

Holzvergaserkauf /Umbau eines Holzvergasers!

Zuerst einmal :

ALLE Angaben ohne Gewähr!!!

Die Darstellung ist meine persönliche private Meinung und kann durchaus fachlich falsch sein!!

Inhaltsverzeichnis

Warum Holzvergaser?	2
Erste Maßnahmen	2
WICHTIG!	3
Warum Umbau?	3
Weitere Umbauten.....	4
Benötigte theoretische Gesamt-Luftmengen; Brennstoffmengen bei der Verbrennung:.....	5
Wichtiges um Störungen zu vermeiden:	6
Hydraulik einer Wärmeerzeugung mit einem HV	7
Pumpenauswahl, Verrohrung	8
Eine andere Vorgehensweise der Auslegung.....	8
Warmwassererzeugung.....	9
Grundeinstellungen Temperaturabsicherung HV	9
Einbringung des Saugzuges in die Regelung eines HV.	10
Luftführung.....	10
Regelung des Luftstromes	10
Primärluft.	11
Sekundärluft.	11
Druck Sekundärluft.....	11
O2/CO Regelung einer Holzvergaserfeuerung	12

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.

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

Bei beiden 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 und z.T. noch bin, stellt das kein Problem dar.

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

Die Ersatzteile waren: 1 Düse, verschiedene 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 Vermeculite 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.

12. Ein mechanischer Zugregler für den Kamin war von meiner alten Anlage noch vorhanden.
(Nebenluftvorrichtung)

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, wer das nicht hat, sollte einen Umbau in Eigenregie sein lassen.

Auch ganz wichtig: Schornsteinfeger vor allen Änderungen fragen!

Und zu guter Letzt: Keinerlei Gewähr über die von mir gemachten Angaben!

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/Nm³ (Grenzwert 4000mg).
Eigentlich alles OK, → trotzdem Umbau!

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

Damit der 14,9 kw Kessel als „Bestand“ und darf noch ein paar Jahre so betrieben werden. (bis 2025?)

Warum Umbau?

Hersteller werden ihre Anlagen immer optimal nach den im Moment gültigen Vorschriften bauen.
Da ist auch nichts gegen zu sagen.

Das waren bei meinem Kessel max. 4000mg CO. (Industrieanlagen laufen mit unter 50mg)

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 hier im Forum beschäftigen sich damit.

Weitere Umbauten

Der Entschluss für den 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 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 Rostkessel 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)
(Düse von Helmut, „HW55“, vielen Dank noch einmal)

Der Sicherheitstemperaturbegrenzer 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 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, sonst gibt es zuviel Qualm) dann Vergasungsraum füllen, Türen verschließen, 1 Abbrand läuft, je nach Brennstoff, bis etwas über 4 Stunden.

Das ist alles.

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

Der O₂ wird konstant gehalten durch Regelung der Sekundärluft.

War vorher 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 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 Temperaturfühler am Lambdacheck zeigt im Bereich von 200°C echt gemessen eine Temperatur von 160°C an.

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

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

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

Benötigte theoretische Gesamt-Luftmengen; Brennstoffmengen bei der Verbrennung:

Kesselleistung	10 Vol% O₂	5 Vol% O₂
15kW	34,5Bm ³ /h; 3,9kg/h	22,9Bm ³ /h; 3,7kg/h
25kW	57,5Bm ³ /h; 6,5kg/h	38,1Bm ³ /h; 6,3kg/h
40kW	92,0Bm ³ /h; 10,4kg/h	61,2Bm ³ /h; 10,8kg/h
60kW	138,1Bm ³ /h; 15,7kg/h	91,7Bm ³ /h; 15,1kg/h
80kW	184,1Bm ³ /h; 20,9Kg/h	122,3Bm ³ /h; 20,2kg/h

Bezugnahme bei der Rechnung:

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

Auch hier ist wieder zu beachten das am Anfang und bei Verbrennungsstörungen durchaus bis zu 100% mehr an Luft benötigt werden kann. (Bm³/h → Betriebs-m³ /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 200m³/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 „Falschlufthkanäle“ 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.

Noch etwas : Frischluftzufuhr zum Heizraum nicht vergessen! 150cm² freie Öffnung bei < 30kW.

Hydraulik einer Wärmeerzeugung mit einem HV

Die Festlegung der Heizlast als auch die erforderliche Speichergröße in Verbindung mit der Kesselleistung des HV kann mit „Heizleistung_.xlsx“ durchgeführt werden.*

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

Die von Solarbayer eingesetzte Wasserverteilung im Speicher (Gießkannenprinzip) erschien mir als technisch gute Lösung was ich nach jetzt über 2 Jahren Betrieb auch bestätigen kann.

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

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

Für was benötigt man eigentlich diese überall angebotenen teuren Spezial-Schichtspeicher??

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

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

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 Rücklauftemperatur nach oben in Abhängigkeit des Durchflusses (Der Laddomat ist ein „P-Regeler“ mit einer bleibenden Regelabweichung).

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

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

Beim Einsatz von 3-Wegemischer ist auf den Kvs-Wert zu achten. (Gilt bei allen Klappenverstellungen) Der Kvs-Wert ist ein Wert in m³/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 :

Kesselleistung	Wassermenge	GESCHWINDIGKEIT	Verrohrung
15kW	2187 Ltr/h	0,600m/sec.	1 ¼ Zoll
25kW	3645 Ltr/h	0,738m/sec.	1 ½ Zoll
40kW	5832 Ltr/h	0,734m/sec.	2 Zoll
60kW	8749 Ltr/h	0,654m/sec.	2 ½ Zoll
80kW	11665 Ltr/h	0,632m/sec.	3 Zoll

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.

Eine andere Vorgehensweise der Auslegung

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

Kesselleistung	Wassermenge	GESCHWINDIGKEIT	Verrohrung
15kW	1093 Ltr/h	0,523m/sec.	1 Zoll
25kW	1822 Ltr/h	0,500m/sec.	1 ¼ Zoll
40kW	2916 Ltr/h	0,590m/sec.	1 ½ Zoll
60kW	4374 Ltr/h	0,551m/sec.	2 Zoll
80kW	5832 Ltr/h	0,734m/sec.	2 Zoll

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

Sobald der Speicherrücklauf 80°C annimmt geht die Vorlaufemperatur des Kessels auf 92°C!

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.

Ein weiterer 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 ZirkulationXZ-30), komplett fertig mit elektronischer Steuerung, hydr. mit Anschluss 1“, macht da eigentlich einen recht guten Eindruck.

Grundeinstellungen Temperaturabsicherung HV

Ich fange mal mit der höchsten Temperatur an.

Der Temperaturbegrenzer, „STB“ genannt, schaltet die Beheizung bei einer Temperatur von 92...94°C ab und verriegelt die Wiedereinschaltung. 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 Befuerungen 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...86°C liegen.

Die Regelung „Rücklaufanhebung“ (siehe Abschnitt Hydraulik) wird so eingestellt, das eine Temperatur im Rücklauf von 72°C eingehalten werden kann. Dabei sollte, durch richtige Auslegung/Einstellung der Pumpe, sich eine Vorlauftemperatur von ca. 77... 78°C einstellen.

Der Temperatursprung beträgt damit 5...6°K.

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 Reserve gedacht wenn man den HV mal etwas zu voll gemacht hat.

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

92...94°C	ansprechen des Temperaturbegrenzers
92...94°C	ansprechen Thermische Ablaufsicherung (schließt wieder vollständig bei ca. 88...89°C)
85...86°C	Einstellbereich Sollwert Temperaturregler (wenn vorhanden)
78...84°C	Ladetemperatur für Reserve bei Überfüllung HV
72...78°C	normaler Lade-Temperaturhub Rücklauf zum Vorlauf des HV

Einbringung des Saugzuges in die Regelung eines HV.

Der Saugzug sollte die Funktion eines ständigen konstanten Druckes im Kamin gegenüber dem sich wechselnden Feuerungsgasen aufbringen.

Und sonst nichts.

Das kann man auch mit einer mech. Regelklappe im Kamin (besser Rauchrohr, zwischen Kessel und Saugzug) machen.

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

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.

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 wie Vigas die Kessel ausliefert, 1 Gebläse und nur die Sekundärluft fest einstellbar, ist gelinde gesagt recht be...scheidend.

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

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.

Weil ALLE elektronischen Regler für lineare Veränderungen gebaut sind.

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 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.

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 O₂-Messung im Rauchgas ist dieser Einsatzpunkt der Sekundärluft NICHT feststellbar da abhängig vom Heizwert des Brennstoffes.

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

Eine Messung des O₂-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-O₂ im Rauchgas.

Die Sekundärluft muss langsam verändert werden bis der gewünschte O₂ Gehalt in einen Beharrungszustand kommt. Dabei ergibt mehr Sekundärluft eine Erhöhung des O₂ Gehaltes im Rauchgas. Ab einer festgelegten max. Feuerraumtemperatur muss die Sekundärluft unabhängig vom O₂ Gehalt nach der Feuerraumtemperatur geregelt werden. Eine Erhöhung der Sekundärluft führt dabei zu einem Absinken der Feuerraumtemperatur

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.

Es 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 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. 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.

O₂/CO Regelung einer Holzvergaserfeuerung

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

Hier meine Standpunkte:

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 (4...5Sec.) benötigt.

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

Bei Holz wird je nach Heizwert und Feuerungsbauart der Wert um 1,3 (ca. 4,8 Vol% O₂) und höher liegen. (Einschränkungen siehe unten) Für den Normalbetrieb sollte man wegen der ständigen Änderung der Ausgasung des Brennstoffes Holz von dem möglichst tiefsten Wert etwas Abstand halten.

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-O₂-Gehalt im Rauchgas ist dagegen eine eindeutige Aussage.

Der von mir einmal genannte Wert von 5...6Vol.% O₂ als Sollwert für eine O₂ Regelung 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 fahren.

Jetzt kann man natürlich überlegen wie man die Feuerraumtemperatur und den CO Gehalt in eine O₂ Regelung zusätzlich als Korrektur einbinden kann.

Wird bei Industrieanlagen auch praktiziert ist aber vom Regelungsaufwand recht hoch da ja eine O₂ 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 dabei auch durch baulichen Umbau der Feuerung.

Wichtig bei einem Holzvergaser ist :

- Die Trennung und getrennte Regelung von Sekundär- und Primärluft.
- Regelung der Sekundärluft über Rest-O₂-Gehalt im Rauchgas.
- Ausbrand der Feuerungsgase in einem „heißen“ Raum vor Abgabe der Wärme.