

Annex 4

Research Activities

Valorization of by-products from small scale CHP thermal gasification

October 2018

In relation to by-product from gasifier there are R&D activities to listed. In the table below a overview shows completed or ongoing activities on several Universities and Institutes. The List is not complete and mentioned to be a guide for available information. Feedback on this issue is wished and can be addressed to the IEA Bioenergy Task 33 "contact" www.ieatask33.org

Research activities

	R&D gasifier designed for by products	Soil improvement fertilizer	Metallurgy	Recycling paths	CCS	Energy seasonal shift
Ash/Coal	y	y	y	y	y	y
Dust/Ash	y	y	y	y	y	
Sludge						
Waste Water						y
Exhaust Gas					y	

© ETECA GmbH

It may be helpful, if the different value chains of biomass conversion under research could be consolidated for future options and possible combinations to find common synergies. An example therefore would be: may the ashes, produced by combustion, pyrolysis and gasification. Those could be treated and recycled more efficiently and successfully in higher quantities in a separate especially designed plant. In within the IEA Bioenergy Tasks this kind of option should be discussed.

1 Research activities related to thermal gasification

listed by the countries

Netherlands:

In small R+D units evaluated by-products

- ECN www.ecn.nl
Biochar for Soil Improvement: Evaluation of Biochar from Gasification and Slow Pyrolysis (Lydia Fryda and Rianne Visser)
- ECN process (FB low-T gasification) developed to avoid condensation by leading the produced gases away from the char and avoid condensation by “harvesting” the biochar from the hot zone.
 - Tar concentrations recently < 1 mg/kg standard.

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/283325900>

Evaluation of Biochar from Gasification and Slow Pyrolysis

Article · November 2015

DOI: 10.3390/agriculture5041078

CITATIONS

0

READS

108

2 authors:



Lydia Fryda

Energy Research Centre of the Netherlands

28 PUBLICATIONS 672 CITATIONS

SEE PROFILE



H. J. M. Visser

Energy Research Centre of the Netherlands

13 PUBLICATIONS 118 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Biochar in combination with manure application [View project](#)

<http://www.ieatask33.org/download.php?file=files/file/2017/Innsbruck/WS/Aranda1.pdf>

Contacts:

h.visser@ecn.nl

aranda@ecn.nl

Austria

Thermische Vergasung minderwertiger Reststoffe zur Produktion von Wertstoffen & Energie

Die thermische Vergasung von Biomasse in der Zweibettwirbelschicht ist ein effizientes Verfahren zur CO₂-neutralen Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse. Das verwendete Bettmaterial Olivin hat jedoch einen bemerkbaren Schwermetallanteil. Aufgrund dieses Schwermetallanteils muss die entstehende Asche entsorgt werden und erhöht somit die Entsorgungskosten und erschwert einen wirtschaftlichen Betrieb.

Ziel dieses Projekts ist es, das Bettmaterial durch ein alternatives, schwermetallfreies und preiswertes Bettmaterial zu ersetzen, welches dennoch eine katalytische Eigenschaft besitzt bzw. durch die Interaktion mit Biomasseasche und gegebenenfalls Additiven entwickeln kann.

Die Umstellung auf ein schwermetallfreies Bettmaterial ermöglicht es, die anorganischen Bestandteile des Brennstoffs möglichst früh im Prozess in Form eines kohlenstoffhaltigen Staubes zu entnehmen und als nährstoffreichen „BioChar“ in den Nährstoffkreislauf der Natur zurückzubringen. Dadurch kommen die Aschebestandteile des Brennstoffs nicht in den bei Temperaturen über 900°C betriebenen Verbrennungsreaktor und es können Brennstoffe mit schlechterem Ascheschmelzverhalten eingesetzt werden. Bestenfalls kann auch die zurückbleibende Asche als Dünger genützt werden.

Im Rahmen dieses Projekts soll ein geeignetes Bettmaterial gefunden werden und dessen Einsatz in verschiedenen Pilotanlagen getestet werden. Ein besseres Verständnis der anorganischen Vorgänge in der Vergasungsanlage soll hierbei erarbeitet werden. Der Einsatz von niederqualitativem Brennstoff soll durch die Beimischung von Hühnermist zum Brennstoff dargestellt werden.

Der kohlenstoffhaltige Staub, der nach dem Vergasungsreaktor anfällt, und die Asche aus dem Verbrennungsteil sollen auf die Eignung als BioChar untersucht werden und Wege zu dessen Nutzung aufgezeichnet werden. Eine Wirtschaftlichkeitsstudie soll das Potential für Anlagenbetreiber aufzeichnen.

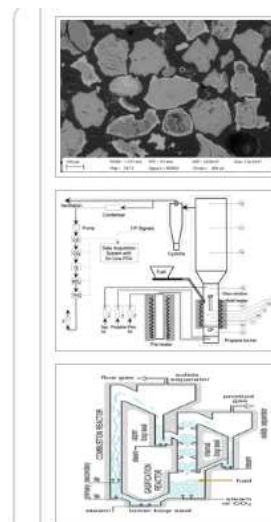
Projektvolumen

EUR 817.238,-

Projektstart

2016-04-01 (laufend)

Finanzierung



Ansprechpartner



Katharina WAGNER

✉ katharina.wagner@bioenergy2020.eu



Markus LUISER

✉ markus.luiser@bioenergy2020.eu

Workshop Biokohle aus Holzgasanlagen 13. Februar 2017 Graz



Elisabeth Wopienka

BIOENERGY 2020+ GmbH | BIOENERGY 2020+ · Small-scale biomass combustion, solid biomass fuels

tel 9.86 · PhD

elisabeth.wopienka@bioenergy2020.eu

Christine Wallner
Förderabwicklung, Assistenz
Referat Energie und Biomasse, Forstabteilung

Landwirtschaftskammer Steiermark

8010 Graz, Hamerlinggasse 3

Telefon: +43 (316) 8050-1433, FAX: +43 (316) 8050-1430

Mail: christine.wallner@lk-stmk.at, Web:
<http://www.stmk.lko.at>

Denmark

Result example: Tech. influence on ash quality



3rd of May 2017, IEA Task 33 workshop, MCI Innsbruck, Austria

Quality of ashes from thermal gasification of sewage sludge and biomass - for use as CPK fertilizers

Tobias Pape Thomsen
Biomass Gasification Group
Technical University of Denmark

Thomsen, T. P. (2016) Closing the Loop - Utilization of Secondary Resources by Low Temperature Thermal Gasification, PhD thesis, Technical University of Denmark

75



Ash quality: A few general conclusions

- Not simple!
- Substantial variation from
 - Fuel
 - Technology
 - Post-process treatment
 - End-use scenario
- General trends
 - Generally low ECO-tox of biomass ashes
 - Highly stable C content (carbon sequestration)
 - Profound liming effect
 - High loss of N, minor loss of P and K
 - Increase water and nutrient retention
- **Immense potential benefits**
- **Success only through cooperation**

Tobias Thomsen
Postdoc
CHEC
DTU Chemical Engineering

Technical University of Denmark
Department of Chemical and Biochemical Engineering
Frederiksborgvej 399
Building 313
4000 Roskilde
Denmark
Mobile +45 22354425
ttho@kt.dtu.dk
www.kt.dtu.dk



Italy

Free University of Bozen-Bolzano

Here is the list of past and current projects that our group at the Free University of Bozen-Bolzano, the group of thermal engineering and industrial energy systems lead by Prof. Marco Baratieri, is carrying on about small-scale gasification and char valorization:

GAST (2013-16): “Experiences in biomass **Gasification** in **South Tyrol**: energy and environmental assessment”; funded by: Autonomous Province of Bozen-Bolzano; PI: Free University of Bozen-Bolzano; partners: EcoResearch srl, IDM Südtirol – Alto Adige, RECORD; topic: commercial plant monitoring.

NEXT GENERATION (2016-17): “**Novel EXTension** of biomass poly-**GENERATION** to small scale gasification systems in South-Tyrol”; funded by: Autonomous Province of Bozen-Bolzano; PI: Free University of Bozen-Bolzano; partners: EcoResearch srl, IDM Südtirol – Alto Adige, RECORD; topic: industrial valorisation of char from gasification.

WOOD-UP (2016-19): “Optimization of **WOOD** gasification chain in South Tyrol to prodUce bio-energy and other high-value green **Products** to enhance soil fertility and mitigate climate change”; funded by: European Regional Development Fund (ERDF 2014-20); PI: Free University of Bozen-Bolzano; partners: Laimburg, IDM Südtirol – Alto Adige; topic: valorisation of gasification char in agriculture.

FlexiFuelGasControl (2017-20): “Increased **FUEL FLEXibility** and modulation capability of fixed-bed biomass **GASifiers** by means of model based **CONTROL**”; funded by: Austrian funding association (FFG); PI: Bioenergy 2020+; partners: Free University of Bozen-Bolzano, Technische Universität Graz; topic: fuel flexibility and predictive control.

Contact:

Francesco Patuzzi

Free University of Bolzano-Bozen
Faculty of Science and Technology
Piazza Università, 5 [Building K - Office 0.07]
I-39100 Bolzano
Tel: +39 0471 017609
Fax: +39 0471 017009
E-mail: francesco.patuzzi@unibz.it
www.unibz.it/sciencetechnology

Mrs. Donatella Barisano
CR Enea Trisaia
S.S. Jonica 106, km 419 + 500
75026 Rotondella (MT)
Italy
Email: donatella.barisano[at]enea.it

2 Research activities reported by Companies and private Organizations

Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V.

Kontakt / Impressum

Über uns

Infos zu Holzaschen

Organisation

Zugelassene Labore

Projekte

FAQ

Termine

Links

Mitgliederbereich

Gütezeichen

Mitglieder

ÜBER UNS

Die Bundesgütegemeinschaft Holzasche widmet sich den unterschiedlichsten Aspekten rund um das Thema Holzasche. Unsere wichtigste Aufgabe ist es, Aschen aus naturbelassenen Hölzern über das Gütezeichen RAL-Dünger zu zertifizieren.

Mit dieser Gütesicherung können solche Aschen als Düngemittel (Komponente) geprüft und qualifiziert werden. Die Abwicklung der einzelnen Gütesicherungsverfahren erfolgt über die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. Sie ist beim RAL-Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung anerkannte Institution für die Gütesicherung von Sekundärrohstoffdüngern.

Neben dieser Zertifizierung sind wir Ansprechpartner für alle, die mit Holzaschen oder Aschen aus naturbelassenen Pflanzen zu tun haben. Wir stehen unseren Mitgliedern beratend zu Seite und leisten die notwendige Grundlagenarbeit - sei es bei Gesetzgebungsverfahren oder bei der Erschließung neuer Vermarktungswegen. Wir erarbeiten fortschrittliche Lösungen und diskutieren sie mit Politikern, Behörden, Institutionen, Vereinen und Verbänden sowie mit Firmen.

Im Netzwerk der Holzenergie sind wir das anerkannte Kompetenzzentrum für Aschen aus Naturprodukten. Zusammen mit BBE, FVH, HEF und vielen mehr, leisten wir wertvolle Arbeit um den Rohstoff Asche noch besser in den Nährstoffkreislauf einzubinden.

Ohne Forschung kein Fortschritt - deshalb betreuen wir regelmäßig Studienarbeiten oder führen eigenständig Projekt und Feldversuche durch.

Wir sind unsere Mitglieder? Neben Holzwerkzeugen und Holzkraftwerken auch Labore, Vereine, Vermarkter, Kalkwerke und Berater oder einfacher gesagt, alle, die das Thema Asche betrifft oder interessiert. Durch diese inhaltlich breite Mitgliederstruktur gewährleisten wir, dass das Thema „Asche“ unter allen Aspekten in der BGH bearbeitet wird. Selbst für Altholzaschen wird von der BGH für Ihre Mitglieder Unterstützung bei der Bewertung und Einstufung angeboten.

Mehr zu unseren Aufgaben finden Sie in unserer Satzung. Über die verschiedenen Möglichkeiten der Mitgliedschaft können Sie sich in der Beitragsordnung informieren.



Prüfkriterien des Gütezeichens:
www.gr-kompost.de

Vom Brennstoff zum Dünger




Vom Brennstoff
zur Asche



Von der Asche
zum Dünger



Naturholzasche:
Düngemittel(komponente) statt Deponie




www.xylowatt.com

Biochar valorization

Production of high quality char in Xylowatt's NOTAR® technology

Thibaut André¹, Shivanand Wasan¹, Michaël Haube¹
¹Xylowatt SA, Product dev. Department, Centre Monnet, Avenue Jean Monnet 1; 1348 Louvain la Neuve; Belgium



Introduction

The NOTAR® Gasifier is an industrial multi-stage downdraft Gasifier that produces a Tar Free syngas. The technology developed by Xylowatt since 2007 has as a consequence that the char produced is a very high quality product as it's also tar free.

As long as the carbon conversion is not complete, every gasifier will produce char. This by-product, mainly composed of carbon can have various uses in several context. To promote this potential market, Xylowatt led a test campaign in order to highlight the process parameters impacting the char's quality and amount and to define optimized set-up regarding to several char's characteristics.

Char characterisation

Data presented here are an extract of the main observations that were done. We focused our analysis about 3 potential uses of the char which are:

- As activated carbon: requires a good activity (through EBT and iodine number);
- As combustible: requires a good LHV;
- As soil amendment or animal food: requires low pollutant content.

Nine set points were tested with different pyrolysis temperature and/or residence time.

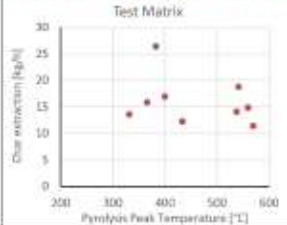




Figure 2: Test matrix (left) and gasification efficiency (right)

Experimental Setup

Tests were performed on a proto-scaled 1MW_e gasifier referred as Industrial Test Platform. The selected process parameters for variation were the pyrolysis temperature and the residence time of solid material in the gasifier.

Each recorded set point consists in a full mass and energy balance and sampling of every by-products. Each parameter changes were followed by 12 to 24 hours of stabilization to ensure the recording of steady states.

Samples were analyzed by external and independent laboratories about the following parameters (standard methods): LHV/HHV (NEN-EN-ISO 18125), ultimate analysis (NEN-EN-ISO 16948 and 16994), iodine number (ASTM D4607), BET specific surface (ISO 9277), PAH content.

Char extracted from the gasifier and fly ashes were analyzed separately to highlight potential variations that could impact the most exacting uses.




Figure 3: NOTAR® Gasifier on FTI

Parameters correlations

Models of extrapolated behavior have been computed to highlight to global trends in parameters correlation. The X and Y-axis are respectively the pyrolysis temperature and the char extraction (expressed in "t/turn/h" what is related to the extracting device). The Z-axis is the studied parameter.

Activity

Iodine number is illustrated by the graph on the right. The greater impact on iodine number is caused by the variation of the pyrolysis temperature. We can suppose that the pyrolysis is completed in any case but increasing the temperature lead to consumption of carbon, and so of activated sites. This also explained the stronger impact of temperature when residence time is high (rotation = 0). The BET surface can't be compared because only 2 values are available.

Combustible power

The LHV of char follow the same correlation shape as the activity, meaning the maximal value is obtained for a minimal temperature and residence time. It's a logical behavior as the gasification reaction are using carbon, increasing the relative amount of mineral matter.

Pollutant content

Not significant correlation was found about the PAH content but in every cases, the value is largely below the "premium biochar" threshold of 4 mg/kg as defined in the Biochar European Certification. The PAH content considered is the sum of the 16 EPA PAH.

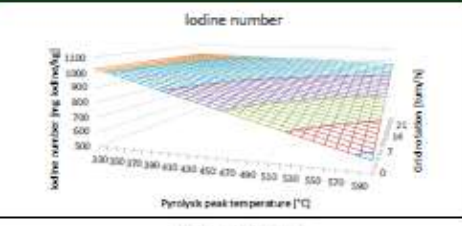
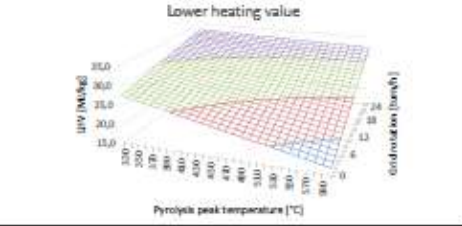




Figure 4: 3D-dimensional models for iodine number (top) and LHV (bottom) variation with respect to pyrolysis temperature and char extraction.

The Walloon Region supports Xylowatt through a "technical support" convention



"Biomass gasification for CO2 emissions reduction and bio-waste recovery in energy-intensive industries."

Char-up & Decarbonize!

The potential multi-role of biochar - reducing climate change and increasing resilience of soils

Introduction

Organic waste and plant residues can be turned into charcoal and energy with the help of the pyrolysis process. The most fertile and robust soils on earth contain charcoal – either from naturally ignited grassland-fires (Tschornozem, Ukraine) or even man-made many thousand years ago (Terra Preta, Brasil and Peru). The worldwide soils in general contain more than twice the carbon content of the atmosphere – about 11 kg C/m² land-surface. Soil degradation contributes to climate change. Much more than a billion tons of not-used biomass residues every year is being piled up for uncontrolled decomposing or burned in open fires creating vast output of smoke, CH₄-, CO₂-, particulate- and N₂O emissions, soot and acids. Rural regions worldwide are lacking of economic access to energy. Biochar or charcoal can take up and store more than 2 kg water and fertilizer per kg dry substance. It has a high pH-value (10.1) and can even adsorb gases. Soils enhanced with biochar are more tolerant against drought and heavy precipitation, store water and fertilizer better and reduce odors and gaseous emissions such as N₂O and CH₄. Thus, yields are increasing and the fertilizer demand is being reduced. With this knowledge, the above mentioned problems could be turned into a global and local solution.



Climate positive energy – potentially implemented for all hydrocarbons?

A novel concept has been developed at Ökozentrum that drastically reduces the demand for high grade steel and specific costs of the pyrolysis plants – while creating lowest emissions (pm < 5 mg/m³, CO < 10 mg/m³, [O₂13%O₂]) and being able to process all biomass substrates with up to 50% water content. Approximately 50% of the heat value of the input is stored in the biochar, 50% is turned into climate positive energy. The energy output has “negative carbon footprint” of -500 g CO₂/kWh only with the carbon sequestration – without additional effects such as N₂O-emission reduction. The process allows to control the oxygen content of the reactor, which opens the perspective to even co-process other hydro-carbons such as chlorine-free plastic waste.



The only exergetic de-carbonisation strategy

To separate the oxygen from the CO₂, nature needs solar energy. The only other solution to stabilize carbon to not turn back into CO₂ is pyrolysis. Biochar in agriculture could increase hygiene in the barn and dry toilet, decrease the fertilizer demand (with the mineral content + a certain percentage of the nitrogen requirement + the lime by the alkaline effect) and make soils and crops more robust against water logging and drought, reducing watering demand and losses caused by rot.

The first field testing and studies lead to estimations, that the value of biochar will be at least at the level of today's prices of charcoal which is between 500 and 1'000 CHF/t worldwide. Together with the generated energy, the benefit of biochar will be between 300 and 500 CHF per ton CO₂ sequestered. This is so much more than any emission-reduction-certificate price, that the global benefit of de-carbonisation and reducing N₂O- and CH₄-emissions will be free of costs.



Research demand

There is a huge demand to coordinate the already created knowledge from biochar research worldwide. Additionally there will be the demand to systematically determine the above mentioned effects, especially in tropical farming and in regions with a strong impact of weather changing due to global change. Some first field testing has been started in spring 2016, focusing on the watering demand of coffee plantations in Vietnam, where the weather seems to be changing to be “too dry for coffee”. However this and other projects need international help and coordination to create a greater view. On the pyro-technical side, applied R&D has to ensure, that the decentralized production of biochar does not create new pollution and meets the regulation of the European Biochar Certificate EBC.

Contact us at CharNet.ch

CharNet is a network of professionals in Switzerland to support biochar and coordinate the research demand. Among the more than 70 private members, companies, farmers and institutions there are research teams of EAWAG, ZHAW, FiBL, Agroscope, Ithaka-Institute and Ökozentrum.



Martin Schmid
dipl. Maschinen-Ingenieur HTL/FH
+41 (0)62 387 31 37
martin.schmid@oekozentrum.ch

ithaka

Journal for ecology, winegrowing and climate farming

winegrowing
+ oenology
climate-farming
+ biochar
society
+ lifestyle
newsletter
+ RSS
legal notice
+ contact
print version
search

Deutsch English Français

Biochar – a key technology for the planet

by Hans-Peter Schmidt [Artikel weiterempfehlen](#)

The current imbalance in the world's carbon and nitrogen cycle is not just the main cause of climate change, but also a direct threat to ecosystems through eutrophication, desertification and a decline in biodiversity. Re-balancing through regularly recycling organic material with its carbon, nitrogen and phosphor content is needed. Biochar has the potential to play a key role, as it not only converts the carbon found in a wide range of biomasses into a stable form, but also binds volatile nutrients from biomass residues, thereby recycling them for agricultural use. Though still "early days" for biochar, the prospects for its use are good, whether in crop or livestock farming or in industry.

The PDF-printversion of this article is to be found here

Carbon as a raw material and as a limiting factor for sustainable economic development

Both industry and the ecosystem have a huge appetite for carbon. Yet while industry gains its carbon through plundering the earth's fossil resources built up over millions of years, only to burn it or convert it into plastic, all living things rely on the natural carbon cycle to provide them with valuable energy and cell-building material.

Put simply, the carbon cycle involves plants, algae and certain specialised types of bacteria adsorbing CO₂ from the atmosphere and using the sun's energy to synthesise it into the carbon molecules used in cell growth. Once this has been done, the complex organic carbon molecules become food for microorganisms and animals. Their digestion processes in turn split up the complex molecules, releasing the solar energy stored in them for their own use. This process ends with the carbon molecules being broken down into their smallest stable units and returned to the atmosphere in the form of CO₂ or CH₄, thereby restarting the cycle.

recent posts

(Deutsch) Klimapositive Landwirtschaft
Der landwirtschaftliche Sektor ist derzeit für rund ein Viertel der weltweiten Treibhausgasemission

(Deutsch) Aktivkohlen – Eine saubere Sache?
In zahllosen Anwendungen sowohl in der Produktion als auch in der Entsorgung

(Deutsch) Klimaneutral 2018
Bangladesch, Nepal, Cuba, Schweden, Spanien und natürlich Mythopia – das Jahr hat uns wieder

(Deutsch) World-CharDay 2017
Seit drei Jahren ist die Sommersonnenwende wieder Anlass, sich mit einem Feuer daran zu erinnern,

(Deutsch) Mit Milpa und Pflanzenkohle zu Humus
Milpa ist ein Landwirtschaftssystem, bei dem Getreide, Leguminosen und Gemüse

Dead rat in char

<http://www.ithaka-journal.net/>

<http://www.ithaka-journal.net/pflanzenkohle-eine-schlusstechnologie-zur-schliesung-der-stoffkreisläufe?lang=en>

– 9 –



Suchen ...

[Home](#) >> [Arbeitsgruppen](#) >> [Vergasung von Biomasse](#)

[Impressum](#) [Kontakt](#) [Disclaimer](#)



Vergasung von Biomasse

Die Arbeitsgruppe ist eine Dienstleistung in Eigenverantwortung der FEE für die Branchen Vergasung von Biomasse und Reststoffen für Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung, thermochemische Erzeugung von Biokraftstoffen und für die Herstellung von chemischen Grundstoffen. Sie wird durch die Teilnehmer und die FEE finanziert.

Die Arbeitsgruppe hat den Charakter eines bundesweiten Netzwerkes angenommen, um

- mit der größer gewordenen Anzahl von Herstellern, Entwicklern und Wissenschaftlern der Branche, die Mitglied der FEE geworden sind, im gemeinsamen Interesse Kooperationsfelder zu bearbeiten,
- für die sich entwickelnde Branche eine Plattform und Schaltstelle zu bilden,
- als Sammel- und Informationspunkt für den Stand der Technik, ihrer Entwicklung und Markteinführung zu dienen,
- für die Verbindung zwischen Forschern und Unternehmern, Herstellern und Betreibern, den Anwendern und den Genehmigungsbehörden zu sorgen,
- für internationale Partner und Kooperationsnetzwerke Kontakte zur deutschen Vergasungsbranche zu erleichtern sowie
- gemeinsame Interessen in Forschung, Entwicklung und Anwendung zu vertreten.

Die aktuellen Aktivitäten der Arbeitsgruppe finden Sie bei den [Veranstaltungen](#).



Quelle:
photocase.de/danielschoenen

Konversion von Biomassen und Kohlen
DGMK-Fachbereichstagung 9. – 11. Mai 2016 in Rotenburg a.d. Fulda

Feste Rückstände von Holzvergasungs-KWK-Anlagen – Spezifikation, Probleme, Wertungen, Handlungsbedarf

D. Bräkow*, G. Burkhardt**, G. Kuffer***, M. Mäkinen*

* Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. Berlin, ** Burkhardt GmbH, Mühlhausen,

***Spanner Re² GmbH, Neufahrn in Niederbayern

Kurzfassung

Feste Rückstände von Holzvergasung sind zuerst durch die anorganischen Anteile und die Reste an Kohlen(wasser)stoffgerüsten bestimmt. Diese können aber je nach Kombination von Vergasungsprozess und Gasreinigung beträchtlich mit Benzol und PAK behaftet sein. Obwohl die Prozesse der Holzvergasung von ihrem Wesen hauptsächlich Holzasche liefern, ist das Augenmerk besonders auf die organisch determinierten Zwischen- und Restfraktionen zu richten. Die Beschäftigung mit deren Thermochemie soll dazu beitragen, die naturgesetzlichen Zusammenhänge stärker zu nutzen, um organische Anteile in den Reststoffen in und an den Holzvergasungsanlagen weiter zu reduzieren oder energetische bzw. stoffliche externe Verwertungen zu befördern. Die Autoren benennen und strukturieren aus Sicht der Hersteller, gestützt auf eigene Untersuchungen, die derzeitige Situation und verweisen dabei auf Probleme, die nur mit wissenschaftlicher Unterstützung zu lösen sind.