

Low-Cost-Ofen mit niedrigsten Emissionen

Low-Cost Stove with Lowest Emissions

Robert Scharler, Christoph Hochenauer

Die globale Erwärmung aufgrund des anthropogenen Treibhauseffekts ist eine wichtige Treiberin für die Entwicklung erneuerbarer Energiesysteme. Die Bioenergie deckt in Österreich etwa 17,2 % des Brutto-Energieverbrauchs ab und ist somit die wichtigste erneuerbare Energiequelle. Darüber hinaus dürfte sich der Anteil in den folgenden Jahren erhöhen.

Die Verbrennung von holzartiger Biomasse zur Wärme-gewinnung ist dabei eine äußerst etablierte Technologie und ein Drittel des gesamten Wärmebedarfs in Österreich wird auf diese Weise abgedeckt. Dabei kommt den traditionellen Scheitholzöfen eine große Bedeutung zu. Österreichs Forschung und Wirtschaft nehmen im Bereich der Bioenergie und insbesondere im Bereich der Biomasse-Feuerungen einen internationalen Spitzenplatz ein. Das Institut für Wärmetechnik an der TU Graz spielt als wissenschaftlicher Schlüsselpartner des österreichischen Biomassekompetenzzentrums BIOENERGY 2020+ eine wesentliche Rolle. Die beiden TU Graz-Professoren Christoph Hochenauer und Robert Scharler sind hierbei die wissenschaftlichen Leiter in den Bereichen Feuerungstechnik sowie Modellierung und Simulation. Gemeinsam mit BIOENERGY 2020+ forscht man erfolgreich an der Entwicklung von innovativen Feuerungstechnologien mit höchsten Wirkungsgraden und niedrigsten Schadstoffemissionen wie zum Beispiel von Kohlenmonoxid (CO), Stickoxiden (NOx) und Feinstaub.

Heizen mit Holz

Holzöfen sind aufgrund der niedrigen Brennstoffkosten, des ökologischen Aspekts einer erneuerbaren Energiequelle und der visuellen Anziehungskraft der Flamme, die ein angenehmes Gefühl verursacht, immer noch sehr beliebt. Allerdings sind derzeit am Markt erhältliche Öfen entweder teuer (hochwertige Pelletöfen) oder die Schadstoffemissionen günstigerer Geräte zu hoch (alte Scheitholzöfen). Im vom österreichischen Klima- und Energiefonds geförderten Projekt LowCostEmissionStove wird deshalb eine innovative Ofentechnologie entwickelt, die niedrigste Schadstoff- >

Global warming due to the anthropogenic greenhouse effect is an important driver for the development of renewable energy systems. Bioenergy covers about 17.2% of the gross energy consumption in Austria and is therefore the most important renewable energy source. In addition, the share of bioenergy should increase in the following years.

The combustion of woody biomass for heat generation is an established technology and one third of the total heat demand in Austria is covered in this way. Here, traditional wood log stoves are still of great importance. Austria's research and industry is an international leader in the field of bioenergy and, in particular, in biomass combustion. The Institute of Thermal Engineering at TU Graz plays a crucial role as key scientific partner of the Austrian biomass competence centre BIOENERGY 2020+. The two TU Graz professors Christoph Hochenauer and Robert Scharler are scientific leaders in the fields of combustion technology and modelling and simulation at BIOENERGY 2020+. Together with the competence centre, they are successfully researching in the field of innovative combustion technologies with high efficiencies and very low pollutant emissions, such as carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx) and fine dust.

Wood stoves

Wood stoves are still very popular due to the low fuel costs, the ecological aspect of a renewable energy source and the visual appeal of the flame, which creates a pleasant feeling. However, currently available stoves are either expensive (high-quality pellet stoves) or the pollutant emissions are too high (old and cheap wood-log stoves). In the "LowCostEmissionStove" project, which is funded by the Austrian Climate and Energy Fund, an innovative low-cost stove technology with very low pollutant emissions is currently under development. The project is coordinated by the engineering company HET (Salzburg), the implementation >



Robert Scharler ist Universitätsprofessor für Computational Fluid Dynamics am Institut für Wärmetechnik der TU Graz und wissenschaftlicher Berater von BIOENERGY 2020+. Er ist weiters wissenschaftlicher Leiter des Projekts LowCostEmissionStove.

Robert Scharler is professor of Computational Fluid Dynamics at the Institute of Thermal Engineering of TU Graz and scientific advisor for BIOENERGY 2020+. Furthermore he is scientific leader of the project "LowCostEmissionStove".



Christoph Hochenauer ist Leiter des Instituts für Wärmetechnik und Key Researcher bei BIOENERGY 2020+.

Christoph Hochenauer is head of the Institute of Thermal Engineering and key researcher at BIOENERGY 2020+.

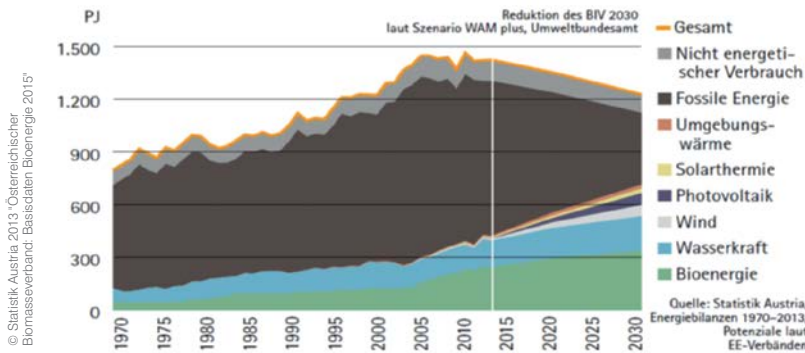


Abbildung 1:
Österreichs Brutto-Energieverbrauch – Vergangenheit und Ausblick.
Figure 1:
Austria's gross energy consumption – past and future.

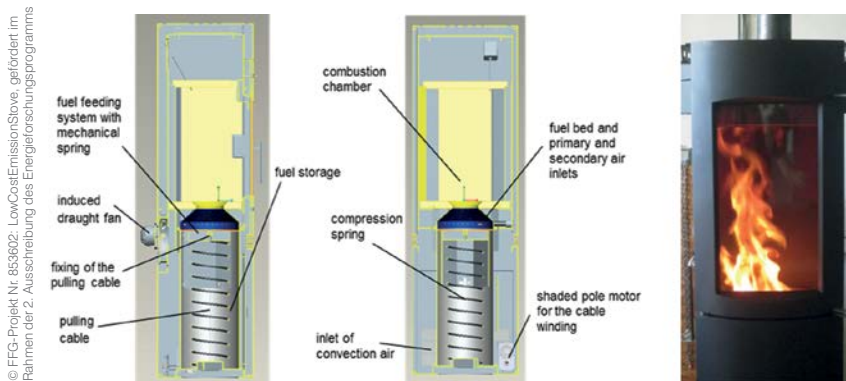
emissionen aufweist und dabei sehr kostengünstig ist. Das Projekt wird vom Salzburger Entwickler HET koordiniert, die Umsetzung der neuen Technologie erfolgt durch den Ofenbauer Justus, das TU Graz-Institut für Wärmetechnik und BIOENERGY 2020+ sind wissenschaftliche Partner. Der neue Ofen basiert auf einem innovativen und patentierten Brennstoffzufuhrsystem, das zu einem sehr einfachen Aufbau führt. Im Rahmen des Projekts sollen drei Varianten der neuen Ofentechnologie entwickelt werden:

Die erste Variante ist ein stromloser Pellet-Naturzugofen als Weltneuheit, der sich durch einen besonders niedrigen Preis, Netzautarkie und ein sehr schönes Flammenbild auszeichnet und außerdem hinsichtlich Komfort, Bedienfreundlichkeit und Emissionsverhalten derzeitigen Scheitholzöfen deutlich überlegen ist.

Die zweite Variante ist ein mit geringem Strombedarf betriebener Pelletofen mit Saugzug-Gebläse (siehe Abbildung 2). Dieser soll deutlich stromsparender und günstiger in der Anschaffung als derzeit erhältliche, hochqualitative Pelletöfen sein, und darüber hinaus sowohl hinsichtlich Emissionen und Wirkungsgrad das derzeit strengste relevante Zertifikat für kontinuierlich betriebene Raumfeuerungen erhalten („Blauer Engel“).

Als dritte Variante soll ein mit geringem Strombedarf betriebener Kombi-Kaminofen, der sowohl mit Scheitholz als auch Pellets befeuert werden kann, entwickelt werden. Dieser soll die Vorteile beider

Abbildung 2:
Schema des neuen Pelletofens mit Gebläse (links, Mitte) und Foto der Versuchsanlage Version 1.
Figure 2:
Scheme of the low-energy demand pellet stove technology (left, middle) and photo of the first version of the pilot plant.



of the new technology is carried out by the stove manufacturer Justus, and the Institute of Thermal Engineering and BIOENERGY 2020+ are scientific partners. The new stove is based on an innovative and patented fuel supply system which leads to a very simple design. Three variants of the new stove technology are to be developed as part of the project:

The first variant, a world novelty, is a certified natural draft pellet stove characterized by a particularly low price, grid independency and a very nice flame pattern, and is clearly superior to current wood-log stoves with regard to comfort, ease of use and emission behaviour.

The second variant is a pellet stove with a low electricity demanding draft fan (see Figure 2). While the stove is considerably cheaper than current high-quality pellet stoves, it still fulfils the highest and most stringent relevant certificate for continuously operating room firing systems ("Blue Angel") in terms of emissions and efficiency.

The third variant is a combi-stove, which can be fired with both wood logs and pellets. This should combine the advantages of both fuels. In this case, wood logs are the cheaper fuel and the flame image is superior to the pellet stove. The additional use of the pellet burner as a supporting burner for the combustion of the wood logs considerably reduces the high emissions of wood log combustion while increasing significantly the efficiency of the stove.

For the current-operated variants, a novel micro-heat storage concept with convection air ducts for the purpose of targeted discharge of the storage is being developed in order to achieve a better heat management and a prolonged heat dissipation.

New development

In order to meet the objectives of the project, the technology of the furnace is to be newly developed. For this purpose, CFD (Computational Fluid Dynamics) simulations of the combustion processes in the furnace are carried out and systematic investigations with detailed emission measurements are performed on a test rig. Both the Institute of Thermal Engineering and BIOENERGY 2020+ have extensive experience in the field of CFD simulation of combustion plants. Together, a detailed CFD model for biomass firing systems has been developed, which can depict all processes from the simulation of the burning of wood chips and pellets in the grate to combustion in the combustion chamber and the formation of pollutant emissions (see Figure 3).

Brennstoffe in sich vereinen. Scheitholz ist dabei der billigere Brennstoff und auch beim Flammenbild den Pellets überlegen. Durch die zusätzliche Verwendung der Pellets-Feuerung als Stützbrenner für die Scheitholzverbrennungen werden die sehr hohen Emissionen der Scheitholzverbrennungen deutlich reduziert und der Wirkungsgrad wird deutlich angehoben.

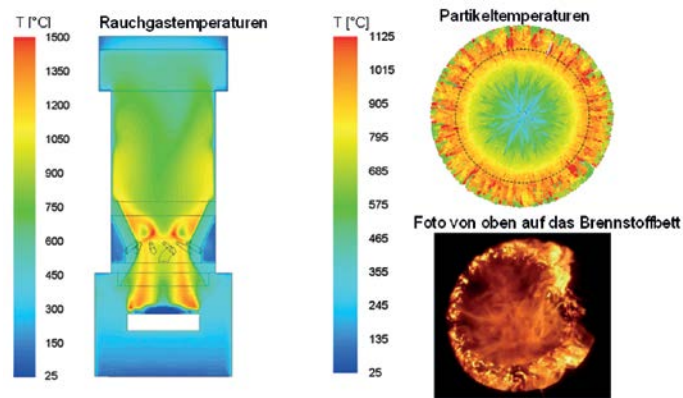
Darüber hinaus wird für die strombetriebenen Varianten ein neuartiges Kleinwärmespeicherkonzept mit Konvektionsluftkanälen zur gezielten Entladung des Speichers entwickelt, um ein besseres Wärmemanagement und eine verlängerte Wärmeabgabe zu erreichen.

Neuentwicklung

Um die Zielsetzungen des Projekts zu erfüllen, soll die Feuerungstechnik des Ofens neu entwickelt werden. Dazu werden wissenschaftlich fundierte numerische Simulationen der Verbrennungsprozesse im Ofen mittels CFD (Computational Fluid Dynamics) und systematische Versuche am Prüfstand mit detaillierten Emissionsmessungen durchgeführt. Sowohl das Institut für Wärmetechnik als auch BIOENERGY 2020+ hat große Erfahrung im Bereich der CFD-Simulation von Feuerungen. Gemeinsam hat man ein detailliertes CFD-Modell für Biomassefeuerungen, das alle Prozesse von der Simulation des Abbrands von Hackschnitzeln und Pellets am Rost bis zur Verbrennung im Feuerraum und der Bildung der Schadstoffemissionen abbilden kann, entwickelt (siehe Abbildung 3).

Im Rahmen des Projekts wurde in einem ersten Schritt ein CFD-basiertes Pelletofenmodell entwickelt und bereits mit Erfolg für die Entwicklung der ersten Versuchsanlage der neuen Ofentechnologie eingesetzt. Dieses ermöglicht eine detaillierte Evaluierung der Prozesse im Brennstoffbett wie auch in der Brennkammer (siehe Abbildung 4). Weiters wird gerade ein neues CFD-basiertes Scheitholz-Kaminofenmodell entwickelt, mit dem erstmals ein vollständiger Kaminofenzyklus vom Auflegen der Holzscheite bis zu deren Ausbrand im Detail simuliert werden kann.

Zusammenfassend kann das Projekt „LowCostEmissionStove“ als Vorzeigeprojekt für angewandte Forschung betrachtet werden, da die Synergien der beteiligten Partner optimal genutzt werden und die Erkenntnisse direkt in die Stärkung der österreichischen Wirtschaft einfließen. ■



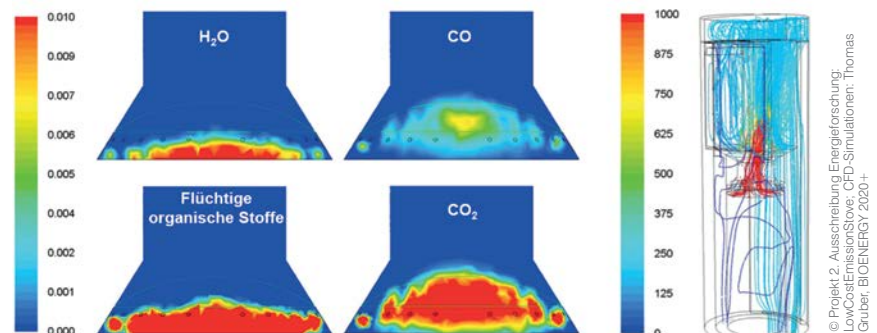
© R. Mehrabian, S. Stangl, R. Scharler, I. Oberberger, A. Weisinger.
CFD simulation of biomass grate furnaces with a comprehensive 3D packed bed model. In: Tagungsband des 20. Deutschen Flammtag, September 2011, Karlsruhe, Germany

As part of the project, a CFD-based pellet stove model was first developed and successfully used for the development of the first test rig of the new technology.

This methodology allows for a detailed investigation of the interlinked processes of pellet and gas phase combustion in the stove (see Figure 4). Furthermore, a new CFD-based wood log stove model has been developed which can be used to simulate a complete combustion cycle for the first time, from the insertion of the wood logs to complete burnout.

Abbildung 3:
3D-CFD-Simulation einer 20 kW Pelletfeuerung: Simulation des Abbrands der Pellets am Rost.

Figure 3:
3D-CFD simulation of a 20 kW pellet burner: simulation of the combustion of the pellets on the grate.



© Projekt 2. Ausschreibung Energieforschung:
LowCostEmissionStove: CFD-Simulationen: Thomas Gruber, BIOENERGY 2020+

Hence, the project „LowCostEmissionStove“ can be considered as a showcase project of applied science, where synergies of the partners involved are ideally utilized and the results of the project directly lead to a strengthening of the Austria's economy. ■

Abbildung 4:
Konturdarstellung der Freisetzung diverser Spezies im Brennstoffbett während der Verbrennung von Pellets [mg/s] (links) sowie nach CO- Konzentrationen eingefärbte Strömungspfadlinien [ppm tr.] innerhalb der neuen Pellet-Ofentechnologie (rechts).

Figure 4:
Contours of release rates of different species during the thermal conversion of the pellets [mg/s] at a vertical cross section through the grate axis (left) and flue gas path lines coloured by CO concentrations in ppm at dry basis (right) under full load conditions of the new pellet stove technology.