

# SAVT

# DER REAKTOR

Die Zeitung für Prozesssimulanten, Destillateure, Zünder, Wirbler, Rektifikanten, Permeanten und viele mehr!



## SAVT-Grillfest 2014: Das Event des Jahres!

### *BLOG*

ROLI'S UND STEPHAN'S 5. FORSCHERBLOG

### *VORSTELLUNGEN*

NEUE DIPLOMANDINNEN UND DISSERTANTEN STELLEN SICH VOR

### *BERICHTE*

SAVT GRILLFEST, SAVTSOCIAL, TECHNIK UND ENTWICKLUNG

INHALT, IMPRESSUM	2
EDITORIAL	3
BERICHT SAVT-GRILLFEST 2014	4
BERICHT TECHNIK UND ENTWICKLUNG	6
BERICHT SAVTSOCIAL SAMMELT FÜR DIE VINZI WERKE	8
VORSTELLUNGEN	9
WISSENS-SAVT	11
ANKÜNDIGUNGEN	17
ROLI'S UND STEPHAN'S FORSCHER-BLOG	18

## IMPRESSUM

Herausgeber	Verein der StudentInnen und AbsolventInnen der Verfahrenstechnik an der TU-Wien - SAVT, Getreidemarkt 9/166, 1060 Wien
ZVR-Zahl	690178492
Redaktionsleitung & Gestaltung	DI Matthias KUBA
Der SAVT im Internet	www.savt.at
Kontakt	Obmann     obmann@savt.at Redaktion     redaktion@savt.at

Namentlich gezeichnete Artikel stellen die persönliche Meinung der jeweiligen VerfasserInnen dar. „DER REAKTOR“ ist eine viermal jährlich erscheinende Druckschrift des „Vereins der StudentInnen und AbsolventInnen der Verfahrenstechnik der TU Wien“. Das Copyright verbleibt bei den AutorInnen.

Bankverbindung:     Easybank AG; Quellenstraße 51-55, A-1100 Wien  
IBAN: AT631420020010395071, BIC: EASYATW1

Mitgliedschaft     € 17.-

Studentische Mitgliedschaft     € 5.-

Erscheinungsdatum: 13. 09. 2014

Titelbild: Das SAVT-Grillfest war auch heuer wieder ein voller Erfolg!

**Liebe SAVT'lerinnen und SAVT'ler,**

an dieser Stelle darf ich euch wieder einmal mit einer neuen Ausgabe des Reaktors zur Rückkehr aus der Sommerpause begrüßen. Es war zwar der kühlste Sommer seit 2005, wir hoffen dennoch, dass alle die Möglichkeit hatten Kräfte zu sammeln und gut in den Herbst, und ein neues Uni-Jahr, starten können.

Was erwartet euch in diesem Heft?

Nun, da es die Septemбераusgabe ist, findet ihr im Inneren natürlich die Nachbetrachtung des Grillfests. Bei deutlich besserem Wetter als im letzten Jahr durften wir ca. 750 Gäste bewirten, darunter Vertreter aus der Industrie und dem TU-Rektorat. SAVTSocial war auch wieder aktiv. Aus den zahlreichen Spenden, die wir bekommen haben, haben eine Lieferung Sachspenden (Lebensmittel, Produkte des täglichen Bedarfs) für die VinziRast – eine Unterkunft für Obdachlose in Wien – organisiert.

Dazu kredenzen wir euch eine Auswahl wissenschaftlicher Arbeiten, die Mitarbeiter des Instituts für Verfahrenstechnik im In- und Ausland präsentiert haben. Neuzugänge und Berichte über die vergangenen Veranstaltungen runden diesen Herbstreaktor ab.

Was unternehmen wir im Herbst?

Natürlich die klassischen SAVT-Events! Dazu gehören im Herbst der Wandertag – dieses Mal kulinarisch aufgepeppt, der Grand Prix de SAVT und Kino mit SAVT („Horror“-Edition Teil 2).

Einen schönen Herbst und guten Start ins neue Semester wünscht euch im Namen des SAVT Vorstandes

Euer Felix



## Das SAVT-Grillfest 2014

von Stephan Kraft

Der 16. Juni 2014 sollte wieder in die SAVT-Geschichte eingehen. An diesem Tag fand wieder das alljährliche und legendäre SAVT-Grillfest statt. Über 750 Gäste fanden sich zu dieser denkwürdigen Veranstaltung ein – wie immer der absolute Höhepunkt des SAVT-Jahres.

Beginnen tut so ein SAVT-Fest Tag eigentlich immer ganz unspektakulär. Der Morgen steht immer im Zeichen der Lebensmittelbeschaffung. Fleisch, Salat und Brot wird herbeigekarrt. Aus diesen doch recht einfachen Ingredienzien werden schließlich die kulinarischen Höhepunkte des Abends gezaubert. Zum Beispiel werden die Salate nach den allbewährten und jahrelang erprobten Rezepten zubereitet. Hierzu versammeln sich immer Heerscharen an Helfern, ausgerüstet mit Messer und Schneidbrett, um die unzähligen Tomaten, Paprika, Gurken und Co in mundgerechte Häppchen zu zerteilen.

Um auch grilltechnisch auf dem neuesten Stand zu bleiben, haben wir uns heuer im Vorfeld bei Grillmeister Bertl wertvolle Tipps geholt, um auch die veredelte Form des Gemüses – nämlich das Fleisch in Form von Koteletts und Würstel –



kunstvoll zubereiten zu können. Zum ersten Mal fanden so bei SAVT-Fest sogenannte Chafing-Dish Verwendung. Für alle, die nicht wissen, um welch kryptisches Teil es sich dabei handelt, seien auf den Wikipedia-Eintrag verwiesen.

Aber wieder zurück zum Fest: Salat war fertig, Brot geschnitten und das Fleisch wartete schon geduldig, um endlich auf den Grill geworfen zu werden. Die Bier- und Radler-Fässer waren angeschlossen, der Wein war gut gekühlt. Auch der Wettergott war diesmal bestens aufgelegt und bescherte uns ein angenehm warmes Wetter. Beste Voraussetzungen also, um das Grillfest zu eröffnen.

Ab 17:00 Uhr schließlich fanden sich die ersten Gäste im Genie-Hof ein. Die anfangs leeren Tische füllten sich so zusehends mit gut gelaunten Besuchern. Auch die Schlange am Grill wurde länger und die Bierfässer stetig leerer. Um 19:00 Uhr fand heuer eine Führung durch das Technikum statt – wir durften heuer viele Gäste begrüßen. Anschließend stand der traditionelle Bier-Anstich am Programm, den Professor Friedl nach leichten Startschwierigkeiten mit Bravour meisterte.

Wie jedes Jahr konnten wir ebenfalls langjährige SAVT-Mitglieder begrüßen, deren beruflicher Werdegang sie in die weite Industrie-Welt geführt hat. Schließlich wurde es immer später, die Dunkelheit brach herein und die Bier- und Fleisch-Vorräte schwanden. Diese Vorboten signalisierten wie jedes Jahr, dass das Fest langsam zu Ende gehen sollte. Schließlich machten sich auch die letzten Fest-Besucher schweren Herzens auf den Heimweg. Um 24:00 wurden die Pforten des Genie-Hofes geschlossen.

Der SAVT-Vorstand möchte sich an dieser Stelle nochmals bei allen HelferInnen bedanken, welche beim Aufbauen, Wegräumen oder bei den etlichen Bar- und Grilldiensten geholfen haben. Ohne euch wäre es nicht möglich gewesen, ein derartiges Fest zu veranstalten.

In diesem Sinne sehen wir uns bei einem der nächsten Events oder spätestens beim SAVT-Grillfest 2015!

Euer Schriftführer  
Stephan



Wir bedanken uns auch an dieser Stelle nochmal bei allen Sponsoren:



# Technik und Entwicklungszusammenarbeit - wie passt das zusammen?

von Anna Gantner

Das erste Projekt der Regionalgruppe Wien des Vereins *Ingenieure ohne Grenzen Austria* steht vor der Tür: Die Vortragsreihe *Technik und Entwicklung*. Ab dem 13. Oktober gibt es jede Woche Montags um 18:00 einen spannenden Vortrag an der TU Wien im Hörsaal BD02a zu hören.

Eine berechtigte Frage ist nun, warum es sich noch lohnt, am Montagabend, nach einem anstrengenden Arbeitstag einen Vortrag anzuhören..... Für mich ist die Antwort ganz klar: Die 10 Vorträge, welche die Vortragsreihe umfassen, werden ganz sicher zum Nachdenken anregen. Darüber hinaus werden sie vielleicht auch uns „Westlern“, welche die Chance auf Bildung haben, dazu motivieren, unser Wissen einzusetzen, um eine gerechtere Welt zu gestalten.

So ist die Vortragsreihe *Technik und Entwicklung* entstanden, um das Thema Entwicklungszusammenarbeit auf die TU zu bringen. Studierende und Interessenten sollen damit darauf aufmerksam gemacht werden, dass es vielen Völkern der Welt um einiges schlechter geht als uns, man dagegen aber auch etwas unternehmen kann. Schon bei der Erstellung der Statuten des Vereins *Ingenieure ohne Grenzen Austria* im letzten Frühjahr war uns wichtig, uns nicht nur als Verein zu definieren, welcher Entwicklungsländer durch sein technisches Know-How unterstützt, sondern der auch in Österreich Bildungsarbeit leistet.

Einer der ersten Vorträge bietet einen guten Überblick über die Geschichte der Entwicklungszusammenarbeit (EZA) in den letzten 50 Jahren. Friedbert Ottacher wird über die verschiedenen Methoden und Schwerpunkte der EZA berichten, die einen ständigen Wandel erfahren. Wie viele unserer Vortragenden hat Friedbert Ottacher einen technischen Hintergrund (in seinem Fall Raumplanung) und hat selbst viele Jahre bei EZA-Projekten im Ausland mitgewirkt,

u. a. in Pakistan, Palästina und Ostafrika.

Warum mehr als 30% der EZA-Projekte im Bereich Wasser, Sanitäranlagen und Hygiene (WASH) nach nur 2 bis 5 Jahren scheitern und wie der Technologie Transfer in diesem Bereich funktioniert, darauf wird Dr. Paul T. Yillia in seinem Vortrag näher eingehen.

Nachdem die Verbreitung von Mobiltelefonen und der Zugang zum Internet gerade in Entwicklungsländern rasant zunimmt, geht der Verein „ICT4D.at“ in seinem Vortrag u. a. der Frage nach: Welche Erfahrungen mit Informations- und Kommunikationstechnologien in der EZA gemacht wurden.

Da gerade Entwicklungsländer, z.B. Indien, große Teile unseres Elektromülls abbekommen, erklärt Dr. Kopacek in seinem Vortrag das End of Life Management-Konzept, das unter anderem zur Vermeidung von Elektromüll beiträgt.

Neben diesen allgemeinen Thematiken gibt es aber auch viele Vorträge zu konkreten Projekten in der EZA. Nina Svanda wird in ihrem Vortrag über die Stadtentwicklungsplanung von Suhareka/ Kosovo nach dem Krieg 1999 berichten. Ivana Pajkanovic und Romana Schmidleitner werden über ihren Beitrag zur Planung und Errichtung eines Sport- und Freizeitzentrums in Tansania erzählen. Mojo Projekt, eine Non-Profit-Organisation, gibt Einblick in ihr aktuelles Projekt, den Bau eines landwirtschaftlichen Weiterbildungszentrums, ebenfalls in Tansania.

Alle die nun neugierig geworden sind, schauen am besten auf die Ingenieure ohne Grenzen Austria Homepage (<http://www.iog-austria.at>), um genaueres zu unserer Vortragsreihe zu erfahren. Außerdem sind alle Vorträge in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

## Übersicht zur Vortragsreihe *Technik und Entwicklung*

13.10.2014:

### Mojo Project - Schulprojekte in Afrika

vorgetragen von Dipl. Ing. Gernot Kupfer

20.10.2014:

### Entwicklung, was ist das? Von Wohlstand, Wachstum, Freiheit und der Option, gar nichts zu tun.

vorgetragen von Dipl.-Ing. Friedbert Ottacher

27.10.2014:

### Exemplarische Konzeption einer Grosssportstätte in einem afrikanischen Entwicklungsland

vorgetragen von Romana Schmidleitner und Ivana Pajkanovic

3.11.2014:

### Stadtentwicklung nach Katastrophen

vorgetragen von Dr. Dipl.-Ing. Nina Svanda

10.11.2014:

### Technology transfer for development - what can go wrong: Perspectives from the WASH sector in developing countries/countries in transition

vorgetragen von Dr. Paul T. Yillia

17.11.2014:

### Informations- und Kommunikationstechnologie in der Entwicklungszusammenarbeit - Status, Potentiale und Erfahrungen

vorgetragen von dem Verein „ICT4D.at“

24.11.2014:

### Vortrag aus dem Bereich erneuerbare Energien (vorläufiger Titel)

vorgetragen von Dr. Günter Wind

1.12.2014:

### Entwicklungszusammenarbeit aus der Sicht eines Praktikers

vorgetragen von Mag. Thomas Vogel

15.12.2014:

### Privatsektorentwicklung als neuer Trend in der Entwicklungszusammenarbeit – Chancen und Risiken

vorgetragen von Mag.a Karin Kübelböck

12.1.2014:

### What happens with your electronics after their first use?

vorgetragen von Dr. Dipl.-Ing. Bernd Kopacek



Ein kleiner Teil der Regionalgruppe Wien von Ingenieure ohne Grenzen Austria (v.l.n.r): Veronika Berg, Georg Urschitz, Lukas Zechner, Fabian Havlik, Anna Gantner, Martin Hämmerle

## Sammelaktion für die VinziWerke

von Antonia Rom

Diesen Juni forderte der SAVT seine Mitglieder auf Lebensmittel und Sachspenden für die VinziWerke Wien zu sammeln. Die Arbeit in den VinziWerken wird ausschließlich von ehrenamtlichen Mitarbeitern getragen. Nur mit Hilfe von Spenden können die VinziWerke dieses soziale Hilfsnetzwerk aufrechterhalten. Dieses Engagement wurde diesmal vom SAVT unterstützt.

**Der SAVT bedankt sich bei allen Spendern und Personen, die die Sammelaktion unterstützt haben.**

Bereits am SAVT-Grillfest wurde auf dieses SAVTsocial Event aufmerksam gemacht. Ausgehende Flyer sollten möglichst viele Studenten und Absolventen erreichen. Vom Mittwoch, den 25. bis Freitag, den 27. Juni, konnten die Spenden an den Sammelstellen im 3. und 5. Stockwerk am Verfahrenstechnik Institut abgegeben werden.

Mit Hilfe der gesammelten Geldspenden am SAVT-Grillfest konnten die Spenden zusätzlich aufgestockt werden. Insgesamt wurden Lebensmittel- und Sachspenden im Wert von mehreren Hundert Euro zusammengetragen.

*v.l.n.r.: Hr. DI Shahali, Antonia Rom, Gäste im VinziPort, Fotograf Roland Diem*



Roland Diem und Antonia Rom konnten die Spenden an Herrn DI Shahali, Leiter des VinziPort Rennweg, freudig übergeben.

**Was gespendet wurde:**

Rapsöl, Balsamicoessig, Nudeln, festkochende Kartoffeln, Zwiebel, Sauerkraut, Himbeer – Zitronen Dicksaft, Zucker, Salz, div. Teesorten, Müllsäcke, Mais, Früchte in Dosen, Prinzenrollen (1x Schoko Spezial), Zahnbürsten, Zahnpaste, Kämme, Klopapier super soft, Papiertaschentücher, Einwegrasierer, Seife, Rasierschaum, Duschgel, Shampoo, Deo, 1 Pack. Präservative, Nagelzwickler, ...

**DANKE!**

*Die Vinzenzgemeinschaften bilden mit ca. 50 000 Vereinen und rund einer Million Mitgliedern die größte ehrenamtliche Laienorganisation der Welt.*

*In den Einrichtungen der VinziWerke Österreich finden täglich 450 Personen Unterkunft und 1300 Personen werden mit Essen bzw. Lebensmitteln versorgt. Die Arbeit wird fast ausschließlich von ehrenamtlichen Mitarbeitern getragen. Mit Hilfe von Spenden können die VinziWerke das ganze Jahr über Essen und Schlafstellen für Obdachlose bereitstellen.*

Für mehr Informationen besuchen Sie: [www.vinzi.at](http://www.vinzi.at)



## Michael Kraussler

Dissertant AG Hofbauer

Hallo liebe Kollegen,

da Matthias wieder jemanden gebraucht hat, der sich im Reaktor vorstellt, schreibe ich nun meine zweite Vorstellung innerhalb eines Jahres.

Private Informationen über mich findet ihr in [1] auf Seite 11.

Durch meine Diplomarbeit und den damit zusammenhängenden Tätigkeiten in Oberwart und besonders wegen der vielen netten Leute, die ich während dieser Zeit kennen gelernt habe, habe ich den Entschluss gefasst, mich nach meiner (Gott sei Dank) bestandenen Diplomprüfung der Forschung im Bereich der Biomasse zu widmen.

Dazu habe ich im August mit meiner Dissertation begonnen und werde die Forschungstätigkeiten in Oberwart im Bereich der Wasserstoffproduktion aus Biomasse weiterführen. Aktuell arbeite ich am Scale-Up einer Prozesskette zur Wasserstoffproduktion aus dem Produktgas einer Holzvergasungsanlage.

Natürlich freue ich mich auch weiterhin auf viele interessante und abwechslungsreiche SAVT-Events, an denen ich teilnehmen kann und eventuell weitere Reaktorvorstellungen.

[1] SAVT, Der Reaktor, Nr. 4, 2013



## Herbert Pasteiner

Diplomand AG Hofbauer

Grüß Euch,

mein Name ist Herbert. Ich bin 29 Jahre alt und komme aus der Umgebung von St. Pölten. Zur Verfahrenstechnik kam ich durch meine vorhergehende berufliche Tätigkeit bei VoithPaper, wo ich für 3 Jahre in der Projektierung von Papiermaschinen tätig war. Somit begann ich 2008 mit meinem Studium an der TU Wien im Bereich Verfahrenstechnik mit Schwerpunkt Anlagen- und Apparatebau. Da mich das Thema Vergasung interessiert, entschloss ich mich meine Diplomarbeit in der Arbeitsgruppe von Hermann Hofbauer zu verfassen.

Einer der Höhepunkte in meiner Studienzeit war das Auslandssemester in Finnland. Es war super so viele Leute aus unterschiedlichen Ländern kennen zu lernen und in Nordeuropa herum zu reisen. Studiert hab ich dort auch ein wenig...

Neben Reisen zählt auch Sport zu meinen Hobbies. Klettern ist meine große Leidenschaft, aber auch Mountainbike fahren, Wandern und Volleyball spielen. Im Winter bin ich hin und wieder auch mit Tourenskier unterwegs. Ich glaub von mir behaupten zu können, dass ich ein naturverbundener Mensch bin.

Ich freu mich schon auf die Zeit am Institut und auf das eine oder andere Bier mit Euch!



## Verena Halmschlager

Bachelorandin AG Harasek

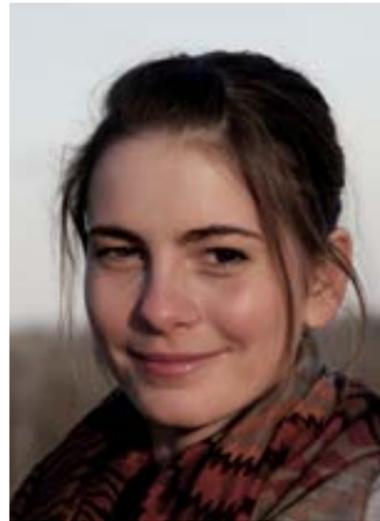
Hallo zusammen,

mein Name ist Verena und ich bin 21 Jahre alt. Nach der AHS habe ich mich entschieden, von meiner Heimat Krems in die Großstadt zu ziehen, um an der TU Wien zu studieren. Nachdem ich mich dort ein Semester mit der Architektur beschäftigt habe, fand ich schließlich doch noch zum richtigen Studium: Verfahrenstechnik.

Ich schreibe gerade meine Bachelorarbeit am Institut für thermische Verfahrenstechnik und Simulation. Dabei beschäftige ich mich mit dem momentan heiß begehrten Thema Wasserstoff und Brennstoffzelle. Ziel ist die Energieberechnung für die Abtrennung von Wasserstoff aus H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> Gemischen mithilfe einer PEM-Brennstoffzelle.

In meiner Freizeit betreibe ich am liebsten Sport. Von Skifahren über Slacklines, Freerunning, Squash, Bergsteigen bis hin zu Segeln und Surfen an der Atlantikküste - es gibt wenig, das ich noch nicht ausprobiert habe. Meine größte Leidenschaft liegt jedoch beim (Beach)Volleyball, das ich schon seit meiner Kindheit spiele. Ansonsten fotografiere, koche, backe (und esse!) ich liebend gerne.

Wenn ich nicht gerade vorbildlich in diversen Vorlesungen sitze, findet man mich auf der Uni auch hin und wieder auf der FSMB beim Wuzzler – natürlich immer nur auf ein einziges Bier ;)



## Mario Schmalzl

Diplomand AG Hofbauer

Ahoi liebe Kollegen,

mein Name ist Mario Schmalzl und komme aus einem kleinen aber feinen Dorf im Südburgenland. Mit dem Erscheinen dieses Reaktors habe ich wahrscheinlich bereits mein Studium abgeschlossen. Während ich diesen Text verfasse bin ich jedoch noch Diplomand in der Arbeitsgruppe von Hermann Hofbauer. Seit Anfang des Jahres beschäftige ich mich mit der neuen 100 kW Versuchsanlage im Technikum und entwickle gemeinsam mit meinen Kollegen die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Des Weiteren umfasst mein Aufgabengebiet die Implementierung der Automatisierungstechnik und Sicherheitstechnik in ein Prozessleitsystem.

Durch meine Berufserfahrungen vor dem Studium (unter anderem in der Lenzing AG) konnte ich bereits einige Grundlagen für mein Aufgabengebiet mitbringen.

Abseits des Studiums bin ich begeisterter Musiker und Mitglied in einer Band. Neben diversen Vereinstätigkeiten betreibe ich auch hin und wieder Sport, wobei Volleyball und Schifahren da zu meinen absoluten Favoriten zählen. Außerdem reise ich sehr gerne. Nach Abschluss meines Studiums werde ich daher meinen wohlverdienten Urlaub antreten und 9 Wochen Südostasien erkunden. Bin schon sehr gespannt, was mich da erwartet...



## INFLUENCE OF FUEL FEEDING POSITION ON SORPTION ENHANCED REFORMING IN A DUAL FLUID GASIFIER

Kolbitsch M., Schmid J.C., Diem R., Müller S.\*, Hofbauer H.

**Abstract** – Gasification of wood pellets was carried out in a dual fluid gasifier by the use of pure steam as gasification agent. The main focus of the experiments was to determine the influence of different fuel feeding positions on the main characteristics of the gasification process. Two operation modes were investigated. On the one hand wood pellets were conveyed directly into the bubbling bed of the gasifier system (“in-bed feeding”) and on the other hand wood pellets were thrown on the top of the bubbling bed (“on-bed feeding”). Both operation modes were performed with sorption enhanced reforming process operating limestone as bed material. As a result, “in-bed feeding” led to higher hydrogen content. Furthermore, during the experiments “in-bed feeding” enabled higher carbon dioxide loads on the operated limestone particles. The achieved results are compared with results using fresh and used (coated) olivine with different particle sizes as bed material. Thereby lower tar contents had been observed for in-bed feeding.

### INTRODUCTION

The current energy strategy within the European Union aims at the supply of energy with low fossil carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. Reduced fossil carbon dioxide emissions could be achieved by the use of biomass or biogenic residues for the production of a medium calorific gas, which can be used for the production of electricity & heat, synthetic natural gas, as well as different liquid fuels. Dual fluidized bed gasification leads to a nitrogen (N<sub>2</sub>) free product gas consisting of hydrogen (H<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), ethane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), ethylene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), propane (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), water, tar, dust and other minor components. More detailed information about dual fluid gasification can be found in Schmid et al., (2012) and Koppatz et al. (2012).

Sorption enhanced reforming (SER) (Figure 1) is operated in a dual fluid gasifier system (Figure 2) with limestone particles as bed material (BM). The used limestone particles mainly consist of calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) which enables the selective transport of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) if favorable process conditions are operated. Different limestone types enable different reaction rates. The occurring absorption and desorption reactions are shown in Eq. (1) and (2). Carbonation takes place at temperatures between 600 and 700 °C in the gasification reactor. For the

calcination reaction a temperature above 800 °C is required.

Carbonation:



Calcination:



Overall, SER leads to reduced carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and increased hydrogen (H<sub>2</sub>) content in the product gas stream compared to conventional dual fluid gasification. A description of the current state of knowledge in the field of SER can be found in Müller, (2013). Within the present work main characteristics of the SER process are investigated. Another reason of the investigations was to clarify the influence of different fuel feeding positions to identify main reaction parameters and answer the question: “Which fuel feeding position offers favorable process conditions for the SER process?”

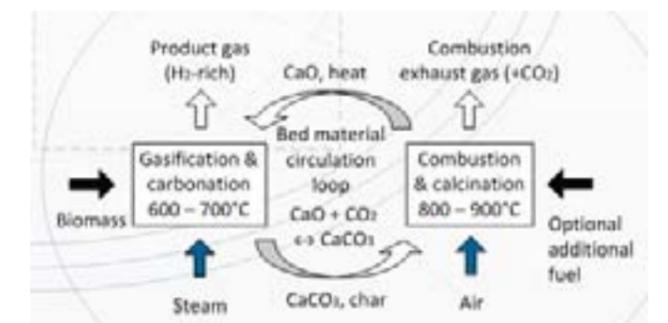


Fig.1 : Basic principle of sorption enhanced reforming (SER)

METHODOLOGY & EXPERIMENTAL

**Pilot Plant** – The experiments were conducted with an experimental test plant at the Vienna University of Technology. In Figure 1 the setup of the used 100 kW dual fluid gasifier is shown. The gasifier system consists out of two reactors. In the combustion reactor (CR) air is used as fluidization agent and in the gasification reactor (GR) steam is used. The two reactors are connected via two loop seals. The BM is used as heat carrier to enable the allothermal gasification process. The GR is operated as bubbling bed, whereas the CR is operated in a fast fluidized bed regime. Several feedstock hoppers are installed to enable different fuel feeding points. Hopper 1 and 2 are connected to the lower screw feeder that enables to feed the feedstock directly into the bubbling bed. Feedstock hoppers 3 and 4 allow examining the behavior of the gasification process with on-bed feeding. During the experimental campaigns the differences between “in-bed feeding” and “on-bed feeding” were investigated. After conveying the biomass as feedstock into the GR, drying, pyrolysis and a partial gasification of wood char takes place. The residual char is used as fuel in the CR and enters the CR along the lower loop seal together with the circulating BM. More information about the plant and measurement equipment can be found in literature (Schmid et al., 2012 and Wilk et al., 2013).

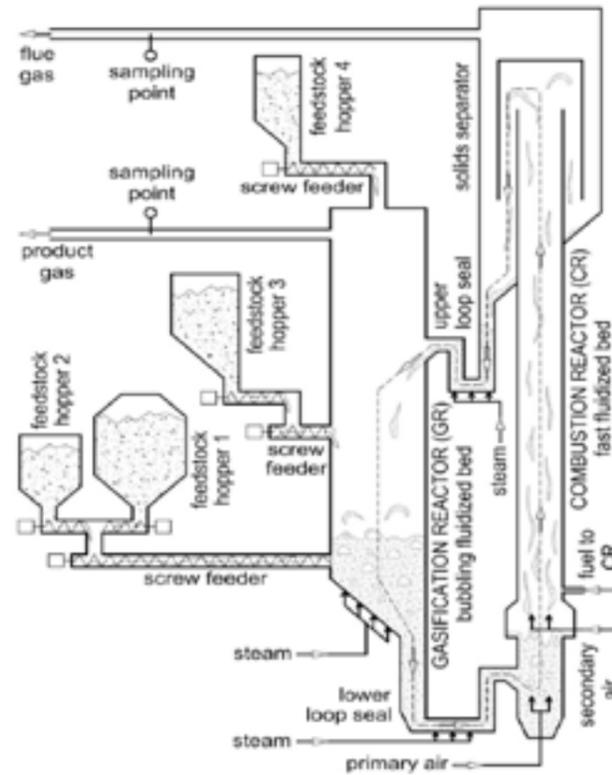


Fig. 2: Dual fluid gasifier at Vienna University of Technology, (Schmid et al., 2012)

**Operation parameters** – Table 1 shows operation parameters from experiments of Wilk et al. 2013 and Kern et al. (2013) in comparison to the conducted SER experiments. The initial BM inventory for the SER experiments was 100kg limestone which mainly consisted of calcium carbonate (CaCO3). After the start up procedure

Operational Parameters	Unit	Wilk 1		Wilk 2		Kern		SER	
		in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed
Fuel power	kW	97		97		90		73	
Fuel mass flow	kg/h	20.0		20.0		18.6		14.9	
Fuel to GR	-	wood pellets		wood pellets		wood pellets		wood pellets	
Bed material	-	coated olivine		fresh olivine		fresh olivine		limestone	
Mean bed material particle size	µm	510		510		370		425	
BM inventory	kg	100		100		100		100 (68)	
<b>Gasification reactor</b>									
Temp. bubbling bed	°C	850±1*		850±1*		850±2*		685±2*	
Steam-to-carbon ratio	kg/kg	1.85		1.68		1.30		1.40	
Steam-to-fuel ratio	kg/kg <sub>fuel</sub>	0.86		0.78		0.60		0.66	
<b>Combustion reactor</b>									
Temperature riser	°C	878±4*		912±3*		910±11*		839±4*	

\* at GR and CR reference point

Tab. 1: Operation parameters from Wilk et al. (2013) and Kern et al. (2013) in comparison to SER experiments

(heat up) of the experimental facility the weight of the initial inventory decreased to 68 kg because of occurring partial calcination reactions. The elemental analysis of the processed wood pellets, typical for biomass fuels, can be found in Diem et al. (2013).

**Data validation** – The software package IPSEpro is used for evaluation and validation of the process data which were gathered during the experiments. Further, mass and energy balances for the experimental runs are computed with this tool. IPSEpro is a software package originating from the power plant sector, which offers stationary process simulations based on flow sheet handling. The software uses an equation-oriented solver. The software package IPSEpro is described in detail in Pröll and Hofbauer (2008).

RESULTS

The aim of the experiments presented in this paper was to determine the impact of different feeding points on main characteristics of the gasification process like product gas composition, reaction rates as well as overall mass and energy balances. Especially carbon dioxide (CO2) contents in the product gas were investigated. The results were used to analyze the effective CO2 load on the limestone particles as a part of the SER process. Besides that, fluid dynamic parameters were examined. In this respect, Table 2 gives an overview about fluid dynamic numbers for all experiments. The velocities and ratios can be used to characterize both fluidized bed reactors (GR, CR). It has to be mentioned, that the superficial gas velocities are calculated with the full section area of the reactors. Thus, in the lower conical part (reduced cross section) of the GR the gas

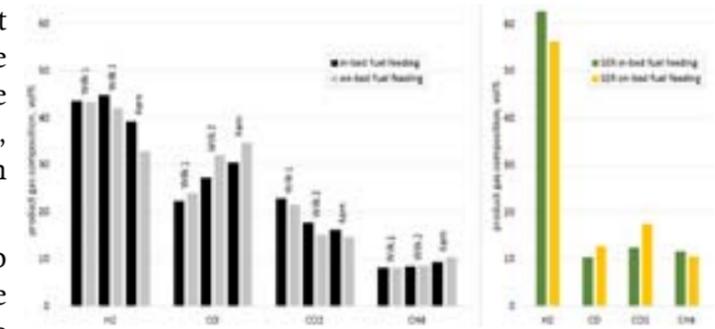


Fig.3 : Main product gas components for conventional gasification and SER, impact of the fuel feeding position

velocities are typically higher. More fundamental information about fluid dynamic parameters in fluidized beds and regime maps can be found in Grace (1986).

The achieved product gas compositions (Figure 3, Table 3) during the experiments show that in-bed feeding leads to a higher amount of hydrogen (H2) and a decrease of carbon monoxide (CO). This trend can be seen at SER as well as conventional gasification using olivine. In-bed feeding leads to a better intermixing of solid biomass particles into the hot BM. The residence time of the degassing product gas from the fuel particles in the bulk of hot BM is significantly higher with in-bed feeding.

Depending on the measurement method, the tar contents are shown as GC/MS and gravimetric tar. Tar data, as presented in Table 3, obviously show a trend to lower tar contents with in-bed fuel feeding. Beside other gas-gas reactions that are published in literature (Koppatz, 2012), the water-gas-shift (WGS) reaction, Eq. (3), is mainly dominating the hydrogen and carbon dioxide production in the gasifier.

Fluid dynamic parameters	Unit	Wilk 1		Wilk 2		Kern		SER	
		in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed
U <sub>mf</sub>	m/s	0.12-0.14		0.12-0.14		0.07		0.10	
U <sub>f</sub>	m/s	4.7-5.5		4.7-5.5		3.4		4.1	
<b>Gasification reactor</b>									
U <sub>g</sub>	m/s	0.61-0.62		0.60-0.61		0.41-0.47		0.27-0.29	
U <sub>g</sub> /U <sub>mf</sub>	-	4.2-4.4		4.2-4.4		5.7-6.5		2.7-2.9	
U <sub>g</sub> /U <sub>f</sub>	-	0.10		0.10		0.13		0.07	
<b>Combustion reactor</b>									
U <sub>f</sub>	m/s	10.0-10.2		9.7-9.8		8.9-9.0		8.4-10.1	
U <sub>g</sub> /U <sub>mf</sub>	-	84-85		81-82		124-125		84-101	
U <sub>g</sub> /U <sub>f</sub>	-	2.1		2.1		2.7		2.3	

Tab.2: Fluid dynamic parameters from Wilk et al. (2013) and Kern et al. (2013) in comparison to SER experiments

Bed material	Unit	Wilk 1		Wilk 2		Kern		SER	
		in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed
Temperature GR	°C	850		850		850		685	
H <sub>2</sub>	vol% <sub>GR</sub>	43.5	43.3	44.8	42.0	39.3	32.8	62.7	56.3
CO	vol% <sub>GR</sub>	22.3	23.9	27.3	32.0	30.5	34.7	10.4	12.7
CO <sub>2</sub>	vol% <sub>GR</sub>	22.8	21.5	17.7	15.1	16.2	14.6	12.4	17.4
CH <sub>4</sub>	vol% <sub>GR</sub>	8.1	8.1	8.4	8.6	9.3	10.3	11.6	10.6
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	vol% <sub>GR</sub>	1.9	2.0	1.4	1.8	1.9	2.7	1.0	1.0
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	vol% <sub>GR</sub>	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.66	0.66
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	vol% <sub>GR</sub>	0.3	0.3	0.1	0.2	n.p.	n.p.	0.01	0.01
GC/MS tar	g/Nm <sup>3</sup> <sub>GR</sub>	2.6	3.4	3.5	7.5	7.1	16.8	n.m.*	n.m.
Gravimetric tar	g/Nm <sup>3</sup> <sub>GR</sub>	2.0	1.4	2.4	3.4	1.5	9.7	n.m.*	n.m.
Water content	vol%	36.6	39.0	34.8	34.7	32.6	35.8	51.7	55.0
Fuel power	kW	97	97	97	97	90	90	73	73
Product gas flow	Nm <sup>3</sup> <sub>GR</sub> /h	23.5	22.7	21.9	22.0	18.1	19.9	9.2	8.9
LHV	MJ/Nm <sup>3</sup> <sub>GR</sub>	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	13.6	14.2	13.3	12.5
Carbon from fuel in product gas	%	75.6	77.2	70.9	72.1	66.9	82.3	50.0	46.0
CO <sub>2</sub> load	mol/mol <sub>CO</sub>	-	-	-	-	-	-	0.05	0.03
CO <sub>2</sub> load	kg/kg <sub>CaO</sub>	-	-	-	-	-	-	0.04	0.02

\*range from similar test run with same bed material and GR temp. 670-680°C (Diem et al., 2013); GC/MS tar 5.0-5.7 g/Nm<sup>3</sup><sub>GR</sub>; grav. tar 2.3-2.4 g/Nm<sup>3</sup><sub>GR</sub>; n.p.: not published; n.m.: not measured;

Tab.3: Components in product gas comparing SER data to data of conventional gasification from Wilk et al. (2013) and Kern et al. (2013)

Water-gas-shift reaction:



Wilk et al. (2013) presented an extensive discussion about the deviation and the trends from the WGS equilibrium with respect to in-bed and on-bed feeding and used (coated) and fresh olivine sand as BM. A negative deviation value means that the concentration of H<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> is lower than it would be in equilibrium state. Although the deviation from the WGS-equilibrium, with limestone as bed material, is quite similar to conventional gasification (Table 4), but there is a strong increase of hydrogen in SER. This phenomenon can be explained by following reasons:

- Lower gasification temperatures have a favorable influence on the thermodynamic equilibrium of the water gas shift reaction.

- Continuous removal of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) due to the selective transport of CO<sub>2</sub> by the operated limestone particles (cf. principle of “Le Chatelier”).
- Limestone provides a catalytic effect to reforming reactions that increases the amount of hydrogen (Koppatz et al., 2009, Abu-El-Rubet al., 2004, Sutton et al., 2001).

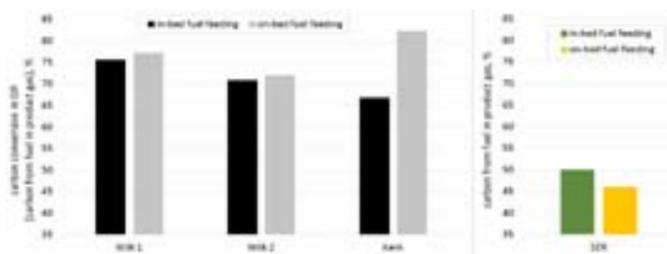


Fig.4 : Carbon from fuel in the product gas for conventional gasification and SER with CO<sub>2</sub> transport from GR to CR

Bed material	Wilk 1		Wilk 2		Kern		SER	
	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed	in-bed	on-bed
Fuel to GR	wood pellets		wood pellets		wood pellets		wood pellets	
Temperature GR	850 °C		850 °C		850 °C		685 °C	
Log. deviation from CO-Shift equ.	-0.22	-0.28	-0.33	-0.52	-0.45	-0.49	-0.43	-0.47

Tab.4: Deviation from WGS equilibrium for in-bed and on-be feeding (Wilk et al. 2013, Kern et al. 2013)

Average values of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) loads on limestone used as BM are shown in Table 3. The theoretical capacity of the limestone used reach up to 0.2 kgCO<sub>2</sub>/kgCaO after 3 carbonation/calcination cycles. During the SER experiments an effective CO<sub>2</sub> load of 0.02-0.04 kgCO<sub>2</sub>/kgCaO was reached. That shows, that in practical SER processes a 5-10 times lower load factor has to be reported. The operation of higher CO<sub>2</sub> loads during in-bed feeding could be again explained by a longer contact time between product gas and the reactive limestone BM. In contrast, for in-bed feeding the overall residence time of the solid fuel particles (from initial particle to char particle) in the gasifier tends to be lower compared to on-bed feeding. Figure 4 shows, that the conventional gasification process achieves higher carbon conversion rates for on-bed feeding. Whereas with the SER process the carbon content in the product gas is lower for on-bed feeding. This can be explained by the transport of carbon (CO<sub>2</sub>) from the GR to the CR via BM and the lower process temperature in the GR. So for SER it might be descriptively to call this parameter “carbon from fuel in product gas” and not “carbon conversion in the GR”. A qualitative discussion about the mean residence times for solid fuel particles and the produced gas phase in the GR is presented in Figure 5 (modified from Wilk et al., 2013).

CONCLUSION & OUTLOOK

Experiments had been conducted with a pilot plant at Vienna University of Technology to determine

the influence of different fuel feeding positions in a dual fluid gasifier. Different processes had been compared, namely conventional dual fluid gasification at 850 °C and sorption enhanced reforming at 685 °C. The investigations showed that “in-bed feeding” in comparison to “on-bed feeding” leads to lower tar contents, as well as a better selective transport of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in case of sorption enhanced reforming. This can be explained by longer contact time between the volatiles from the fuel (product gas) and the hot bed material. On the one hand, this seems to be the most important point to reach high product gas qualities. On the other hand high carbon conversion rates are guaranteed if the solid fuel particles and residual char have long residence times in the fluidized bed of the gasification reactor. To combine both requirements different reactor designs are under investigation, especially when “difficult” fuels have to be processed (Dong et al. 2010, Schmid et al. 2011). Future experiments with such next generation dual fluid gasifiers should focus on the optimization of favorable process conditions for conventional gasification and the sorption enhanced reforming process.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present work is part of the project ERBA which is being conducted within the „New Energies 2020“ research program funded by the Austrian Climate and Energy Fund and processed by the Austrian Research Promotion Agency (FFG). The work has been accomplished

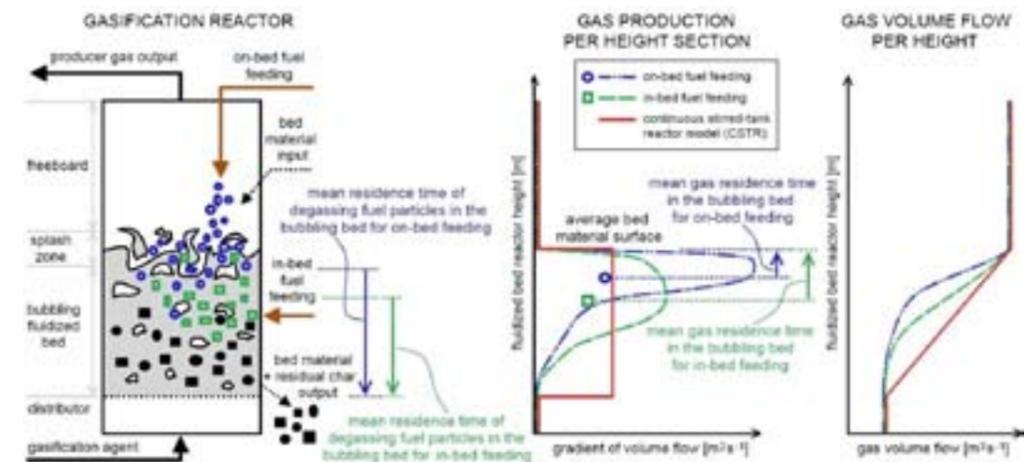


Fig.5: Fuel intermixing and qualitative gas production in the GR comparing in-bed and on-bed feeding

in cooperation with voestalpine Stahl GmbH and voestalpine Stahl Donawitz GmbH. Martina Poppenwimmer, Hugo Stocker and Thomas Bürgler from voestalpine Stahl deserve to be mentioned, as well as Veronika Wilk, Hannes Kitzler and Stefan Kern for the good collaboration, their assistance during the experiments and the detailed access to their experimental data.

**ABBREVIATIONS**

CR	Combustion reactor
BM	Bed material
db	dry basis
GR	Gasification reactor
LHV	lower heating value
Nm <sup>3</sup>	cubic meter at standard conditions
SER	sorption enhanced reforming
vol%	percentage by volume
waf	water and ash free
WGS	water-gas-shift

**NOTATIONS**

Umf	Minimum fluidization velocity	
m/s		
Ut	Terminal velocity	m/s
Ug	Superficial velocity GR	
m/s		
Ug/Umf	Fluidization number GR	
Ug/Ut	Transport number GR	
Uc	Superficial velocity CR [m/s]	
Uc/Umf	Fluidization number CR-	
Uc/Ut	Transport number CR	

**REFERENCES**

Abu El-Rub Z., Bramer E.A., Brem G., 2004. *Review of Catalysts for Tar Elimination in Biomass Gasification Processes. Industrial Engineering Chem. Res.* 43(22), pp.6911-6919

Diem R., Müller S., Fuchs M., Schmid J.C., Hofbauer H., 2013. *Experimental Investigation of Sorption Enhanced Reforming with Limestone from Iron Production. In: Proceedings of the International Conference on Polygeneration Strategies (ICPS13), ISBN: 978-3-9502754-8-3*

Dong L., Xu G., Suda T., Murakami T., 2010. *Potential approaches to improve gasification of high water content biomass rich in cellulose in dual fluidized*

*bed. Fuel Processing Technology* 91, pp. 882-888

Grace J.R., 1986. *Contacting modes and behaviour classification of gas-solid and other two-phase suspensions. Can. J. Chem. Eng.* 64(3), pp. 353-363

Kern S., 2013. *Gasification and Co-gasification of Coal, Biomass and Plastics in a Dual Fluidized Bed System. PhD thesis, Vienna University of Technology*

Kern S., Pfeifer C., Hofbauer H., 2013. *Gasification of wood in a dual fluidized bed gasifier: Influence of fuel feeding on process performance. Chemical Engineering Science* 90, pp. 284-298

Koppatz S., Pfeifer C., Kreuzeder A., Soukup G., Hofbauer H., 2009. *Application of CaO-based bed material for dual fluidized bed steam biomass gasification. In: Proceedings of the 20th International Conference on Fluidized Bed Combustion, pp. 712-718*

Koppatz S., 2012. *Outlining active bed materials for dual fluidised bed biomass gasification - In-bed catalysts and oxygen/carbonate looping behavior. PhD thesis, Vienna University of Technology*

Müller S., 2013. *Hydrogen from Biomass for Industry - Industrial Application of Hydrogen Production Based on Dual Fluid Gasification. PhD thesis, Vienna University of Technology*

Pröll T., Hofbauer H., 2008. *Development and Application of a Simulation Tool for Biomass Gasification Based Processes. International Journal of Chemical Reactor Engineering, Vol.6*

Schmid J.C., Pröll T., Pfeifer C., Hofbauer H., 2011. *Improvement of gas-solid interaction in dual circulating fluidized bed systems. In: Proceedings of the 9th European Conference on Industrial Furnances and Boilers (INFUB-9)*

Schmid J.C., Wolfesberger U., Koppatz S., Pfeifer C., Hofbauer H., 2012. *Variation of Feedstock in a Dual Fluidized Bed Steam Gasifier - Influence on Product Gas, Tar Content and Composition. Env. Prog. & Sustain. Energy, Vol. 31(2), pp. 205-2015*

Sutton D., Kelleher B., Ross J.R.H., 2001. *Review of literature on catalysts for biomass gasification. Fuel Processing Technology, Vol. 73(3), pp. 155-173*

Wilk V., Schmid J.C., Hofbauer H., 2013. *Influence of fuel feeding positions on gasification in dual fluidized bed gasifiers. Biomass and Bioenergy, Vol. 54, pp. 46-58*

**SAVT Kino - Halloween Special**

**Wann:**  
Ende Oktober 2014

**Wo:**  
Getreidemarkt 9,  
Institut für Verfahrenstechnik

**Treffpunkt:**  
wird noch bekannt gegeben

**Anmeldung:**  
Rechtzeitig auf [www.savt.at](http://www.savt.at)

**SAVT Grand Prix**

**Wann:**  
Freitag, 21.11.2014

**Wo:**  
Monza Karthalle, Wien 23

**Ausrüstung:**  
Sturmhaube, Rennlizenz (falls vorhanden)

**Anmeldung:**  
Rechtzeitig auf [www.savt.at](http://www.savt.at)

**Mitgliedsbeitrag**

**eine Information von Obmann & Kassier**

Liebes SAVT Mitglied, der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 2014 ist fällig. Wir bitten Dich/Sie daher - **falls Du/Sie noch nicht bezahlt hast/haben** - den Mitgliedsbeitrag von **17€** (für Studenten im Bachelor- oder Masterstudium 5 €) auf unser Konto zu überweisen.

EASYBANK AG  
Quellenstraße 51-55  
1100 Wien

Konto.-Nr.: 20010-395-071  
BLZ: 14200

IBAN: AT631420020010395071  
BIC: EASYATW1

Auf eine gute Zahlungsmoral freut sich Euer Obmann (und der Kassier natürlich erst recht)!

Euer Obmann  
[obmann@savt.at](mailto:obmann@savt.at)

Euer Kassier  
[kassier@savt.at](mailto:kassier@savt.at)

P.S.: Falls sich Eure Kontaktdaten geändert haben, diese bitte im Feld Verwendungszweck eintragen!



Anschrift



welding specialist

Fertigung, Aufbau, Änderung und Erweiterungen  
von verfahrenstechnischen Versuchsanlagen.

[www.versuchsanlage.at](http://www.versuchsanlage.at)

KONSTRUKTION

STAHL

FERTIGUNG

KUNSTSTOFF

MONTAGE

HOLZ

Ihr Partner für die Umsetzung Ihrer Ideen.

Mein seit 1997 bestehendes Unternehmen ist ein Metall & Kunststoffverarbeitender Handwerksbetrieb. Den Kern des Betriebes bildet die umfassend ausgestattete Werkstätte in der Nähe von Krems.



Die Fertigungspalette reicht vom Zuschnitt über Schweißarbeiten an diversen Stahlsorten, mechanischer Bearbeitung, bis hin zur Oberflächenbehandlung.

Jahrelange Erfahrung mit den Werkstoffen Stahl Kunststoff Holz oder Stein ermöglichen es unterschiedlichste Kombinationen und Verbindungen, insbesondere durch eingehen auf die Eigenschaften dieser Materialien, herzustellen.

Dabei sind der Größe der arbeiten kaum Grenzen gesetzt ein dichtes Netzwerk an Partnerbetrieben ermöglichen es flexibel auf Ihre Wünsche einzugehen.



Ich freue mich auf ein persönliches Gespräch.