ALU-Rahmen, Antireflex-
Solarglas 4mm, MC4-Steckerkabel, Abm.:
1665x991x38mm, 18kg
Schneelast: max. Belastung: 550 kg/m²,
(5400Pa)
Windlast bis 2400Pa, TÜV-geprüft, zugelassen
nach IEC 61215, Sicherheitsklasse II
Herstellergarantie: 10 Jahre, Produktgarantie 25
Jahre lineare Leistungsgarantie (max.
Leistungsdegression von 0,7% p.a.)
REC-Solar ist ein "Schwergewicht" unter den
Photovoltaikfirmen und stellt vom Silizium bis zu
fertigen Solarmodul alle Materialien selbst her.
technische Daten siehe Datenblatt.

1 Stk.
Netz-Wechselrichter Type PIKO 5.5 Kostal
GmbH

Nennleistung AC 5kW, max. 5,5kW; Display, RS
485, usw. Wirkungsgrad max. 96,2%,
Netzüberwachung ENS, Deutschland, Trafolos
dreiphasig Netz-Einspeisung, 3 DC-MPP-
Tracker IP 55, Produktgarantie: 5 Jahre,
Datenlogger integriert. Inklusive DC-
Freischalter.
Modulverschaltung: Je Dachseite 1 Strang mit
mind. 9 Modulen!

1 Pauschale
Montagesystem ALPIN-SD-Blechziegel-
Montagepunkt, für Ziegeldach, doppellagig für
obige Solarmodule im Hochformat.

1 Stk. DC-Überspannungsableiter Typ 1-box. für
PV-Anlagen die nicht an eine Blitzschutzanlage

Position	Z PVZZW Bezeichnung	Menge	Einheitspreis	Gesamt in EUR
	angeschlossen werden müssen. Im AP- Industrie-Gehäuse. 1xDehn Type: 1000, max 1000 Volt DC für zwei getrennte Modulstränge. Achtung: je Strang sind mind. 9 Module in Serie nötig!			
	30 lfm Solaranschlussleitungen für die DC- Hauptleitungen, Type SolarVill 4mm ² gemäß Anforderungsprofil für Solaranschlusskabel in DIN u. VDE flammwidrig, halogenfrei, Witterungs- UV- und Abriebbeständigkeit, hochflexibel.			
010002	Material Photovoltaik			
			Material	7.420,70
		1,00 PA	Gesamt	7.420,70
				7.420,70
Summe "Material Netzgeführte Photovoltaikanlage":				7.420,70



Position	Z PVZZW Bezeichnung	Menge	Einheitspreis	Gesamt in EUR
----------	---------------------	-------	---------------	---------------

02	Installationsmaterialien	Variante/Alternative
----	--------------------------	----------------------

020001 Diverse E-Installationsmaterialien für die Einbindung der neu errichteten PV-Anlage in das öffentliche Stromnetz.

Leitungsführungsmaterial, wie:

- 8 lfm Installationskanal 30/60
- 10 lfm Vilon Rohr 32, inkl. Schellen
- 10 lfm Panzerschlauch FXP32
- 5 lfm YMM-J 5x2,5mm²
- 50 lfm Yf 16mm²,
- 1 ST Potentialausgleichsschiene komplett inkl. Klein- und Klemmmaterial.

Verteilermaterial, wie:

- 1 ST LS-Automat C13/3N
- 1 ST FI-Schutzschalter 40/4/0,03XG
- 1 ST Überspannungsableiter SPC-3+1-SET, inkl. Klein-,Klemm- und Verschienungsmaterial.

Die Abrechnung der Materialien erfolgt nach tatsächlichem Aufwand.

	Material	579,61	579,61
1,00 PA	Gesamt	579,61	579,61

020002 15% Sondernachlaß Installationsmaterial

	Material	-86,94	-86,94
	Gesamt	-86,94	-86,94

Summe "Installationsmaterialien": 0,00



Position	Z PVZZW Bezeichnung	Menge	Einheitspreis	Gesamt in EUR
03	Montageaufwand			
030001	Lieferung und Montage der Module mittels Montagesystem am Dach. Verschaltung der Module. Ohne Verteilereinbindung und ohne Zuleitung. Die Abrechnung erfolgt nach tatsächlichem Aufwand.			
030002	EI-Installationsmonteur			
			Lohn	51,40
		20,00 Std	Gesamt	1.028,00
030003	EI-Monteurhelfer			
			Lohn	43,40
		20,00 Std	Gesamt	868,00
Summe "Montageaufwand":				1.896,00



Gruppenzusammenstellung

Gruppe	Bezeichnung	Lohn	Material	Gesamt in EUR
01	Material Netzgeführte Photovoltaikanlage		7.420,70	7.420,70
02	Installationsmaterialien		492,67	492,67
03	Montageaufwand	1.896,00		1.896,00
GESAMTSUMME OHNE MWST. IN EUR				9.316,70

Endsumme Offert

	Lohn	Material	Gesamt
Summe ohne MwSt.	1.896,00	7.420,70	9.316,70
zuzüglich 20,00 % MwSt. von	9.316,70		1.863,34

Gesamtsumme inkl. MwSt. 11.180,04

Zahlungsbedingungen:

Nettofällig innerhalb 7 Tage ab Rechnungsdatum



Nachsatz: Durch die Montage der PV-Anlage kommt eine zusätzliche Gewichtsbelastung von ca. 20kg/m² zustande. Die statische Prüfung des Dachstuhles obliegt dem Bauherrn.

Die Abrechnung erfolgt laut angebotenen Einheitspreisen nach tatsächlichem Materialaufwand. Die im Angebot nicht enthaltenen Materialien unterliegen der gleichen Kalkulationsgrundlage entsprechend dem Offert.

Preisbindung: Bei Auftragserteilung 2 Monate ab Anbotsdatum.

Bei einer Auftragserteilung nach Ablauf der Preisbindungsfrist, würde die Abrechnung - sofern nicht ein neuer Preis vereinbart wird - nach tatsächlichem Material- und Arbeitsaufwand zu den am Tage des Beginnes der Auftragsdurchführung geltenden Materialpreisen und Lohnsätzen erfolgen.

Einwendungen zur Abrechnung sind nur innerhalb von 14 Tagen nach Rechnungserhalt möglich.

Die Übernahme der Leistungen erfolgt zeitgleich mit der Beendigung der Arbeiten.

Für weitere Auskünfte stehen wir gerne zur Verfügung und sichern Ihnen eine sorgfältige Abwicklung zu.

Mit freundlichen Grüßen

STADTWERKE BRUCK AN DER MUR GMBH



Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Stadtwerke Bruck an der Mur GmbH, ersichtlich auf der Homepage unter "www.stadtwerke-bruck.at".



8600 BRUCK A. D. MUR
Verkauf: Mittergasse 7
 Telefon 03862/51222, Fax 03862/56848 • video@merl.at, gabi@merl.at
Installation und Service: Einödstraße 36
 Telefon 03862/57679, Fax 03862/57679-75 • elektro@merl.at
 http: www.merl.at



Bruggraber Johann

Gabraun Nr. 4
 8132 Pernegg

Angebot

Datum:
 Techniker:
 Seite:

20130378
 28.11.2013
 Hirzberger Gerhard
 1

Betreff: **PV Anlage - Grobkostenschätzung**

Wir danken für Ihr Interesse an unseren Produkten und Leistungen. Und erlauben uns unter Eigentumsvorbehalt wie folgt anzubieten

Aufgrund der von Ihnen zur Verfügung gestellten Angaben erlauben wir uns die Richtkosten für die beschriebene 20 kWp PV Anlage bekannt zu geben.

Um eine verbindliches Angebot zu legen bitten wir um eine Besprechung vor Ort um die Rahmenbedingungen festzulegen.

Bitte beachten Sie:

- * Die erforderliche elektrische Ausrüstung ab Wechselrichter zum Verbraucher ist nicht angeboten
- * Eine Blitzschutzanlage und Erdungsanlage ist nicht angeboten
- * Der Platzbedarf für die Speicherbatterien ist zu beachten

Die Abrechnung erfolgt im Auftragsfall nach den tatsächlich ausgeführten Mengen und Zeiten.

Bankverbindung: Volksbank Graz - Bruck/M
 BLZ 44770, Kto Nr. 100000436.

Zahlbar und klagbar in Bruck/Mur.
 Lieferungen und Leistungen bleiben bis zur vollständigen
 Bezahlung unser Eigentum.

Position	Menge EH	Bezeichnung	Einzel-Preis	Gesamt-Preis
----------	----------	-------------	--------------	--------------

1. Material

1.1	80,00 Stk	PV Module 250 Wp 1.680x990x40	196,00	15.680,00
1.2	20,00 Stk	Solarwatt Komplettschutz für PV Anlage je kWp	43,20	Alternativ
1.3	1,00 PA	Montagesystem	3.074,50	3.074,50

Position	Menge EH	Bezeichnung	Einzel-Preis	Gesamt-Preis
1.4	2,00 Stk	Sammelbox mit Überspannungsschutz	210,00	420,00
1.5	1,00	Netzwechselrichter 20 kW	3.318,00	3.318,00
1.6	300,00 m	Halogenfreie Solarleitung 1x4mm ² BETAflam 125 flex Solar 1x4, 0 FRNC Kupferzuschlag wird tagesabhängig berechnet Bei der Bestellung bitte die benötigte Kabellänge angeben: m	1,05	315,00
1.7Z	160,00 ST	MC Stecker	3,16	505,44
1.8Z	160,00 ST	Tyco Stecker	3,44	551,20
1.9	1,00 Stk	Blitzschutzsystem, Kombiableiter Typ 1+2 Sammelbox mit Typ 1+2 Ableiter Sammelbox mit Kombiableiter Typ 1+2 für Systeme mit lastschaltfähiger Trennstelle im Wechselrichter. Anzahl der Stränge: 4 paralle (Trennmesserklemmen im - Pol) Systemspannung: bis 1000V(DC) Strangsicherung: keine Überspannungsschutz: Typ 1+2, 1000V Blitzstoßstrom: 25kA Nennableitstoßstrom: 40kA	309,14	309,14
1.10Z	1,00 Stk	Feuerwehrscharter FWS moeller Unterspannungsggerät	225,63	225,63
1.11Z	1,00 Stk	NOT AUS Bumper AP	84,23	84,23
1.12	1,00 pau	Transporte und Transportversicherung	640,00	640,00
Summe Material				25.123,14

2. Speicher

2.1	1,00 Stk	Speicher für 28,7 kWh (Nutzbare Kapazität) 940 kg	56.695,00	Alternativ
2.2	1,00 Stk	Speicher für 7,1 kWh (Nutzbare Kapazität) 255 kg	22.195,00	Alternativ

3. Regiestundensatz für Montage und Inbetriebnahme

3.1	1,00 HR	Techniker - Serviceeinsatz	69,00	69,00
3.2	1,00 HR	Montageeinsatz Monteur zu Normalzeit	50,00	50,00

Position	Menge EH	Bezeichnung	Einzel-Preis	Gesamt-Preis
3.3	1,00 HR	Montageeinsatz Helfer zu Normalzeit	33,60	33,60
Summe Regiestundensatz für Montage und Inbetriebnahme				152,60

Zusammenstellung

Bruggraber Johann

Gabraun Nr. 4
8132 Pernegg

Angebot

Datum:

20130378

28.11.2013

Betreff: PV Anlage - Grobkostenschätzung

1	Material		25.123,14
3	Regiestundensatz für Montage und Inbetriebnahme		152,60
		Netto-Summe	25.275,74
		Mwst 2	20,00 %
			5.055,15
		Gesamt	EUR 30.330,89

Zahlungsbedingungen: 7 Tage 2% Skonto, 14 Tage netto

Gültig bis: 27.01.2014

Wir hoffen, das Angebot entspricht Ihren Vorstellungen und würden uns freuen Ihren Auftrag entgegenzunehmen.
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

ELEKTRO  Ges.m.b.H.
Elektro-Praxis Brunnstein
8600 Braunau am Inn, Mittergas 7, Tel. 03862 5122