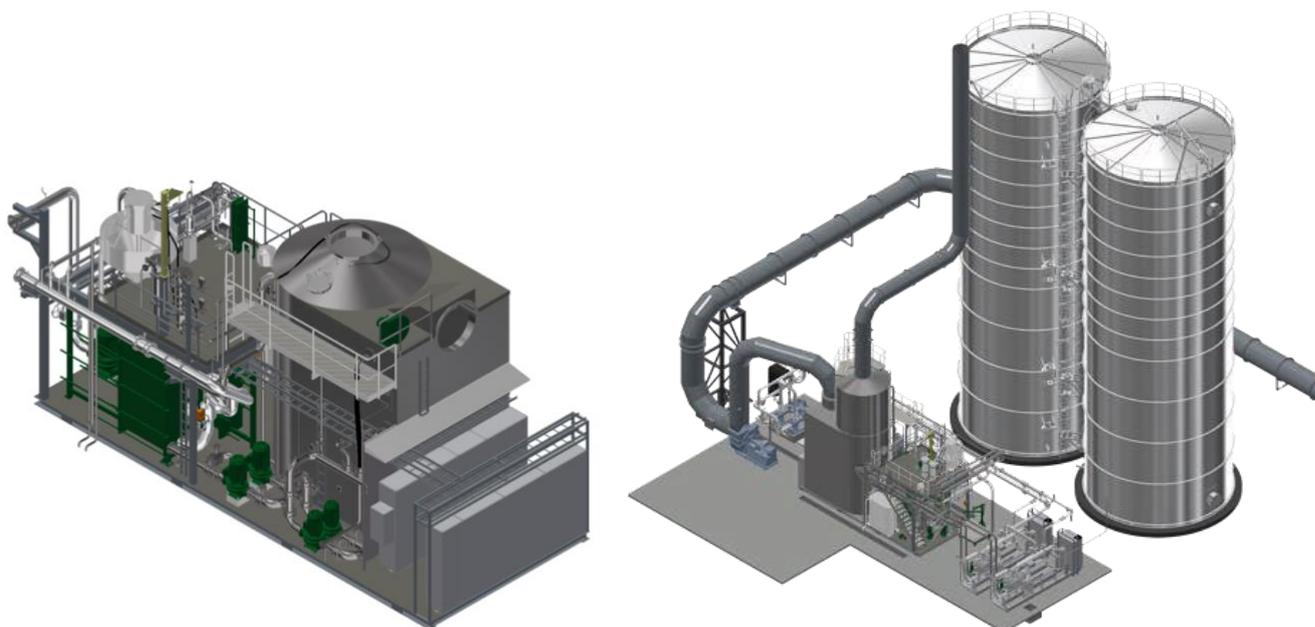


Effizienz- und Leistungssteigerung von Biomasseheizwerken durch den Einsatz innovativer Energierückgewinnungssysteme



Wilhelmer Daniel

WILHELMER DANIEL CONSULTING E.U.
NEUBAUGASSE 24
8020 GRAZ
ÖSTERREICH

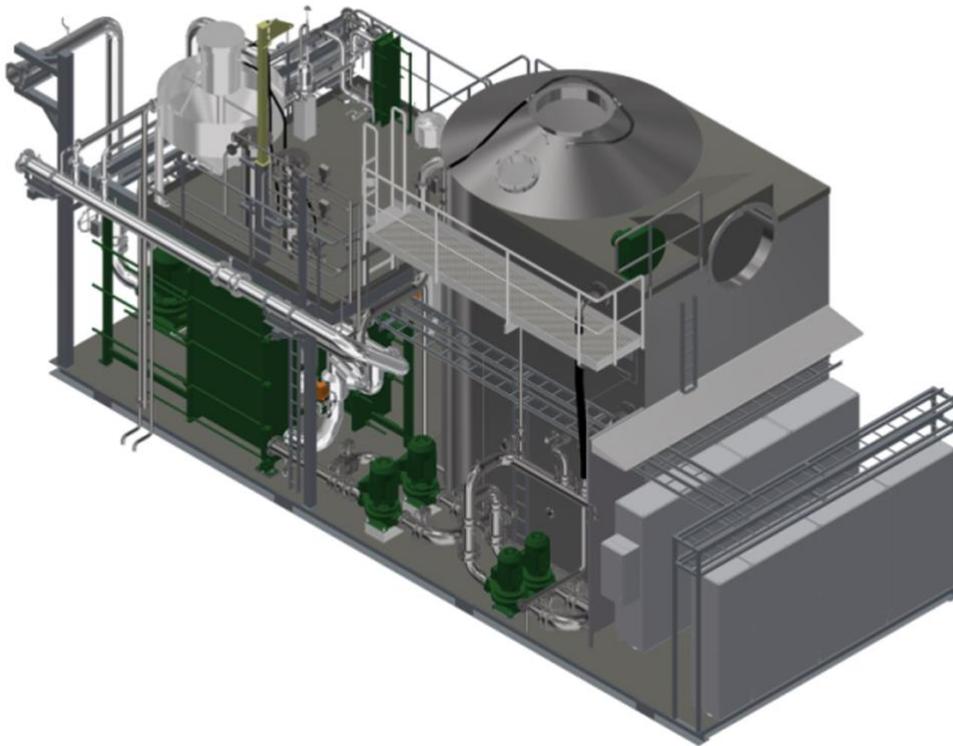
Inhaltsverzeichnis

1.	ZIELGRUPPE/ALLGEMEINE INFORMATIONEN	2
2.	GRUNDPRINZIP VON RAUCHGASKONDENSATIONSANLAGEN.....	4
3.	AUFBAU UND FUNKTION	5
4.	RAUCHGASWÄSCHER.....	6
5.	VORTEILE VON RAUCHGASWÄSCHERN	7
5.1)	GETRENNTE ZONEN:	7
5.2)	HOHE PARTIKELABSCHIEDUNG:.....	8
5.3)	GUTE KONDENSATQUALITÄT:.....	9
5.4)	GROBE WÄRMETAUSCHERFLÄCHE:.....	11
5.5)	GERINGER STROMVERBRAUCH:	12
5.6)	KEINE VERSCHMUTZUNG/KORROSION:.....	13
5.7)	KEINE LEGIONELLENBILDUNG:.....	13
5.8)	EINFACHE NACHRÜSTUNG VON ZUSÄTZLICHER WT-FLÄCHE:	14
5.9)	PREISE UND KOSTEN:	14
6.	PATENT VON CALIGO	17
6.1)	AUFBAU DES GESAMTSYSTEMS:.....	17
6.2)	FUNKTIONSWEISE:.....	18
7.	FINANZIERUNG ÜBER SIEMENS FINANZ SERVICE	19
8.	ARGUMENTE FÜR DIE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	20
8.1)	DEN BEGRIFF RAUCHGASWÄSCHER RICHTIG ERKLÄREN:	20

Ausgabedatum:	09.07.2024	Erstellt:	Wilhelmer Daniel
Revision:	V 2.0	Geprüft:	
		Freigegeben:	

1. Zielgruppe/Allgemeine Informationen

Dieser Report befasst sich mit Energierückgewinnungssystemen, welche die Brennstoffnutzung von Biomasseheizwerken deutlich verbessert. Das bedeutet, dass durch die Nachrüstung dieser Systeme mehr Energie aus dem Rauchgas genutzt werden kann und somit die Wärmegestehungskosten deutlich sinken. Dies kommt dadurch zu Stande, da bei den meisten Heizwerken ca. 40% bis 60% (Mittelwert 50%) der jährlich anfallenden Kosten auf den Brennstoffeinkauf zurückzuführen sind. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass bei einer möglichen Brennstoffeinsparung von 30% bis 40% die Wärmegestehungskosten deutlich fallen.



Quelle: CALIGO CSXBWT-Rauchgaswäscher

<https://www.caligoindustria.com/en/our-solutions/sawmill-solutions/>

www.waermeausholz.com

2

Aktuelle Marktsituation

Die Entwicklungen in den letzten Jahren sind bedenklich, speziell was den Bau von neuen Heizwerken angeht. Die Preise für Industriekessel, die auf Dauerbetrieb ausgelegt sind, haben sich im Durchschnitt um das 2,5 bis 3-Fache erhöht (Vergleichszeitraum 2010 bis 2015). Die Corona Pandemie und der Konflikt in der Ukraine haben diese Kosten zudem weiter stark angefacht. Wir tauschen uns regelmäßig mit Planungsbüros aus und diese bestätigen uns ähnliches, dass Neuprojekte im Moment sehr schwer finanzierbar sind, obwohl die Förderungen für diesen Bereich erhöht wurden.

Unser Unternehmens-Motto lautet wie folgt

Wie kannst du als Betreiber mit **überschaubaren Mitteln** das **Maximale erreichen**, um dein Heizwerkbetrieb zukunftssicher zu machen. Fakt ist nämlich, dass die letzten 20 Jahre wenig Innovation in der Kesseltechnik stattgefunden hat, da die Technologie ausgereizt ist. Aus unserer Sicht spricht nichts dagegen, dass eine Kesselanlage eine **Lebensdauer von 35 bis 50 Jahre** erreicht, wenn man mit unserer Hilfe einen **schonenden Anlagenbetrieb** realisiert. Dafür haben wir die letzten Jahre eine eigene Ausbildung ins Leben gerufen (<https://heizwerkoptimierung.waermeausholz.com/heizwaerter-profi>) wo Heizwärter lernen welche Möglichkeiten es gibt ihren Anlagenbetrieb selbst zu optimieren.

Wenn man investieren möchte, weil z.B. die Leistung der aktuellen Kesselanlage nicht mehr ausreicht, dann bitte in ein System, welches den **Brennstoffnutzungsgrad um 30 % bis 40 % steigert**. Das bedeutet, dass du durch denselben Einsatz von Hackgut **30 bis 40 % mehr Energie** erzeugt werden kann und du damit deine zukünftigen Leistungsengpässe beseitigen kannst. Solltest du keine Leistungssteigerung benötigen, da dein Fernwärmenetz schon maximal ausgebaut ist, macht es trotzdem sinn solche Energierückgewinnungssysteme wie sie hier beschrieben sind zu installieren, da du dir **30 bis 40 % Hackgut** einsparen kannst!

Des Weiteren sind diese Systeme mit anderen Komponenten (z.B. Pufferspeicher, Wärmepumpe, Luftregister) so kombinierbar sodass in den Übergangszeiten (Herbst, Frühling) die Wärmegestehungskosten nochmals drastisch gesenkt werden können. CALIGO hat dazu ein **Patent** entwickelt, dass unter **Abschnitt 6** näher beschrieben wird.

2. Grundprinzip von Rauchgaskondensationsanlagen

Du warst sicher schon einmal in einer finnischen Sauna bei 90°C oder 100°C. Wenn du die Sauna betrittst, ist es sehr warm, es ist aber noch einigermaßen erträglich. Wenn der Saunameister nun Wasser auf die heißen Steine gießt, verdampft das Wasser und es steigt die Luftfeuchtigkeit im Raum. Es fühlt sich gleich wärmer „schwüler“ an. Gleichzeitig beginnst du zu schwitzen, oder du glaubst es zumindest, weil deine Haut schnell feucht wird und Wassertropfen sichtbar sind. In Wahrheit ist vieles dieser Flüssigkeit lediglich kondensiertes Wasser aus der Luft und kein Schweiß. Wenn der Saunameister nun mit dem Handtuch zu wedeln beginnt, wird es schlagartig brennend heiß und es fühlt sich an, als ob jemand mit Nadeln auf deine Haut einsticht.

Was passiert hier also?

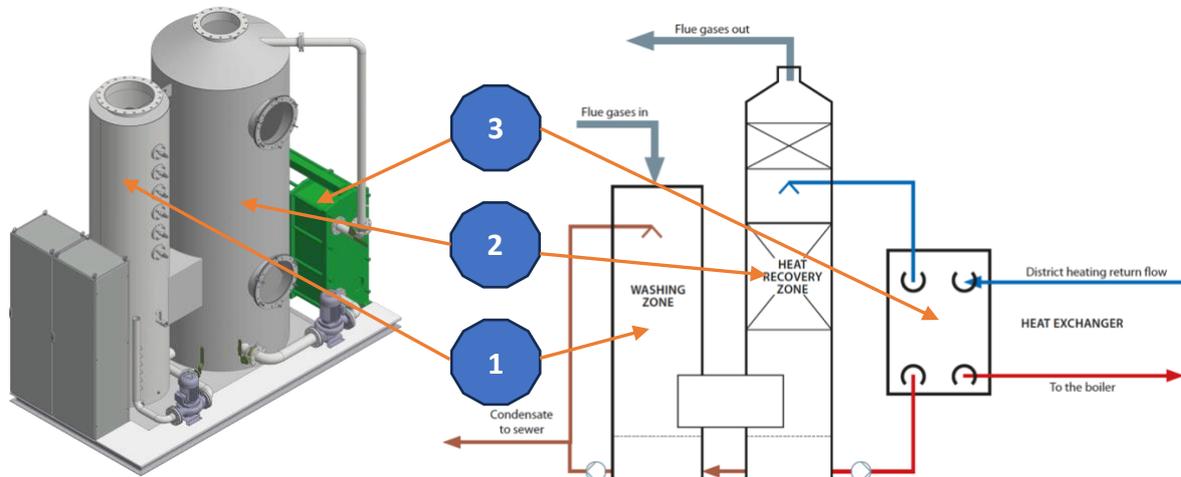
Ganz einfach gesagt wird viel feuchte Luft in kurzer Zeit auf deine Haut befördert. Es wird somit viel Wasser auf deiner kühlen Haut (Hauttemperatur ca. 30 bis 32°C) kondensiert und somit viel Energie auf diese übertragen. Deshalb fühlt es sich so schmerzhaft an. In einer Rauchgaskondensationsanlage wird genau dieser Effekt genutzt und die Energie des Wasserdampfes (über einen Wärmetauscher) der sich im Rauchgas befindet zu nutzen und nicht über den Kamin ungenutzt ins Freie zu blasen.



bernardbodo / gettyimages

3. Aufbau und Funktion

In der einfachsten Version besteht eine Rauchgaskondensationsanlage aus zwei Teilen. Der erste Teil ist die sogenannte Rauchgasquenche, der zweite Teil der sogenannte Kondensator.



Quelle: CALIGO Industria

Quelle: CALIGO Industria

Das Rauchgas strömt von oben in die Quenche (1) und wird in der sogenannten Waschzone mit feinem Wassernebel besprüht. Im Anschluss gelangt das Abgas über die Zwischenverbindung (rechteckiger Verbindungskanal im unteren Teil der Anlage) in die eigentliche Kondensationsanlage (2). In dieser wird von oben über Düsen Wasser versprüht, welche wie in einer Dusche nach unten regnen. Im Kondensationsteil (2) der Anlage ist zudem eine sogenannte Wäscher-Packung verbaut. Diese besteht aus unzähligen Edelstahlköpern (siehe Seite 11), welche aus Blech gefertigt sind. Diese haben die Aufgabe einerseits die Wärmenergie aus dem Rauchgas zwischenzuspeichern und andererseits das Rauchgas sehr oft umzulenken damit dieses maximal von Staub befreit werden kann.

Die Wassertropfen fallen im Anschluss auf den Boden der Kondensationsanlage ins Auffangbecken. Das Wasser wird mittels einer Pumpe vom Auffangbecken über einen Plattenwärmetauscher (3) geführt. Das warme Wasser aus dem Wäscher gibt somit die Energie an den Plattenwärmetauscher ab, der wiederum direkt an den Netzurücklauf des Fernwärmenetzes angeschlossen ist bzw. an einer zusätzlichen Wärmepumpe. Durch den Einsatz einer Wärmepumpe kann die durchschnittliche Wärmeausbeute von 15 % (direkter Anschluss an Netzurücklauf) auf **30 bis 40%** erhöht werden.

4. Rauchgaswäscher

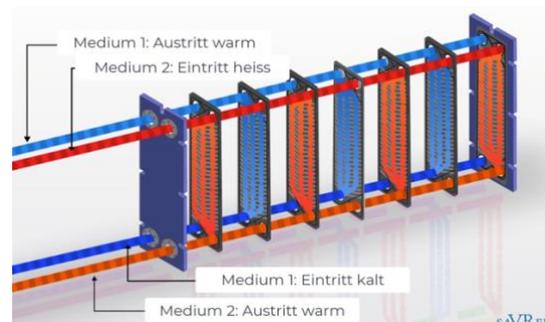
Es gibt unterschiedliche Ausführungen von Rauchgaskondensationsanlagen, die sich im Lauf der Jahre entwickelt haben. Jeder Anlagentyp hat gewisse Schwachstellen, die man kennen muss, bevor man sich für ein System entscheidet. Die Ausführung als Rauchgaswäscher wie hier beschrieben, hat sich als sehr robust, wartungsarm und störungsfrei erwiesen, da hier die Problemstellen, die normalerweise beim Betrieb einer solchen Anlage vorhanden sind, nach Außen verlagert wurden und zudem auch während dem Betrieb leicht zugänglich sind. Des Weiteren hat die Ausführung aus Rauchgaswäscher sehr wenig Schweißnähte (ca. 93% geringere Schweißnahtlänge) da die Wärmeübertragung nicht über ein Wärmetauscherbündel (viele dünne Rohre werden zu einem Wärmetauscher verschweißt) erfolgt, sondern über einen geschraubten Plattenwärmetauscher der eine einfache Wartung ermöglicht.

Plattenwärmetauscher haben zudem den großen Vorteil, dass die Grädigkeit (Temperaturunterschied zwischen Rauchgasseite und Wasserseite) nur bei **ca. 1,5°C** liegt. Normale Kondensationsanlagen mit einem geschweißten Wärmetauscherbündel erreichen eine durchschnittliche Grädigkeit von ca. 4 bis 5°C, da Edelstahl im Vergleich zu normalem Baustahl (Schwarzstahl) eine wesentlich schlechtere Wärmeleitfähigkeit aufweist. Dies bedeutet physikalisch/energetisch gesehen, dass die Wärmeausbeute des Rauchgaswäschers durch den Plattenwärmetauscher **ca. 15 bis 25% höher** ausfällt im Vergleich zu konventionellen Kondensationsanlagen mit geschweißtem Wärmetauscher.

Zudem spielt die Anströmung (Rauchgas) des Wärmetauscherbündels eine große Rolle. Bei den meisten Herstellern solcher Kondensationsanlagen wird diesem Thema leider wenig Beachtung geschenkt und deshalb kommt es öfters zu **verminderten Wärmeausbeuten**, da nicht das ganze Wärmetauscherbündel genutzt werden kann. Bei **Rauchgaswäschern** gibt es dieses Phänomen nicht.



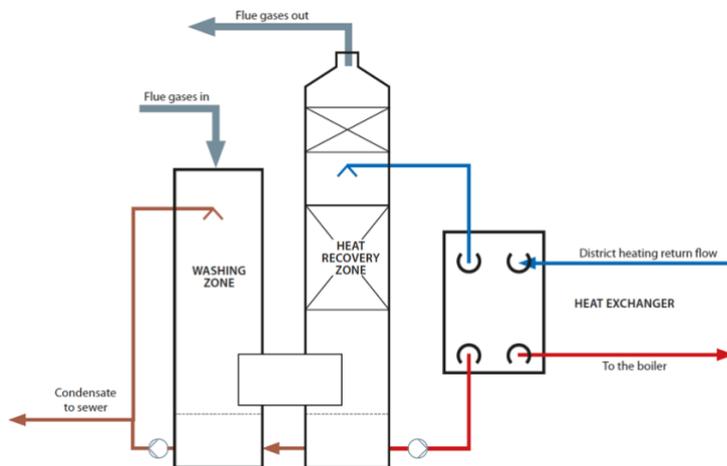
Geschweißtes Wärmetauscherbündel



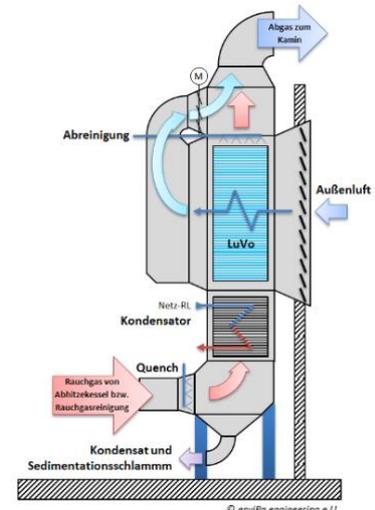
Explosionszeichnung Platten-WT

5. Vorteile von Rauchgaswäschern

Neben der zuvor genannten geringen Grädigkeit des Wärmetauschers, welche **15 bis 25%** Mehrertrag an Energie bedeuten haben Rauchgaswäscher im Vergleich zu anderen Systemen noch folgende Vorteile.



Ausführung der RGK als Rauchgaswäscher



Konventionelle RGK

5.1) Getrennte Zonen:

Bei der Ausführung als Rauchgaswäscher sind die beiden Zonen (Waschzone/Quenche und Kondensationsteil) voneinander getrennt. Das bedeutet, dass das stärker verschmutzte Wasser aus der Waschzone (hier ist das Abgas vom Kessel noch mit Staub belastet) über ein eigenes System permanent gefiltert werden kann, und somit den Bereich der Kondensation mit dem Plattenwärmetauscher **nicht verschmutzt**.

Schmutzwasser in Waschzone

Reinwasser Kondensationsteil



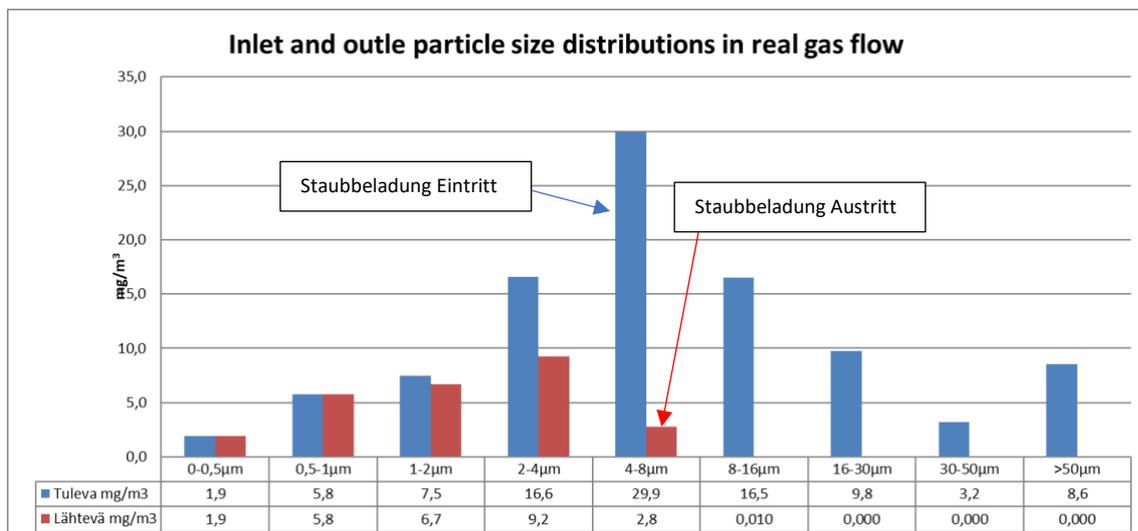
Quelle: CALIGO

www.waermeausholz.com

Bei konventionellen Rauchgaskondensationsanlagen wird das Schmutzwasser über den gesamten Wärmetauscher versprüht und sorgt für Effizienzverlust und unnötige Verschmutzungen.

5.2) Hohe Partikelabscheidung:

Die Firma CALIGO hat es geschafft die Staubabscheidung so zu optimieren, dass auch sehr feine Stäube effektiv abgeschieden werden können. Somit ist es teilweise möglich Anlagen ohne vorgeschalteten Elektrofilter zu betreiben und trotzdem die erforderlichen Grenzwerte von ca. 10 - 20 mg/Nm³ einzuhalten. Damit hat CALIGO es geschafft nicht nur die effizienteste Rauchgaskondensationsanlage zu entwickeln, sondern auch eine effektive Staubabscheidung speziell für Anlagen im Leistungsbereich von 1 bis 10 MW.



Quelle: CALIGO

Die blauen Balken zeigen den Staubgehalt des Abgases am Eintritt in die Anlage. Die roten Balken zeigen die Staubkonzentration am Austritt des Wäschers. Die Grafik zeigt, dass Feinstaub im Größenbereich von 2 bis 4 µm noch zu ca. 50% abgeschieden wird.

Vor der Bestellung einer solchen Anlage ist es erforderlich den Staubgehalt als auch die Partikelgrößenverteilung zu messen. Anhand der Daten kann dann ermittelt werden, wie hoch die Staubabscheidung tatsächlich ausfällt.

5.3) Gute Kondensatqualität:

Im Brennstoff befinden sich unzählige verschiedene Mineralstoffe und sonstige chemische Verbindungen. Speziell Schwefel und Chlor verursachen bei Kesselanlagen oftmals Korrosion da diese Säuren bilden. Dies zeigt sich durch eine rötliche Verfärbung im Wärmetauscher der Kesselanlage.



Diese Säuren müssen später in der Kondensationsanlage neutralisiert werden. Dies geschieht durch die Dosierung von verschiedenen Chemikalien wie z.B. Natronlauge. Es ist möglich das System von CALIGO so zu adaptieren, dass auch Schwermetalle (Blei, Quecksilber usw.) und andere Begleitstoffe effektiv abgeschieden bzw. gebunden werden. Generell kann man sagen, dass Schwefelsäure und Salzsäure als auch Ammoniak (Wird bei der NO_x Reduktion verwendet) mit der Standardausführung zu 95 bis 99% abgeschieden/neutralisiert werden.

Folgende Tabelle zeigt die Analyse einer Kondensatprobe eines Sägewerks in Finnland. Anhand einer Brennstoffanalyse inkl. der Analyse des Feinstaubes kann bei Neubausprojekten ermittelt werden, welche Kondensatqualität erreichbar ist. Die Kondensatqualität und damit einhergehend die Kondensataufbereitung werden in Zukunft immer wichtiger, da die behördlichen Auflagen dazu strikter werden.

		Target	Caligo	Note
Volume flow	m ³ /day		170	
Temperature	°C	<30	<30	
TSS (=MEST)	mg/L	100	<10 hourly average	
COD (=DCO)	mg/L	125	<125	Not guarantee
AOX	mg/L	0,5	<0,5	Not guarantee
pH	-		5,5 - 8,5	
Hydrocarbons	mg/L	10	N.A	
N total	mg/L	30	>500	
P total	mg/L	10	<10	
Pb	mg/L	0,1	<0,1	
Hg	mg/L	0,02	<0,02	
Ni	mg/L	0,5	<0,5	
Cd	mg/L	0,05	<0,05	
Zn	mg/L	0,8	<0,8	
Cu	mg/L	0,05	<0,05	
Cr	mg/L	0,05	<0,05	
SO ₄	mg/L	2000	<2000 (conditional)	Minimum flue gas humidity 15,3%-vol, max S in fuel 0,05%-m
SO ₃	mg/L	20	<20 (conditional)	
S	mg/L	0,2	<0,2	
F	mg/L	30	>60	

TSS = Gesamtmenge an Schwebstoffen

COD = Chemischer Sauerstoffbedarf

AOX = Halogenierte organische Verbindungen („Es können flüchtige Substanzen wie Trichlormethan (Chloroform), Chlorphenole und Chlorbenzole oder komplexe organische Moleküle wie Dioxine und Furane sein. Die meisten AOX sind chlorhaltige Moleküle, es können aber auch Brom- und Iod-AOX vorkommen.“)

Zusätzliche Kondensataufbereitung:

Je nach erforderlicher Kondensatqualität ist es möglich das Kondensat weiter aufzubereiten, bevor es in die Kanalisation eingeleitet wird. Diese Systeme werden nach den individuellen Anforderungen des Kunden ausgelegt:

- NH₄-Reduzierung (Luftstrippung)
- NO₃-Reduzierung (selektive chemisch aktivierte Filtration oder Ionenaustausch)
- SO₄-Reduzierung (selektive chemisch aktivierte Filtration)
- Schwermetallreduzierung durch chemische Behandlung

5.4) Große Wärmetauscherfläche:

Durch die Konstruktion als Rauchgaswäscher inkl. der im Kondensationsteil befindlichen Wäscherpackung wird der Wassertropfenmitriss stark reduziert da geringe Strömungsgeschwindigkeit im Wäscher vorherrschen im Vergleich zu konventionellen Rauchgaskondensationsanlagen mit Wärmetauscherbündel. Des Weiteren wird das Rauchgas durch die Wäscherpackung stark umgelenkt und gibt die Wärme effektiv an die Edelstahlkörper ab. Diese Edelstahlkörper bilden eine Wärmetauscherfläche die ca. dem **3 bis 5-fachen** einer konventionellen Rauchgaskondensationsanlage entspricht. Somit verbleibt die Energie im Wäscher und wird nicht unnötig über den Rauchgasweg hinausbefördert. Der Druckverlust im Gesamtsystem ist zudem um ca. **25 bis 35% geringer** als bei konventionellen Rauchgaskondensationsanlagen, was wiederum eine Stromeinsparung mit sich bringt.



Das Bild zeigt die Wäscherpackung (Edelstahlkörper) von unten.

5.5) Geringer Stromverbrauch:

Ein bedeutender Stromverbrauch ist der Quenche zuzuschreiben. Systeme am Markt die ebenfalls nach diesem Prinzip arbeiten, jedoch über keine Wäscherpackung verfügen haben den Nachteil, dass sie ein wesentlich feineres Sprühbild benötigen (Damit das gesamte Rauchgas über den kompletten Querschnitt der Kondensationsanlage mit Wassertropfen besprüht werden kann). Dafür sind Hochdruckdüsen notwendig, die einen **erheblich höheren Pumpenleistung** benötigen. Die erforderliche Pumpleistung variiert sehr stark und liegt abhängig vom Fabrikat im Bereich von 20 bis 50 $\text{kW}_{\text{el}}/\text{MW}_{\text{thermisch}}$ (Kesselleistung). Zudem sind solche Systeme, da sie auch über keinen Filter verfügen, anfällig für Düsenverstopfungen. Jede verstopfte Düse, die nicht mehr funktioniert oder dessen Sprühbild verschlechtert wird (größere Tropfen) hat zwangsläufig negative Auswirkungen auf die Energierückgewinnung.

CALIGO hat diesen Bereich an die Wäscherpackung ausgelagert. Diese übernimmt die Funktion der Mischung des Rauchgases mit Wasser und somit können Düsen mit einem größeren Sprühbild verwendet werden. Der Stromverbrauch, was die Quenche betrifft sinkt somit auf lediglich **7 bis 12 $\text{kW}_{\text{el}}/\text{MW}_{\text{thermisch}}$** (Kesselleistung)



Gutes Sprühbild (Quelle: Voigt+Wipp)



Schlechtes Sprühbild (Quelle: Voigt+Wipp)

5.6) Keine Verschmutzung/Korrosion:

Das Trockenlaufen der Kondensationsanlage wird bei Wäschern vermieden. Das Problem bei konventionellen Rauchgaskondensationsanlagen ist, dass bei Überschreitung des Taupunktes, das Wärmetauscherbündel trocken läuft. Das bedeutet, dass Wasser nicht mehr kondensiert werden kann. Das passiert z.B. wenn der Netzurücklauf auf über 60°C ansteigt. In diesem Fall kondensiert lediglich die Schwefel- und Salzsäure, welche das Wärmetauscherbündel in Kombination mit der in der Flugasche befindlichen Substanzen/Mineralien schädigt. Zusätzlich steigt der Reinigungsaufwand am Wärmetauscherbündel da sich dieses verklebt und zusetzt. Die Wärmeübertragung nimmt ab und die Energieausbeute aus der Kondensationsanlage sinkt signifikant.

Der Rauchgaswäscher wird auf Grund seiner Technologie und Bauform immer nass betrieben. Somit sind Störfälle diesbezüglich ausgeschlossen.



Verstopftes und korrodiertes Wärmetauscherbündels

5.7) Keine Legionellenbildung:

Dabei handelt es sich um eine oft nicht berücksichtigte Gefahr, die in Wäschersystemen zwangsläufig entstehen können. Der Aufbau des CALIGO-Wäschersystems in Kombination mit der intelligenten Regelung sorgt dafür, dass sich unter keinen Umständen Legionellen vermehren können. Dies ist bei keinem uns bekannten System am Markt sicher gewährleistet.

- Grund 1 für Legionellen: Wenn die Anlage außerhalb des Taupunktes betrieben wird, verbraucht es Wasser und es kann somit vorkommen, dass Frischwasser von außen das Kondensat mit Legionellen animpft.

- Grund 2 für Legionellen: Das System ist so konstruiert, dass im Sammelbecken Temperaturen kleiner 50°C vorherrschen und sich somit Legionellen vermehren können.

5.8) Einfache Nachrüstung von zusätzlicher WT-Fläche:

Bei klassischen Rauchgaskondensationsanlagen können die Wärmetauscherflächen nicht einfach vergrößert werden, da einerseits meist der Platz fehlt und andererseits das Wärmetauscherbündel sehr teuer ist. Bei CALIGO werden einfach mehr Platten in den Wärmetauscher gesetzt, da dieser lediglich verschraubt ist. Preislich ist man hier bei 5 bis 10% der Kosten im Vergleich zu einem geschweißten Wärmetauscherbündel.

5.9) Preise und Kosten:

Je nach Projekt, und erforderlicher Anforderungen an die Kondensatqualität sind die Preise im Vergleich zu anderen Anbietern (Stand 2024) um ca. 15 bis 30% geringer. Die hohe Energierückgewinnung als auch die geringe Wartung und Störungsanfälligkeit machen diese Systeme zudem sehr attraktiv und wirtschaftlich. Anhand des Beispiels eines 1,9 MW Biomassekessel ist ersichtlich welche Energierückgewinnung möglich ist. Dieser kleine CALIGO-Wäscher ist bis zu einer Kesselgröße von max. 2,5 MW einsetzbar. Danach ist die nächstgrößere Bauform erforderlich.

<i>Caligo SHP Scrubber</i>		<i>Client:</i>		<i>Product: CSS105D11SHPOI220WTS16</i>						
		<i>Contact: Mikko Ahonen</i>		<i>Simulated: 28.5.2024</i>						
		<i>Site:</i>								
	<i>Unit</i>	<i>Point 1</i>	<i>Point 2</i>	<i>Point 3</i>	<i>Point 4</i>	<i>Point 5</i>	<i>Point 6</i>	<i>Point 7</i>	<i>Point 8</i>	<i>Point 9</i>
Boiler operating conditions:										
Boiler output power	MW	1,9	1,9	1,9	1,9					
Residual O2 in dry flue gases	%-dry	6,0	6,0	6	6,0					
Flue gas temperature before the scrubber	C°	190	190	190	190					
Flue gas flow	Nm3/h	5431	4437	5431	4437					
Fuel content:										
Fuel type		Wood chip	Wood chip	Wood chip	Wood chip					
Fuel moisture	%-m	55	35	55	35					
District heating:										
District heating mass flow	kg/s	12	12	12	12					
District heating return temperature	C°	55	55	55	55					
District heating temperature after the scrubber	C°	70,7	63,6	65	59,7					
District heating temperature after the boiler	C°									
Scrubber type:										
Scrubbing tower height	m	2,0	2,0	2,0	2,0					
Condensing tower	mm	1100	1100	1100	1100					
Heat pump type		OIP220	PIP220	N/A	N/A					
Number of heat pumps	pcs	1	1	0	0					
Scrubber heat recovery:										
Wet point	C°	70,8	65,1	70,8	65,1					
Flue gas temperature after the scrubber	C°	51,8	50,6	59,5	57,6					
Heat recovery	kW	797	432	505	234					
Heat recovery percentage	%	41,9	22,7	26,6	12,3					
Own electricity consumption	kW	105	63	9	9					
Total COPh		7,6	6,9	56,3	26,1					

Bei der Auslegung wurden folgende Randparameter zu Grunde gelegt. Der Wassergehalt des Brennstoffs liegt zwischen 55% (orange) und 35% (gelb). Die Rücklauftemperatur vom Fernwärmenetz beträgt konstant 55°C. Die Auslegung von Punkt 1 und Punkt 2 wurden mit einer zusätzlichen Wärmepumpe durchgeführt. Bei der Auslegung von Punkt 3 und Punkt 4 wurde als Wärmesenke nur der Rücklauf von 55°C herangezogen.

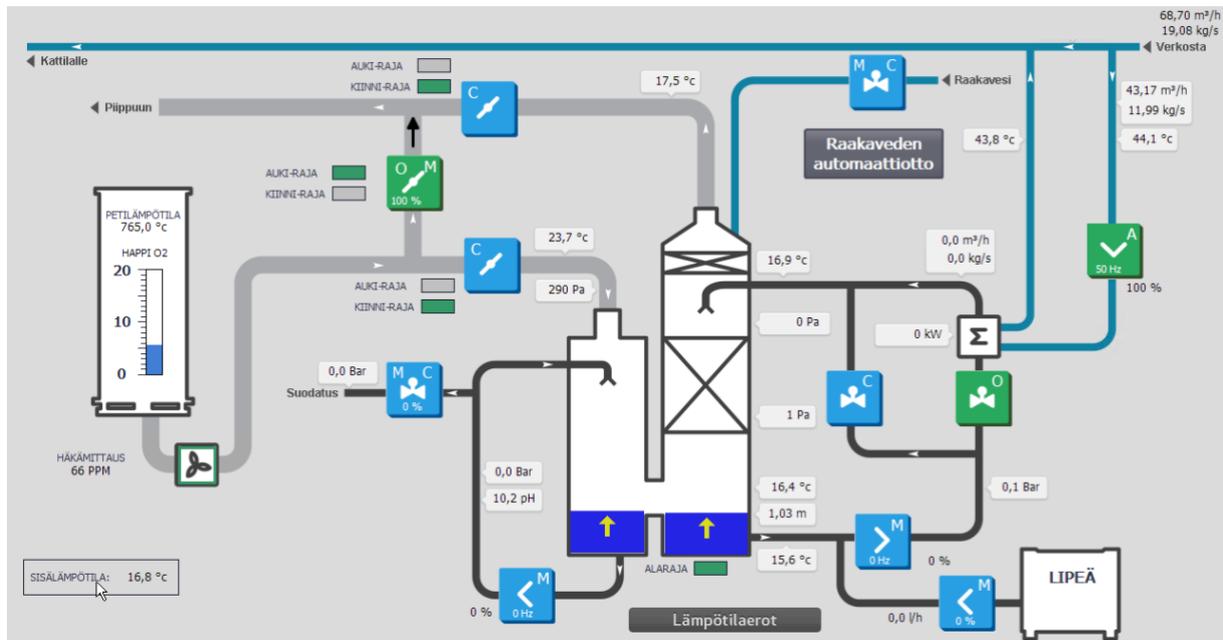
Kann der Netzurücklauf auf ca. 50°C gesenkt werden sinkt auch der Strombedarf der Wärmepumpe deutlich und der COP steigt auf 10,5 bis 11,5 an. Der zusätzliche Wärmeertrag, der maximal erreichbar ist, beträgt ca. **42%** bezogen auf die Kesselleistung.

Innovatives Regelungskonzept

Die innovative Regelung ist darauf ausgelegt, die Wirtschaftlichkeit des Systems permanent Anhand der relevanten Betriebsdaten sicherzustellen (RL-Temp., Wärmeausbeute, Netzabnahme, Brennstoffkosten, Energiekosten usw.) Das bedeutet, dass der Wäscher sowohl die Wasservolumenströme als auch die Wärmepumpe so ansteuert, dass die Wirtschaftlichkeit in jedem Betriebspunkt maximiert wird. Dies ist besonders in Zukunft interessant, wenn sich die Strompreise auf Tagebasis stark ändern.



CALIGO: Ansicht der Schnittstelle zur Datenprotokollierung und -analyse.



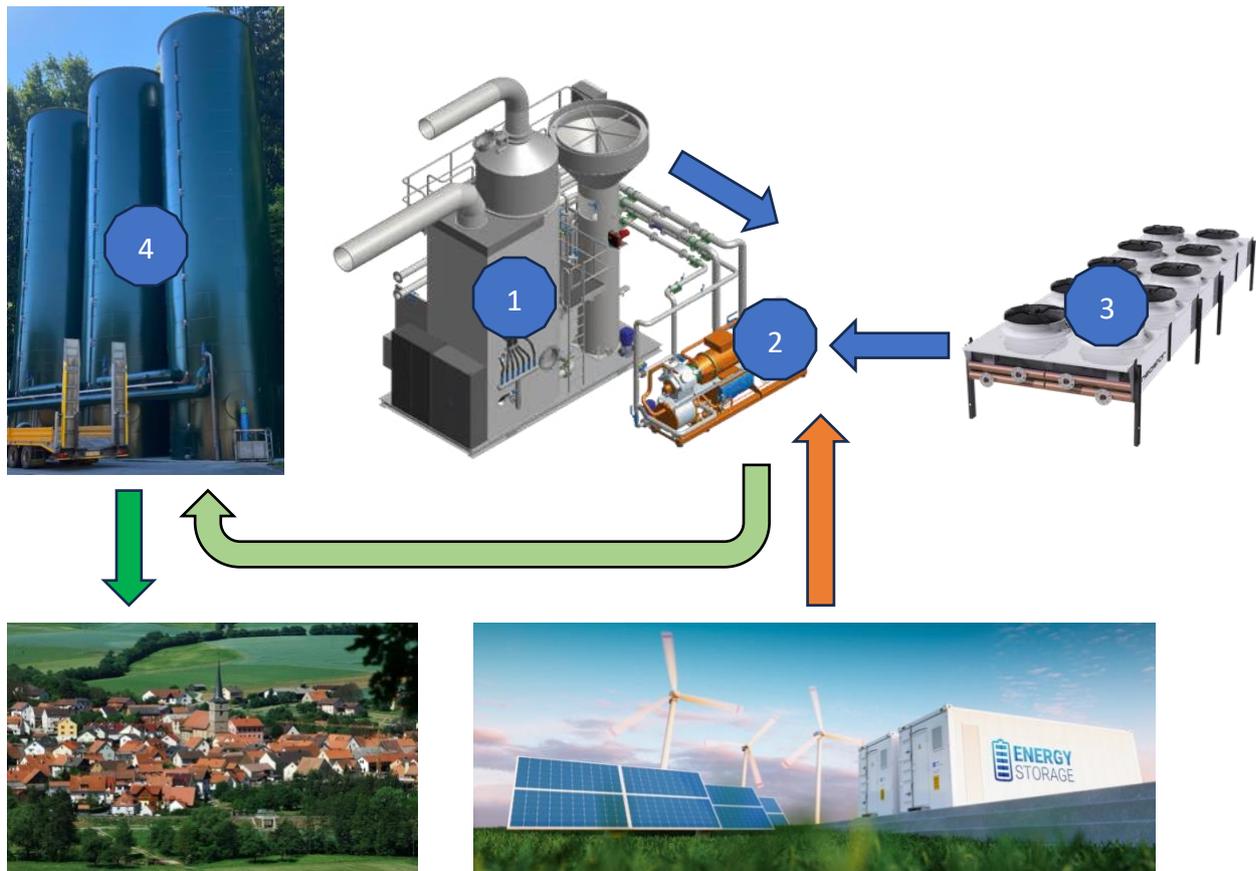
BEISPIEL-Seite der Bedienoberfläche des Wäschers. Dieselbe Ansicht wird sowohl auf den Touchpads am Schaltschrank vor Ort als auch auf der PC-Workstation verwendet.

6. Patent von CALIGO

CALIGO hat erkannt, dass es in Zukunft immer wichtiger wird Energie egal welcher Art sinnvoll zu nutzen. Daher hat sich das Unternehmen von der anfänglichen Entwicklung von Rauchgaswäschern weiterentwickelt und kann dadurch weitaus komplexere Anforderungen im Energiesektor erfüllen. Das nachfolgende **Patent** wurde speziell für Heizwerksbetreiber entwickelt die im Sommer eine gewisse Sommerlast bereitstellen müssen als auch in der Übergangszeit (September-Oktober, März-Mai) ihr Heizwerk durch die „Kraft der Sonne“ und des „Windes“ so effizient wie möglich betreiben wollen.

6.1) Aufbau des Gesamtsystems:

- Rauchgaswäscher (1)
- Wärmepumpe (2)
- Luftregister (3)
- Pufferspeicher (4)



www.waermeausholz.com

17

6.2) Funktionsweise:

Das System besteht wie in der vorherigen Grafik dargestellt aus einem Rauchgaswäscher, Wärmepumpe, Luftregister und Pufferspeicher. Je nach Jahreszeit wird das System wie folgt betrieben.

Sommerbetrieb:

In den Sommermonaten ist der Biomassekessel außer Betrieb. Die Wärmepumpe (2) nutzt die Energie der warmen Außenluft (3), um den Pufferspeicher (4) zu laden. Damit kann der geringe Wärmebedarf im Sommer der meistens 10 bis 20% des Winterbedarfs entspricht abgedeckt werden. Im Moment ist es so, dass gerade in den Monaten April bis Oktober viel Strom aus erneuerbaren Energieträgern wie Wind und vor allem Sonne zur Verfügung steht. Dieser günstige Strom kann in den Tageszeiten von 09:00 bis 15:00 kostengünstig (teilweise negative Strompreise) am Markt eingekauft werden um damit den Tagesbedarf an Wärme im Pufferspeicher zwischenzuspeichern.

Frühlings-/Herbstbetrieb:

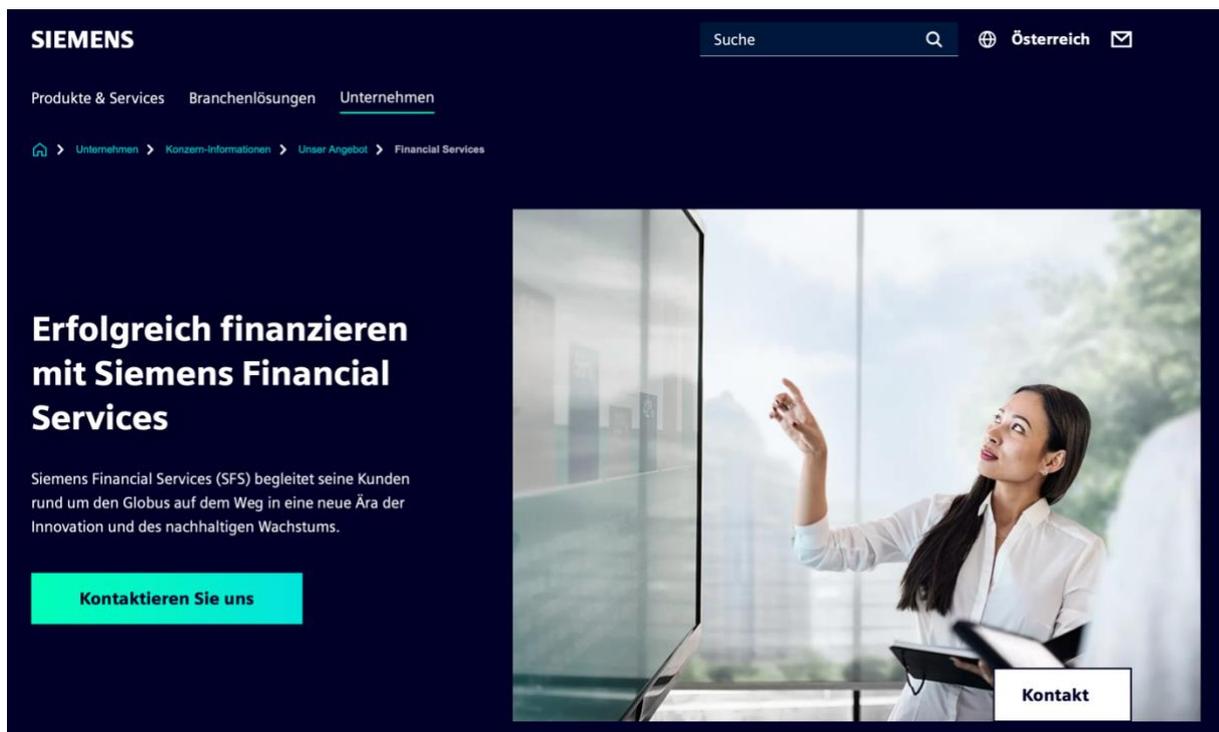
In diesem Zeitraum läuft der Biomassekessel im Teillastbetrieb. Je nachdem wieviel Wärme gerade im Fernwärmenetz benötigt wird, entscheidet das System von CALIGO, woher es die Wärme für die Wärmepumpe bezieht. Ist der aktuelle Strompreis günstig wird sowohl Energie aus dem Rauchgaswäscher (1) als auch über das Luftregister (3) der Wärmepumpe (2) zugeführt. Das Ziel sind immer die günstigsten Wärmegestehungskosten für den Kunden zu realisieren.

Winterbetrieb:

Im Winterbetrieb wird die Wärmepumpe fast ausschließlich über den Rauchgaswäscher betrieben. Manchmal kommt es jedoch vor, dass selbst in den Wintermonaten der Strompreis sehr günstig ist (z.B. Feiertagen) und die Außentemperaturen recht hoch (ca. 10°C) sind. In diesem Fall arbeiten ebenfalls beide Systeme parallel.

7. Finanzierung über Siemens Finanz Service

Auf Grund der Vielzahl von erfolgreich umgesetzten Projekten ist es möglich die Produkte der Fa. Caligo über die Siemens Finanz Service GmbH finanzieren zu lassen. Die Konditionen sind dabei im um einiges attraktiver als bei einer klassischen Finanzierung über die Hausbank. Im Zuge der Angebotslegung können Sie auch ein Finanzierungsangebot anfordern und dieses mit den Konditionen ihrer Bank vergleichen.

A screenshot of the Siemens website's 'Unternehmen' page. The header includes the 'SIEMENS' logo, a search bar with 'Suche', a location selector for 'Österreich', and a mail icon. The navigation menu shows 'Produkte & Services', 'Branchenlösungen', and 'Unternehmen'. A breadcrumb trail reads: 'Unternehmen > Konzern-Informationen > Unser Angebot > Financial Services'. The main content area features the headline 'Erfolgreich finanzieren mit Siemens Financial Services' and a sub-headline: 'Siemens Financial Services (SFS) begleitet seine Kunden rund um den Globus auf dem Weg in eine neue Ära der Innovation und des nachhaltigen Wachstums.' Below this is a red 'Kontaktieren Sie uns' button. To the right is a large image of a woman in a white shirt pointing at a large window. A white 'Kontakt' button is overlaid on the bottom right of the image.

8. Argumente für die Öffentlichkeitsarbeit

Das Thema Öffentlichkeitsarbeit ist ein nicht zu unterschätzendes Thema, wenn es um den Neubau oder Ausbau von Biomasseheizwerken geht. Speziell in Ortschaften, wo es noch kein Heizwerk gibt, sind die Bewohner meist skeptisch. Wenn man es schon mal geschafft hat ein Verständnis zu schaffen, dass der Rauch, der aus dem Kamin kommt, kein Rauch, sondern Wasserdampf ist, hat man schon viel erreicht.

Deshalb ist es notwendig den Bürgern zu erklären, dass sie sich keine Sorgen um die Emissionen/Rauchgas machen müssen. Die Emissionen wie CO, NO_x sind abhängig von der Verbrennung. Moderne Kesselanlagen weisen hier normalerweise keine Schwachstellen auf, wenn sie korrekt auf den Brennstoff und das Lastprofil eingestellt sind. Die Staubemissionen sind jedoch ein Punkt, der viel vom eingesetzten Brennstoff abhängt.

8.1) Den Begriff Rauchgaswäscher richtig erklären:

Wir als Fachleute wissen, dass fast jede Kesselanlage > 1MW mittlerweile einen Staubfilter (z.B. Elektrofilter) vorgeschaltet hat. Damit werden die Staubemissionen auf unter 20 mg/Nm³ reduziert. Der Rauchgaswäscher dient primär der Energierückgewinnung und als Nebeneffekt als **Staubabscheider**. Die zusätzliche Funktion als Staubabscheider, kann in der **Öffentlichkeitsarbeit** „besonders hervorgehoben“ werden.

Argument für Öffentlichkeitsarbeit:

„Obwohl es gesetzlich nicht vorgeschrieben ist, verfügt unser neues Heizwerk der Bioenergie-XYZ-GmbH über einen zusätzlichen **Rauchgaswäscher**, der wie der Name schon sagt das Rauchgas mit Hilfe von feinen Wassertropfen (z.B. Vergleich heranziehen mit der Dusche zu Hause. Darunter kann sich jeder etwas vorstellen) zusätzlich reinigt. Dadurch erreichen wir Emissionswerte die 5- bis 10-mal unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen. Das schafft sonst kein Heizwerk in dieser Leistungsgröße!“