

# Holzvergaserkauf /Umbau eines Holzvergasers!

---

## **Zuerst einmal : ALLE Angaben ohne Gewähr!!!**

### **Inhaltsverzeichnis**

|  |    |
|--|----|
| Warum Holzvergaser? .....  | 2  |
| Erste Maßnahmen .....  | 2  |
| WICHTIG! .....   | 3  |
| Kehr- und Überprüfungsordnung –KÜO.....  | 3  |
| 1.BImSchV.....   | 3  |
| Warum Umbau? .....   | 4  |
| Weitere Umbauten.....  | 5  |
| Benötigte theoretische Gesamt-Luftmengen; Brennstoffmengen bei der Verbrennung:..... | 7  |
| Wichtiges um Störungen zu vermeiden: .....   | 7  |
| Hydraulik einer Wärmeerzeugung mit einem HV .....                                    | 8  |
| Die nutzbare Wassermenge .....   | 9  |
| Die Verschaltung der Speicher .....  | 9  |
| Wasserbehandlung.....  | 10 |
| Pumpenauswahl, Verrohrung .....  | 11 |
| Eine andere Vorgehensweise der Auslegung.....  | 11 |
| Warmwassererzeugung.....   | 12 |
| Graphische Bestimmung zur Auslegung einer HV Anlage.....                             | 13 |
| Weiter Berechnungsgrundlagen .....   | 13 |
| Grundeinstellungen der Vorlauftemperaturabsicherung am HV.....                       | 14 |
| Auszüge aus TRD 702/BOSY online: .....   | 15 |
| Einbringung des Saugzuges in die Regelung eines HV. ....                             | 17 |
| Luftführung.....   | 17 |
| Regelung des Luftstromes .....   | 17 |
| Primärluft. ....   | 18 |
| Sekundärluft. ....   | 18 |
| Druck Sekundärluft.....  | 18 |
| O <sub>2</sub> /CO Regelung einer Holzvergaserfeuerung .....                         | 19 |

## Warum Holzvergaser?

Der Entschluss einen Holzvergaser Fabrikat VIGAS von Solarbayer (SB) zu kaufen lag schlicht und einfach erst einmal am Preis. 10 000 € und mehr für einen fertigen HV mit Lambda Regelung war mir einfach zu viel. Es gibt wesentlich bessere HV, aber halt teurer!

Ein weiterer Grund war das der 14,9 kW und der 25 kW Typ die gleichen Abmessungen hatte, und die Hoffnung das dann bei 14kW Leistung die Rauchgastemperatur etwas niedriger wird, ist aber leider nicht eingetroffen.

Andere Betreiber haben da anscheinend mehr Glück, manche berichten von Abgastemperaturen unter 150°C. Ob dies an falsch messenden Temperaturfühler oder evtl. abweichendem Temperaturabbau an den Heizflächen liegt (keine ordentliche Strömung der internen Wassermengen im HV) kann ich nicht sagen.

Bei beiden Leistungsvarianten (14,9 und 25kW) ist das Gebläse in der Ansaugöffnung durch eine Blende gedrosselt.

6 mm Stahlblech aus dem der HV gefertigt sein sollte war ein weiterer Grund sowie die zugängliche Luftführung der Primär.- als auch Sekundärluft für evtl. spätere Umbauten.

Die Art des Brennraumaufbaues lag bei dem HV von SB wie auch bei den teureren Typen ähnlich, ausgenommen ein paar ausgefallenen Konstruktionen.

Sollte sich nach dem Kauf herausstellen, dass der HV nicht optimal brennen sollte, war schon ein Plan bereit den HV von der Feuerung als auch von der Steuerung her zu „optimieren“ .

Da ich beruflich in dieser Branche lange Zeit tätig war (ein Berufsleben lang), stellt das kein Problem dar.

Also wurde der kleine HV mit verschiedenen „Ersatzteilen“ bei SB im Jahr 2007 bestellt

Die Ersatzteile waren: 1 Düse, verschieden Steine für Ausmauerung, Dichtschnur zusätzlich wurde ein Saugzug mitbestellt.

## Erste Maßnahmen

Folgende Maßnahmen wurden gleich vor dem 1. bzw. nach dem 2./3. Abbrand getätigt:

1. Alle Verkleidungsbleche wurden entfernt und die Isolierung um das doppelte mit Glas/Steinwolle verstärkt.
2. Die beiden Türen wurden neu eingestellt bzw. nachgestellt und damit „dicht“ gemacht. Zusätzlich wurden beide Türen mit Vermiculite Isolierung ca. 25 mm gedämmt.
3. Der Schieber für die Direktzugklappe wurde gangbar (leichtgängig) gemacht (klemmte etwas), jetzt schnappt die Klappe auf den letzten „cm“ von selbst zu
4. Die Klappe für den Direktzug aus der Vergasungskammer wurde so eingestellt, dass bei geschlossener Klappe ein dichtes Anliegen gewährleistet ist. (Selbstzentrierung beim Anlegen)
5. Die Luftführungen von Sekundär.-und Primärluft wurden auf freie Öffnung kontrolliert.
6. Einbau eines Rauchgasgebläses (Saugzug)
7. Der Vorlauffühler wurde neu angelötet da ein Wackelkontakt vorhanden war.  
ACHTUNG ! Nicht verwechseln mit dem Kapillarrohr des Sicherheitstemperaturbegrenzers!
8. Nach dem 2. oder 3. Abbrand wurde die Steuerung bei SB auf Kulanz getauscht.

9. Der Rauchgasfühler wurde von mir selbst getauscht da im Werk jemand die Befestigungsschraube zu stark angezogen hatte und den Fühler damit zerstört hatte.
10. Da die Verbrennung leicht pulsierte, wurde die Düse aus- und wieder eingebaut, hier wurde durch falsche Abdichtung des Herstellers ein großer Teil der Sekundärluft nicht über die Düsen sondern direkt in den 1. Teil des Verbrennungsraumes geblasen.
11. Dann habe ich zum vorläufigen Testen die Primärluftrohre mit einer Einstellung wie die an der Sekundärluft versehen. Damit kann ich jetzt Primärluft und Sekundärluft getrennt einstellen aber halt nur mit 1 Gebläse.

Ein mechanischer Zugregler für den Kamin war von meiner alten Anlage noch vorhanden.  
(Nebenluftvorrichtung) Unterdruck vom Kamin her ca. 0,15...0,2mbar (1,5...2mmWS)

## 12.

*Das alles sollte sich jemand durch den Kopf gehen lassen bevor er sich zu einem Kauf eines „günstigen“ HV entschließt.*

*Ob ich wieder kaufen würde: Bis jetzt für mich ein klares JA!*

## WICHTIG!

**Zum Umbau benötigt man handwerkliches Geschick und Sachkenntnis, in Elektrik als auch Schlosserarbeiten bzw. Installationsarbeiten, wer das nicht hat, sollte einen Umbau in Eigenregie sein lassen.**

Wer nicht kann was er will,  
muss wollen, was er kann.  
Denn das zu wollen, was er nicht kann,  
wäre töricht.  
[Leonardo da Vinci](#)

**Auch ganz wichtig: Schornsteinfeger vor allen Änderungen fragen!**

**Und zu guter Letzt: Keinerlei Gewähr über die von mir gemachten Angaben! (Für Gewährleistungen reicht meine Rente nicht aus)**

Nach den ersten Abbränden stand eigentlich für mich fest, dass ich den HV auf getrennte Luftführung der Sekundär.-und Primärluft sowie auf ein 2. Gebläse mit einer neuen abgeänderten Steuerung und zusätzlicher Isolierung des Feuerraumes (heißer) umrüsten werde.

Bei der 1. Schornsteinfeger-messung lag ich so bei etwas über 1000mg CO/Nm<sup>3</sup> (Soll-Grenzwert <=4000mg).

Eigentlich alles OK, → trotzdem Umbau!

## Kehr- und Überprüfungsordnung –KÜO

Die Messung erfolgte vor Inkrafttreten der **Verordnung über die Kehrung und Überprüfung von Anlagen (Kehr- und Überprüfungsordnung -KÜO) vom 16.6. 2009**

[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/k\\_o/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/k_o/gesamt.pdf)

Damit der 14,9 kw Kessel als „Bestand“ und darf noch ein paar Jahre so betrieben werden.  
(Inbetriebnahme nach dem 1.1.2005 und vor 21.3.2010 hat Bestand bis 31.12.2024)

**1.BImSchV** nicht vergessen:

[http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv\\_1\\_2010/BJNR003800010.html](http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_1_2010/BJNR003800010.html)

## Warum Umbau?

Hersteller werden ihre Anlagen immer optimal nach den im Moment gültigen Vorschriften und Marktbedingungen bauen. Wer mehr baut wie gesetzlich gefordert wird teurer und bekommt weniger verkauft.

Da ist auch nichts gegen zu sagen bzw. sollte man immer (nicht nur bei HV) berücksichtigen. Das war bei meinem Kessel ein max. Grenzwert von 4000mg CO welcher nicht überschritten werden darf. (Industrieanlagen laufen mit unter 50mg, alles was drüber liegt ist „Unverbranntes“ = Verluste)

Der Grund der Umrüstung lag für mich, so muss ich ehrlich sagen, vorrangig nicht im Umweltbewusstsein (muss aber auch sein), ein ständig meckernder Nachbar ist aber auch unangenehm (ich möchte auch nicht ständig den Rauch in der Nase haben), sondern in der Möglichkeit der Brennstoffeinsparung. Umweltbewusstsein gibt es gratis dazu. Oder umgekehrt, je nach eigenem Standpunkt.

Wie viel das in kg Brennstoff ausgedrückt ist, kann ich nicht sagen. Einige Beiträge z.B. im Holzvergaser-Forum (<http://www.holzvergaser-forum.de/index.php/forum/aktuell?limitstart=0&limit=20> ) beschäftigen sich damit (manche über 20% weniger Verbrauch beim Betrieb mit Lambdasonde).

## Weitere Umbauten

Der Entschluss für den weiteren Umbau lag also nicht bei einer durchgefallenen Abgasmessung sondern bei ständigem „händigen“ Nachregeln und einer manches mal dunklen Rauchwolke sowie Holzeinsparung.

Das in einem Wohngebiet war mir nicht gut genug. Zusätzlich habe ich mir einen besseren Wirkungsgrad versprochen (man wird ja auch älter, jedes kg Holz was ich nicht verbrenne brauche ich nicht zu bearbeiten).

Für die Eigenbau-Steuerung (Grundgerät von Hartmann & Braun, jetzt ABB), Protrenic 500, ein edles Gerät, eigentlich zu teuer, aber EBAY hat da geholfen, man benötigt zusätzlich eine Software zum Programmieren, (für den Normalverbraucher aber vom Preis her uninteressant) wurde dann von mir noch eine Lambdasonde (LambdaCheck) gekauft. Der ursprüngliche Gedanke nur über die Feuerraumtemperatur zu fahren wurde nach einigen Brennversuchen fallen gelassen da ein HV ein wesentlich anderes Brennverhalten wie ein Rostfeuerung hat.

Jetzt wird der Kessel wie folgt über 4 einzelne, aber verkettete PID Regelungen gefahren:

1. Die Regelung der Primärluft erfolgt über die Abgastemperatur und die Vorlauftemperatur. Durch die Veränderung des Primärluftdurchsatzes wird die Leistung des HV verändert.  
(Regelung als Override-Regelung -Abgas-Vorlauftemperatur-)  
Die Regelung der Sekundärluft erfolgt über den O2 Gehalt im Rauchgas und der Feuerraumtemperatur als Begrenzung.  
(Regelung auch wieder als Override-Regelung und Split-Range mit der Primärluft)  
Zusätzlich wird beim Schluss-Abbrand die Primärluft über den O2-Gehalt mit geregelt.
2. Alle Regelungsfunktionen sind zusätzlich über Handbetrieb ohne Regelungseingriff fahrbar.  
(Notbetrieb)
3. Die Verstellung der Primär.- als auch Sekundärluft erfolgt über Belimo Stellantriebe mit 2...10V Ansteuerung. In beiden Luftkanälen ist je eine Rückschlagklappe verbaut.
4. Der Düsenstein wurde auf einen 10-Loch Stein ausgetauscht (getrenntes Sekundärluftgebläse wurde benötigt da der Druckverlust höher ist)  
(Düse von Helmut, „HW55“, vielen Dank noch einmal)

Der Sicherheitstempurbegrenzer ist jetzt das einzige Teil was von der Original Vigas Regelung noch verwendet wird.

Die VIGAS Elektrik ist meiner Meinung nach eigentlich vom Wort her eine Steuerung und keine Regelung!

Hier werden die Funktionen in Stufen wie mit einer schwarz/weiß Schaltung geschaltet.

Beim Öffnen der Direktzugklappe startet jetzt automatisch der Saugzug, gleichzeitig wird das Primärluft- und Sekundärluftgebläse abgeschaltet, beim Schließen der Direktzugklappe wird die Verbrennung wieder gestartet.

Jetzt, nach über 100 Abbränden muss ich sagen, dass der Umbau sich voll gelohnt hat.

Grundfeuer machen, (nicht zu schwach aber auch nicht zu stark, sonst gibt es zuviel Qualm) dann Vergasungsraum füllen, Türen verschließen.

1 Abbrand läuft, je nach Brennstoff, max. bis etwas über 4 Stunden. Je nach Holzart muss man aber zwischendurch schon einmal nachlegen.

Das ist alles.

Die Vergasung wird konstant gehalten nach der Abgastemperatur durch Änderung/Regelung der Primärluft.

Der O<sub>2</sub> wird konstant gehalten durch Regelung der Sekundärluft.

War vorher, ohne Regelung, die Feuerraumtemperatur nur schwer über 650 °C zu bekommen so werden jetzt mit Regelung immer zwischen 720...780°C zum Teil bis über 850°C auf Dauer erreicht.

Die Grenze der möglichen Brenntemperatur von 950°C sollte wegen der Brennkammer und evtl. Schlackebildung nicht überschritten werden.

Beim Verbrennen von Brettern (Kisten, Paletten) ist die Verbrennungstemperatur kleiner wie bei Holzscheiten.

Mit Holzscheiten erreicht man eindeutig die bessere Verbrennung.

Bei der von mir angestrebten Rauchgastemperatur von 160°C brennt der Kessel nicht richtig.

Wobei das mit der Messung so eine Sache ist. Der Original Messfühler zeigte total falsch an, auf alle Fälle immer zu wenig.

Ein getrennter Temperaturfühler an der Lambdasonde zeigt im Bereich von 200°C echt gemessen, eine Temperatur von 160°C an (Frage ist: Ist die im Lambdacheck hinterlegte Kennlinie vom Temperaturfühler passend?).

Mit 3 unabhängigen Temperaturmessgeräten und mit einem neuen NiCrNi Messfühler wurden die „Echt-Messungen“ durchgeführt. Alle Messungen zeigten die gleichen Differenzen zum Vigas-Original und zur Lambdacheck Messung an.

Ich verwende jetzt einen sehr schnellen (1-2mmDurchmesser) NiCrNi Messfühler.

Mit dieser Messung fahre ich im normalen Betrieb so um die 190°C Rauchgastemperatur.

## Benötigte theoretische Gesamt-Luftmengen; Brennstoffmengen bei der Verbrennung:

| Kesselleistung | Luft bei 10 Vol% O <sub>2</sub> /Brennst. | Luft bei 5 Vol% O <sub>2</sub> /Brennst. |
|----------------|---|--|
| <b>15kW</b>    | 34,5Bm <sup>3</sup> /h; 3,9kg/h           | 22,9Bm <sup>3</sup> /h; 3,7kg/h          |
| <b>25kW</b>    | 57,5Bm <sup>3</sup> /h; 6,5kg/h           | 38,1Bm <sup>3</sup> /h; 6,3kg/h          |
| <b>40kW</b>    | 92,0Bm <sup>3</sup> /h; 10,4kg/h          | 61,2Bm <sup>3</sup> /h; 10,8kg/h         |
| <b>60kW</b>    | 138,1Bm <sup>3</sup> /h; 15,7kg/h         | 91,7Bm <sup>3</sup> /h; 15,1kg/h         |
| <b>80kW</b>    | 184,1Bm <sup>3</sup> /h; 20,9Kg/h         | 122,3Bm <sup>3</sup> /h; 20,2kg/h        |

Bezugnahme der obigen Rechnung:

Heizwert 4,3 kWh/kg (3700kcal/kg); Wassergehalt: 15,2% bzw. Feuchte von 18% atro, Gesamtluft.

Auch hier ist wieder zu beachten das am Anfang und bei Verbrennungsstörungen durchaus bis zu 100% mehr an Luft benötigt werden kann. (Bm<sup>3</sup>/h → Betriebs-m<sup>3</sup> /h, der Betriebs-Volumenstrom gibt den effektiven Volumenstrom der verdichteten Luft an.

Die Gesamtluft teilt sich auf die Primärluft und die Sekundärluft auf, bei Störungen im Verbrennungsablauf kann die Sekundärluft durchaus bis auf über 100% der Gesamtluft ansteigen.

Bei der Auswahl der Gebläse ist der auszugleichende Druckverlust in der Anlage (Rückschlagklappen, Sekundärluftdüsen) zu beachten (Durchflussdiagramm beachten).

Die Angaben der Gebläsehersteller beziehen sich auf „freiblasend“!

Wie hoch die Druckverluste/Reserven im Kessel sind kann man schon daran sehen das bei dem 25kW Vigas Kessel ein 200m<sup>3</sup>/h Gebläse eingebaut ist.

## Wichtiges um Störungen zu vermeiden:

Die Klappe vom Vergasungsraum zum Abgasrohr hin muss immer dicht schließen, sonst gibt es unangenehme Verpuffungen!

Auch muss die obere Fülltür zum Vergasungsraum absolut dicht sein.

Der „Brennstein“ muss ohne“ Falschlufkanäle“ eingebaut sein (Dicht einbauen).

Der Kaminzug muss durch eine Nebenlufteinrichtung im Abgasrohr möglichst nahe am Kesselausgang, auf einen einstellbaren Wert (ca. 1-2mmWS) gehalten werden. Wird ein Saugzug verwendet so ist die Nebenlufteinrichtung zwischen Kesselende und Saugzug einzubauen.

Zusätzliche Verkleidungen der Wärmetauscherflächen mit Vermeculite im Bereich der Brennkammer fördert den Ausbrand.

Hohlbrände kann man bei dieser Bauart des HV nicht vermeiden, deshalb sollte man so alle 2 Std. die Verbrennung kontrollieren. Wenn man die Primärluft auf eine Mindestmenge einstellt erholt sich die Verbrennung auch wieder allein.

Ist ausreichend Unterdruck vom Kamin her vorhanden 0,15...0,2mbar (1,5...2mmWS)

**Noch etwas** : Frischluftzufuhr zum Heizraum nicht vergessen! 150cm<sup>2</sup> freie Öffnung bei < 30kW.

## Hydraulik einer Wärmeerzeugung mit einem HV

Zuerst einmal sollte der Jahreswärmebedarf des zu beheizenden „Objektes“ bekannt sein.

Das kann der Jahres-Heizölbedarf in Ltr. sein, oder  $\text{m}^3$  Gas oder auch kWh.

Dann kann nach der „Neuen Schweizer Formel“ (<http://www.minergie.ch/leistungsgarantien.html>) die Heizlast ermittelt werden.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Heizlast>

Das kann/muss auch über eine komplette Heizlastberechnung ermittelt werden wenn der vorherige Verbrauch unbekannt ist.

### **Diese ermittelte Heizlast bezieht sich auf die, für die Gegend (Klimazone) ermittelte, kälteste Außentemperatur.**

Diese Heizlast ist die Leistung in kW welche benötigt wird um bei niedrigster angenommener Außentemperatur eine gewünschte Raumtemperatur in einem „Objekt“ zu erreichen wenn dabei die Heizzufuhr 24h am Tag, also ohne Unterbrechung, zugeführt wird.

Der Holzvergaser muss während der Brennzeit das Haus heizen und mit der Restwärme den Speicher füllen. Da ein Holzvergaser nur bedingt regelbar ist, sollte dieser immer mit der Nennlast betrieben werden.

Dazu hat man aber keine 24h zur Verfügung, man muss ja auch mal schlafen.

Diese Zeit des „Nichtstuns“ muss mindestens mit dem Speicher überbrückt werden können!

Die Leistung des Holzvergasers bestimmt also einmal die Heizleistung des Hauses, aber in einer reduzierten Zeit, und die akzeptierten **Auflegeintervalle**.

Ein ideales Ziel wäre das der HV nur 1x innerhalb von 24h beschickt werden muss, dazu muss der HV natürlich eine größere Leistung besitzen.

Die Brennzeit eines Holzvergasers beträgt in etwa 4...6h (Herstellerangaben beachten). In dieser Zeit sollte damit, im Idealfalle, der Tageswärmebedarf des Hauses gedeckt sein. Die Restzeit des Tages muss die Wärme aus dem Speicher entnommen werden.

Jetzt muss man sich entscheiden ob man 2...3x täglich den HV füllen will/kann und damit einen kleineren Speicher benötigt oder ob man die „1x-Befüllung“ pro Tag anstrebt.

Zum Beispiel :

Heizleistung 10kW, ergibt in 24 h:  $10 \times 24 = 240 \text{ kWh}$ .

Will man diese Wärmeenergie auf 5h Laufzeit eines HV bei 1-maliger Beladung reduzieren, dann benötigt man einen HV mit  $240/5 = 48 \text{ kW}$  Leistung.

Weil,  $48 \text{ kW} \times 5 \text{ h} = 240 \text{ kWh}$ .

Jetzt hat man bei 1-maligem Auflegen ein Wärmeenergie von 240kWh erzeugt, ein Teil wurde während der 5h Laufzeit bereits von der Heizung abgenommen der Rest muss in einem Speicher abgelegt werden und hier in kleinen Mengen während der verbleibenden 19h an das Haus abgegeben werden.

**Die nutzbare Wassermenge** zum Speichern der Wärmeenergie berechnet sich aus :

Wassermenge in Ltr = Wärmeenergie in kWh / (kWh pro Liter und °K \* spez.Gewicht in kg/ltr bei 60°C \* Temperaturerhöhung in °K) ;

Temperaturerhöhung: RL30°C, VL 80°C = 50°K;

$240\text{kWh}/(0,0011625*0,9832*50)=4115\text{Ltr.}$

**Die Speichergröße** sollte also mindestens 4115 Ltr. betragen wenn man einen Tagesbedarf an Energie mit 1 Abbrand unterbringen muss. Zusätzlich sollte der Speicher noch 10...15% Reservespeicher beinhalten um schwankende Heizwert des Brennstoffes Holz auszugleichen..

Speichergröße inkl. Reserve damit mindestens 4733Ltr.

Dieses Beispiel soll nur zeigen wie man an die Größe des HV und des Speichers heran gehen sollte.

Als „Rentner“ mit VIEL Zeit kann das wieder anders aussehen.

Die gesetzliche Forderung : Mindestgröße 30-55 Ltr./kW Kesselleistung (viel zu wenig!)

***Die Festlegung der Heizlast als auch die erforderliche Speichergröße in Verbindung mit der Kesselleistung des HV kann mit dem Excel Rechenblatt „Heizleistung\_\*.xlsx“ durchgeführt werden.***

Als Speicher wurden in meiner Anlage 2 Speicher mit je 1000 Ltr., ohne Innereien, von der Fa. Solarbayer montiert. Ist aber etwas zu klein geraten.

Die von Solarbayer eingesetzte Wasserverteilung im Speicher (Gießkannenprinzip) erschien mir als technisch gute Lösung was ich seit 2008 (Inbetriebnahme der Anlage) auch bestätigen kann.

Die Umschichtung im Lade.-als auch Entladebetrieb funktioniert recht gut.

Wer Platz hat sollte noch einmal (bei 15kW Leistung) 1000 Ltr. dazu stellen. Wenn es kalt ist (unter -8°C) muss man schon recht früh am Morgen wieder anheizen, kommt aber auch auf den Heizbedarf des Hauses an.

**Die Verschaltung der Speicher**, in Reihe oder Parallel, sollte beachtet werden.

Ich würde ab ca. 40...50kW Leistung eine parallele Verschaltung vorsehen da die Einströmgeschwindigkeiten doch recht hoch werden und dies zur Zerstörung der Schichtung führt.

Bei Parallelverschaltung muss unbedingt auf gleichmäßige Befüllung geachtet werden!

Verschiedene Hydraulikschaltungen kann man hier einsehen:

<http://solarbayer.de/Hydraulikschemen.html>

***Es stellt sich die Frage:***

***Für was benötigt man eigentlich diese überall angebotenen teuren Spezial-Schichtspeicher bei einer „normalen“ HV Heizung??***

***Antwort : Wird meiner Meinung nach nicht benötigt!***

Nur die Isolierung mit 100 mm war mir nicht dick genug und wurde von mir auf >300mm erhöht.

Während des Ladens des Speichers wird bei meiner Anlage die Ladetemperatur über einen getrennten Mischer mit Regler, unabhängig von der Rücklaufftemperaturregelung, konstant auf 78°C gehalten. Damit wird ein Einlagern von Temperaturen unter 78°C in den Speicher ausgeschlossen.

**Auch beachten :**

Vermeidung von Betriebsstörungen und Schäden durch Steinbildung in Warmwasserheizungsanlagen:

BDH Informationsblatt Nr. 8

<http://bdh->

[koeln.de/fileadmin/user\\_upload/informationsblaetter/Infoblatt\\_Nr\\_08\\_Maerz\\_2011\\_Vermeidung\\_von\\_Betriebsstoerungen\\_und\\_Schaeden\\_durch\\_Steinbildung\\_in\\_Warmwasserheizungsanlagen.pdf](http://bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/informationsblaetter/Infoblatt_Nr_08_Maerz_2011_Vermeidung_von_Betriebsstoerungen_und_Schaeden_durch_Steinbildung_in_Warmwasserheizungsanlagen.pdf)

**Wasserbehandlung :**

<http://www.elector-korrosionsschutz.de/elector-gmbh.html>

Ein oft vergessenes Thema ist die Wasserbehandlung, besonders wenn man noch Fußbodenheizung mit älteren Kunststoffrohren (keine Verbundrohre) verlegt hat.

Die Rücklaufanhebung bei HV >25kW würde ich nicht mit einem Laddomat machen.

Durch die hohen Widerstände im Laddomat gibt es bei höheren Kesselleistungen eine Verschiebung der Rücklaufftemperatur nach oben in Abhängigkeit des Durchflusses (Der Laddomat ist ein „P-Regler“ mit einer bleibenden Regelabweichung) .

Hier sind 3-Wegemischer bzw. bivalente Mischer mit elektrischem Stellantrieb besser geeignet, zudem gibt es dann auch die Möglichkeit der Aufwärmung vor dem Start als auch die Restwärmenutzung nach dem Abbrand und Einsatz einer Energiesparpumpe.

Die Restwärmenutzung macht aber nur Sinn wenn man noch „kaltes“ Wasser im Speicher hat. Ist der Speicher bis unten hin voll geladen dann nutzt das nichts mehr.

Beim Einsatz von 3-Wegemischer ist auf den Kvs-Wert zu achten. (Gilt bei allen Klappenverstellungen)

Der Kvs-Wert ist ein Wert in m<sup>3</sup>/h bei einem Druckabfall von 1 bar.

Hier gilt wie so oft im Leben, das eine will man, das andere hat man (bezogen auf den Druckverlust).

Ein großer Querschnitt im Regelventil bedeutet einen kleinen Widerstand, aber eine sehr ungenaue Regelbarkeit. Deshalb sollte die Auswahl des Regelventiles nach den Kvs-Angaben des Herstellers erfolgen (Diagramm dazu beachten) , aber auch hier gibt es einen Spielraum.

## Pumpenauswahl, Verrohrung (Die Auslegung erfolgte mit „Fördermenge.xlsx“)

Eine Temperatur von 72°C ist im Taupunkt der Rauchgase begründet. Unterhalb dieser Temperatur (<65°C, abhängig vom Wassergehalt und Restsauerstoff im Rauchgas) kann bei ungünstigen Verbrennungsbedingungen Kondensat auftreten.

Bei einem Temperaturhub von **6°K** (von 72 auf 78°C) stellen sich nachfolgende Werte ein bei einer Leistung von :

| <b>Kesselleistung</b> | <b>Wassermenge</b> | <b>GESCHWINDIGKEIT</b> | <b>Verrohrung</b> |          |
|-----------------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------|
| <b>15kW</b>           | 2187 Ltr/h         | 0,600m/sec.            | 1 ¼ Zoll          | 35mmCU   |
| <b>25kW</b>           | 3645 Ltr/h         | 0,738m/sec.            | 1 ½ Zoll          | 42mmCU   |
| <b>40kW</b>           | 5832 Ltr/h         | 0,734m/sec.            | 2 Zoll            | 54mmCU   |
| <b>60kW</b>           | 8749 Ltr/h         | 0,654m/sec.            | 2 ½ Zoll          | 76,1mmCU |
| <b>80kW</b>           | 11665 Ltr/h        | 0,632m/sec.            | 3 Zoll            | 88,9mmCU |

Hier sind im „normalen“ Betrieb natürlich mit Schwankungen zu rechnen!! Ein Kessel bringt nicht ständig die angegebene Leistung, schon mal gar nicht bei Holz.

Höhere Geschwindigkeiten bei kleinerem Rohrdurchmesser werden **IMMER** mit größerer Pumpenleistung, kleineren möglichen Fördermengen und größeren Temperaturhuben bezahlt!

Der Vorteil bei dieser Auslegung ist ein „Nachheizpuffer“ wenn man mal zu viel aufgelegt hat.

Der Nachteil ist die wesentlich größere Verrohrung und die größere Pumpenfördermenge und damit der Preis.

## Eine andere Vorgehensweise der Auslegung

Bei einem Temperaturhub von **12°K** (von 68 auf 80°C) hat man folgende Werte bei einer Leistung von :

| <b>Kesselleistung</b> | <b>Wassermenge</b> | <b>GESCHWINDIGKEIT</b> | <b>Verrohrung</b> |        |
|-----------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------|
| <b>15kW</b>           | 1093 Ltr/h         | 0,523m/sec.            | 1 Zoll            | 28mmCU |
| <b>25kW</b>           | 1822 Ltr/h         | 0,500m/sec.            | 1 ¼ Zoll          | 35mmCU |
| <b>40kW</b>           | 2916 Ltr/h         | 0,590m/sec.            | 1 ½ Zoll          | 42mmCU |
| <b>60kW</b>           | 4374 Ltr/h         | 0,551m/sec.            | 2 Zoll            | 54mmCU |
| <b>80kW</b>           | 5832 Ltr/h         | 0,734m/sec.            | 2 Zoll            | 54mmCU |

Hier sind keine Temperaturreerven nach oben vorhanden, hat aber geringeren Verrohrungsaufwand und kleinere Pumpenleistung.

Sobald der Speicherrücklauf 80°C annimmt geht die Vorlauftemperatur des Kessels auf 92°C bei weiterem Vollast-Heizen des HV!

Kann man mit MEHR an Speicher aber ausgleichen (mehr Speicherraum als Reserve).

Man ist jetzt sehr nahe an den Sicherheitsabschaltungen (siehe Grundeinstellungen Regelung)!

Noch kleinere Rohrdurchmesser erfordern höhere Pumpendrucke bzw. größere Pumpen!

Deshalb die Strömungsgeschwindigkeiten so um die 0,5...0,7m/sec. auslegen.

## Warmwassererzeugung

Da jetzt Speicher vorhanden waren wurde eine Frischwasserstation (von Solarbayer) statt eines extra Warmwasserspeichers eingebaut (Warum sollte ich noch einmal extra Warmwasser als Frischwasser vorrätig halten?) . Auch das funktioniert recht gut, aber erst nach dem Nachrüsten. Hier war mir die Rücklauftemperatur zu hoch, erst der Einbau eines 2. Wärmetauschers brachte etwas Abhilfe.

Einen weiteren Vorteil einer FRIWA sehe ich auch in der kompletten elektrischen Abschaltbarkeit des Warmwassers.

Man kann die Beheizung (Heizwasser) des Frischwassers auf eine max. Temperatur begrenzen um Kalkabscheidungen zu vermindern.

Hinweis der Fa. GRUNDFOS : ***In Trinkwarmwasseranlagen wird empfohlen die Temperatur unter 65 °C zu halten, um der Gefahr der Kalkausfällung zu begegnen.*** Damit ist die „Heiztemperatur gemeint, deshalb bei einer HV Speicheranlage immer eine extra Vorregelung vorsehen!

Bei der richtigen Auswahl der FRIWA Station hat man niedrige Rücklauftemperaturen!

Wichtig bei Solarbetrieb!

Hier sollte man sich sehr genau das Diagramm der Rücklauftemperatur zur gezapften Wassermenge betrachten. Die FRIWA der Fa. Oventrop Regumaq X-30 (mit Zirkulation .....XZ-30), komplett fertig mit elektronischer Steuerung, hydr. mit Anschluss 1“, macht da eigentlich einen recht guten Eindruck.

## Graphische Bestimmung zur Auslegung einer HV Anlage

<http://www.holzvergaser-forum.de/index.php/forum/brennstoff/48788-holzverbrennung?start=25#54071>

### Weiter Berechnungsgrundlagen :

In diesem Link sind ein paar Rechenblättern zur Auslegung/Auswahl und Erfahrungsbericht über den Kauf eines HV.

(Zip-Dateien müssen entpackt werden, Excel 2010-Datei, Microsoft hat dazu Umsetzungsprogramme zu älteren Excel Versionen)

- 1.) „Heizlast...zip“ Bestimmung der Heizlast nach dem bisherigen Ölverbrauch nach der neuen Schweizer Formel, damit Bestimmung der Leistung des Holzvergasers mit Anzahl der Auflegeintervalle.
- 2.) „Fördermenge...zip“ Ausrechnung der benötigten Rohrquerschnitte in Abhängigkeit der Leistung des Holzvergasers.
- 3.) „Holzvergaserkauf...pdf“ Eigene Erfahrungen beim Kauf eines Holzvergasers
- 4.) „Solare Wärmeerzeugung...pdf“ Eigene Ansichten über thermische Solaranlagen
- 5.) „SO\_HZ\_HV\_DSP\_BI“ Hydraulikschema mit Solar, normalen Heizkessel, Holzvergaser, dezentralen Speicher, bivalenten Mischer, optimiert auf solares Heizen.
- 6.) „SO\_BW\_HV\_DSP\_BI“ Hydraulikschema mit Solar, Brennwertkessel, Holzvergaser, dezentralen Speicher, bivalenten Mischer, optimiert auf solares Heizen
- 7.) „Link“ zur Seite von @Spacy

**Noch etwas:** Die eierlegende Wollmilchsau gibt es nicht, Kompromisse sind immer schlecht, deshalb nicht 1 Speicher für alles, es sei denn er ist RICHTIG groß:

<http://www.elwo.net/images/EierlegendeWollmilchsau.png>

## Grundeinstellungen der Vorlauftemperaturabsicherung am HV

Ich fange mal mit der höchsten Vorlauftemperatur an.

Der Temperaturbegrenzer, „STB“ genannt, ist Vorschrift und muss eingebaut sein, schaltet die Beheizung bei einer Temperatur von 92...94°C ab und verriegelt die Wiedereinschaltung. Diese Funktion darf man **NUR** mit speziell dafür zugelassenen Geräte ausführen! Neu starten ist erst möglich bei Unterschreitung der Temperatur von ca. < 90°C und Hand-Entriegelung des STB.

Die TAS (thermische Ablaufsicherung) bei ALLEN Befeuerungen von Hand Vorschrift!!

Die Auslösetemperatur liegt zwischen 92...94°C, schließt wieder bei Temperaturen < 88...89°C.

Wenn eine überlagerte Temperaturregelung zur Begrenzung der max. Leistung erfolgen soll, sollte der Wert so bei 85...87°C liegen.

Der Beginn einer vorhandenen Leistungsreduzierung durch die Verringerung der Primärluft liegt im Bereich von 80...85°C. (In der Regel eine feste, unveränderbare Einstellung durch den Hersteller)

Die Regelung „Rücklaufanhebung“ in Verbindung mit der Fördermenge der Umwälzpumpe (siehe Abschnitt Hydraulik) wird so eingestellt, das eine Temperatur im Rücklauf von 65...72°C eingehalten werden kann. Dabei sollte, durch richtige Auslegung/Einstellung der Pumpe, sich eine Vorlauftemperatur von ca. 71... 78°C einstellen.

Der Temperatursprung (Unterschied Temperatur- Vorlauf zu -Rücklauf) beträgt damit 6°K.

Pumpen mit kleinerer Fördermenge bringen eine größere Temperaturspreizung!

Wenn dann der Rücklauf des Speichers auch die 78°C annimmt (Speicher ist jetzt „voll“), nimmt der Vorlauf eine Temperatur um diesen Temperatursprung größer an, also ca. 83... 84°C.

Das ist dann als kleine Reserve gedacht wenn man den HV mal etwas zu voll gemacht hat.

Man kann jetzt unbedenklich noch in den Speicher Energie laden ohne dass irgendwelche übergeordneten Regel.-/Sicherheitseinrichtungen ansprechen.

Feste, unveränderbare Einstellungen:

92...94°C       ansprechen des Temperaturbegrenzers

92...94°C       ansprechen Thermische Ablaufsicherung (schließt wieder vollständig bei ca. 88...89°C)

veränderbare, vom Fabrikat abhängige Einstellungen:

85...87°C       Einstellbereich Sollwert Temperaturregler (wenn vorhanden), Abschaltung der Feuerung.  
mit selbsttätiger Wiedereinschaltung

80...85°C       selbsttätiges Runterregeln der Verbrennungsluft, (dadurch Leistungsreduzierung)

78...84°C       Ladetemperatur für Reserve bei Überfüllung HV

72...78°C       normaler Lade-Temperaturhub Rücklauf zum Vorlauf des HV

## Auszüge aus TRD 702/BOSY online:

### DRUCKABSICHERUNG

Jeder Heißwassererzeuger muss mindestens eine zuverlässige Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung haben.

Die Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung muss so bemessen sein, dass der der zulässigen Wärmeleistung entsprechende Dampfstrom abgeführt werden kann, ohne dass dabei der zulässige Betriebsüberdruck des Heißwassererzeugers um mehr als in TRD 721 angegeben überschritten wird. Bei Verwendung von Standrohren darf der zulässige Betriebsüberdruck um nicht mehr als 0,1 bar überschritten werden.

### Anschlüsse für Füll- und Entleerungseinrichtungen

Jeder Heißwassererzeuger muss wenigstens einen Anschluss zum Füllen und zum Entleeren aufweisen. Dieser Anschluss kann ein gemeinsamer sein. Jeder Heißwassererzeuger muss auf der Vorder- oder Rückseite an der tiefsten Stelle eine Öffnung besitzen, über die eine Entleerung des Kessels möglich ist. Die Größen betragen mindestens

6.4.1 bei Füllanschlüssen:

- (1) R ½ bei einer zulässigen Wärmeleistung bis 100 kW,
- (2) R ¾ bei einer zulässigen Wärmeleistung über 100 kW

### 4.4 Membran-Druckausdehnungsgefäße

Membran-Druckausdehnungsgefäße müssen DIN 4807 Teil 3 entsprechen.

Bei Membran-Druckausdehnungsgefäßen mit Inertgasfüllung kann auf eine Besichtigung des Gasraumes und damit auf zusätzliche, über die Forderungen der Tafel 5 bzw. 6 hinausgehende Öffnungen verzichtet werden.

7.2 Bei Anlagen, die mit festen Brennstoffen beheizt werden können, sind, soweit zutreffend, TRD 702 Anlage 1 und DIN 4751 Teil 2 zu berücksichtigen.

Die Beheizungen sind so zu gestalten, dass sie auch ohne ständige Beaufsichtigung gefahrlos betrieben werden können. Für die sicherheitstechnischen Einrichtungen der Beheizung von Heißwassererzeugern gelten, soweit zutreffend, bei

- Ölfeuerungen TRD 411
- Gasfeuerungen TRD 412
- Kohlenstaubfeuerungen TRD 413
- Holzfeuerungen TRD 414

### Betrieb

12.1 Heißwassererzeuger dürfen nur mit geeignetem Wasser betrieben werden<sup>5)</sup>.

12.2 Für die Wartung der Dampfkesselanlage, insbesondere der Sicherheits- und Regeleinrichtungen, ist seitens der Betreiber Sorge zu tragen.

12.3 Es muss eine Betriebsanleitung vorliegen.

Auszug von <http://www.bosy-online.de/Ausdehnungsgefaesse>

**Jeder Wärmeerzeuger** benötigt ein **eigenes** (kleines) **Ausdehnungsgefäß**, das mindestens das Ausdehnungsvolumen des jeweiligen Wärmeerzeugers aufnehmen kann. Dadurch werden Verbindungsleitungen überflüssig und es kann nicht zu Fehlzirkulationen durch die WE kommen.

Außerdem können **Wartungs-** und **Inspektionsarbeiten** im abgesperrten Zustand durchgeführt werden. Das Ausdehnungswasser der **gesamten Anlage** wird von einem zentralgesetzten, ausreichend ausgelegten Gefäß aufgenommen.

Jedes Ausdehnungsgefäß muss durch ein **Kappenventil absperrrbar** sein, damit es für die jährliche Wartung drucklos gemacht werden kann.

Auch ein **Pufferspeicher** ist ein **Wärmeerzeuger**, wenn er einen oder mehrere Wärmetauscher hat und vom Kesselkreislauf (MAG) abgesperrt werden kann. Dieser Umstand ist bei dem Einplanen eines **zusätzlichen Ausdehnungsgefäßes** zu beachten.

## Einbringung des Saugzuges in die Regelung eines HV.

Der Saugzug sollte beim Öffnen der Fülltür bei einem HV mit Druckgebläse, einen verstärkten Unterdruck aufbringen. Nach dem Schließen der Fülltür ist dieser wieder aus.

Und sonst nichts.

Eine zusätzliche mechanische Regelklappe im Kamin (besser Rauchrohr, zwischen Kessel und Saugzug, möglichst dicht am Kessel) hilft bei der Verbrennung besonders bei einem Kamin mit starkem „Zug“.

Geht bei mir zufriedenstellend. Nicht auf 1mm Wassersäule genau, aber es geht.

### **GANZ WICHTIG!**

Der Kaminzug sollte während des Betriebes bei ca. 0,15...0,2mbar (1,5...2mmWS) liegen, siehe auch Herstellerangaben.

Den Saugzug zusätzlich zum Primärluft und Sekundärluftgebläse als Regelung für die Leistung einzusetzen halte ich für Überlegungen in die falsche Richtung.

Ausgenommen HV mit ständigem Saugzug ohne Luftgebläse.

## Luftführung.

HV mit Verbrennungsluftgebläse:

Die getrennte Luftführung über 2 Gebläse ist der richtige Weg für eine optimierte Verbrennung.

Hat man nur 1 Gebläse und die Sekundärluft schließt oder öffnet wird auch gleichzeitig die Primärluft stark verändert. 1mm Wassersäule Druckunterschied macht da recht viel aus.

Die Luft macht da das gleiche wie der Mensch, sie geht den Weg des geringsten Widerstandes.

Die Lösung so wie die Fa. SB/Vigas die Kessel ausliefert, 1 Gebläse und nur die Sekundärluft fest einstellbar, ist gelinde gesagt recht be...scheiden.

Aber hier steckt halt das Denken eines wirtschaftlich orientierten Menschen dahinter, man muss es verkaufen können, die optimale Funktion ist zweitrangig.

HV mit ständig eingeschaltetem Saugzug ohne V.-Luftgebläse:

Hier sollte der Unterdruck im Feuerraum konstant gehalten werden und eine getrennte Sekundärluft/Primärluft Regelung vorhanden sein.

## Regelung des Luftstromes

Jetzt kommt noch die Frage ob man die Luft mit einer Klappe oder mit der Drehzahlverstellung des Gebläses verändern soll.

Dazu erst etwas Grundsätzliches.

Will man Regeln, so sollte sich das zu verändernde Medium (Luft) linear verändern.

Und zwar deshalb weil ALLE elektronischen Regler erst einmal für lineare Veränderungen gebaut werden.

Berücksichtigt man das nicht, so bekommt man in einem Lastbereich den Regler schön eingestellt und in einem anderen Lastbereich schwingt der Regler.

Ein Veränderung der Luftmenge mit der Drehzahl des Gebläses hat den Vorteil das die Luftmenge (eigentlich der Luftdurchsatz) sich linear verändert, das was man auch will.

Aber man kann die Luftmenge nicht auf Null fahren da durch den Unterdruck vom Kamin immer Luft angesaugt wird auch wenn das Gebläse sich nicht mehr dreht.

Will man die Luft im gesamten Regelbereich unter Kontrolle halten, muss man über eine Klappe die Luft regulieren, nur ist dabei der Luftdurchsatz nicht mehr linear.

Man muss also den Luftdurchsatz an der Klappe linearisieren. Das kann man einfach über eine mech.

Anlenkung zwischen Stellantrieb und Klappe machen. Eine direkte Kopplung des Stellantriebes auf die Welle der Klappe ist damit nicht zu empfehlen, es sei denn man macht die Linearisierung elektronisch.

## Primärluft.

Die Regelung der Primärluft sollte durch die Vorlauftemperatur und die Rauchgastemperatur erfolgen. Über einer eingestellten Rauchgastemperatur hinaus sollte sich die Primärluft verringern. Beim Anheizen dagegen sollte man mit einer abgestimmten max. Luftmenge, korrigiert nur durch eine max. Rauchgastemperatur, fahren.

Der Regler der Vorlauftemperatur muss die Primärluft, unabhängig von der Rauchgastemperatur, verringern beim Überschreiten eines einstellbaren Wertes der Vorlauftemperatur.

Das wieder geht allein mit z.B. einem Jumo-Regler nicht, sondern bedarf einiger zusätzlicher Schaltungsmaßnahmen.

Zusätzlich wird es recht schwierig werden einen Einzelregler so abzugleichen das die auftretenden Totzeiten in der Regelstrecke abzufangen sind.

## Sekundärluft.

Die Sekundärluft hat bis zu einer Feuerraumtemperatur von ca. 550...650°C geringe Verbrennungswirkung. Unterhalb dieser Temperaturen erfolgt keine Nachverbrennung und damit ist eine Sekundärluftzugabe überwiegend nur Rauchgasverdünnung.

Nach der Zugabe von Sekundärluft muss man dem Feuerungsgas die Möglichkeit geben mit der Sekundärluft zu reagieren, es muss also auch ein ungekühlter Ausbrand vorhanden sein (Temperatur +Zeit +Raum)

Nur durch eine O<sub>2</sub>-Messung im Rauchgas ist dieser Einsatzpunkt der Sekundärluft NICHT feststellbar da dies abhängig vom Heizwert des Brennstoffes ist.

Hier sollte eine zusätzliche Temperaturmessung im Feuerraum für eine Aussage installiert sein. (Messung mit Thermoelement Ni-CrNi, Type K)

Eine Messung des O<sub>2</sub>-Gehaltes ist damit nicht überflüssig sondern auch wichtig zur Einhaltung des Luftüberschusses bei der Verbrennung.

Die Zugabe der Sekundärluft richtet sich nach der erreichbaren Feuerraumtemperatur und nach dem Rest-O<sub>2</sub> im Rauchgas.

Die Sekundärluft muss langsam verändert werden bis der gewünschte O<sub>2</sub> Gehalt in einen Beharrungszustand kommt. Dabei ergibt mehr Sekundärluft eine Erhöhung des O<sub>2</sub> Gehaltes im Rauchgas. Ab einer festgelegten max. Feuerraumtemperatur sollte die Sekundärluft unabhängig vom O<sub>2</sub> Gehalt nach der Feuerraumtemperatur geregelt werden. Eine Erhöhung der Sekundärluft führt dabei zu einem Absinken der Feuerraumtemperatur bzw. Erhöhung des O<sub>2</sub> Gehaltes im Rauchgas.

## Druck Sekundärluft.

Wichtig ist das man die Luftmengen dahin bringt wo sie benötigt wird.

Sehr wichtig ist auch, dass eine Vermischung der Luft mit den Feuerungsgasen nur sehr zäh erfolgt und man deshalb hohe Luftgeschwindigkeiten (Wurfweiten/Verwirbelungen der Luft) an der Ausblasdüse der Sekundärluft benötigt. Höhere Feuchtigkeiten des Brennstoffes erschweren durch Bildung von Inertgas zusätzlich die Verbindung mit den Feuerungsgasen.

Eine gute frühzeitige Vermischung und damit Brennbarkeit der Feuerungsgase ist angebracht da dadurch fehlende Ausbrandzeit und Ausbrandraum ersetzt werden können.

Bei einer anderen Luftmenge an der Sekundärluftdüse hat man aber gleich schon wieder andere Druckverhältnisse und damit andere Strömungsgeschwindigkeiten.

Die Art der Einbringung der Sekundärluft wird immer ein Kompromiss sein und bleiben.

Was man will ist eigentlich nicht ein Druck auf der Luftleitung sondern ordentliche Verbrennungsabläufe. Die hat man bei Holz aber nur wenn man Temperaturen über ca.610°C (Zündpunkt von CO) hat und das im gesamten Brennereich.

Hier sollten eigentlich zu einer optimalen Verbrennung Temperaturen zwischen 900...1100°C angestrebt werden. (Messung nicht direkt in der Flamme)

Höhere Temperaturen verbieten sich wegen der höheren thermischen Belastung der Brennkammer und der Gefahr der Schlackebildung.

Ist aber mit der Bauform eines VIGAS mit normalem Holz schlecht zu erreichen.

## O<sub>2</sub>/CO Regelung einer Holzvergaserfeuerung

Bis jetzt gibt es ja die unterschiedliche Meinung nach welchen Kriterien man eine Holzfeuerung regeln kann/muss.

Holz besteht bis zu 80% aus flüchtigen Bestandteilen welche bei Temperaturen über 200...300°C frei werden

Die Verbrennung dieser Gase sollte in einem ungekühlten Raum erfolgen und die Wärme erst nach vollständiger Verbrennung an das Heizmedium (Wasser) abgegeben werden.

Zur Verbrennung der Holzgase wird Temperatur (>800°C), Raum (ergibt sich durch Leistung und Zeit) und Zeit (Ausbrandzeit im Idealfall ca. 4...5Sec.) benötigt.

Genau wie bei Öl oder Gas muss die Luftzugabe im Luftüberschuß (Lambdawert >1) erfolgen. Je feiner man den Brennstoff zerstäuben kann umso niedriger kann man den Luftüberschuß fahren. Bei Öl/Gas kann man bis unter Lambda 1,1 gehen.

Bei Holzverbrennung in einem HV wird je nach Heizwert und Feuerungsbauart der Wert um 1,3 (ca. 4,8 Vol% O<sub>2</sub>) und höher liegen. (Einschränkungen siehe unten) Für den Normalbetrieb sollte man wegen der ständigen Änderung der Ausgasung des Brennstoffes Holz von dem möglichen tiefsten O<sub>2</sub> Wert etwas Abstand nach oben halten. Messungen des Schornsteinfegers gegenüber Messungen mit einer Lambdasonde liegen etwa 1...3Vol.% höher wegen der vorhandenen Feuchte im Rauchgas.

Geht man tiefer mit dem Lambda-Wert wird es irgendwann einen sprunghaften Anstieg von CO geben. Steigert man den Lambdawert wird der CO Gehalt in einem bestimmten Lambdabereich gleich bleiben und dann wieder ab einem zu hohen Lambdawert wieder stark ansteigen. (Die Verbrennungstemperatur ist dabei unter die sichere Zündtemperatur von CO gefallen)

Wie man aus der obigen Erklärung ersehen kann steigt der CO bei steigendem und bei sinkendem Lambdawert. Damit ist der CO Wert allein zum Regeln nicht geeignet.

Eine Regelung nach dem Rest-O<sub>2</sub>-Gehalt im Rauchgas ist dagegen eine eindeutige Aussage.

Der von mir einmal genannte Wert von 5...6Vol.% O<sub>2</sub> als Sollwert für eine O<sub>2</sub> Regelung bei HV ist nicht fest geschrieben sondern kommt aus der Überlegung das man für einen guten Wirkungsgrad einen möglichst geringen Luftüberschuß fahren sollte.

Natürlich mit der Einschränkung dabei einen möglichst niedrigen CO zu fahren gleichzeitig aber die Feuerraumtemperatur nicht in einem Bereich der Schlackebildung zu bringen.

Jetzt kann man natürlich überlegen wie man die Feuerraumtemperatur und den CO Gehalt in eine O<sub>2</sub> Regelung zusätzlich als Korrektur einbinden könnte.

Wird bei Industrieanlagen auch praktiziert, ist aber vom Regelungsaufwand recht hoch da ja eine O<sub>2</sub> Regelung alleine schon ausreicht um in einem vorgegebenen Verbrennungsraum eine dazu optimale Verbrennung zu erreichen (CO-Korrektur an Industriefeuerungen liegen bei Verbesserungen von 0,5...1%). Eine Verbesserung des CO-Wertes erreicht man aber auch durch baulichen Umbau der Feuerung.

Wichtig beim Kauf/Umbau eines Holzvergaser ist :

- Die Trennung und getrennte Regelung von Sekundär- und Primärluft.
- Regelung der Sekundärluft über Rest-O<sub>2</sub>-Gehalt im Rauchgas.
- Ausbrand der Feuerungsgase in einem „heißen“ Raum vor Abgabe der Wärme an die Heizflächen.