

**VERFAHRENS- UND  
ANLAGEN-  
BESCHREIBUNG  
ZUR  
LUFTQUERSTROM-  
VERGASUNG**

## 1 Beschreibung des Verfahrens:

### 1.01 Entwicklung des Luft-Querstrom-Vergasungs-Verfahren

Die VER GmbH hat 1993 mit der Entwicklung eines neuen Vergasungsverfahrens zur energetischen Verwertung organischer Produkte begonnen. Im Herbst 1994 wurde in Freital bei Dresden eine Pilotanlage, die nach diesem Verfahren arbeitet, in Betrieb genommen.

Die Anlage hat eine Kapazität von 15 bis 30 kg/h und dient dazu, die Eignung unterschiedlicher Vergasereinsatzstoffe hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Aufbereitung zu testen, Auslegungsdaten für die Projektierung und den Bau größerer Vergasungsanlagen, bezogen auf konkrete Einsatzstoffe, zu ermitteln und Daten für das eventuell erforderliche Genehmigungsverfahren für solche Anlagen zu erarbeiten.

Im Jahr 1995 wurde eine Betriebsgenehmigung nach BImSchG für die Untersuchung von ca. 100 Abfallarten erteilt. Seit Februar 1996 werden im Kundenauftrag Untersuchungen u.a. mit aufbereitetem Restmüll, getrocknetem Klärschlamm und mit dem Standardbrennstoff SGF in der LQV-Pilotanlage durchgeführt.

Für diese neue Technologie der Luft-Querstrom-Vergasung hat die VER GmbH 1996 ein deutsches Patent erhalten.



Bild 1: LQV-Pilotanlage in Freital

## 2 Beschreibung der LQV-Pilotanlage

Die Pilotanlage besteht aus den Hauptkomponenten:

- Vergasungseinheit mit Brennkammereinheit und Ascheauffangbehälter
- Rauchgaswärmetauscher
- Rauchgasreinigung

Die Aufbereitung der eingesetzten Brennstoffe erfolgt außerhalb der Anlage. Die Zuführung und Dosierung des Brennstoffes wird in Hinblick auf die geringen Massenströme (bis 40 kg/h) gegenwärtig manuell durchgeführt.

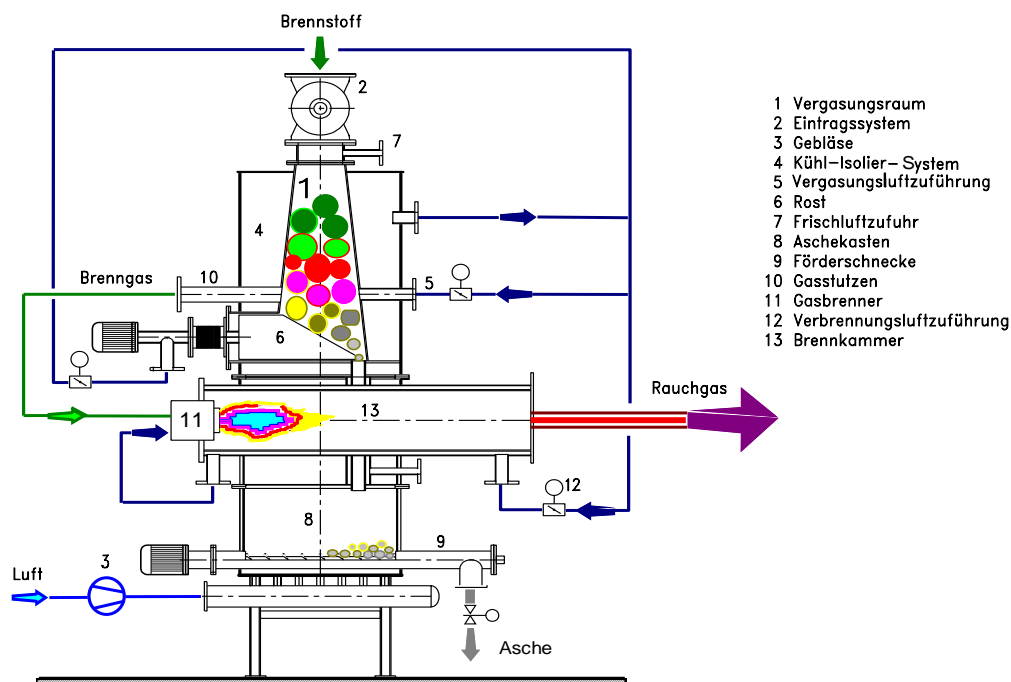


Bild 2: Schematischer Aufbau der LQV-Pilotanlage.

### 2.01 Vergasungseinheit

#### 2.01.1 Aufbau der Vergasungseinheit

Die Vergasungseinheit besteht aus den 3 Modulen:

Vergasungskammer / Brennkammer / Ascheauffangbehälter.

Durch den modularen Aufbau ist es möglich, den Vergasungsapparat sowohl mit als auch ohne integrierter Brennkammereinheit aufzustellen und zu betreiben. Diese Möglichkeit ist dann von Interesse, wenn z.B. das Brenngas aus mehreren Vergasungseinheiten in einer gemeinsamen Brennkammer verbrannt wird oder wenn das Gas aus einer oder mehreren Vergasungseinheiten anderweitig, z.B. in einem Gasmotor, genutzt werden soll.

## **2.01.2 Funktion der Vergasungseinheit**

### ***Vergasungskammer***

Die Vergasungskammer ist ein sich konisch nach unten erweiternder Schacht mit einem Volumen von 130 l (VA 130). Den oberen Abschluss bildet eine Kammerschleuse, durch die die Beschickung mit dem zu vergasenden Gut erfolgt. Den unteren Abschluss des Vergasers bildet das Rost. Dieses ist als bewegliches Stufenrost ausgebildet und hat zwei Aufgaben: einerseits wird durch die Schubbewegung die Asche des Brennstoffs zu dem seitlich angebrachten Ascheaustragskanal befördert, andererseits dient das Rost der Zuführung der unteren Vergasungsluft.

Die Zuführung der Vergasungsluft bzw. des Vergasungsmittels erfolgt an zwei unterschiedlichen Stellen. Die Hauptmenge, ca. 90 % der Vergasungsluft, wird seitlich einblasen, wodurch ein sogenannter Querstrom realisiert wird.

Der zweite geringere Anteil der Vergasungsluft wird über das Rost zugeführt. Die Aufgabe dieser sogenannten Rostluft ist es vor allem, für einen weitgehenden bzw. praktisch vollständigen Ausbrand des zu vergasenden Brennstoffes zu sorgen.

Der Austritt des Vergasungsgases befindet sich an der der seitlichen Luftzuführung gegenüberliegenden Seite.

Die Kühlung des Vergasers erfolgt durch ein zweischichtiges Kühl-Isolier-System. Durch dieses System wird die Gesamtluft (Vergasungs- und Verbrennungsluft) geleitet, die sich dabei erwärmt. Auf diese Weise werden die Wärmeverluste reduziert.

Das Anfahren der Anlage erfolgt über ein Heißluftgebläse, das die Brennstoffschüttung im Vergaser zündet. Danach erfolgt keine weitere Zufuhr von Hilfsenergie in den Vergasungsraum, der Prozess verläuft autotherm.

### ***Brennkammereinheit***

Die Brennkammereinheit ist unter der Vergasereinheit angeordnet. Das aus dem Vergaser austretende Gas wird einem speziellen Schwachgasbrenner zugeleitet. Die Verbrennungsluft dient zunächst zur Kühlung der Brennkammer und wird dabei weiter aufgewärmt, bevor sie ebenfalls dem Brenner zugeführt wird. Die Brennkammer ist so dimensioniert, dass bei einem durchschnittlichen Brennstoffdurchsatz die Verweilzeit des Rauchgases 2 s beträgt, was beim Einsatz belasteter Brennstoffe nach der 17. BImSchV gefordert ist.

Für den Fall, dass die Brennkammertemperatur 850 °C unterschreitet (während des An- bzw. Abfahrvorganges sowie bei Betriebsstörungen), wird durch einen Stützbrenner, der mit Propan betrieben wird, die sichere Zündung des Schwachgases gewährleistet.

Durch die Brennkammereinheit verläuft der Ascheschacht, durch den die Brennstoffasche aus dem Vergaser in den Ascheauffangbehälter fällt, ohne dass jedoch zwischen beiden eine Verbindung besteht.

### ***Ascheauffangbehälter***

Der unterste dritte Teil des Vergasungsapparates ist der Ascheauffangbehälter. In diesem wird die aus dem Vergaser durch den Ascheschacht der Brennkammereinheit fallende Brennstoffasche gesammelt. Der Ascheauffangbehälter ist konisch nach unten verjüngt und besitzt in der unteren Rinne eine Schnecke zum Ascheaustrag.

Durch einen Doppelmantel wird der Ascheauffangbehälter mittels der Gesamtluft gekühlt. Die Ascheschnecke wird durch einen Schieber verschlossen, der zyklisch zum Ausschleusen der Asche geöffnet wird.

## 2.02 Wärmeübertrager

Das Verbrennungsgas aus der Brennkammer gelangt in den Wärmeübertrager, wo dem heißen Gas die fühlbare Wärme entzogen wird. Als Kühlmedium in diesem Wärmeübertrager dient der Rücklauf des Heizungssystems am Anlagenstandort. Das Rauchgas verlässt den Wärmeübertrager mit etwa 100 °C. Außerhalb der Heizperiode erfolgt die Wärmeabgabe über einen Luft-Wärmeübertrager an die Umgebung.

Dem Wärmeübertrager nachgeschaltet ist ein Saugzuggebläse, das über den Wärmeübertrager, die Brennkammer und den Vergaser die gesamte Gasströmung bewirkt und das Rauchgas durch die nachgeschaltete Gasreinigung fördert.

## 2.03 Rauchgasreinigung

Die LQV-Pilotanlage besitzt eine zweistufige Rauchgasreinigung. Diese ist erforderlich, um bei der energetischen Verwertung von Abfällen die Forderungen der 17. BImSchV zu erfüllen. Beim Einsatz von unbelastetem Holz ist eine Rauchgasreinigung i.d.R. nicht notwendig.

Die erste Reinigungsstufe ist ein Aktivkoksfilter mit integriertem Staubfilter. In dieser Reinigungsstufe werden sowohl der Staub und die daran gebundenen Schadstoffe, als auch eine Reihe anderer Verunreinigungen aus dem Rauchgas weitgehend entfernt. Verbrauchter Aktivkoks, der mit Schadstoffen beladen ist, wird dem Vergasungsapparat als Brennstoff zugeführt, so dass dieser im Normalfall nicht als Abfall entsorgt werden muss. Die adsorbierten organischen Schadstoffe werden durch die Vergasung und anschließende Verbrennung des Gases zerstört und die anorganischen Schadstoffe weitgehend in die Brennstoffasche eingebunden. Nur in den Fällen, in denen der eingesetzte Brennstoff größere Mengen der leichtflüchtigen Schwermetalle Quecksilber und Arsen enthält, die nur in ungenügendem Maß in die Brennstoffasche eingebunden werden, ist eine Entsorgung des beladenen Aktivkoks erforderlich.

Die zweite Rauchgasreinigungsstufe ist ein basischer Wäscher. Bei der Verarbeitung chlorhaltiger Einsatzstoffe kommt es zur Bildung von Chlorwasserstoff. Da der Aktivkoksadsorber nicht in der Lage ist, den Chlorwasserstoffgehalt im Rauchgas auf den in der 17. BImSchV vorgeschriebenen Grenzwert zu reduzieren, ist dem Aktivkoksfilter eine Nasswäsche nachgeschaltet. In dieser Nasswäsche wird mittels einer etwa 5-%igen Natriumhydrogencarbonatlösung der im Rauchgas enthaltene Chlorwasserstoff entfernt. Schwefeldioxid wird durch diese Wäsche ebenfalls entfernt. Dabei entsteht eine Natriumchlorid/-sulfatlösung, die keinen Schadstoff darstellt.

### **3 Mess- und Regelkonzept**

Die LQV-Pilotanlage wird mittels einer Kleinststeuerung weitestgehend automatisch betrieben. Durch entsprechende Sensoren werden alle relevanten Prozessparameter erfasst, wie z.B. die Temperaturen im Vergasungsraum, Luftvolumenströme, Füllstände, Drücke und Schaltzustände von Armaturen. Dadurch ist die energetische und stoffliche Bilanzierung des Gesamtprozesses möglich.

Die Visualisierung der Prozessdaten und die Archivierung dieser Daten erfolgt mit einem nachgeordneten PC.

Abgesehen von wenigen Handeingriffen und der manuellen Beschickung des Vergasers mit Brennstoff erfolgt das Anfahren der Pilotanlage automatisch. Das Anfahrprogramm stellt die Prozessparameter her, die den Normalbetrieb der Anlage charakterisieren. Im Normalbetrieb reagieren verschiedene Regelkreise auf innere und äußere Störungen. Während der gesamten Betriebszeit werden kritische Parameter auf Grenzwertüberschreitung sowie der Zustand von Aggregaten überwacht. Bei Auftreten von Störungen wird je nach Schwere und Dauer der Störung entweder Alarm ausgelöst oder die Anlage automatisch abgefahren und ein gefahrloser Zustand hergestellt.

Folgende Regelkreise sind während des Normalbetriebes aktiv:

#### ***Reaktionstemperatur im Vergaser***

Die Temperaturmessung im Vergaser erfolgt über eine Temperatursonde (12 Messebenen). Damit kann das Temperaturprofil über den Vergaser dargestellt und die Lage der Reaktionszone bestimmt werden. Über die Variation des Vergasungsmittels bzw. durch Variation der Sauerstoffkonzentration wird die Reaktionstemperatur in der Nähe des Sollwertes gehalten.

#### ***Vergaserdruck***

Der Innendruck im Vergaser wird gemessen, die Einhaltung des gewünschten Drucksollwertes im Vergaser erfolgt über die entsprechende Einstellung der Drehzahl des Saugzuggebläses der Rauchgasreinigung. Ein Sollwert von -5 mm Wassersäule verhindert das Austreten von Schwelgas aus der Brennstoffschleuse.

#### ***Schwachgasverbrennung***

Die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration des bei der Schwachgasverbrennung entstehenden Rauchgases und die entsprechende Variation der Verbrennungsluftmenge in der Brennkammer werden optimale Verbrennungsbedingungen hinsichtlich CO-Konzentration und Verbrennungstemperatur hergestellt.

#### ***Füllstände im Vergaser und Ascheraum***

Die genannten Füllstände werden erfasst und angezeigt. Wie schon erwähnt, erfolgen die Brennstoffdosierung sowie die Ascheausschleusung derzeit manuell. Diese Vorgänge können aber durch Einfügen der entsprechenden Aggregate automatisiert werden.

---

### ***Rostbewegung***

Die Steuerung des Ascheaustrages bzw. des Ausbrandes erfolgt durch Variation der Rostbewegung. Die Steuerung der Rostbewegung erfolgt zeitabhängig.

### ***Rostluftmenge***

Um den Ausbrand zu optimieren wird über das Rost sekundäre Vergasungsluft zugeführt. Die Luftmenge wird im festen Verhältnis zur Hauptvergasungsluft gefahren.

### ***Heizungsregelung***

Die bei der Schwachgasverbrennung frei werdende Wärmeenergie wird durch den Rauchgaswärmetauscher in die Heizungsanlage des Anlagenstandortes eingespeist. Die Vorlauftemperatur wird im Bereich von 80 bis 90 °C konstant gehalten, um Kondensation im Rauchgasweg nach dem Wärmeübertrager zu verhindern.

Auf der Grundlage dieses Regelkonzeptes ist es möglich, einen unbeaufsichtigten Betrieb einer großtechnischen LQV-Anlage zu realisieren.

Das Rohgas strömt von unten in den WSK-Apparat und passiert dabei einen Düsenboden oder/und einen andersartigen Rohgasverteilterraum. Dieser Gasverteilterraum bewirkt eine gleichmäßige Anströmung des Wirbelschichtapparates und damit auch der Wirbelschicht.

**Bearbeitungsstand: Februar 2012**