

Pyrolyse – ein altes Verfahren neu entdeckt

Prozesswärme und Dünger für die Kaffeeproduktion gewinnen und gleichzeitig der Atmosphäre CO₂ entziehen. Was wie ein Märchen tönt, könnte im peruanischen Hochland schon bald Realität werden. Dank eines neuen Pyrolyse-Prozesses, der am Ökozentrum entwickelt wurde. Die Anlage verwertet auch andere, schwer verwertbare Ernterückstände und bietet auch für die hiesige Landwirtschaft Potenzial.

Bei der Verarbeitung von Kaffee fallen grosse Mengen an Fruchtfleisch an – rund 1,8 t pro Tonne Rohkaffee. Diese sogenannte Kaffeepulpe ist schwer kompostierbar, lässt sich kaum zur Biogasgewinnung vergären und ist weder als Tierfutter noch als Brennstoff nutzbar. Die Abfallhaufen gefährden beim Verrotungsprozess das Grundwasser und belasten die Atmosphäre mit Treibhausgasen. Gleichzeitig enthält die Pulpe pro Kilogramm Trockensubstanz auch 53 g Kalium, einen wertvollen Mineraldünger, der dem Boden entzogen wurde.

Wie liesse sich diese Kaffeepulpe sinnvoll entsorgen bzw. verwerten? Dieser Herausforderung stellte sich Martin Schmid vom Ökozentrum und besann sich auf eine alte landwirtschaftliche Tradition aus Südamerika, die «Terra preta». Dieser menschengemachte, fruchtbare Boden enthält als wichtigen Bestandteil Pflanzenkohle. Solche Pflanzenkohle wollte das Ökozentrum aus Kaffeepulpe produzieren. Dazu entwickelte es zusammen mit einem peruanischer Hersteller von Kaffeearnte- und -verarbeitungsgeräten einen Pyrolyse-Reaktor. Unterstützt wurde das Projekt von Repic, einer interdepartementalen Plattform zur Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in der internationalen Zusammenarbeit, vom Nationalen Cleaner Production Center Peru und von Blaser Trading sowie Spenden von Stiftungen und GönnerInnen des Ökozentrums.

Pyrolyse-Reaktor

Der Reaktor lehnt sich an das Pyreg-Verfahren an. Bei diesem werden die Pyrolysegase in einen Flox-Brenner geleitet. Anschliessend strömen die



Anlässlich des Technologietransfer-Workshops erklärt Martin Schmid vom Ökozentrum Vertretern von peruanischen und vietnamesischen Unternehmen, wie die Pyrolyse-Anlage funktioniert.

rund 1000 °C heissen Abgase durch die Aussenwand des Pyrolyse-Reaktors und versorgen den Reaktor mit der nötigen Prozesswärme. Im nachfolgenden Abgaswärmetauscher wird Abwärme zur weiteren Nutzung gewonnen. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass zur Wärmeübertragung eine möglichst grosse Oberfläche erforderlich ist und der Reaktor entsprechend eine schmale, lange Form aufweist. Zweitens bedingen die sehr hohen Temperaturen, dass der doppelwandige Reaktor aus teurem Hochleistungsstahl gefertigt ist. «Bei unserem Verfahren wird ein Teil der Abgase als Prozesswärme direkt in den Pyrolyse-Reaktor geführt», erklärt Projektleiter Martin Schmid. Dabei sollte der Sauerstoffgehalt im Abgas möglichst tief sein, weil sonst anstatt einer Pyrolyse eine Vergasung stattfinden würde. Vorgesehen ist der Betrieb bei einem Sauerstoffgehalt von 2 % bis 6 %, wobei der Prozess auch

bei kurzzeitig deutlich höherem Sauerstoffanteil noch immer stabil läuft.

Wärme- oder Kohleproduktion

Je nachdem, wie warm die Abgase sind, die dem Pyrolyse-Reaktor zugeführt werden, wird mehr Wärme oder mehr Biokohle produziert. Dies lässt sich mit dem Boudouard-Gleichgewicht erklären. Bei Temperaturen über 900 °C reagiert mehr als 85 % des CO₂ mit Kohlenstoff zu CO, während unterhalb von 600 °C mehr als 85 % als CO₂ und Kohlenstoff erhalten bleiben. Steht also die Biokohle-Produktion im Vordergrund, werden die Abgase vor dem Eintritt in den Reaktor gekühlt. Soll in erster Linie Wärme produziert werden, sind hingegen hohe Temperaturen erwünscht. «So können wir den Reaktor nach aktuellem Bedarf steuern», erklärt Schmid.

Nur ein Teil der Abgase wird dem Pyrolyse-Reaktor zugeführt. Der Rest wird verwendet,

um die Luft zur Trocknung der Kaffeebohnen zu erhitzen. Zudem prüfte das Ökozentrum Möglichkeiten, wie aus den Abgasen zusätzlich Strom produziert werden könnte. «Weil die Leistung für herkömmliche Turbinenkonzepte zu gering ist, kommt dabei eine inverse Gasturbine zum Einsatz. Die heissen Abgase werden dabei direkt in die Turbine eingesaugt und in ein Teilvakuum expandiert. Nach der Kühlung der Abgase werden diese wieder auf Umgebungsdruck zurückkomprimiert. Die so gewonnene mechanische Energie könnte für den Betrieb des Lüfters zur Kaffeetrocknung verwendet werden, sowie im weiteren Strom für den Betrieb der weiteren Aggregate produzieren.

Gute Emissionswerte

Im Verlauf der Entwicklung bis zum aktuellen Prototyp wurden verschiedene Emissionsmessungen durchgeführt. Die CO-Emissionen des Flox-Brenners lagen unter 10 ppm, auch bei weniger als 3 % Sauerstoff im Abgas. Umgerechnet auf einen Sauerstoffgehalt von 13 % ergibt dies Emissionswerte für CO von 10 mg/m³. Die NO_x-Emissionen lagen unter 2 mg/m³ und Feinstaub unter 5 mg/m³. Auch ohne Abgasnachbehandlung zeigt die Anlage also gute Abgaswerte, die selbst die strengen Grenzwerte von Schweizer Kehrrechtverbrennungsanlagen um das 2- bis 3-Fache unterschreiten. Auch die am Agroscope Reckenholz durchgeführten Analysen zum PAK-Gehalt in der Pflanzenkohle lieferten alle Werte weit unter 12 mg/kg Trockensubstanz.

Wirtschaftlich und ökologisch

Der Pyrolyse-Reaktor verarbeitet pro Stunde 40 kg Biomasse mit



Die Pflanzenkohle, die bei der Pyrolyse der Kaffeepulpe entsteht, hat einen hohen Nährstoffgehalt und kann als Dünger und Bodenverbesserer eingesetzt werden. Zudem bindet die Kohle CO₂ dauerhaft im Boden.


einem Wassergehalt von bis zu 55%. Im Unterschied zu herkömmlichen Reaktoren kommt das Gerät des Ökozentrums mit deutlich weniger Spezialstahl aus und kann viel kompakter gebaut werden. Wird die Anlage in Peru hergestellt, sollten die Produktionskosten rund 20 000 Fr. betragen. Zum Vergleich: Die grössere deutsche Pyreg-Anlage kostet 350 000 Euro. «In zwei bis drei Jahren ist eine solche Kleinanlage amortisiert», ist Martin Schmid überzeugt. Einerseits kann die Anlage auf einen Pick-up geladen und von mehreren Kaffeebauern genutzt werden. Mit 20 Anlagen könnten schätzungsweise 1200 Fincas mit insgesamt 3000 Hektar Kaffeeplantagen bedient werden. Denn die Erntezeit ist aufgrund der unterschiedlichen Höhenlagen der Fincas auf über 10 Monate verteilt.

Andererseits können die Kaffeebauern einen Drittel der Kosten einspielen, weil sie zur Trocknung der Kaffeebohnen keinen Brennstoff mehr zukaufen müssen. Doppelt so hoch ist die finanzielle Einsparung beim Dünger: Da die Pflanzenkohle einen grossen Teil der in der Kaffeepulpe vorhandenen Nährstoffe wie Kalium, Kalzium enthält, kann sie als Dünger wieder im Kaffeeanbau eingesetzt werden und reduziert damit auch den Bedarf an Stickstoff-Dünger. Zudem verbessert die Pflanzenkohle die Wasser- und Düngeraufnahme des Bodens

und bindet Kohlenstoff dauerhaft im Boden. So wird der Atmosphäre CO₂ entzogen. Der Einsatz von Pflanzenkohle in Ackerböden hat ein grosses Klimaschutzpotenzial. «Würden jedem Quadratmeter bewirtschafteten Ackerlands jährlich 40 g Pflanzenkohle zugeführt, könnte der gesamte menschgemachte Ausstoss von Klimagasen kompensiert werden», erklärt Schmid.

Technologietransfer nach Peru und Vietnam

Anlässlich eines Workshops mit dem peruanischen Industriepartner sowie Firmenvertretern aus Vietnam wurde die Technologie Ende Juli 2015 in die Zielländer transferiert. Ziel ist, dass die peruanische IMSA-Cafe spätestens im März 2016 eine erste Pyrolyseanlage an einen Kunden verkauft.

Der neu entwickelte Prozess eignet sich aber nicht nur für die Pyrolyse von Kaffeepulpe. Auch Versuche mit Cashew-Nussschalen, Reisspelzen, Kirschsteinen oder Holzhäckseln waren erfolgreich. Grundsätzlich eignet sich die Technologie also für alle erdenklichen, schwer abbaubaren landwirtschaftlichen Reststoffe. Und dank der tiefen Abgaswerte ist die Pyrolyseanlage auch für die Landwirtschaft in Westeuropa eine interessante Option. 

Irene Bättig, im Auftrag von Repic
www.repic.ch



Connect²

Expertise | Reliability | Innovation



Get the right solution

Proven, reliable connectors are here

www.fischerconnectors.com

Headquarters

Fischer Connectors SA
Saint-Prex - Switzerland
Tél. +41 800 95 95
mail@fischerconnectors.ch

