

Kohle

Inhaltsverzeichnis

Der Kohlenstoff-Kreislauf im Wald.....	2
Kohle in die Erde.....	3
Terra Preta.....	4
Köhlerei 2.0.....	5
Das Grundprinzip.....	5
Pyrolyse und Holzvergasung.....	5
Holzgas-BHKW.....	7
Wirtschaftlichkeit.....	7
Modell „Heizungs-Grundlastbetrieb“.....	7
Modell „Strom-Spitzenlast-Betrieb“.....	8
Speicherung.....	8
Schlussfolgerung.....	8
Es gibt nichts Gutes.....	9
Bildteil.....	10

In der Natur laufen Prozesse häufig als Kreisläufe ab, die ein Gleichgewicht stabilisieren. Der bekannteste ist der Kreislauf des Wassers. Dazu will ich in Kürze schreiben.

Es ist eine Herzens-Angelegenheit, das Leben in Einklang mit diesen Natur-Kreisläufen zu bringen, statt durch deren Rücksichts-lose Störung den Fortbestand der Menschheit zu gefährden.

Daher der Titel Herz und Kreislauf.

Viel wird über Klimaschutz, Kohlendioxid, Emissionsminderung... geschrieben.

Es lohnt sich meiner Meinung nach, sich über Kohle(nstoff) ein paar Gedanken unter dem Aspektz des stabilisierenden Kreislaufs zu machen. Fangen wir mit der Betrachtung des ungestörten Kohlenstoff-Kreislaufs im Wald an.

Der Kohlenstoff-Kreislauf im Wald

Es ist nicht besonders spektakulär, nämlich Lehrstoff in den allgemein bildenden Schulen. Bei der Photosynthese-Tätigkeit stellen Pflanzen aus **Kohlendioxid** und **Wasser** unter Einsatz von **Sonnenenergie** Kohlenstoff-Verbindungen her und entlassen den Abfall – Sauerstoff – in die Luft.

Ich erlaube mir ein paar Vereinfachungen, die mir von den Fachleuten verziehen seien, weil dann die Genialität, nämlich Einfachheit dieses Prozesses und seiner Umkehrung – der Verbrennung von Holz – so deutlich wird.

Es gibt bei der Photosynthese nicht wirklich ein Sauerstoff-Problem, obwohl die Photosynthese permanent (nein, im Dunkeln nicht!) diesen „Abfall“ produziert. Abgesehen davon, dass wir den Abfall gern atmen, findet im Wald auch der Umkehrprozess zur Photosynthese statt: Pflanzenmasse verrottet auf dem Waldboden. Der gebundene Kohlenstoff wird wieder zu Kohlendioxid und der gebundene Wasserstoff zu Wasser. Dabei wird Sauerstoff verbraucht und Energie freigesetzt. Es gibt aber kein Kohlendioxid-Problem, weil...

Eben: **Kreislauf-Prozess.**

Es ist nicht einmal schädlich, wenn wir Holz aus dem Wald entnehmen, um es unter Nutzung der frei werdenden Wärme zu verbrennen – so zu sagen lagern wir den Verrottungsprozess aus – und dadurch das Kohlendioxid nicht vom Waldboden, sondern von unseren Schornsteinen emittiert wird. (Die Asche sollte wieder in den Wald, sonst verarmt er an Mineralstoffen.) Holzheizung gilt daher als „CO₂-neutral“.

Bis hier ist der Kohlenstoffkreislauf sehr überschaubar. Allerdings ist die Realität etwas komplexer. Wenigstens zwei natürliche Prozesse und ein menschlicher Eingriff nehmen zusätzlich Einfluss auf die Kohlenstoff-Bilanz:

1. **Humusaufbau**
2. **„Dauerhafte“ Entnahme von Holz** aus dem Wald für Bauzwecke etc.
3. **Kohle-Einlagerung** in die Erde (zu „Urzeiten“)

Mit der zuletzt genannten **Entstehung der fossilen Kohle** ist es etwas schwieriger. Ehrlich gesagt, kenne ich die dabei ablaufenden Prozesse nicht genau und lasse sie mir gern mal von jemandem erklären, der dabei war. Klar ist aber: damals wurde so zu sagen Kohlenstoff aus der Atmosphäre in die fossilen Lager „abgezweigt“ (anscheinend über sehr lange Zeiträume) und im 20. und 21. Jahrhundert wurden diese Lager in einer Manier, die für dieses Zeitalter typisch ist, weitgehend weggeputzt...

Die Ausbeutung der fossilen Lagerstätten (das gilt für Erdgas und Erdöl ähnlich wie für Kohle) setzte und setzt in sehr kurzen Zeiträumen relativ grosse Mengen Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid in die Atmosphäre frei (übrigens auch den in fossilen Energieträgern gebundenen Wasserstoff in Form von Wasser!), was zur jetzigen CO₂-Konzentration in Bodennähe von über 0,04% bzw. 400 ppm (parts per million) geführt hat. Anscheinend waren es vor der Ölzeit 300 ppm.

Keins der Produkte aus Photosynthese oder aus einer sauberen Verbrennung von Holz ist ein eigentlicher Schadstoff. Photosynthese und Verrottung/Verbrennung sind sich ergänzende Prozesse in einem Kreislauf, der ohne menschliche Eingriffe zu einem Gleichgewicht führt. Die CO₂-Problematik entstand durch ein Übermass der Verbrennungsprozesse ohne Ausgleich. In dieser Lage sind – so zu sagen Natur-widrig – vor allem Prozesse gefragt, die Kohlenstoff aus dem überschüssigen Kohlendioxid der Atmosphäre wieder in fester Form binden - „Sequestrierung“.

Bauen mit Holz und mit Holz-basierten Produkten stellt so zu sagen eine Zwischenlagerung (temporärer Speicher) von Kohlenstoff „ausserhalb der Atmosphäre“ dar. Dadurch bietet der Holzbau aus ökologischer Sicht eine hervorragende Chance, zur Reduzierung des CO₂-Gehalts in der Luft. Allerdings wäre auch das Bauen mit Kunststoffen dazu in der Lage, die so vor der Verbrennung oder oxidativen Zersetzung bewahrt werden¹. Es drängt sich die Frage förmlich auf, was mit den Baustoffen geschieht, wenn einst der Rückbau (Abbruch) der Gebäude fällig wird. Den Lösungsansatz beschreibt das spätere Kapitel „Kühlerei 2.0“

Kohlenstoff im Humus ist das Thema des folgenden Kapitels.

1 Ich will damit nicht sagen, dass mir kunststoffen genau so sympathisch sind wie Holz, aber ungeschminkte Wahrheit ist, dass das Verbauen von Kunststoff gegenüber dem Heizen mit Erdöl in der Kohlenstoff-Bilanz ähnliche Vorteile hat wie das Verbauen von Holz statt dessen Verbrennung.

Kohle in die Erde

Ein winziger Auszug aus den vielen Daten, die über Kohle(nstoff) und Kohlendioxid im Zusammenhang mit Klimawandel publiziert wurden²:

Vorkommen des Elements Kohlenstoff

Weltweit in lebenden Pflanzen gespeichert:	97 Tonnen/Einwohner
Weltweit in Böden gespeichert (Humus)	236 Tonnen/Einwohner
Gasförmig in der Erdatmosphäre enthalten (im CO ₂)	111 Tonnen/Einwohner
Jährlich wird durch Photosynthese aus der Atmosphäre gebunden:	17 Tonnen/Einwohner

Die chemischen Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlendioxid läuft nach Mengenanteilen so ab:

1kg Kohlenstoff und 2,66 kg Sauerstoff ergeben 3,66 kg Kohlendioxid

Praktisch für jene, die sich für die energetischen Aspekte des Prozesses interessieren: es werden dabei ungefähr 1kg SKE (**Steinkohleinheiten**) als Wärme freigesetzt, was etwa 8 Kilowattstunden entspricht³.

Kohlenstoff wird nicht nur den fossilen Lagerstätten entnommen und in Verbrennungsprozessen zu CO₂ gewandelt, er geht auch beim Humusabbau durch **ausbeuterische Bodenbewirtschaftung**⁴ und Abschwemmen von Humus „verloren“.

Abweichend von der hirnrissigen Idee (das ist meine Meinung), Kohlendioxid aus den Kraftwerken in unterirdischen Lagern vor der Atmosphäre zu verstecken, wäre ein Ansatz denkbar, der die Anregung aus dem Stoffkreislauf im Wald aufnimmt:

Kohle(nstoff) – elementar – zurück in die Erde!

- 2 Die Basisdaten stammen aus dem lesenswerten Buch „[Terra Preta](#)“ von [Ute Scheub](#) und anderen, ich habe mit Ihnen selbst weiter gerechnet. Da ich Zahlen, die weit über eine Million hinaus gehen, extrem schlecht greifbar finde, habe ich sie auf die Einwohner der Erde bezogen, so werden sie handlich
- 3 Kohle hat selbst eine Mass-Einheit für Energie geliefert und es braucht nur die Umrechnungstabelle, um die Kohle-Verbrennung energetisch zu bilanzieren!
- 4 durch Pflugeinsatz wird Oxidation von organischen Verbindungen angeregt, die erhebliche Mengen CO₂ in die Atmosphäre freisetzt. Siehe dazu http://www.weltagrabericht.de/fileadmin/files/weltagrabericht/Neuaufgabe/WegeausderHungerkrise_klein.pdf, Seite 34

Terra Preta

Das für mich beeindruckendste Beispiel für Kohlenstoffspeicherung im Boden ist die **Schwarzerde** in ehemaligen Siedlungen des Amazonas-Tieflandes – portugiesisch: Terra Preta. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind es mächtige Bodenschichten mit extrem hohem Gehalt an Kohlenstoff, der aus einer Landbau- und Siedlungskultur vor mehreren Tausend Jahren entstanden ist. Eine **Fäkalien-Kreislaufwirtschaft**, **Holzkohle von Feuerstätten** und vermutlich besondere **Mikroorganismen** spielten bei der Entstehung eine Rolle. Faszinierend an den Entdeckungen ist, dass die Fruchtbarkeit dieser Böden bis heute erhalten blieb. Es besteht der Verdacht, dass mit Terra Preta eine **nachhaltige** Bodenfruchtbarkeit erreicht werden kann, wie sie mit Mineraldünger-Gaben niemals funktioniert. Im Gegenteil „laugen“ diese aus völlig verdrehten Lehren von Justus von Liebig abgeleiteten, Natur-fernen Praktiken der „toten“ Düngung die Böden aus, wodurch Intensiv-Landwirtschaft fataler Weise eine Bedrohung für die Böden und die Welt ernährung geworden ist! Weltweit werden mittlerweile die Prozesse, die Schwarzerdeböden entstehen lassen, untersucht und Verfahren verfeinert, die in der zeitgemässen Landwirtschaft eingesetzt werden können. Ich habe drei sehr empfehlenswerte Video-Produktionen gefunden, die sehr anschaulich mit Terra Preta bekannt machen:

- [Die Wiederentdeckung der Terra Preta](#)
- [„Terra Preta“ - Wundererde für das Wendland](#)
- [Humusaufbau – Gerald Dunst bei den Humustagen 2011](#)

Ein treffender Begriff für die Wirkung des Kohlenstoffs in der Erde lautet „**Mikro-Habitat**“⁵. Die Porenstruktur der Kohle liefert Lebensraum für Mikroorganismen, die der Bereitstellung von Nährstoffen für Pflanzen sehr förderlich sind. Ein eigentlicher Nährstoff ist Kohlenstoff nicht. Die Pflanzen beziehen ihren Kohlenstoff ja aus der Luft! Weitere positive Aspekte des Kohlenstoffs im Boden sind:

- Bindevermögen für Pflanzennährstoffe und dadurch auch Verringerung der Nährstoff-Verluste der Böden
- Bindevermögen für Wasser und durch Entschärfung von Problemen mit Trockenheit und Überangebot an Wasser
- Bindevermögen für Schadstoffe, die dann weniger von den Pflanzen aufgenommen werden

Interessant ist auch, dass bei der Anwesenheit von Kohle die Fähigkeit der Böden, in den Umsetzungsprozessen nochmals mehr Kohlenstoff im Boden einzulagern und weniger CO₂ an die Atmosphäre abzugeben (Humusaufbau). SO wurde zum Beispiel festgestellt, dass nach teilweisem Abbau von Terra Preta in Brasilien die nahrhafte Bodenschicht wieder „nachwuchs“!

Nach wenig bekannten Erkenntnissen über die Wechselwirkungen von Pflanzen und Bodenlebewesen liefern gesunde Pflanzen grosse Mengen von Photosynthese-Produkten über die Wurzeln in die Böden, die dort von den Mikroorganismen verwertet werden können. Logischer Weise steigt die Aktivität der Mikroorganismen, wenn sie durch die Kohle-Gaben attraktiven Lebensraum bereit gestellt bekommen. Über das „Impfen“ der Böden bzw. Komposte mit gezielt gezüchteten Mikroorganismen („Effektive Mikroorganismen“, „Bokashi“ etc.) gehen die Meinungen auseinander. Unbestritten ist, dass der wichtigste Beitrag zur Bodengesundheit nach Kohle-Gaben von Mikroorganismen geleistet wird.

Köhlerei 2.0

Dass Jahrhunderte lang Kohle aus Holz in Meilern produziert wurde, ist nicht unbekannt. Das mag damals seine Richtigkeit gehabt haben. Aus heutiger Sicht unbefriedigend ist allemal, dass sehr viel Energie aus dem Schwelbrand als ungenutzte Wärme im Wald verschwand und unvollständige Verbrennung der Schwelgase enorme Mengen gesundheits-schädlicher Kohlenwasserstoff-Verbindungen so wie Kohlenmonoxid in die Atmosphäre emittiert.

Das Grundprinzip

Holz enthält (in der Trockenmasse) an Elementen:

knapp 50% Kohlenstoff, fast ebenso viel Sauerstoff, etwa 6% Wasserstoff und eine kleine Menge Mineralstoffe, die beim völligen Abbrand als Asche zurück bleiben. In Spuren: Stickstoff, Kalium, Schwefel, Chlor und in Kleinstmengen einige weitere chemische Elemente.

Bei einer **vollständigen Verbrennung** entsteht aus einem Kilogramm Holz und dem zugeführten Sauerstoff (Trockenmasse) hauptsächlich und ungefähr:

1.700 Gramm Kohlendioxid
600 Gramm Wasser
7 Gramm Asche

Auch bei der sauberen Verbrennung in einem modernen Ofen oder Heizkessel finden zwei wesentliche Prozesse statt, die man getrennt beschreiben und bei geschickter Konstruktion weitgehend räumlich trennen kann:

1. Entgasung: Austritt der flüchtigen Holzbestandteile (**„Holzgase“**) bei unter 500°C.
2. Verbrennung:
 - a) Speziell in Anlagen, die zur **Kohle-Produktion** konstruiert sind, werden diese Gase an einem Ort abseits der Entgasung unter Zufuhr weiteren Sauerstoffs verbrannt. Im Idealfall entsteht kein giftiges Kohlenmonoxid, sondern nur Kohlendioxid und Wasser(dampf). Es gibt im diesem theoretischen Fall Geruch-loses Abgas, speziell: frei von unverbrannten Schwelgasen und Teerölen. Die Kohle kann entnommen werden, ohne zu verbrennen.
 - b) In **konventionellen Feuerungsanlagen** wird auch die nach der Entgasung verbleibende fast reine Holzkohle zu Kohlendioxid (ohne Wasserdampf) verbrannt und nur Asche bleibt zurück.

Nach meinen Berechnungen und Messungen sind, wenn nur die flüchtigen Bestandteile verbrannt werden, etwa 70% der im Holz enthaltenen Kohlenstoffs verbrannt, während noch etwa 30% in der Kohle verbleiben – aus einem Kilogramm Holz-Trockenmasse entstehen auch etwa 300 Gramm Kohle. Das heisst, dass bei optimalem Prozess der grösste Teil der Energie aus dem Holz (jener, der im klassischen Meiler nur den Köhler ein wenig wärmte) in der Holzvergaser-Anlage nutzbar ist, obwohl die Kohle entnommen wird. Andere Quellen sprechen von einer „Kohlenstoff-Effizienz“ von bis zu 60% im Pyrolyse-Verfahren. Die Bezugsgrössen der Berechnungen sind nicht immer eindeutig genannt und im Einzelfall zu hinterfragen.

Pyrolyse und Holzvergasung

Man kann hinsichtlich der Prozesse bei der „Konversion“ von Holz (bzw. Anderen organischen Rohstoffen) zu gasförmigen und flüssigen Energieträgern einerseits und zurück bleibender Kohle noch feiner die Verfahren unterscheiden:

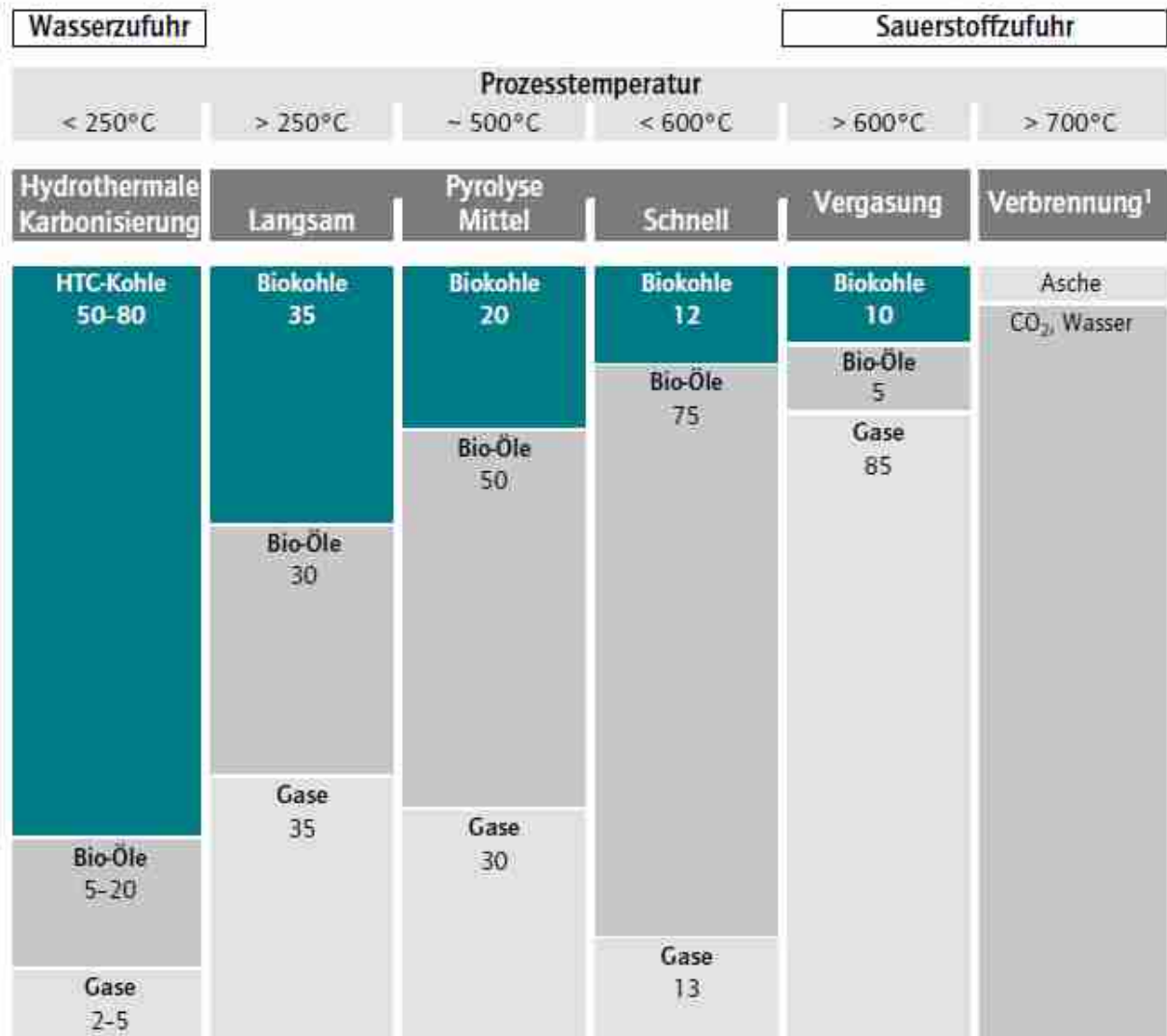
1. Trockene Verfahren
 - a) Pyrolyse – langsam oder schnell
 - b) Vergasung
2. Nasse Verfahren
 - a) hydrothermale Karbonisierung HTC
 - b) Vapothermale Karbonisierung VTCDie Verfahren unterscheiden sich auch hinsichtlich der Prozesstemperaturen, dem Ausmass der Kohle-Ernte und der Beschaffenheit der Kohle. Die Abbildung aus Isabel Teichmann: Klimaschutz durch Biokohle in der deutschen Landwirtschaft: Potentiale und Kosten, 2014⁶, gibt eine gute Übersicht über die Verfahren:

⁶ Isabel Teichmann: Klimaschutz durch Biokohle in der deutschen Landwirtschaft: Potentiale und Kosten, 2014

Abbildung 2

Thermochemische Konversionsverfahren zur Herstellung von Biokohle

Massenanteile in Prozent



¹ Bei der Verbrennung entsteht keine Biokohle. Sie ist nur zum Vergleich dargestellt.

Quellen: Quicker, P. et al. (2012), a. a. O.; Libra, J. A. et al. (2011), a. a. O.; Darstellung des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2014

Abbildung 1: Übersicht über die Konversionsverfahren für organische Masse zu Kohle aus Teichmann, 2014

Die entstehenden Kohlen sind für die Verwendung zur Bodenverbesserung nicht gleichwertig. So scheinen beispielsweise die Kohlen aus den trockenen Verfahren im Boden beständiger zu sein als die der Nassverfahren. Für die Anwendung in Böden

http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.434583.de/14-1-1.pdf

wird in der Fachwelt die Pflanzkohle aus Pyrolyse favorisiert. In der Anlagentechnik am weitesten verbreitet ist das Verfahren des deutschen Herstellers Pyreg GmbH mit der Flammen-losen Verbrennung „FLOX“.

Holzgas-BHKW

Was lässt sich mit dem Holzgas aus der „Konversion“ anstellen? Es bietet sich **thermische oder auch stoffliche Verwertung** an. Die nun vorgestellte Anlage ist eine „**Eier-legende Wollmilchsau**“ oder, neudeutsch: **multi-tasking-fähig**. Die Technik für ein **Kraftwerk**, dass mit Hilfe der Holzgas-Verbrennung elektrischen Strom erzeugt und die Abwärme thermisch nutzt, ist bereits Markt-reif! Verlockend für den Betrieb eines **Holzgas-Blockheizkraftwerks** sind folgende Aspekte:

1. Kohleerzeugung für Terra Preta oder ähnliche Verwendung
2. Hocheffiziente Bereitstellung von elektrischer Energie und Wärme
3. Saubere Verbrennung von nachwachsendem Rohstoff

Ein paar weitere Takte Zukunftsmusik: als Rohstoff ist nicht nur Holz aus dem Wald denkbar, auch Abbruchholz (nach der Zwischenlagerung des Kohlenstoffs in Bauwerken!), Pflanzenreste aus der Landwirtschaft, gewisse Zivilisations-Abfälle bis hin zu Klärschlamm und Altreifen könnten – bei Umwelt-schonend optimierten Prozessen verwertet werden. Diese Zukunft hat prinzipiell sogar schon begonnen! In Lettland wurden 20 Klein- Anlagen des niederbayerischen Herstellers Spanner Re² (Renewable Energy Experts) GmbH⁷ mit jeweils 45 Kilowatt elektrischer und 120 Kilowatt thermischer Leistung bei Einsatz von 45 Kilogramm Holz hackschnitzel pro Stunde zu einer mittleren Anlage zusammen geschaltet. Bei Dauerbetrieb kann eine derartige Anlage die Menge elektrischer Energie bereit stellen, die etwa dem Bedarf von 70 typischen deutschen 4-Personen-Haushalten entsprechen.

Eine einzelne Anlage mit 30 kW elektrischer Leistungsabgabe läuft seit einiger Zeit auch im Hotzenwald⁸.

Die Spanner-Anlage arbeitet mit der „Pyrolyse-ähnlichen“ Holzvergasung. Wie in Abbildung 1 erkennbar, wird bei der Entgasung eine gewisse Menge Sauerstoff zugeführt und es kommt zur teilweisen Verbrennung des elementaren Kohlenstoffs. Die Kohle-Ernte fällt dadurch geringer aus als im Pyreg-Verfahren. Ursache dafür scheint der höhere Anspruch an die Reinheit des Synthesegases zu sein, das den Motor des BHKW speist.

Wirtschaftlichkeit

Die komplette Versorgung der oben erwähnten 70 Haushalte mit elektrischer Energie aus dem Blockheizkraftwerk ist allerdings nicht ohne Weiteres möglich. Dazu müsste die Anlage nämlich „Strom-geführt“ arbeiten und zeitweise mehr als die maximal bereit gestellten 120 kW abgeben oder die erzeugte elektrische Energie müsste gespeichert und Bedarfs-gerecht abgegeben werden.

Im ersten Fall wäre ein Management der Wärmeenergie erforderlich, die zwangsläufig bei der Stromerzeugung anfällt, im zweiten Fall ein Management der elektrischen Energie, die wegen der Wärmeanforderung entsteht. Ein Kernthema beim sinnvollen Einsatz der Kraft-Wärmekopplung.

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des BHKW-Betriebs wird also von der Verwertungsmöglichkeit der bereit gestellten elektrischen Energie und Wärme entscheiden. Um die Anlagen-Investition rasch zu amortisieren, sind hohe Jahres-Laufleistungen (möglichst viele Betriebsstunden innerhalb eines Jahres) anzustreben. Stromüberschuss über den Verbrauch der direkt angeschlossenen Verbraucher hinaus kann wegen der garantierten Einspeisevergütung nach EEG⁹ zu gutem Preis ins Netz eingespeist werden.

Modell „Heizungs-Grundlastbetrieb“

Wärmeabnahme findet typischer Weise im Winterhalbjahr durch die Beheizung angeschlossener Gebäude statt. Hier muss aber entweder eine „Unterdimensionierung“ des BHKW als Wärmeerzeuger für die Abnehmer gegeben sein. Das BHKW übernimmt dann den „Grundlastbetrieb“ und wird bei Anforderung von mehr Wärmeleistung durch einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger unterstützt. In diesem Fall lassen sich wenigstens im Winter lange Laufzeiten realisieren.

Alternativ sollten Wärmeabnehmer an die Anlage angeschlossen werden, die flexibel Wärme abnehmen können. Denkbar wären zum Beispiel die eigenen Hackschnitzel-Trocknung oder andere thermische „Produktionsprozesse“, wie zum Beispiel sonstige Trocknungsprozesse oder die Produktion von Holzpellets für den Markt. Die Last (Leistungsabnahme) könnte dadurch verstetigt werden. Es wäre zu prüfen, welche Verwendungen sich für eine derartige Überschuss-Wärmeabnahme optimal eignen, also keine eigenen Ansprüche an die Betriebszeit stellen.

⁷ <http://www.holz-kraft.de/de/>

⁸ Kontakt zum Betreiber kann ich gern vermitteln

⁹ Erneuerbare-Energien-Gesetz: 2014 werden für eingespeisten Strom aus kleinen BHKW mit unbehandelten Holz-Hackschnitzeln 20,4 Ct/kWh bezahlt

Im Modell „Heizungs-Grundlastbetrieb“ wird eine dauerhaft erträgliche Strom-Vergütung bei permanenter Wärmeabnahme angestrebt. Ein dauerhafter Betrieb wird durch „Unterdimensionierung“ und zusätzlichen Spitzenlast-Wärmeerzeuger erleichtert.

Modell „Strom-Spitzenlast-Betrieb“

Für ein leistungs-fähiges Stromnetz ist ein BHKW, das mit gut lagerbarem Brennstoff betrieben wird, hingegen vor Allem als Spitzenlast-Anlage interessant! Es kann dazugeschaltet werden, wenn das Angebot fluktuierender Erneuerbarer Energien (Wind, Photovoltaik...) nicht ausreicht.

Im Modell „Strom-Spitzenlastbetrieb“ wird ein optimaler Effekt für das Stromnetz (und daher optimaler Verkaufspreis für den Strom) angestrebt. Wärme wird „fluktuierend“ abgegeben und es empfiehlt sich ebenfalls ein ergänzender Wärmeerzeuger im System.,

Speicherung

Denkbar wäre die Stromspeicherung (Betrieb des unterdimensionierten BHKW in der Heizungs-Grundlast), die Wärmespeicherung oder die Gasspeicherung (für einen Spitzenlast-Heizkessel!), um die Abhängigkeiten der Teilprozesse zu reduzieren.

Schlussfolgerung

Vielleicht gehe ich einen Schritt zurück: die Wollmilchsau legt keine Eier... Im Einzelfall stellt die Anlagen-Optimierung eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Dazu habe ich ein Software-Hilfsmittel entwickelt, das die Wirtschaftlichkeit von Anlagen unter Variation der Eingabedaten darstellt.

Es gibt nichts Gutes...

... ausser, man tut es.

Die Anlagentechnik für die Pyrolyse und Stromerzeugung ist heute bereits käuflich und beispielsweise Modellhaft bereits im Hotzenwald realisiert! Versuche, „Terra Preta“ in der Neuzeit herzustellen, zeigten schon Erfolge. Die Grundidee, der Erde die Kohle wieder zu geben, die ich aus dem Kohlenstoff-Kreislauf im Wald ableitete, ist einfach und unwiderstehlich.

Genug Raum, um aus der Vision konkrete Handlungen abzuleiten. **Aus diesem Grund suche ich Begeisterte, die an einem Projekt hier in der Region mitgestalten möchten.** Dazu sind vielfältige Talente nützlich. Technischer Sachverstand, Kommunikations-Talent, Mut und auch Kapital sind wesentliche Voraussetzungen dafür, dass der Schritt vom Traum ins Handeln gelingt. Bist du dabei?

Ich freue mich auf alles Konstruktive, was zurück fliesst!

Bildteil



Abbildung 2: Der chantico-Terrassenofen bahnte mir den Weg in die Köhlerei 2.0. Die Konstruktion ermöglicht die Verbrennung der Schwelgase oberhalb des eingeschichteten Brennguts, so dass nach dem Kochen durch Ablöschen des Rest-Brennstoffs Kohle geerntet werden kann.

<http://www.chantico-terrassenofen.de>



Abbildung 3: Kohleproduktion im Kaminofen: der Ofen muss bereits gut warm sein, wenn der Topf, gefüllt mit Sähespänen und sonstigem holzigen Material bedeckt in den Brennraum gestellt wird. Nach kurzer Zeit treten um den Deckel Schwelgase aus, die dort sauber verbrannt werden.



Abbildung 4: Im Topf bleibt Kohle zurück, die in ihrer Struktur noch dem Ausgangsmaterial entspricht



Abbildung 5: aus angespitzten Haselruten-Abschnitten werden Kohle-Zeichenstifte



Abbildung 6: Die Pyreg-Pyrolyse-Anlage mit hoher Kohle-Ausbeute. Es wird ausschliesslich Wärmeenergie abgegeben.

<http://www.pyreg.de/anlage.html>

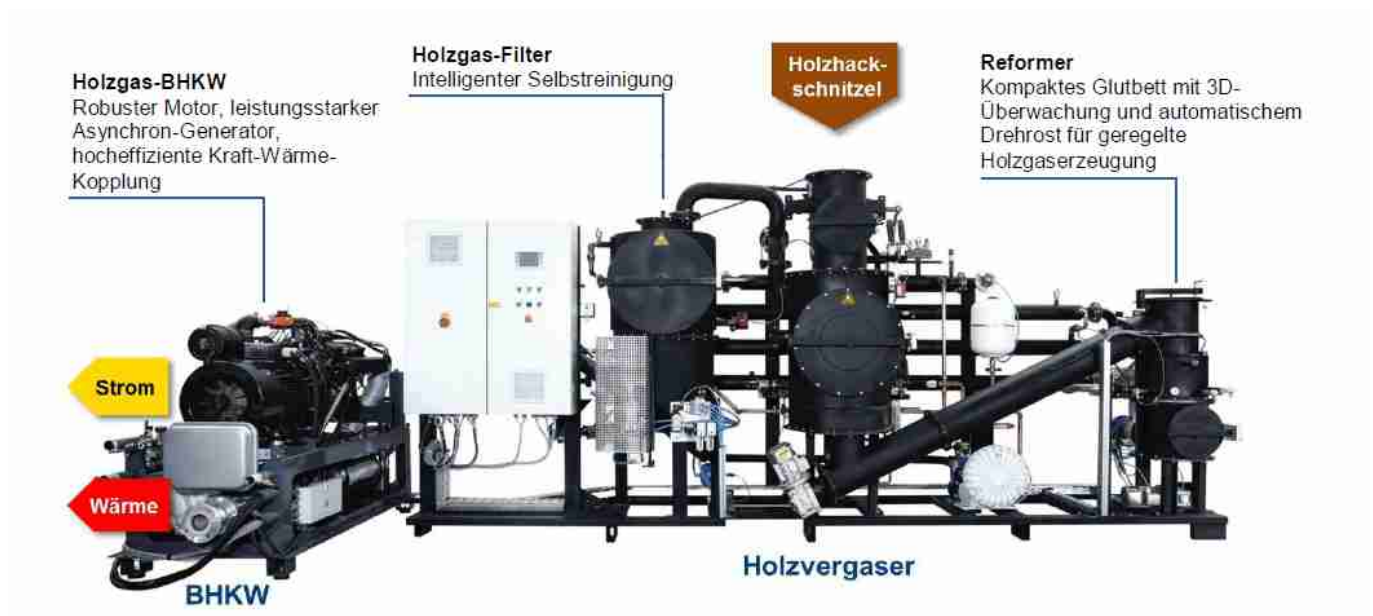


Abbildung 7: Spanner Holz-Kraft: Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung mit Holzgas laufen schon in Bayern, in Lettland, in Murg-Oberhof!!!!

<http://www.holz-kraft.de/de/>