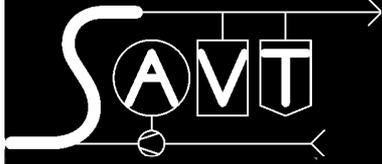


Jg. 13 Heft 66



27. Juli 2004

REZOR

Die Zeitung für Prozeß-Simulanten, Destillateure, Zünder,
Wirbler, Rektifikanten, Filtranten, Permeaten, und viele mehr !



Zeitung am Inst. für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Techn. Biowissenschaften der TU Wien

REZOR

RE(D)AKTIONSPRODUKTE

INHALT, IMPRESSUM	2
EDITORIAL	3
PRESSESPIEGEL	4
DIPLOMARBEIT	9
DISSERTATION	11
VERÖFFENTLICHUNG	17
NACHLESE BEACHVOLLEY	21
NACHLESE GRILLFEST	23
BASTELANLEITUNG	27
BUNDESMINISTERIN	29
CARTOON	31

IMPRESSUM :

HERAUSGEBER :  , Verein am Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik, Getreidemarkt 9/166, A-1060 Wien

Kontakt: Obmann obmann@savt.at
 Kassier kassier@savt.at
 Schriftführer schriftfuehrer@savt.at
 Veranstaltungen events@savt.at

Der SAVT im Internet: <http://www.savt.at>

REDAKTIONSTEAM : DI Markus Bolhär-Nordenkampf

Namentlich gezeichnete Artikel stellen die persönliche Meinung des Verfassers dar.

Die Redaktion behält sich vor, eingesandte Beiträge gegebenenfalls zu kürzen.

DER REAKTOR ist eine fünfmal jährlich erscheinende Druckschrift des Vereins "STUDENTEN UND ABSOLVENTEN DES VERFAHRENSTECHNIKINSTITUTS DER TU WIEN - SAVT"

Bankverbindung: LANDES-HYPOTHEKENBANK Niederösterreich, Operngasse 21, A-1040 WIEN. Kto.-Nr.: 1468-002058 BLZ: 53000

Ordentliche Mitgliedschaft: €12.-

Außerordentliche Mitgliedschaft: €15.-

Titelbild: Bartl (Schriftführer) und Bolhar (Obmann) beim Grill; SAVT-Grillfest 2004

EDITORIAL

Werte Leserschaft!

Der Sommer??? hat begonnen
und der Winter??? steht schon vor der Tür.

Leider ist der rechtzeitigen Fertigstellung des Reaktors als Lektüre zu Beginn der Ferien meine Dissertation im Wege gestanden. Nach dessen Abschluss kann ich mich nun natürlich wieder den wichtigen Dingen des Lebens, wie dem Reaktor zuwenden.

Das SAVT-Grillfest ist geschlagen. Es hat in jeder Hinsicht die Erwartungen übertroffen. Nicht nur, dass sich an jenem Donnerstag der Sommer sichtlich seines Namens besonnen hat, nein, auch die TeilnehmerInnenzahl und der Verbrauch an Speis und Trank suchen ihres Gleichen. 500 Liter Bier (Steigerung von 42% gegenüber dem Vorjahr!) flossen in die durstigen Kehlen, dazu noch rund 100 Liter Wein; die antialkoholischen Getränke fallen hier nicht weiter auf.

110 Kilogramm diversen Fleisches besänftigten sogar die größten Esser,
dazu noch Unmengen Salat,.....

Aber nicht nur davon weiß dieser Reaktor zu berichten,
auch vom SAVT-Beachvolleyballturnier.

Es wurde jedoch nicht nur gefeiert sondern natürlich auch wissenschaftlich gewerkt.

Dazu finden sich in dieser Ausgabe einer Diplomarbeit, eine Dissertation und eine
Veröffentlichung.

Da Techniker im Allgemeinen ja als verspielt gelten, befindet sich auch noch eine kleine Bastelanleitung in diesem Reaktor, falls der Sommer doch noch kommen sollte. Abschließend bleibt mir noch, einen besseren Verlauf des Sommers zu wünschen (weniger Regen) und mich auf ein Wiedersehen im Herbst beim Wandertag, dem legendären SAVT-Grand Prix oder vielleicht dem 2. SAVT-Preiskegeln zu freuen.

Euer Markus

Pressespiegel

"Wir brauchen mehr Technikstudenten"

TU-Rektor und Philips auf der Suche - Mangel an Sozialprestige und Frauen

(Salzburger Nachrichten vom 22.06.2004)

Akademiker-Arbeitslosigkeit hin, Hochschulmisere her, es gibt "freie Kapazitäten" im Lande, die noch nicht genutzt werden. Von diesen sprach am Montag zumindest der Rektor der Technischen Universität Wien, Peter Skalicky. In den Fächern technische Chemie, Elektro- und Nachrichtentechnik könnte seine Universität einige Hundert Studenten zusätzlich verkraften. Skalicky: "Das Personal dafür wäre vorhanden."

Mehr Nachrichten- und Elektrotechniker - das wäre auch nach dem Geschmack von Philips Österreich, wo 30 Ingenieure für Österreich und 100 für den gesamten deutschsprachigen Raum gesucht werden. "Viele Studenten entscheiden sich am Markt vorbei", glaubt Philips-Vorstand Markus Posch.

Weltweit gehen die Absolventen der technisch-naturwissenschaftlichen Fächer zurück. In Österreich seien die Zahlen konstant, sagt Skalicky. Er beobachtet allerdings, dass Technikern generell ein geringer Sozialstatus beigemessen werde. Das mache sich besonders bei der Berufswahl von Mädchen bemerkbar. Ihnen würde, häufig auch von den Eltern, von einem technischen Beruf abgeraten. Erst ein Zehntel der Elektrotechnik- und Maschinenbaustudenten seien weiblich. Dabei habe Philips mit Technikerinnen "ausgezeichnete Erfahrungen" gemacht, betont Vorstand Posch. Barbara Weitgruber, Sektionschefin im Bildungsministerium, weist auch an den Mangel an Forscherinnen hin. Österreich nehme mit nur 19 Prozent Frauen in der Forschung EU-weit den letzten Platz ein.

Mit der Initiative "Jo!Einstein", eine Art Tag der offenen Tür am 24. Juni will die TU Wien Schülerinnen und Schülern die Angst vor den Einstiegsfächern Mathematik, Physik und Chemie nehmen. Infos unter: www.yo-einstein.at.

Kommentar: Kinder statt Party? Sowieso! Aber ...

Akademikerrate und Geburtenrate gleichzeitig erhöhen: Geht das?

von Andrea Heigl (Der Standard, 21. Juni 2004)

Studentin und Mama oder Student und Papa – gar keine so seltene Kombination. Etwa elf Prozent aller Studierenden werden während ihrer Ausbildung Eltern. Ob geplant oder ungeplant: Die frischgebackenen Mütter und Väter stehen plötzlich vor einer Fülle von Herausforderungen. Eine ganz wesentliche Hürde stellt für viele das Geld dar. Seit 2002 bekommen Studentinnen 435 Euro Kindergeld, dazu kommen unter Umständen diverse Förderungen und Beihilfen, die aber jeweils an das Einkommen gebunden sind und deren Beantragung sehr viel Zeit und Nerven raubt.

Gleichberechtigung hin oder her: Meist sind es die Mütter, an denen ein Großteil der Verantwortung hängen bleibt. Es verlangt viel Anstrengung und Organisation, Baby und Bildung unter einen Hut zu bekommen. Kommen auch noch finanzielle Sorgen dazu, ist das besonders für Frauen oft ein Grund, das Studium abzubrechen. Im Idealfall wird die Mutter vom Vater des Babys unterstützt, häufig springen auch noch die (Groß)Eltern helfend ein. Das bringt die jungen Frauen aber in eine finanzielle Abhängigkeit. Ganz zu schweigen davon, was passiert, wenn Familie und Partner – aus welchen Gründen auch immer – die Unterstützung verweigern ...

... wo ist das Geld dafür?

Österreich hat eine zu niedrige Akademikerrate, findet Bildungsministerin Elisabeth Gehrler. Sie war es auch, die den „Kinder-statt-Party“-Sager geprägt hat. Bitteschön – hier sind die jungen Eltern, die noch dazu studieren. Warum bietet ihnen nicht der Sozialstaat einen Ausweg aus der Abhängigkeit? Warum gibt es keinen besonderen Förderungen für Studierende, auf die sie einen Rechtsanspruch haben?

Es ist an der Zeit, jungen Menschen nicht ihren Lebenswandel vorzuwerfen, sondern adäquate Rahmenbedingungen zu schaffen und das Studieren mit Kind zu erleichtern. Junge Eltern haben besondere finanzielle Bedürfnisse, studierende Eltern erst recht. So lange denen nicht Rechnung getragen wird, müssen sich besonders StudentInnen nicht vorwerfen lassen, dass sie lieber Party machen als die Geburtenrate zu erhöhen ...



Biker-Beziehung.
Karin Mairitsch und
ihre Erzberg-Buell

KARIN MAIRITSCH

Auf biken und brechen

■ Karin Mairitsch hat ihren Job an der Uni für technische Chemie an den Nagel gehängt um sich voll und ganz dem Biken zu widmen. Bereits zum vierten Mal ritt sie beim Erzbergrennen, dem ultrabrutalen Szene-Event, mit. Diesmal im Prolog mit einer Buell. Und so ganz nebenbei schrieb sie das Kultbuch über eine Mann-Frau-Bike-Beziehung „Rosarot&Himmelblau“.

"Mutprobe" für den Rektor - Von der FH zum Uni-Studium

VON ERICH WITZMANN ("Die Presse" vom 05.06.2004)

WIEN. "Durchlässigkeit." Unter dieser Devise steht seit einigen Jahren das gesamte österreichische Bildungssystem. Hauptschule und AHS sollen "durchlässig" sein, man soll also von einem Schultyp in den anderen wechseln können; in gleicher Weise sind Fachhochschule und Unis aufgerufen, Prüfungen bzw. bereits absolvierte Studienabschnitte gegenseitig anzuerkennen. Schließlich sollen FH-Absolventen an die Uni wechseln und dort ein Doktoratsstudium anhängen können.

"Es ist zwar nicht vorrangiges Ziel der FH-Studien, für ein Doktoratsstudium an Universitäten vorzubereiten. Allerdings muss sichergestellt werden, dass dem gesetzlichen Zugang zum Doktoratsstudium für die interessierten Studierenden auch faktisch entsprochen wird", so lautet eine diesbezügliche Passage im Entwurf für den künftigen FH-Entwicklungs- und Finanzierungsplan III. Erklärtes Ziel des meist achtsemestrigem FH-Studiums ist eine "wissenschaftlich-berufsfeldorientierte" Ausbildung, wobei das Praxissemester (das sechste Semester) in einem Unternehmen geleistet werden muss, das ein mögliches Berufsfeld für die Absolventen des jeweiligen Studienganges sein könnte. Und obwohl in vielen Fällen die Absolventen in diesen Unternehmen auch ihre Berufskarriere starten, gibt es doch knapp zehn Prozent, die nach dem FH-Studium noch ein Doktorat an einer Universität anpeilen.

Ein Jahr länger studieren

Der Sprung an die Uni ist nicht gerade einfach. Laut Gesetz darf der Wechsel zu keiner Zeitersparnis führen: Auch der begabteste FH-Student darf nicht früher ein Doktoratsstudium beginnen, als dies laut Uni-Regelstudium möglich ist. Tatsächlich spielt es sich aber anders ab. "Es kommt zu einem zusätzlichen Jahr", musste etwa Andreas Barth feststellen, der von der FH in Wels an die TU Wien wechselte. Er muss die Grundlagenfächer des ersten TU-Studienabschnitts nachholen, insgesamt 44 Wochenstunden, dann kann er sich erst voll auf das Doktoratsstudium konzentrieren.

Das heißt: ein Jahr länger gegenüber einem Studenten, der gleich an der TU begonnen hätte. Barth führt für sich dennoch einen Vorteil ins Treffen: Er wählte mit dem Studienort Wels eine FH in nächster Nähe zu seinem damaligen Heimatort. Das ist generell das Plus bei den FH-Angeboten: Sie bieten eine über Österreich verstreute Studienmöglichkeit.

TU-Wien-Professor Peter Kopacek (Vorstand des Instituts für Handhabungsgeräte und Robotertechnik) kann über Fachhochschüler nicht klagen. Einer hat bei ihm schon das Doktorat geschafft, drei weitere - unter ihnen Andreas Barth - peilen dieses gerade an. TU-Rektor Peter Skalicky hat hingegen "eine sehr gemischte Erfahrung": "In der Elektrotechnik scheitern die meisten, weil die theoretische Basis fehlt." Der Anteil der FH-Leute an den Doktordiplomen sei jedenfalls verschwindend gering. "Sie haben keine Berührungängste", hebt Skalicky hervor. Und: "Der Wechsel an die Universität ist für sie doch so etwas wie eine Mutprobe."

Mehr Erneuerbare für mehr Sicherheit

Stärker denn jemals zuvor betonte die Staatengemeinde bei einer Konferenz in Bonn, wie wichtig erneuerbare Energieträger für die Sicherheitspolitik sind.

VON MARTIN KUGLER (Die Presse) 05.06.2004

BONN. Das unmittelbare Ergebnis ist zwar dürftig: Außer einer sehr allgemeinen politischen Deklaration, den Einsatz erneuerbarer Energieträger zu steigern, sowie einer Sammlung von "Best-practice"-Beispielen und einem Aktionsplan mit freiwilligen Aktivitäten - davon drei aus Österreich - gab es keine konkreten Beschlüsse. Doch die meisten Teilnehmer betrachteten die Konferenz für erneuerbare Energie "Renewables 2004", von Dienstag bis Freitag in Bonn, als großen Erfolg.

"Ich halte die Konferenz für einen Meilenstein, weil erstmals das Thema erneuerbare Energie international diskutiert wurde", kommentierte Umweltminister Josef Pröll die Veranstaltung. Die Dokumente hätten zwar nicht die Schärfe, die er sich gewünscht habe. "Aber man darf nicht vergessen, dass wir international bei Null begonnen haben", so Pröll.

Das politische Gewicht der Konferenz war denn auch recht groß: Anstatt der erwarteten 1000 Delegierten reisten 3000 an, vertreten waren 154 Staaten und gut 80 Minister. Und von denen kamen sehr konkrete Ankündigungen: China etwa hat erstmals zugesagt, seinen Anteil an erneuerbaren Energieträgern um 50 Prozent zu steigern. Die Weltbank will ihre Unterstützung bis 2010 auf jährlich 400 Mill. Dollar verdoppeln. Und das Gastgeberland Deutschland stockt seine Unterstützung für "saubere" Energie um die Hälfte auf 1,5 Mrd. Euro auf.

In Zeiten von größeren Turbulenzen auf den Erdöl-Märkten gab es einen weit gehenden Konsens darüber, dass der Ausbau der "Erneuerbaren" nicht nur zum Umwelt- und Klimaschutz beiträgt, sondern auch zur Sicherheit. "Die einseitige Abhängigkeit vom Öl erhöht unsere Verwundbarkeit gegenüber dem Terrorismus enorm", sagte der deutsche Bundeskanzler Gerhard Schröder. "Erneuerbare Energie dezentral nutzbar zu machen, ist also ein Gebot der Sicherheit in unserer Welt."

Naturgemäß skeptisch agierten die Erdöl-produzierenden Staaten, allen voran Saudi-Arabien, dessen Energieminister zu praktisch allen Vorschlägen "Ja, aber" sagte. Der Sukkus: Die Entwicklung dürfe nicht zu schnell vorangehen. Stark vertreten waren auch die USA, die sich jedoch in der Diskussion sehr zurückhielten und keine Beschlüsse verhinderten.

So groß auch derzeit die Steigerungsraten der erneuerbaren Energie in Europa sind - international ist deren Anteil zurückgegangen: Seit den 90er Jahren war die jährliche Steigerungsrate laut Angaben der Internationalen Energieagentur nur halb so hoch wie jene des Gesamtenergieverbrauchs. Derzeit stammen weltweit 5,5 Prozent der Energie aus erneuerbaren Energieträgern. In Österreich machen diese 23 Prozent aus, das Ziel für 2010 lautete 30 Prozent. "Das ist erreichbar, die jährliche Steigerung liegt bei rund einem Prozent", so Pröll.

Nicht so optimistisch ist die EU. Das Ziel, bis 2010 den Anteil erneuerbarer Energie auf zwölf Prozent zu verdoppeln, sei nur dann erreichbar, wenn sich die Mitgliedsstaaten mehr anstrengen würden, hieß es in Bonn. Wenn nur die bereits bestehenden Pläne ausgeführt werden, sei lediglich ein Anteil von neun Prozent erreichbar. Trotzdem bastelt die EU bereits an einem weiteren Ziel, nämlich 20 Prozent im Jahr 2020.

Hydrodynamic Investigation of a Dual Fluidised Bed Chemical-Looping Combustor Experiments and Mathematical Modelling

Diploma Thesis: Elisabeth Wopienka

Introduction

Since fossil fuels will remain the main energy source, at least in the next decade, new technologies will be necessary for a mitigation of damage of fossil fuel usage. A number of different capture technologies are available to remove CO₂ directly from power plants. Chemical-Looping Combustion is a promising technology for inherent CO₂-capture when firing fossil fuels. In this process, conventional fuel combustion is replaced by a flameless two-step reaction in two separate reactors (see Figure 1).

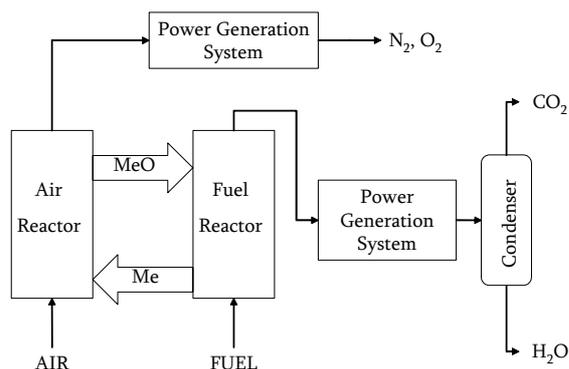


Figure 1: Principle of a CLC-power plant

In the fuel reactor a gaseous fuel is oxidised by a metal oxide, which is re-oxidized in the air reactor by air and thus, acts as an oxygen carrier between the reactors. Because of the favourable characteris-

tics of fluidised beds for heterogeneous reactions, implementation is realised in a dual fluidised bed reactor system.

In this work, the hydrodynamics of a large scale Chemical-Looping Combustion (CLC) power plant concept are analysed and a detailed parameter study is carried out using a scaled flow model. The results are used for techno-economic evaluation of a large scale power plant concept (Kronberger et al. 2004).

Evaluations are made with consideration of two main objectives:

- ⊙ Description of operation behaviour, described by solids flow, stability and part load characteristics of the CFB-system.
- ⊙ Set up, evaluation and verification of mathematical models for calculating pressure drop and mass distribution over the system in view of result implementing into a mathematical model.

In Figure 2 the design layout of the cold flow model is shown.

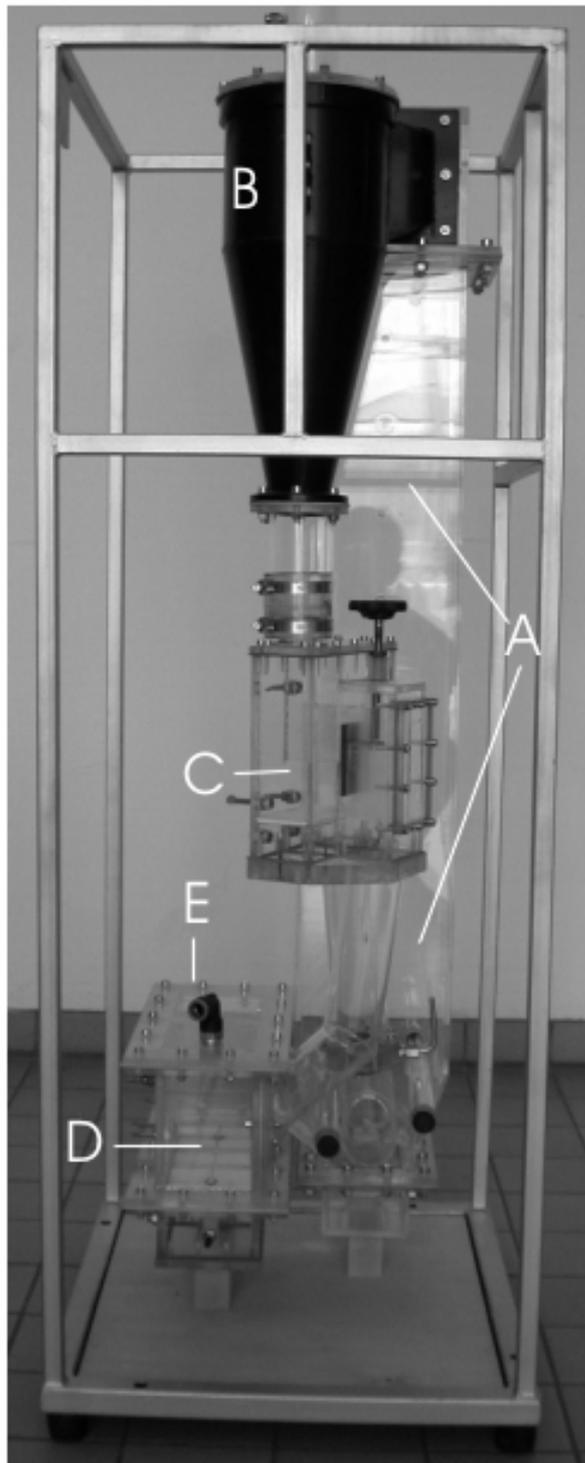


Figure 2: Design layout of the dual fluidized bed system with (A) Riser, (B) Particle separator, (C) Loop seal, (D) Fuel Reactor and (E) Air Reactor

Operating performance

Evaluations in this part of the work aim at a quantitative assessment of the fluid dynamic behaviour of the CFB plant. Signifi-

cant parameters are chosen and investigated in detail. By doing so not only the functionality of the entire system and every single unit is analysed but also the possibility of controlling and optimising it by varying certain parameters is ascertained.

Among parameters such as pressure profile and gas leakage, the solids circulation rate is a very important factor in the CLC – process. Oxygen transport capacity as well as heat transfer between air reactor and fuel reactor are determined by this parameter and thus, a minimum solids circulation rate is defined by either oxygen or heat demand. Adjustment is possible by varying certain parameters (e.g. the fraction of secondary air) and investigations are made to get more detailed information. The correlation of the specific solids circulation rate and secondary air fractions is exemplified in Figure 3.

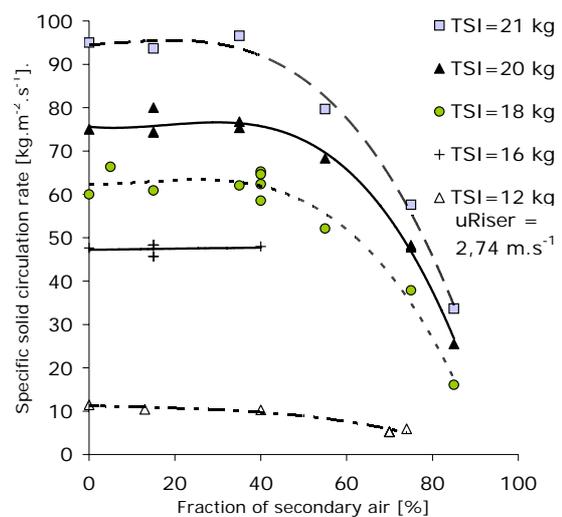


Fig. 3: Specific solids circulation rate for various secondary air fractions at different values for the total solid inventory (TSI)

Diploma Thesis

Mathematic Modelling

Mathematic modelling is a suitable tool to get a better insight into operating behaviour, to investigate the influence of parameters on the systems performance, and to create and evaluate optimisation measures.

The objective of this work is to design a numerical model that calculates the pressure profile of the circulating loop, solids circulation rate and mass-distribution of solids over the CFB-system (Figure 4). The correlations shall model the physical phenomena involved as simple as possible, and be applicable to a wide range of operating conditions to keep the program flexible.

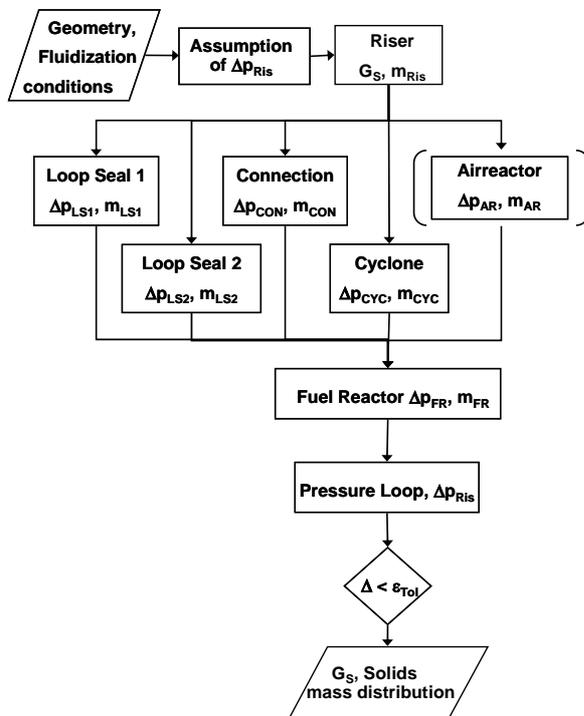


Figure 4: Structure of the program

The work is based on an existing program that was developed for a different dual fluidised bed system for thermal biomass

gasification [Kaiser et al., 2003]. For adaptation of this program to the CLC- flow model various mathematical models are evaluated and compared to experimental data.

Suitable models can be found but in addition, some complementary evaluations are required in order to determine specific coefficients and new empiric correlations for certain problems.

Modelling results

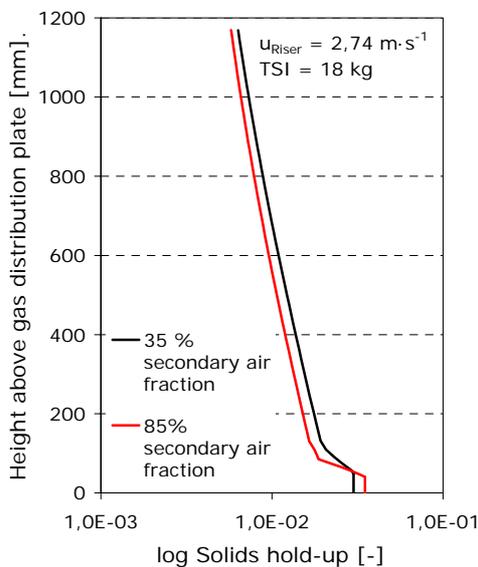
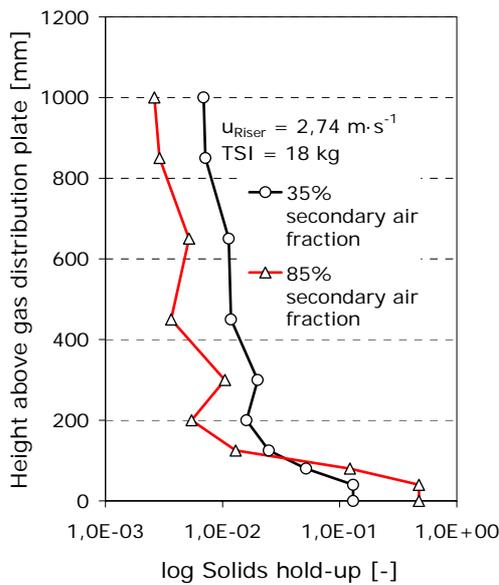
With regard to modelling, satisfying solutions were found for the mathematic description of each unit of the CFM. In some cases it is necessary to define boundaries for certain models (e.g. type of fluidisation regime) according to the field of application. Allowing for this limitation, good results can be obtained.

The correlations for solid inventory and pressure drop calculation are implemented into the program and suitable parameter defined for satisfying the mass balance.

Solids hold-up in the riser section was investigated in detail. Modelling this unit, an exponential decay-model of solids hold-up for the description of the distribution of bed material in the transport zone was used.

A comparison of both experimental and predicted values (as shown in Figure 5) shows shortcomings regarding this mathematical model and thus, application of a different approach for core-annulus flow calculation in the transport zone is recommended.

Diploma Thesis



Solids hold-up vs. riser height for different fractions of secondary air

Top: values calculated from pressure measurements

Bottom: Modelling results

Summary and further work

The assessment of the operating performance shows, that the system can be controlled very well by variation of fluidisation velocity in the riser, secondary air fraction, and total solid inventory. Solids circulation rate can be varied in a wide range which is important for oxygen transport capacity and the control of temperature distribution in the large scale unit. The

gas leakage was found to be low and since the mechanism is understood the performance can be optimised.

With regard to modelling, satisfying solutions were found for the mathematic description of each unit of the CFM. In some cases it will be necessary to define boundaries for certain models (e.g. type of fluidisation regime) according to the field of application. Allowing for this limitation, good results can be obtained.

A decay-model of solids hold-up for the description of the distribution of bed material in the transport zone was used. Simulation results have shown that this model is unsuitable for an adequate consideration of dynamic pressure drop. Furthermore it was observed that the description of mass distribution could be improved by applying a different approach for the calculation of the core-annulus flow in the transport zone.

References:

Kaiser, S., Löffler, G., Bosch, K., Hofbauer, H. (2003). *Hydrodynamics of a Dual Fluidized Bed Gasifier. Part II: Simulation of Solid Circulation Rate, Pressure Loop and Stability*, *Chem.Eng. Sci*, 58, 18, p 4215-4223, 2003.

Kronberger, B.; Beal, C.; Morin, J.X.; Hofbauer, H. *Design, hydrodynamic testing and scale-up recommendations of a conceptual large-scale chemical-looping combustion power plant*; Proceedings of the Third Annual Conference on Carbon Capture and Sequestration, Alexandria, May 3-6, 2004.

Innovationen für den Kachelofen

Beitrag zum besseren Verständnis von keramischen Wärmespeichern für Holzfeuerungen

Dissertation von Klaus Buchner

Betreuer: Hermann Hofbauer

Mit Beginn der Diskussion betreffend steigender CO₂ Konzentrationen in der Erdatmosphäre und den damit verbundenen Folgen, sowie der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Energieträger, wird die Forderung nach verstärkter Nutzung von erneuerbaren Energieträgern immer lauter. Diese Neuorientierung der Umweltpolitik zielt insbesondere in der Energiebereitstellung auf nachhaltig wirkende Lösungen ab. Nachwachsende Rohstoffe können dabei als CO₂ neutral angesehen werden und somit einen wirkungsvollen Beitrag leisten. Die Wärmeabgabe durch Strahlung als Garant für ein gesundes Raumklima anzusehen, andererseits ist die ökologische Vertretbarkeit nicht allein auf das Heizmaterial Holz beschränkt, sondern wird durch gesetzliche Vorgaben betreffend der Emissionen untermauert. Abgerundet wird das Bild des Kachelofens durch seinen Status als repräsentativer Einrichtungsgegenstand und Inbegriff von Behaglichkeit und Gemütlichkeit. Das Heizgerät Kachelofen zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: Der Kachelofen weist keinen Rost auf,

das Holz verbrennt auf einem glatten Herd im Aschebett. Brennraum und nachgeschaltete Züge sind vollständig aus keramischen Materialien gefertigt und dienen als Speicher der während der Abbrandphase freigesetzten Wärme. Die Oberfläche, über die die eingespeicherte Wärme über mehrere Stunden hinweg abgegeben wird, ist im Verhältnis zu anderen Heizsystemen relativ groß, sodass die Oberflächentemperatur nur zwischen 80 und 130 °C liegt. Die nachfolgende Abbildung soll die Funktionsweise des Kachelofens verdeutlichen.

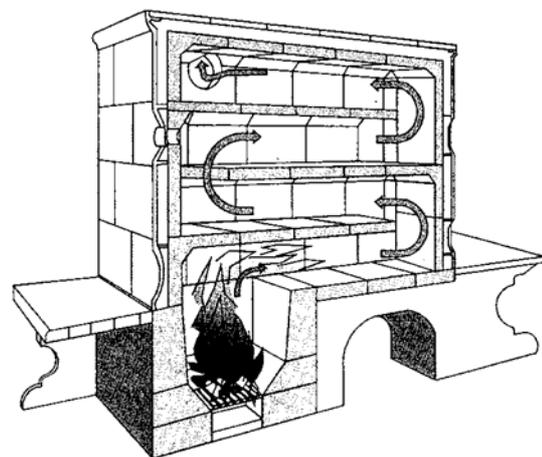


Abbildung 1: Funktionsweise eines Kachelofens [1]

Gerade im Hinblick auf die Emissionsproblematik konnten im letzten Jahrzehnt wesentliche Weiterentwicklungen erzielt werden. Darüber hinaus gewinnen jedoch Fragen der Gestaltung des Wärmespeichers und der äußeren Hülle zunehmend an Be-

DISSERTATION

deutung. Ziel dieser Arbeit war es daher ein grundsätzliches Verständnis für die Vorgänge der Wärmespeicherung und Wärmeabgabe bei keramischen Speichern anhand von konkreten Beispielen zu erarbeiten.

Mathematische Beschreibung keramischer Wärmespeicher

Die geometrische Modellierung eines Heizuges kann prinzipiell auf eine Gasphase, die von Wänden umschlossen wird, zurückgeführt werden. Die Gasphase ist durch die Kontinuitäts-, Bewegungs- und Energiegleichung definiert. Die Wände sind durch die Wärmeleitungsgleichung charakterisiert. Aufgrund unterschiedlicher Zielsetzungen und Rahmenbedingungen zur Beschreibung der Wärmespeicherung und Wärmeabgabe bei Kachelöfen ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur mathematischen Beschreibung dieser Vorgänge bei keramischen Wärmespeichern. Diese variieren zwischen starker Vereinfachung der Geometrie mit Reduktion der Gleichungen auf eine analytische Lösung für einen Einzelfall und exakter Modellierung des Kachelofens mit numerischer Lösung des gekoppelten Differentialgleichungssystems. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die mathematische Modellierung so einfach wie möglich zu halten. Demzufolge wurde auf eine eindimensionale Betrachtung der Gasphase unter der Annahme konstanter Temperatur und Geschwindigkeit über den Querschnitt zurückgegriffen. Dadurch ergibt sich eine zweidimensionale Wärmeleitung in den umschließenden Wänden. Auf die Modellierung der Scheitholzverbrennung wurde verzichtet, vielmehr wurden experimentel-

le Untersuchungen eingesetzt. Die gemessenen Temperaturen, Volumenströme und Zusammensetzungen des Verbrennungsgases am Eintritt in den jeweiligen Zug dienen als Randbedingung für die numerische Simulation. Da der Wärmetransport zwischen Gas und Wand die Randbedingung für beide Systeme darstellt, sind die beiden Differentialgleichungen miteinander gekoppelt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Temperaturänderungen in der Gasphase um eine Größenordnung schneller als jene in den Wänden verlaufen, wurden die Gleichungen zur Beschreibung der Wände auf ein quasistatisches System reduziert. Diese Vereinfachung führt zum Entkoppeln der beiden Differentialgleichungen. Auf diese Weise wird die axiale Temperaturverteilung in der Gasphase berechnet und der daraus resultierende Wärmeübergang als Randbedingung für die anschließende Bestimmung der neuen Wandtemperaturen benutzt. Für die Ermittlung des Wärmeübergangs zwischen Gasphase und Wand bzw. Wand und Umgebung ist die Kenntnis des Wärmeübergangskoeffizienten erforderlich. Daher wurde eine Literaturstudie betreffend der Nußeltkorrelationen durchgeführt. Die Berechnung des Wärmeübergangs durch Strahlung ist im Zugsystem mit wesentlich mehr Aufwand verbunden als an den Oberflächen des Kachelofens. Grund dafür ist, dass von den anderen Wänden Strahlungsenergie nach Durchqueren des absorbierenden-emittierenden Verbrennungsgases eintrifft und zum Teil adsorbiert, aber auch reflektiert wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einfluss der Gasstrahlung vernachlässigt und auf das Radiosity Verfahren [2] zurückgegriffen.

Kachelofenbauweise mit Luftspalt

Die Heizgaszüge des Kachelofens sind aus keramischen Platten aufgebaut, sie bilden die innere Schale des Ofens.

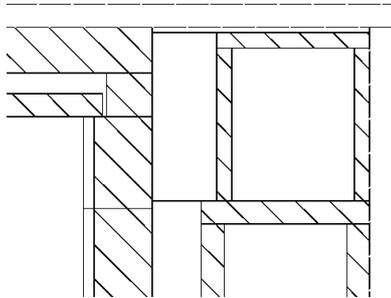


Abbildung 2: Kachelofenbauweise ohne Luftspalt

Die klassische Kachelofenbauweise (Abbildung 2) zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen inneren Schale (schraffiert) und äußerer Schale (nicht schraffiert) kein Luftspalt gegeben ist. Aufgrund von neuen Entwicklungen werden Kachelöfen aber zunehmend mit Luftspalt ausgeführt. Als Vorteil wird die gleichmäßigere Oberflächentemperatur angesehen, jedoch verbunden mit dem Nachteil des schlechteren Wirkungsgrades gegenüber der Bauweise ohne Luftspalt, bei identer Konstruktion betreffend Brennkammer und Heizzugführung. Im Rahmen dieser Arbeit wurden mittels experimenteller Untersuchungen und unterstützt durch die numerische Simulation die Einflüsse von Luftspaltbreite, Wanddicke, Werkstoff bzw. Heizzuglänge auf das unterschiedliche Wärmespeicherverhalten bei Bauweise mit und ohne Luftspalt diskutiert und Lösungsmöglichkeiten, um den Wirkungsgradabfall zu verhindern, aufgezeigt.

Zum besseren Verständnis des Zusammenhanges zwischen Ausbildung der Strömung und Wärmeübertragung durch Konvektion im vertikalen Luftspalt zwischen innerer und äußerer Schale wird auf eine Detail-

studie mittels CFD Simulation (computational fluid dynamics) zurückgegriffen. Als Modell wird ein geschlossener vertikaler Spalt (schlanker, vertikaler, rechteckiger Behälter), dessen Seitenwände auf konstanten, aber unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden, herangezogen. Untersucht wird dabei die stationäre freie Konvektion bei zweidimensionaler Betrachtungsweise. Zur Beurteilung der Simulationsergebnisse wird ein Vergleich mit Literaturwerten (Nußeltkorrelationen basierend auf experimentellen und theoretischen Arbeiten) durchgeführt. Die im Rahmen der Simulation ermittelten konvektiven Wärmeströme (Abbildung 3) können zur Beurteilung der optimalen Spaltbreite herangezogen werden. Im Wärmeleitungsbereich folgen die Simulationsergebnisse weitgehend der Fourierschen Wärmeleitungsgleichung, erst ab $Ra > 10^3$ tritt eine konvektive Strömung ein. Bei einer Spaltbreite von 20 mm ist ein Minimum zu beobachten, darüber hinaus hat die Spaltbreite jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Wärmeübergang.

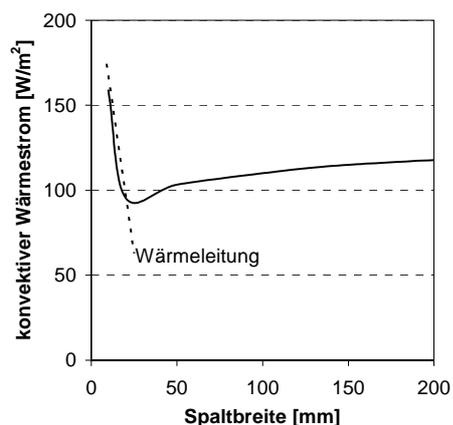


Abbildung 3: Einfluss der Spaltbreite

Basierend auf jahrzehntelanger Erfahrung und ständigen Weiterentwicklungen haben sich spezielle Schamotte (Haferschamotte) für den Kachelofenbau durchgesetzt.

DISSERTATION

Dennoch erfordern innovative Weiterentwicklungen, sowohl im Bereich der Emissionsminderung als auch im Bereich der Wärmespeicheroptimierung, eine Neuorientierung in der Werkstoffbewertung. Seitens der Industrie werden dichte Schamotte angeboten, die gegenüber den Hafnerschamotten höhere Wärmeleitfähigkeit und Dichte aufweisen. Um auch den Einfluss unterschiedlicher Werkstoffe bei der Bauweise mit Luftspalt zu beurteilen, wurden im Rahmen der Simulation sechs verschiedene Materialien näher betrachtet, wobei hier nur die Ergebnisse von zwei Materialien dargestellt werden soll. Zur Vereinfachung der Darstellung wurde der Fall des Ofens ohne Luftspalt mit Hafnerschamotte als Referenzwert definiert und die während des ersten Abbrandes (nach ca. 1 Stunde) aufgenommene Wärme für diesen Fall mit 100 % normiert. Der jeweilige zweite (kleinere) Balken in der folgenden Abbildung gibt jene Restwärme in % an, die nach der Wärmeabgabe an den Raum (nach weiteren 11 Stunden) noch gespeichert ist.

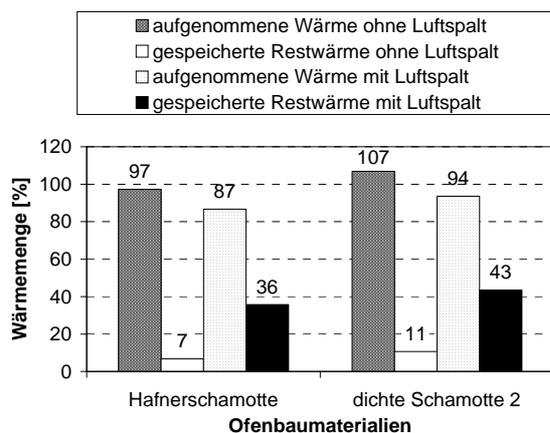


Abbildung 3: Einfluss des Speichermaterials

Aus der Abbildung 3 (Werte für den sechsen Abbrand) ist ersichtlich, dass Materialien mit höherer Wärmeleitfähigkeit und höherer Wärmespeicherfähigkeit als Haf-

nerschamotte größere Wärmemengen einspeichern können. Dies gilt gleichermaßen für den Kachelofen ohne und für den mit Luftspalt. Es zeigt sich jedoch, dass die grundsätzlichen physikalischen Gegebenheiten – schlechter Wärmeübergang im Luftspalt – materialunabhängig sind.

Um den Ansprüchen des Kunden betreffend Behaglichkeit und Gemütlichkeit gerecht zu werden, ist nicht nur der Aspekt der aufgenommenen Wärmemenge entscheidend, sondern vor allem die Oberflächentemperatur. Abbildung 4 gibt diesbezüglich die grundlegenden Tendenzen wieder.

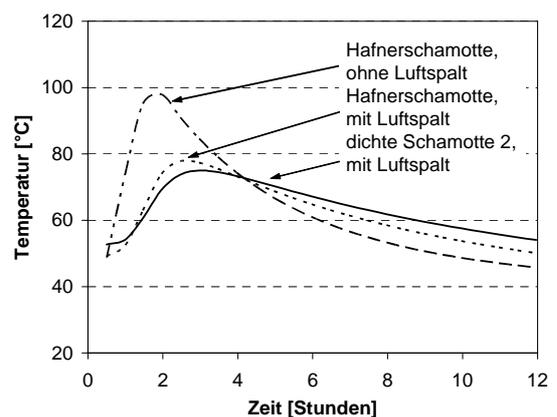


Abbildung 4: Verlauf der Oberflächentemperatur

Wie aus den Verläufen zu erkennen ist, ergeben sich für Öfen mit Luftspalt deutlich flachere zeitliche Temperaturverläufe an der Oberfläche. Weiters wird die maximale Temperatur später erreicht. Aufgrund der angegebenen Temperaturmaxima, -minima und -mittelwerte kann festgehalten werden, dass sich die Mittelwerte über die 12 Stunden nur geringfügig unterscheiden. Dies ist auch plausibel, da die Leistung des Kachelofens jeweils annähernd gleich ist und innerhalb der 12 Stunden daher annähernd die gleiche Wärmemenge über die gleich große Oberfläche abgegeben werden muss.

Entwicklung eines pelletsbefeuerten Kachelofens

Wenngleich in den letzten Jahren durch innovative Weiterentwicklungen neue Anwendungsgebiete wie die Warmwasseraufbereitung oder die Ganzhausheizung für den Kachelofen erschlossen wurden, so bleibt doch der Automatisierungsgrad aufgrund des Wesens der Scheitholzfeuerung beschränkt. Die Entwicklung eines Pellets-kachelofens verbindet die Vorteile von Holzpellets hinsichtlich Transport, Lagerung, Förderung und Dosierung, mit jenen des klassischen Kachelofens.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde der Pelletsbrenner EcoTec A3 15-25 kW der Firma Sahlins EcoTec eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen externen Pelletsbrenner mit Unterschubförderung ohne Lamdasonde, der zur Nachrüstung bestehender Ölkessel konzipiert wurde. Der Betrieb erfolgte mit konstanter Leistung.

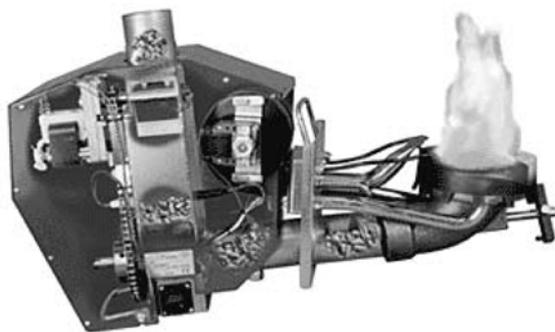


Abbildung 5: EcoTec Pelletsbrenner

Vorab soll anhand von typischen Versuchen das unterschiedliche Verhalten von Scheitholz- und Pelletsfeuerung aufgezeigt werden. Bei den dargestellten Ergebnissen handelt es sich um den zweiten Abbrand eines 24 Stunden Heizzyklus. Ein Vergleich hinsichtlich der Emissionen bei den

unterschiedlichen Feuerungssystemen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

	Scheitholzfeuerung	Pelletsfeuerung
CO [mg/MJ]	1029	94
NO _x [mg/MJ]	101	127
Org. C [mg/MJ]	56	1
λ [-]	2,9	2,6 ¹⁾
η [%]	82,4	83,0
P [kW]	4,1	4,5

¹⁾ Brennergebläse und Naturzug

Tabelle 1: Emissionsvergleich

Aus den Messwerten ist ersichtlich, dass die CO und org. C Emission bei der Pelletsfeuerung bei vergleichbaren Randbedingungen deutlich unter jenen bei der Scheitholzfeuerung liegen.

Aufgrund der Verbrennungscharakteristik von Scheitholz in Kleinf Feuerungsanlagen ist eine Luftzahl von ca. 3 erforderlich. Da diese Forderung im Falle des Pelletsbetriebes nicht mehr gegeben ist, wurde der Einfluss der Reduktion der Luftzahl auf das Wärmespeicherverhalten und die Emissionen untersucht. In Übereinstimmung mit der Literatur [3] ist festzuhalten, dass mit zunehmender Luftzahl die Kohlenmonoxid- und die Kohlenwasserstoffemissionen zurückgehen, während die Stickoxidemissionen ansteigen. Den experimentellen Untersuchungen folgend ist die Luftzahl größer als 1,5 zu wählen. Demzufolge kann zwischen zwei Betriebsweisen unterschieden werden.

Pelletsbetrieb mit großer Luftzahl: Aufgrund der großen Luftzahl und den damit

DISSERTATION

verbundenen Gasgeschwindigkeiten kann die klassische Kachelofenbauweise beibehalten werden. Durch konstruktive Adaptierungen in der Brennkammer ist ein wahlweiser Betrieb mit Scheitholz oder Holzpellets grundsätzlich möglich.

Pelletsbetrieb mit niedriger Luftzahl: Zur Ermittlung der optimalen Luftzahl unter Miteinbeziehung der Emissionen und des Wirkungsgrades empfiehlt [4] eine Gewichtung gemäß folgender Korrelation (Emissionen in mg/MJ)

$$F = \frac{1}{\left(\frac{c_{CO}}{550} + \frac{c_{NO_x}}{150} + \frac{c_{Org.C}}{40} \right)} \cdot \eta \quad (1)$$

Dabei ist jene Luftzahl zu wählen, bei der der errechnete F Wert das Maximum annimmt. Demzufolge ist eine Luftzahl von 1,7 bis 2,0 anzustreben. Dabei sind konstruktive Änderungen notwendig, um eine überproportional große Wärmeeinspeicherung im Bereich der Brennkammer zu vermeiden. Dazu zählt eine Verkleinerung der Zugquerschnitte zur Erhöhung der Verbrennungsgasgeschwindigkeit sowie eine Verkleinerung und Isolation der Brennkammer zur Reduktion der eingespeicherten Wärmemenge.

Da die Steuerung des EcoTec Pelletsbrenners die Anforderungen für einen automatisierten Kachelofenbetrieb nicht erfüllte, wurde ein eigenes Steuerungs- und Regelungskonzept entworfen. Die Grundlage dafür ergab sich aus der Projektvorgabe, die Betriebsweise des Kachelofens zu erhalten. Dies führt zum Beibehalten konstanter Heizintervalle (z. B. 12 Stunden). Weiters ist es aufgrund des vorhandenen keramischen Speichers sinnvoll, dass die Brennstoffförderung [kg/h], gekoppelt mit dem Gebläse, nicht verändert wird. Die

Ermittlung der erforderlichen Wärmeleistung eines Kachelofens wurde in Anlehnung an ÖNORM M 7500 [5] bestimmt. Mittels Vorortmessung konnte sowohl die Praxistauglichkeit eines Kachelofens, dimensioniert nach den Richtlinien des Österreichischen Kachelofenverbandes, mit eingebautem Pelletbrenner als auch die des entwickelten Regelungs- und Steuerungskonzeptes bestätigt werden.

Weiterführende Arbeiten am Pelletskachelofen mit niedriger Luftzahl werden vom Austrian Bioenergy Centre durchgeführt. Hierbei gilt es zusätzliche Pelletbrenner für den Einsatz im Kachelofen zu prüfen und die theoretischen Überlegungen betreffend der Wärmespeicherdimensionierung durch experimentelle Untersuchungen zu bestätigen.

- [1] M. Kaltschmitt, H. Hartmann: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Technik und Verfahren, Springer Verlag, Berlin (2001)
- [2] C.M. Goral, K.E. Torrance, D.P. Greenberg, B. Battaile: Modelling the interaction of light between diffuse surfaces, Computer Graphics 18 (1984) 213-222
- [3] M. Struschka: Holzverbrennung in Feuerungsanlagen: Grundlagen - Emissionen - Entwicklung schadstoffarmer Kachelöfen, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 15: Umwelttechnik, Nr. 108, VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)
- [4] M. Laaber: Entwicklung eines mit Pellets gefeuerten Kachelofens, Diplomarbeit, Technische Universität Wien (2003)
- [5] ÖNORM M 7500: Heizlast von Gebäuden, Österreichisches Normungsinstitut, Wien (1980)

COUPLING OF BIOMASS STEAM GASIFICATION AND AN SOFC - GAS TURBINE HYBRID SYSTEM FOR HIGHLY EFFICIENT ELECTRICITY GENERATION

T. Pröll, R. Rauch, C. Aichernig, H. Hofbauer

Paper zum Konferenzbeitrag bei der ASME Turbo Expo 2004, 14.-17. Juni, Wien (gekürzt)

Introduction

Gas turbines (GT) have been discussed in combination with gasification of biomass for pressurized gasifiers and high temperature producer gas cleaning. However, continuous solid feed to the pressurized systems is still a key-problem. Another critical point is the availability of hot gas conditioning technologies in order to meet the gas turbine specifications for long-term operation. On the other hand, atmospheric gasification systems can produce fuel for internal combusting GT. Because of the need for fuel gas compression, the producer gas must be cooled, what is usually done along with gas conditioning (cold gas cleaning). In this case, the GT is directly competing to gas engines, which are still advantageous with respect to gas cleanliness requirements and efficiency in the power range of 1-5 MW_{el}, which is the typical size of decentralized biomass CHP-application.

Owing to the high hydrogen content and the potential of steam reforming for the hydrocarbon fraction, the steam gasification producer gas represents a fuel well adapted to the requirements of high temperature fuel cells. Recently, solid oxide fuel cell (SOFC)-GT hybrid concepts have been published for natural gas applications [1-4] and also in combination with biomass gasification [5]. SOFC stacks work in the temperature range from 800 to 1000 °C and the fuel cell performance ideally increases with increasing pressure [1]. Therefore, the SOFC represents a suitable topping cycle for external combusting GT-systems. The high operating temperature allows internal steam reforming of methane and CO-shifting at the anode surface, which guarantees high fuel conversion rates. Chan et al. [6] treat the energetic modeling of internal reforming SOFC (IR-SOFC) into detail. The same authors present a fuel cell-GT hybrid system based on performance data of a tubular IRSOFC [2,3], on which the present work is largely based.

Gasification and gas cleaning

The present work aims at an authentic representation of the gasification process taking measured plant data into account. The plant layout of the gasification and gas cleaning section is shown in Fig. 1. The gasifier is fluidized with superheated steam and the biomass fuel is introduced into the stationary bed using a screw feeding system. An important param-

eter is the total water to dry fuel ratio, in the following shortly called steam/fuel ratio:

$$\varphi_{SF} = \frac{\dot{m}_{Fuel} \cdot w_{Fuel} + \dot{m}_{Steam}}{\dot{m}_{Fuel} \cdot (1 - w_{Fuel})} \quad (1)$$

The raw producer gas water content (27...48 v-%) strongly depends on the steam/fuel ratio, which takes values between 0.5 and 1.0 in typical operation.

The temperature spread between combustion and gasification reactor is determined by the necessary energy for gasification and the bed material circulation rate. Further parameters with energetic significance are the amount of residual char that leaves the gasification section with the bed material and the bed temperature. The pressure in both gasifier and combustion reactor is close to one atmosphere.

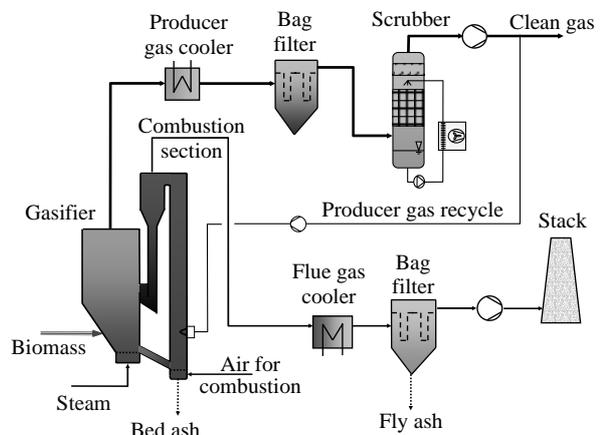


Fig. 1: Layout of the Guessing steam gasification process.

The gas conditioning section consists of producer gas cooler, bag filter, and a tar scrubber using rape oil methyl ester (RME) as solvent. The water content in the clean producer gas is limited to the value for 100 % humidity at scrubber exit. Variation of the scrubber exit temperature (45...70 °C) results in clean gas water contents between 10 and 32 v-%. The condensate/RME solution is separated in an equalization tank and the water fraction is introduced in the hot flue gas line after part evaporation. A small part of the clean producer gas is recycled into the combustion reactor in order to control the gasification temperature. The bed material leaving the gasifier carries about 10 % of the dry fuel as

residual char which is the main fuel for the combustion reactor. After leaving the fast fluidized bed combustor, the hot bed material is separated from flue gas in a cyclone and enters the gasifier through a steam-fluidized loop seal. After final heat recovery in the flue gas cooler, dust is separated in a bag filter while the gas goes to the stack.

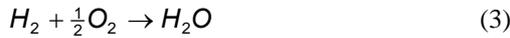
For IRSOFC operation, all hydrocarbons except CH_4 must be eliminated from the producer gas because of the risk of carbon deposition on the fuel electrode [7]. The reforming can be realized inside the gasifier using catalytic active bed material or in a separate reforming unit directly after the gasifier. The aim of the optimization of the gasification process is a high chemical efficiency:

$$\eta_{chem,G} = \frac{\dot{m}_{PG,exp} \cdot lhv_{PG,clean}}{\sum (\dot{m}_{Fuel} \cdot lhv_{Fuel})} \quad (2)$$

Internal reforming SOFC model

The electrolyte is normally an ion-conducting $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ solid solution with an Y_2O_3 content of 8-10 mol-%. The porous electrodes are electron conducting. The anode (fuel electrode) material is a cermet of Ni and ZrO_2 , a largely applied cathode (air electrode) material is Sr-doped LaMnO_3 . Different SOFC developers present either tubular or planar cell design.

The overall oxidation reaction is:



At the operating temperatures of the SOFC, a direct electrochemical oxidation of CO at the anode/electrolyte boundary would be theoretically possible. However, the CO-shift reaction is kinetically faster and the equilibrium is driven to the right by the hydrogen consume of React.(3). The anode is as well a catalyst for steam reforming of CH_4 .

In analogy with the literature [1], the model assumes that CH_4 is completely reformed when passing the anode. In order to prevent solid carbon deposition on the anode surface, the molar steam to combustible carbon ratio (S/C ratio) in the anode feed must be high enough. Typical values for the S/C ratio in order to effectively avoid carbon deposition are 3.0-3.5. Incomplete fuel conversion is expressed in terms of CO and H_2 passing by.

In order to investigate the combination of the existing gasification process and fuel cell technology for power generation, a model has been developed taking the energetic behavior of the fuel cell stack into account. To allow direct comparison to other power generation units like gas turbine or engine, the basis for the efficiency formulation is the thermal fuel

power of the anode feed based on LHV. The overall electric efficiency of the cell stack including the DC/AC inverter is:

$$\eta_{el,FC} = \frac{P_{el,AC}}{\dot{m}_{a,in} \cdot lhv_{a,in}} \quad (4)$$

The overall efficiency is a product of reversible cell efficiency, voltage efficiency (polarization), fuel conversion efficiency, and inverter efficiency:

$$\eta_{el,FC} = \eta_r \cdot \eta_{vol} \cdot \eta_{conv} \cdot \eta_{inv} \quad (5)$$

SOFC-GT-Hybrid Cycle

The process set up discussed in the present work is based on cycles presented in the literature [1-4]. The final heat recovery from exhaust gas is left to a further process downstream of the hybrid cycle section. The scheme of the fuel cell-GT section is shown in Fig. 2.

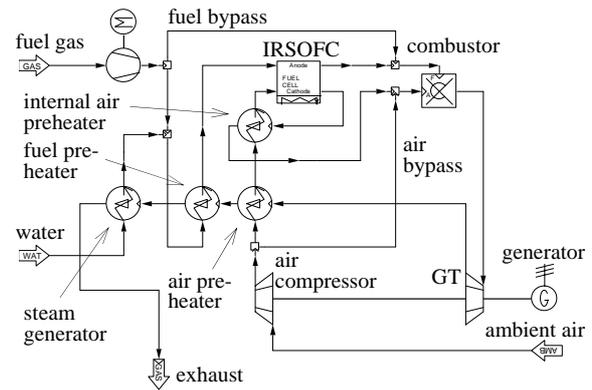


Fig. 2: SOFC-GT hybrid process.

Addition of steam to the fuel gas may be necessary in order to reach the S/C ratio required for prevention of carbon deposition on the electrode. The fuel cell stack is modeled isotherm and adiabatic. The produced heat is therefore affecting the temperature inside the IRSOFC stack. The two exhaust streams of the fuel cell are mixed in a combustion chamber, where complete combustion of the fuel is assumed. The fuel and air bypass options allow the controlling of the turbine inlet temperature (TIT). The turbine exhaust is used to preheat both air and fuel stream and for anode steam generation before leaving the section towards heat recovery.

Heat recovery cycle (HRC)

The exhaust temperature of the hybrid cycle is typically about 400°C after the recuperators. Producer gas and flue gas cooling in the gasification section also provides a considerable amount of high level heat. Steam cycle and ORC have been investigated as possible heat recovery concepts.

RESULTS AND DISCUSSION

Gasification section

The input parameters for the simulation are derived from data measured at the Guessing plant. The water content of the biomass fuel is 20 wt.-% and the LHV is 13.97 MJ kg^{-1} . The gasifier is operated at $850 \text{ }^\circ\text{C}$ and a steam/fuel ratio of 0.75. The concentration of CH_4 after the integrated reforming step is set conservatively to 10.0 v.-% (dry). The resulting producer gas composition is specified in Table 1. The tar scrubber is operated at $65 \text{ }^\circ\text{C}$, what results in a clean gas water content of 25.7 v.-%.

Table 1: Producer gas composition.

CH_4	v.-% (dry)	10.0
CO	v.-% (dry)	21.6
CO_2	v.-% (dry)	21.2
H_2	v.-% (dry)	45.8
N_2	v.-% (dry)	1.4
LHV	MJ/m^3_{N} (dry)	11.3
H_2O	v.-%	33.3

The calculated energetic data of the gasification and gas cleaning section are summarized in Table 2 for a total fuel power of 8.0 MW.

Table 2: Energetic performance of the 8 MW steam gasification process.

Fuel	kW	8000
Heat producer gas cooler	kW	920
Heat flue gas cooler	kW	626
Total heat steam generation	kW	529
Power of exported PG	kW	5788
Electric power input	kW	50
η_{chem}	%	72.4
$\eta_{Q,G}$	%	12.7

SOFC performance

The energetic performance of the SOFC stack is investigated for producer gas with a dry composition according to Table 1 and a water content of 53 %. The S/C ratio of the fuel mixture is 3.5.

The efficiency is presented together with the effective voltage in Fig. 3 for a certain fuel utilization and stack pressure. Even though the reversible cell voltage decreases with increasing temperature, the effective cell voltage of the charged cell is increasing due to lower polarization losses.

SOFC-GT hybrid cycle

The hybrid cycle shown in Fig. 2 is fuelled with clean producer gas. The water content in anode feed is increased from 26 v.-% to 53 v.-% by injection of steam after producer gas compression. The fuel utilization is 85 % in the fuel cell and 100 % in the combustor. The fuel bypass indicated in Fig. 2 is zero for standard operation while the air bypass follows the required turbine inlet temperature (TIT). The power

for fuel compression must be subtracted from the brut power produced.

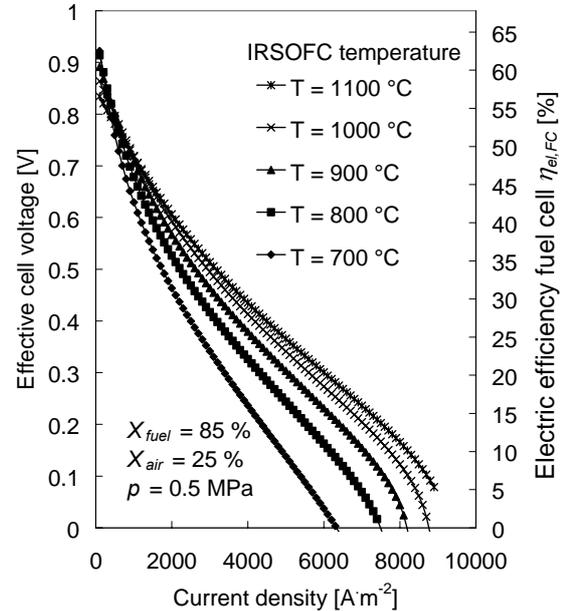


Fig. 3: Effective voltage and electric efficiency of the fuel cell vs. current density.

The energetic potential of the exhaust is described by $\eta_{Q,HC}$ as the transferred heat if the gas were cooled to a stack temperature of $150 \text{ }^\circ\text{C}$. The performance of the hybrid cycle versus operating pressure in Fig. 4 shows a flat maximum electric efficiency between 0.6 and 0.9 MPa, which may be shifted to right if the air compression would include interstage coolers. The behavior is dominated by the GT cycle characteristics. The TIT is kept constant at $900 \text{ }^\circ\text{C}$.

In order to reach high electric efficiencies in stable operation and at bearable investment costs, the practical working point will be left to the peak in Fig. 4.

Plant performance including heat integration

The hybrid cycle is coupled to the gasification process by using the exported producer gas as fuel. In order to increase the plant electric efficiency, a heat recovery concept that covers both hybrid cycle exhaust enthalpy and the net cooling energy from the gasification process is considered.

The plant electric efficiency is:

$$\eta_{el,Plant} = \frac{\sum P_{el,produced} - \sum P_{el,consumed}}{\sum (\dot{m}_{fuel} \cdot l_{hv_{fuel}})} \quad (6)$$

The heat efficiency in the case of CHP operation is given by:

$$\eta_{Q,Plant} = (\eta_{chem,G} \cdot \eta_{Q,HC} + \eta_{Q,G}) \cdot \eta_{Q,HRC} \quad (7)$$

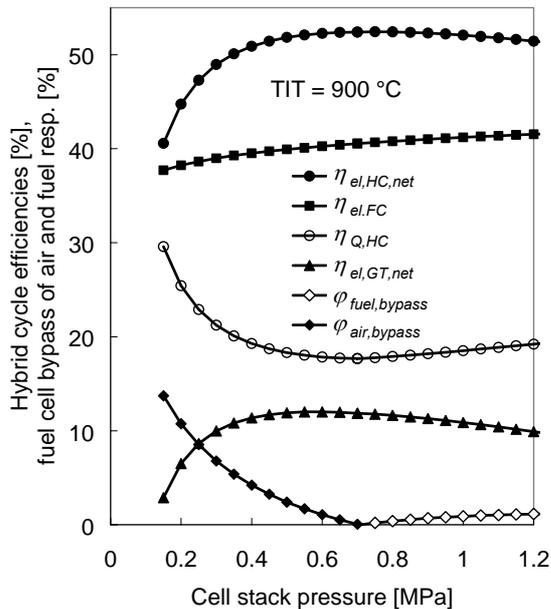


Fig. 4: Hybrid cycle performance vs. fuel cell operating pressure with a TIT limit set to 900 °C.

If the cooling temperature of the HRC is such that no heat can be exported, $\eta_{Q,HRC}$ becomes zero.

The plant performance for the three different heat recovery concepts is summarized in Table 6. The gas generation is operated according to Table 4, the fuel cell operating pressure is 0.5 MPa. The heat recovery cycles behave according to Table 2. Producer gas, flue gas, and GT exhaust are cooled to 150 °C.

For the rather complex concept with a two stage steam cycle and a condensation turbine, the plant reaches an electric efficiency of 45 %. Economically, such a configuration may be of interest for larger installations above 100 MW fuel power.

Table 3: Plant efficiency data calculated for different heat recovery technologies.

Concept	$T_{Q,exp}$ [°C]	$\eta_{el,HRC}$ [%]	$\eta_{el,Plant}$ [%]	$\eta_{Q,Plant}$ [%]	$\eta_{FU,Plant}$ [%]
1-stage steam cycle	40	25.4	43.5	---	43.5
	120	15.7	41.0	21.7	62.7
2-stage steam cycle	40	31.3	45.0	---	45.0
	120	22.6	42.8	19.9	62.6
ORC	40	17.4	41.4	---	41.4
	120	11.8	40.0	22.6	62.6

The difference in efficiency to the one stage steam cycle of only two percentage points may be outweighed by economic aspects. Since compact

ORC units are available on the market, this technology allows a simple plant configuration. For CHP in the capacity range below 20 MW fuel power, the ORC concept is probably the most promising from the economic point of view. The energy consumption by steam generation for both gasifier fluidization and anode feed humidification results in rather low global efficiency values of only about 62 % in CHP operation.

Conclusions

The plant electric efficiencies with heat recovery are 40-43 % for CHP operation depending on the HRC technology. For a 2-stage steam cycle in condensation operation as HRC, 45 % electric efficiency may be reached. Higher fuel and air utilization rates and a lower S/C ratio in the SOFC also result in a better plant performance. The HRC contributes only marginally to the total electricity output. The choice, which HRC concept can be economically realized depends therefore strongly on the capacity of the plant. Further work will aim at the installation of an SOFC test unit in a side stream of the Guessing plant.

References

- [1] Massardo, A.F., Magistri, L., 2000, "Internal Reforming Solid Oxide Fuel Cell-Gas Turbine Combined Cycles (IRSOFC-GT): Part A- Cell Model and Cycle Thermodynamic Analysis", ASME J. Eng. Gas Turbines Power, **122**, pp. 27-35.
- [2] Chan, S.H., Ho, H.K., Tian, Y., 2002, "Modeling of simple hybrid solid oxide fuel cell and gas turbine power plant", J. Power Sources, **109**, pp. 111-120.
- [3] Chan, S.H., Ho, H.K., Tian, Y., 2003, "Multi-level modeling of SOFC-gas turbine hybrid system", Int. J. Hydrogen Energy, **28**, pp. 889-900.
- [4] Chan, S.H., Ho, H.K., Tian, Y., 2003, "Modeling for part-load operation of solid oxide fuel cell-gas turbine hybrid power plant", J. Power Sources, **114**, pp. 213-227.
- [5] Andries, J., Buhre, B.J.P., 2000, "Small-scale, distributed generation of electricity and heat using integrated biomass gasification-gas turbine-fuel cell systems", DGMK Tagungsber, 2000-1, pp. 115-125.
- [6] Chan, S.H., Khor, K.A., Xia, Z.T., 2001, "A complete polarization model of a solid oxide fuel cell and its sensitivity to the change of cell component thickness", J. Power Sources, **93**, pp. 130-140.
- [7] Eguchi, K., Kojo, H., Takeguchi, T., Kikuchi, R., Sasaki, K., 2002, "Fuel flexibility in power generation by solid oxide fuel cells", Solid State Ionics, **152-153**, pp. 411-416.

SAVT - Beachvolley

Ein Tatsachenbericht von Markus Bolhär-Nordenkamp

Man mag es angesichts des derzeitigen Zustandes des Sommers gar nicht glauben, aber Anfang Mai war es bereits so warm dass Mann und Frau mit bloßen Füßen im wohligen Sand des künstlichen Strandes am Donnerkanal wühlen konnte.



Heiße Männerkörper waren bereit sich im Sand zu wälzen, wie auch Frauen durften nicht fehlen...



die klassischen
Meinungsverschiedenheiten am
Platz....

wurde mit der klassischen Zeigerfinger-mittel-methode
beseitigt.....



SAVT - Beachvolley



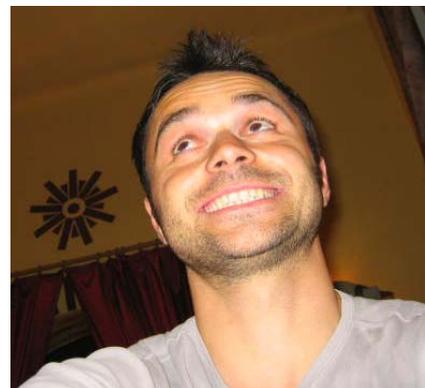
....und auch die eigens erworbene SAVT-Digital-Nachtbildkamera konnte trotz niedrigster Luxwerte noch einige Bilder der gloriosen Taten in der Nacht einfangen

....und nach vollbrachtem Werk wurde natürlich Bier getrunken auch wenn einige „...also dann, nichts wie weg!!!“ wollten.



Schlussendlich fehlte nur mehr die Erleuchtung!

Weitere Bilder auf www.savt.at



SAVT-Grillfest 04

GRILLFEST 2004, eine Photostory

von Paul Schausberger

Ein hochdramatischer Abend nimmt seinen Lauf ...



... das Stadion, ...



... die Verlierer, ...



... der Schiedsrichter ...



... und der Photograph, ...



... die Gewinner ...



... und – äh – 500 l Druckluft ...

SAVT-Grillfest 04

... nicht zu vergessen: das neuartige Spielfeld ...



... vorher ...



... nachher ...

... Tische in grün-weiss-rot und der Salat der Saison ...

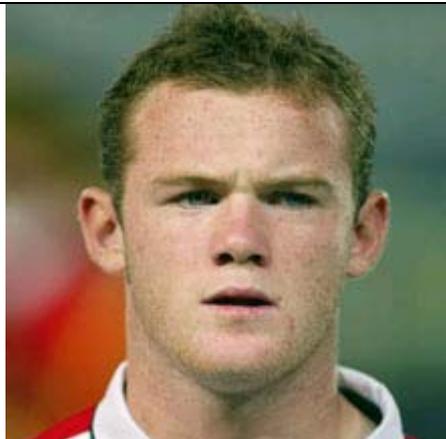


... Italien scheidet aus ...



... Griechenland im Viertelfinale ...

... Wayne muss raus, der Himmel weint, die Götter müssen besänftigt werden ...



... „f*** !!“ ...



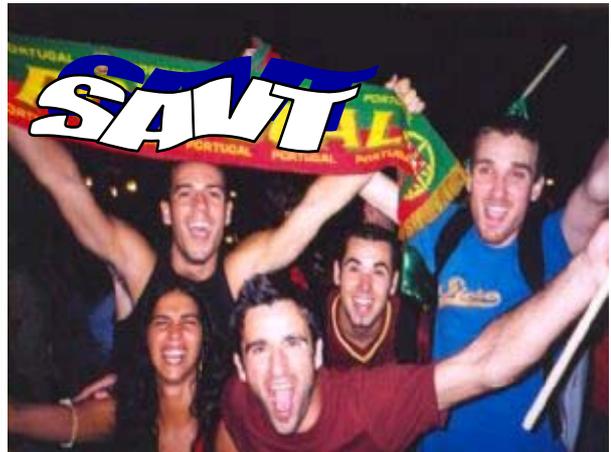
... ein Fleischopfer wird dargebracht ...

SAVT-Grillfest 04

... buntes Treiben auf den Tribünen ...



... ALLEZ, ALLEZ ...



... [ohne Worte] ...



... Anpfiff ...



... unerträgliche Spannung ...



... „4-4-2 oder 3-5-2 ?“ ...



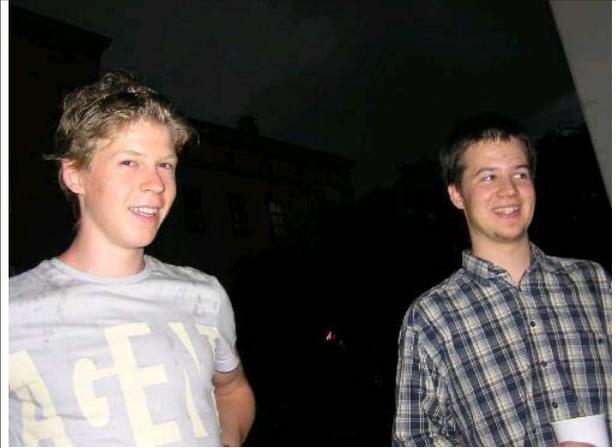
... die Fans rasten aus ...

SAVT-Grillfest 04

... die Spannung steigt ins Unermessliche ...



... 2:1 ...



... Ausgleich ...



... Elferschiessen: Hey Coach, lass mich ran ...



... YEEAAHH !!



... die hart verdiente Meisterschale !!

.....weitere Bilder auf www.savt.at!

Bastelanleitung

Hollywoodschaukel à la Chris

Technische Aufbereitung Christoph Pfeifer

Zutaten für 4 Personen:

- 1 4er Sessel (Doppelmayr)
- 18m Formrohr 80x80x3
- 1 Rohr 45x2,6x400
- 2 Blechplatten „groß“ (200x300x5)
- 2 Blechplatten „klein“ (100x50x5)
- 2 Stk. Holzstaffel 50x80x1000
- 8 Schrauben 10x100
- 8 Fischerdübel SX14
- 1 Pkg. Schweisselektroden (Bauhaus Billigmarke)
- 10 Säcke Fertigbeton
- 1 kg Metallgrund
- 2 kg Emaillack

Zubereitung:

Zwei zylindrische Löcher (Ø 60cm) mit einer Tiefe von 1 m im Garten graben. Achsabstand der Löcher je nach Geschmack und Schaukelintensität in y-Richtung ca. 0,75 m + Sesselbreite. Bei längeren Arbeitspausen Löcher abdecken um Igel und andere Gartenbewohner vor dem ungewollten Absturz zu schützen (der wolferberger Kamikaze-Igel kam Gott sei dank mit dem Schrecken davon).

2 Stück Formrohr mit der Länge 1,2 m und 2 Stück Formrohr mit der Länge 0,40 m (Enden unter 45° zuschneiden) vorbereiten. Diese zu einem rechteckigen Rahmen verschweißen (siehe Abbildung 1). Anschließend Gelenkauflegerohr passend ablängen und mittig einschweißen.

Unter zu Hilfenahme aller alten Griechen Winkel ausrechnen für Schweißnahtvorbereitung der Übergangsstücke vom Gelenkauflegerahmen zu den vertikalen Stützen (Auflage siehe Abbildung). Die so vorbereiteten Formrohre unter dem Augenmark

der Parallelität der vertikalen Stützen miteinander verschweißen. Je nach gewünschtem Boden-Sitzflächenabstand Blechplatten klein außen an den vertikalen Stützen anbringen, und Holzstaffel unterlegen. Die vertikalen Stützen vorher so ablängen, dass zwischen dem Boden der Löcher und den Stützen ca. 15 cm Platz bleibt.

Blechplatten groß jeweils in den Ecken mit einem Loch (Ø 11 mm) versehen. Die Blechplatten groß an der Mauer befestigen. Dazu 8 Löcher (Ø 14 mm) in die Mauer bohren, mit Dübel versehen.

Anschließend die Blechplatten groß mit den in der Zwischenzeit vorbereiteten Verbindungsformrohren verschweißen.

Zum Schluß des Arbeitstages die Löcher bis ca. 15 cm unterhalb des Rasens mit Beton auffüllen. Zum besseren Aufnehmen der Zugkräfte kann je nach Geschmack diverser Metallgerümpel dazu einbetoniert (=entsorgt) werden.

Schaukel dann einmal grundieren und zweimal streichen. Nach der Aushärtezeit des Betons (je nach Geduld der Benutzer bis zu 30 Tage) steht einem Einhängen des Sessels und damit uneingeschränktem Schaukelspaß nichts mehr im Wege.

Zum Verstecken der Betonfundamente sollte man Gras über die ganze Sache wachsen lassen.

Guten Appetit wünscht

Chris

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Kollegen Richard Zweiler der durch seine die Unterstützung beim Aufbau und die

Bastelanleitung

Durchführung der professionellen Schweißarbeiten, den Bau dieses Wunderwerkes der Technik erst ermöglicht hat. Dieses muss zukünftig in einem Atemzug mit dem Riesenrad und dem Eiffelturm genannt werden. Bedanken möchte ich mich außerdem bei Leopold Kleemann für den technischen Support und bei der Firma Doppelmayr Seilbahnen GmbH in Korneuburg für die Bereitstellung des Sessels.

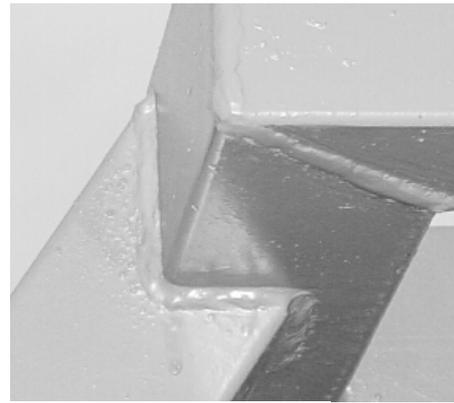


Abbildung 2

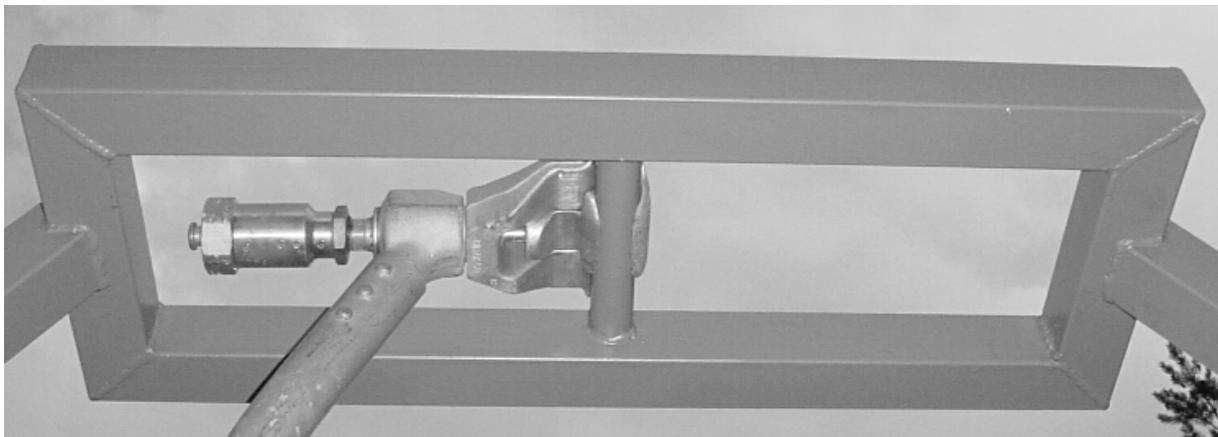


Abbildung 1

Abbildung 2



BUNDESMINISTERIN

eine Aufdeckung von Norbert Eder und Markus Bolhär-Nordenkampff

„Aus gegebenem Anlass ...“ – oder: Lisl kommt doch nicht!

„Aus gegebenem Anlass ... entfallen die Laborübungen VT I am 21. 6. 2004“. - Hinter dieser lapidaren Mitteilung für die betroffenen Studenten steckte der geplante Besuch unserer allseits beliebten Ministerin Gehler am VT-Inst.

Für diesen inszenierten Pressetermin musste das Labor selbstverständlich frei von störenden Studenten sein. Dies veranlasste uns eine kurze Pressemitteilung zu verfassen um die handverlesenen Journalisten auf unsere Sicht der Dinge aufmerksam zu machen. Diese ist im Anschluss eingefügt.

Wissenschaftsministerin Gehler behindert Lehre und Forschung!

Aufgrund des Besuchs von Frau Minister Gehler am Inst. für Verfahrenstechnik am 21.6., werden auf Betreiben des Büros Gehler die Laborübungen der Studentinnen und Studenten abgesagt.

Das Pressegespräch der Frau Minister, vor ausschließlich handverlesenen Pressevertretern, mit abgesprochenen Fragen und Antworten, findet ausgerechnet in jenem Labor statt, das vorwiegend für die Ausbildung genutzt wird und für ihr Podium muss extra eine Apparatur eines EU-Forschungsprojektes abgebaut werden!

Anstatt den Besuch an der TU-Wien auch dazu zu nutzen, sich aus erster Hand ein Bild über die Zustände und Bedingungen zu machen, zieht es Frau Gehler vor, bei ihrem Besuch mit keinen Studentinnen und Studenten zusammentreffen. Der Ministerin sind die Studenten bei der Ausbildung offenbar zu laut. Sie stören! – Oder hat Frau Minister Gehler Angst vor den Studentinnen und Studenten?

Nicht nur, dass sie in ihrer Amtszeit als Ministerin jedem Studierenden Mehrkosten von mehr als €1000,- jährlich zugemutet hat (2 Sparpakete, Streichung der Freifahrt und Studiengebühren zusammen genommen), behindert sie die Studenten nun auch persönlich daran ihr Studium rasch zu bewältigen.

Wir fordern Frau Gehler auf, den betroffenen Studenten die Studiengebühr für diesen Tag zurück zu erstatten!

Für das Pressegespräch vor eigenen Presseleuten im Rahmen von YO-Einstein zum Thema „Forscherinnen braucht das Land“ musste zudem eine Versuchsanlage eines geförderten EU-Projekts abgebaut werden. Daraus ergeben sich beträchtliche Verzögerungen. Sie behindert damit Forschungen zur Verringerung der CO₂-Emissionen und wichtige internationale Kooperationen.

Wir unterstützen prinzipiell die Ziele und Anliegen von YO-Einstein (Begeisterung von Kindern und Jugendlichen für Naturwissenschaft und Technik) und die Förderung von Frauen in Technik und Wissenschaft.

Es ist uns allerdings unverständlich, wie dies erreicht werden soll, wenn die zuständige Ministerin, Forschung und Wissenschaft insgesamt behindert.

Leider war die Wissenschaft im Endeffekt doch nicht mehr so wichtig und Frau Ministerin Gehler kam aus terminlichen Gründen doch nicht. Das Pressegespräch fand trotzdem statt, allerdings nur mit Rektor und einigen Ministerialbeamten.

Damit sich aber alle ein Bild machen können, wer hier über die Zukunft der Universitäten entscheidet, ist hier noch der Lebenslauf der erfolgreichsten Handarbeitslehrerin Österreichs, wie ihn die Ministeriums-Homepage veröffentlicht, beigelegt. – Viel Spaß!

BUNDESMINISTERIN

Bundesministerin Elisabeth Gehrer

Persönliches Profil

Lieblingsblume:	Cosmea
Leibspeise:	Vorarlberger Käsespätzle
Lieblingsgetränk:	Apfelsaft gespritzt
Lieblingstier:	Katze
Lieblingsmaler:	Herbert Fritsch
Lieblingsbuch:	"Doruntinas Heimkehr" von Ismail Kadaré
Lieblingsmusik:	Hoffmanns Erzählungen
Lieblingsfarbe:	Gelb
Hobbys:	Bergsteigen, Schifahren, Tennis, Lesen, Reisen, Musik
Traumziel für einen Urlaub:	Montafon, Korsika
Eigenschaften:	Offenheit, Ehrlichkeit, Ungeduld

Lebenslauf

Elisabeth Gehrer wurde am 11. Mai 1942 in **Wien** geboren. 1949 übersiedelte die Familie nach Innsbruck. Nach Abschluss des Gymnasiums und der Lehrerbildungsanstalt in Innsbruck unterrichtete sie von 1961 bis 1964 in Hart im Zillertal, anschließend zwei Jahre an der Volksschule Lochau. Seit 1964 ist Elisabeth Gehrer mit Fritz Gehrer in Bregenz verheiratet, sie ist Mutter dreier erwachsener Söhne.

Ihre politische Karriere begann 1980, als sie in Bregenz zur **Stadträtin für Musik und regionale Zusammenarbeit** gewählt wurde. 1981 übernahm sie den Vorsitz der **Regionalplanungsgemeinschaft Bodensee**, 1986 gründete sie das **Vorarlberger Musikschulwerk**. 1983 wurde ihr das Amt der **Ortsobfrau der Frauenbewegung** in Bregenz übertragen. 1989 wurde sie Klubobfrau des Bregenzer ÖVP-Stadtvertreterklubs.

1984 zog Elisabeth Gehrer in den Vorarlberger Landtag ein, 1989 wurde sie zur Vizepräsidentin des Landtags bestellt. 1990 schließlich wurde sie als erste Frau Mitglied der Vorarlberger Landesregierung, in der sie für die Bereiche Schule, Weiterbildung, Wissenschaft, Frauen, Jugend, Familie, Gemeindeentwicklung, **Energiesparen** und Entwicklungshilfe zuständig war. Gleichzeitig bekleidete sie die Funktion der Amtsführenden Präsidentin des Landesschulrates. 1994 wurde sie zur Landesleiterin der Frauen in der ÖVP-Vorarlberg gekürt.

Am 4. Mai 1995 wurde Elisabeth Gehrer zur Bundesministerin für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten ernannt. Am 12. März 1996 wurde sie erneut angelobt. Seit Herbst 1995 ist Elisabeth Gehrer auch Bundesobmann-Stellvertreterin des ÖAAB. Am ÖVP-Bundesparteitag am 24. April 1999 wurde sie zur stellvertretenden Parteiofbrau gewählt.

Am 4. Februar 2000 erfolgte die Angelobung als Mitglied der Österreichischen Bundesregierung, Kabinett Schüssel I. Ihre Zuständigkeitsbereiche sind Bildung, Wissenschaft und Kultur.

Am 28. Februar 2003 wurde Elisabeth Gehrer neuerlich als Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur im Kabinett Schüssel II angelobt.

CARTOON



**Bar freigemacht
beim Postamt
1043 Wien**