Vereinszeitung des Vereins der StudentInnen und AbsolventInnen der Verfahrenstechnik an der TU Wien Jahrgang 19 Ausgabe 90

Nr.2 | 2010

Ankündigung: SAVT-Grillfest

Ankündigung: Mountainbiken

Ankündigung: Beachvolleyball

Ankündigung: Motorradausflug

ISSN 2070-0873

Der Reaktor

Die Zeitung für Prozesssimulanten, Destillateure, Zündler, Wirbler, Rektifikanten, Filtranten, Permeaten und viele mehr!

Vulkanasche: Es liegt was in der Luft

Staubwolken und deren Abscheidung

Bericht

SAVT-Skitag, SAVT-Badminton, Biomass Conference Lyon

Aktuelles aus der Forschung

Diplomarbeit von Stefan Kern

www.SAVT.at

Inhalt

Inhalt, Impressum	2
Editoral	3
Pressespiegel	4
Ankündigungen	7
Bericht Skitag 2010	11
Bericht Biomassekonferenz Lyon	12
Bericht Badminton	13
Ankündigung Grillfest	14
Zahlschein	15
Titelstory	16
Aktuelles aus der Forschung	24
Vorstellungen	30
Cartoons	31

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 Christoph Schönberger & DI Peter Bielansky	
Der SAVT im Internet	www.savt.at	
Kontakt	Obmann	obmann@savt.at
	Redaktion	redaktion@savt.at

Namentlich gezeichnete Artikel stellen die persönliche Meinung des jeweiligen Verfassers dar. „DER REAKTOR“ ist eine viermal jährlich erscheinende Druckschrift des „Vereins der StudentInnen und AbsolventInnen der Verfahrenstechnik der TU Wien“.

Bankverbindung:	Easybank AG; Quellenstraße 51-55, A-1100 Wien Kto.-Nr.: 20010-395-071, BLZ: 14200 IBAN: AT631420020010395071, BIC: EASYATW1
Ordenliche Mitgliedschaft	€ 12.-
Außerord. Mitgliedschaft	€ 17.-
Studenten Mitgliedschaft	€ 5.-

Erscheinungsdatum: 02. 06. 2010

Titelbild: Staubwolke

Liebe SAVT'lerinnen und SAVT'ler!

Die Zeit verrinnt uns zwischen den Fingern. Im Frühjahr scheint die Welt aus Ihrem Winterschlaf zu erwachen und sich doch noch ein wenig schneller zu drehen. Gerade dann merkt man noch viel deutlicher wenn wir durch die Natur unserer modernen Selbstverständlichkeiten beraubt werden und doch einmal zum Innehalten gezwungen werden. In diesem Zusammenhang hoffe ich einmal, daß alle Angehörigen der doch sehr international tätigen SAVT Community aus Industrie und Wissenschaft die Auswirkungen des Eyjafjallajökull möglichst ohne schwere Widrigkeiten überstanden haben und mittlerweile wieder alle gut daheim eingetroffen sind.

Einmal kurz innehalten ist gerade in den drei Jahren Dissertation oder sechs Monaten Diplomarbeit jedenfalls nicht immer eingeplant. Am Ende dieser Phasen stehen immer ein repräsentables Ergebnis und der Beginn eines neuen Lebensabschnittes. Solch ein Beginn ist immer ein guter Anlass sich einmal in Ruhe kurz umzusehen und an die zu denken, die man kennen und schätzten gelernt hat und sich zu fragen was wohl aus denen geworden ist.

Gerade in den letzten und den nächsten paar Monaten wurden bzw. werden nicht nur viele Kolleginnen und Kollegen Akademiker sondern auch Väter, Mütter und Ehepartner. Ihnen Allen von Seiten des SAVT alles erdenklich Gute! Ich hoffe Ihr bleibt uns erhalten!

Damit das leichter geht, steht am 17. Juni auch wieder das traditionelle Grillfest am Getreidemarkt am Programm, zudem wir Euch alle herzlich einladen möchten! Wie auch in den Vorjahren wird es eine Registrierungsplattform auf der Homepage geben und wir hoffen auf regen Zuspruch.

In diesem Sinn also: Wir überlebten Y2K, H5N1, BSE, die Schweinegrippe und uns können Vulkane auch nichts. SAVT Barbecue 2010 wir kommen!

Bis 17. Juni!

Euer Michi

Was wurde aus... dem Waldsterben?

„Der Wald stirbt“, wurde uns in den 1980er-Jahren erklärt. Mittlerweile gibt es in Österreich mehr Wald als je zuvor. Warum eigentlich? Haben die Warnungen die Bäume gerettet – oder hat man damals einfach nur heillos übertrieben?

In der Ecke steht der Christbaum aus Plastik; Tisch und Sessel sind aus Eisen, weil sich Holz niemand mehr leisten kann; draußen vor der Tür schweift der Blick ungehindert kilometerweit über kahle Hügel; und den Wienerwald haben sie umbenannt in „Wienerwiese“. Denn Wald gibt es hier keinen mehr. Wer einen Baum sehen will, der muss ins Naturhistorische Museum gehen.

Wenn man sich in den 1980er-Jahren die Zukunft ausmalte, dann sah sie ungefähr so aus. „Im Jahr 2000“, verkündete damals Hannes Mayer, mittlerweile verstorbener Professor an der Universität für Bodenkultur in Wien, „wird es keinen Wald mehr geben“. „Saurer Regen“ hatte vor knapp 30 Jahren ein ähnliches Horrorpotenzial wie heute die „Erderwärmung“. Die Sorge um die Umwelt ließ Bürgerinitiativen entstehen und brachte die Grünen 1986 ins österreichische Parlament: „Erst stirbt der Wald, dann stirbt der Mensch“, lautete einer ihrer Slogans. 23 Jahre später geht es beiden recht gut. Der saure Regen ist ein Relikt aus den 1980ern, wie lange Haare und Schulterpolster. In Österreich gibt es laut einer aktuellen Untersuchung mehr Wald als je zuvor, und Josef Pröll warnte gar 2004 als Umweltminister: „Der Wald wächst uns über den Kopf.“ Was also wurde aus dem Waldsterben?

„Etwas übertrieben.“ „Vielleicht haben wir damals ein wenig übertrieben“, meint Klemens Schadauer, Leiter des Instituts für Waldinventur in Wien. „Dem Wald ist es in den 1980er-Jahren sicher nicht sehr gut gegangen. Aber flächendeckend wäre er nicht gestorben.“ Bei den Diskussionen und Warnungen seien viele Interessen mitgeschwungen. Und wer nicht einstimmte in den Ruf der Mahner, der galt schnell als „Umweltschwein“.

„Wir wurden damals heftig kritisiert“, erinnert sich Markus Neumann vom Institut für Waldwachstum und Waldbau. Vor 25 Jahren arbeitete er in der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, die sich mit dem Zustand der Wälder beschäftigte. Ausgerechnet diese Institution hielt sich in der Diskussion auffallend zurück. „Wir sahen die Situation nicht so dramatisch“, erklärt Neumann. Es habe zwar tatsächlich sterbende Wälder gegeben, das sei aber regional beschränkt und nicht für ganz Österreich zutreffend gewesen.

Mit Untersuchungen und Zahlen seien die Warner damals teils „sehr großzügig“ umgegangen: So habe man etwa Luftwerte aus Linz hergenommen und daraus Prognosen für das gesamte Land

erstellt. Die Resultate waren entsprechend verheerend, denn in der Stadt stank kaum gefiltert die Voest vor sich hin. Ebenso habe man Schätzungen über Verunreinigungen aus dem Jahr 1980 mit Erhebungen von 1984 verglichen und die Ergebnisse hochgerechnet. „Ich unterstelle niemandem böse Absicht", sagt Neumann. „Viele Menschen waren ernsthaft besorgt. Aber die hatten halt nicht immer sehr viel Ahnung vom Wald."

Legendär ist beispielsweise die Aktion einer deutschen Bürgerinitiative, die wegen eines sterbenden Waldes in Bayern Alarm schlug. Die Bäume hätten alle Nadeln verloren, das sei eindeutig Folge des sauren Regens. Forscher rückten aus und fanden – Lärchen. Die verlieren im Herbst von Natur aus ihre Nadeln. Der Sorge um den Wald tat das keinen Abbruch, auch wenn man sie sich vor allem in Deutschland und Österreich machte. Die Franzosen nahmen das Schlagwort vom sterbenden Wald sogar in ihren Sprachschatz auf und spöttelten forthin über „le waldsterben".

Wirklich massiv und großflächig geschädigt waren die Wälder im Grenzgebiet zur damaligen Tschechoslowakei. Auf diese Gegend verließen sich Medien, wenn es darum ging, das Waldsterben darzustellen. Als das deutsche Nachrichtenmagazin „Spiegel" 1981 in einer dreiteiligen Serie den Tod des Waldes in Deutschland verkündete, stützte es die Illustrationen vornehmlich auf Fotos aus dem Erzgebirge, wo hunderte abgestorbene Fichten standen. Der Grund für die umfangreichen Schäden war einmal die ungezügelte Industrie im Ostblock, andererseits gab es aber auch banalere Ursachen: „Frostschäden und Borkenkäfer", wie Neumann erklärt.

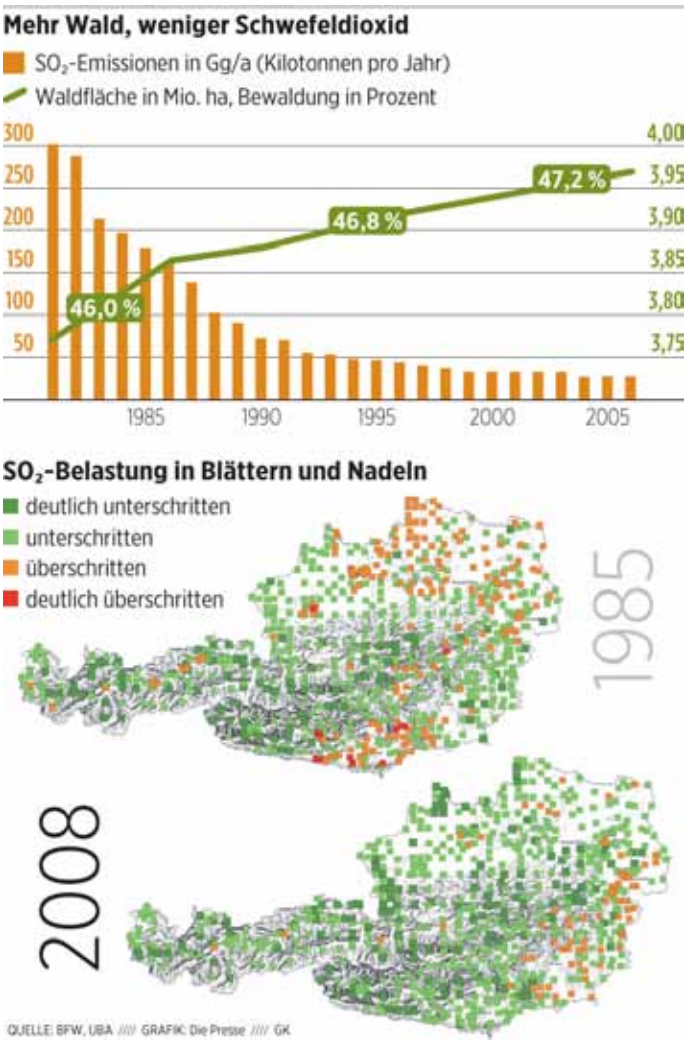
Schwefeldioxid massiv reduziert. Spricht man die Kämpfer von einst darauf an, reagieren sie heute säuerlich – wie etwa Gerhard Heilingbrunner, Vorsitzender des „Kuratoriums Rettet den Wald", das seit einiger Zeit bezeichnenderweise nur noch „Kuratorium Wald" heißt. Auf die unschuldige Frage, ob man von der Sorge um den Wald profitiert habe, reagiert er geradezu empört: Es habe sicher keinen Profit gegeben, das sei eine Unterstellung. In der Frage sei es eigentlich mehr darum gegangen, ob es der Umweltbewegung genützt habe? Ja, meint Heilingbrunner, die Diskussion habe zweifellos das Interesse an der Umwelt geweckt und dem Wald auch geholfen.

Monika Langthaler, langjährige grüne Abgeordnete und jetzt Geschäftsführerin eines Beratungsunternehmens, sieht die teils katastrophalen Vorhersagen pragmatisch: „Mein Gott, wenn ich mir die Prognosen der Wirtschaftswissenschaftler anschaue ... keine Einzige hat gehalten." Die Waldschäden seien damals dramatisch gewesen und die Angst war berechtigt. „Ich halte es für legitim, wenn eine politische Kraft ein solches Thema pointiert anspricht."

„Hätte man es nicht derart intensiv diskutiert, wäre vielleicht nicht so viel passiert", glaubt auch Norbert Putzgruber, Waldexperte bei den Bundesforsten. Erst aufgrund der heftigen Diskussion habe sich die getriebene Politik der Problematik angenommen.

Tatsächlich ist viel passiert. Man erließ strenge Emissionsvorschriften, Heizöl und Dieseltreibstoff wurden entschwefelt. Man schrieb Filter für Verbrennungsanlagen vor und erließ ein Luftreinhaltegesetz. Die Maßnahmen brachten weitreichende Erfolge: Der Ausstoß von Schwefeldioxid, das man maßgeblich für die Waldschäden verantwortlich machte, ging von

etwa 350.000 Tonnen im Jahr 1980 auf 25.600 Tonnen im Jahr 2007 zurück. Maß man 1985 noch bei mehr als 25Prozent der Bäume überschrittene Schwefelgrenzwerte, war dies 2008 bei weniger als zehn Prozent der Fall.



Der saure Regen habe sich dank des Einschreitens der Politik seit den 1980er-Jahren „erheblich reduziert", erklärt Putzgruber. Auf „eigentlich nicht mehr existent", pflichtet Gerhard Mannsberger, Sektionschef im Umweltministerium, bei. Mittlerweile sei Österreich mit einem Waldanteil von 47,2 Prozent eines der waldreichsten Länder Europas. „Das Waldsterben aufgrund von Luftverschmutzung gibt es bei uns nicht mehr."

Die Maßnahmen haben zweifellos der Umwelt geholfen. Dass sie ursächlich Österreichs Wälder gerettet haben, bezweifelt Skeptiker Neumann: „Es wäre sicher nicht so, dass Österreich baumlos wäre."

Heute kämpft der Wald mit ganz anderen Problemen: Die Stürme der vergangenen Jahre, möglicherweise eine Folge der Erderwärmung, fällten hunderttausende Festmeter. Borkenkäfer breiteten sich massiv aus. Die hohe Ozonkonzentration setzt bestimmten Baumarten zu, etwa den Eichen im Weinviertel.

Und das ganz dicke Ende kommt noch. „Die Erderwärmung wird die Wälder und uns alle mit verheerenden Folgen treffen", sagt Gerald Steindlegger vom WWF. „Dagegen war das Waldsterben eine Kleinigkeit."

(„Die Presse", Print-Ausgabe, 22.11.2009).

SAVT Mountainbiken 2010

organisiert von Christoph Varga. Email: mountainbiken@savt.at

Wann?	...	Donnerstag, 02. September 2010, 14:00
Wo?	...	Raum Wienerwald Genauere Information wird rechtzeitig auf www.savt.at bekanntgegeben
Ausrüstung	...	Fahrrad „geländetauglich“ (Federgabel empfehlenswert) Helm, Handschuhe, ev. Getränk Wenn ein Leihrad benötigt wird, bitte unter oben genanntem Kontakt bekanntgeben!
Ablauf	...	Anreise individuell etwa 1h Fahrtechniktraining anschließende gemütliche Ausfahrt mit Einkehr Ende je nach Kondition :)
Anmeldung?	...	bis spätestens 26. August 2010 auf www.savt.at

SAVT Beachvolleyball 2010

organisiert von Gregor Tondl.
Email: beachvolleyball@savt.at

Wann?	*...*	*Ende August, Termin wird rechtzeitig auf www.savt.at bekannt gegeben*
Wo?	*...*	*Sand in the City http://www.beachvolleywien.at/*
Info:	*...*	*- Beach-Volleyball mit Flutlichtanlage - Im Anschluss noch Ausklang Vorort - Teilnehmer max: 14 Personen*
Anmeldung?	*...*	*ja, tba*

SAVT Motorradausflug 2010

… schon wieder ist ein Jahr vergangen und der nächste Savt-Motorradausflug rückt näher!

organisiert von Chris Pfeifer
motorradausflug@savt.at

Wann?	*…*	*Freitag, 23. Juli. 2010*
Wo?	*…*	*wird noch bekanntgegeben*
Route	*…*	*steht och nicht genau fest, da es sich um einen Tagesausflug handelt in Niederösterreich*
Anmeldung?	*…*	*bis spätestens 16.07.2010*

Einladung zum 6. Minisymposium der Verfahrenstechnik am 24./25.6.2010

Anmeldung und Abstracts bis 07. Juni 2010 unter www.chemical-engineering.at

24.6.2010 – 20:00 Uhr
Gemütliches Beisammensein
(Treffpunkt wird bekannt gegeben)
25.6.2010 – 8:30
Führung durch die Institute des IFA Tulln
25.6.2010 – 10:00 bis 19:00 Uhr
Eröffnung: Prof. Rudolf Braun
Vortragsprogramm
Mittagspause
Postersession + Vortragsprogramm
Überreichung des Marini
Abschlussimbiss

Die Teilnahme ist kostenlos!

SAVT-Skitag 2010

von Peter Bielansky

Am 25. 2. war es endlich wieder soweit: Der SAVT startet mit dem Skitag in ein neues Event-Jahr. Ziel war dieses Mal das Stuhleck, ein bisschen mehr als eine Stunde von Wien entfernt. 12 SAVT-ler ließen sich motivieren, ihre Versuchsanlagen, Computer und Chemikalien für einen Tag mit Ski und Snowboards zu tauschen. Mit dem Bus ging es um 8 Uhr zuerst zur Raststation Guntramsdorf, um die letzten Teilnehmer einzusammeln, und dann weiter Richtung Semmering. Um ca. 10 Uhr, nachdem sich alle ins adäquate Gewand und Schuhwerk gezwängt hatten, konnte der Skitag bei gutem und frühlingshaftem Wetter beginnen. Die Gruppe stellte sich als außergewöhnlich motiviert heraus und so wurde bis auf eine Mittagspause jede Minute bis zum einstellen der Lifte ausgenützt. Durch die bescheidene Anzahl an weiteren Skifahren waren die Pistenbedingungen trotz der warmen Temperaturen bis zuletzt sehr gut. Nach einem verdienten Apres Ski bzw. Board Bier ging es wieder zurück nach Wien. Ein gelungener Skitag!

Euer Peter

18th European Biomass Conference and Exhibition

A review: Dieses Jahr fand die europäische Biomassekonferenz zum 18. Mal statt, diesmal in Lyon, Frankreich. Mit mehr als 1000 Teilnehmern ist es weltweit wohl die größte europäische Konferenz dieser Art (siehe auch Wikipedia und Google maps). Das Themenfeld spannte sich von der Vergasung von asiatischen Hausschweinverdauungsendprodukten bis hin zu neuentwickelten Wunderbäumen, welche neben den klassischen Produkten wie Biodiesel und Keksen (Plätzchen) auch zur Holzgewinnung herangezogen werden können.

Mehr als 10 SAVT-Mitglieder waren vor Ort und haben mit ihren Beiträgen die Gebiete Verbrennung und Vergasung, Heißgasreinigung und Biogasupgrading sowie Bioölcracking und Pyrolyse abgedeckt. Die Abstracts werden in der nächsten Ausgabe gesammelt erscheinen.

Nicht nur die Konferenz hat viel zu bieten gehabt, auch die Stadt Lyon ist eine Reise wert. An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, dass die vermutlich zweit größte Stadt Frankreichs nicht am Meer liegt!

So wie die Konferenz Wissensströme zusammenführte, vereinigen sich auch die Flüsse Rhone und Saône zu einem imposanten Strom. Leider fließen nicht alle Liquide in so rauen Mengen, die Biereinheiten sind aus österreichischer Sicht eher Tropfen auf den heißen Stein als durstlöschende Mengen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir danach doch noch ans Meer gefahren sind und trotz Aschewolke wieder pünktlich in Österreich angekommen sind.

Euer Christoph, Stefan und Peter

SAVT-Badminton-Turnier 2010

Das SAVT-Badminton-Turnier zählt nach dem Grillfest, Wander- und Skitag wohl zu den geschichtsträchtigsten Events unseres Vereins. Eine kleine aber motivierte Truppe an Mitglieder blieb der traditionsreichen Veranstaltung auch heuer treu und nahm sich vor im Club Danube Ottakring den jährlichen Wettkampf zu bestreiten.

Allerdings traten während des Events gleich mehrere Probleme auf, die wir zu bewältigen hatten und die Handlungsfähigkeit unseres Vereins mehrfach auf die Probe stellten. Niemand hatte im Vorfeld daran gedacht, dass das Badminton-Turnier zum Schicksalstag des SAVT werden sollte:

Nach der grundsätzlich leicht zu bewältigenden Anreise stellte sich bereits der erste Verlust ein: Ein Fünftel der angemeldeten Personen traf nicht am Ziel ein und blieb dauerhaft verschollen. Dank des spontanen, persönlichen Engagements einiger Mitglieder konnte dieser Verlust aber schnell wieder durch Elorri, einer französischen Austauschstudentin, ausgeglichen werden.

Die nächste Herausforderung lag in den unausgeglichen Lichtverhältnissen, die den Schauplatz des Turniers derart beeinflussten, dass an einen gerechten Wettkampf nicht gedacht werden konnte. Doch auch dieses Problem konnte von den Anwesenden bravourös durch improvisiertes Abdunkeln der Fenster gelöst werden.

Nachdem das Turnier auf diese Weise doch noch zu einem glücklichen Ende fand,
trafen wir uns anschließend in der nahe gelegen Bierwaage um das Ergebnis zu feiern. Das Bier widmeten wir unseren verschollenen Kollegen.

Euer Christoph

SAVT -Grillfest 2010

Wann?	Donnerstag, 17. Juni 2010 Beginn: 17:00 Ende: 24:00
Wo?	Geniehof Getreidemarkt 9
Registrierung	persönliche Anmeldung unter www.savt.at bis spätestens 15. Juni 2010 **VERPFLICHTEND FÜR ALLE!**
MITHILFE	Wir benötigen Eure Hilfe und ersuchen daher alle mit die uns unterstützen wollen, ein kurzes Mail an grillfest@savt.at zu schreiben! Bitte auch bei der Anmeldung einen Hinweis im Feld „Anmerkungen“ eintragen!
Kontakt	grillfest@savt.at

Liebes SAVT-Mitglied!

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 2010 ist fällig. Wir bitten Dich/Sie daher - **falls Du/Sie noch nicht bezahlt hast/haben** - den Mitgliedsbeitrag von 17€ auf unser Konto zu überweisen.

EASYBANK AG
Quellenstraße 51-55
1100 Wien
Konto.-Nr.: 20010-395-071
BLZ: 14200

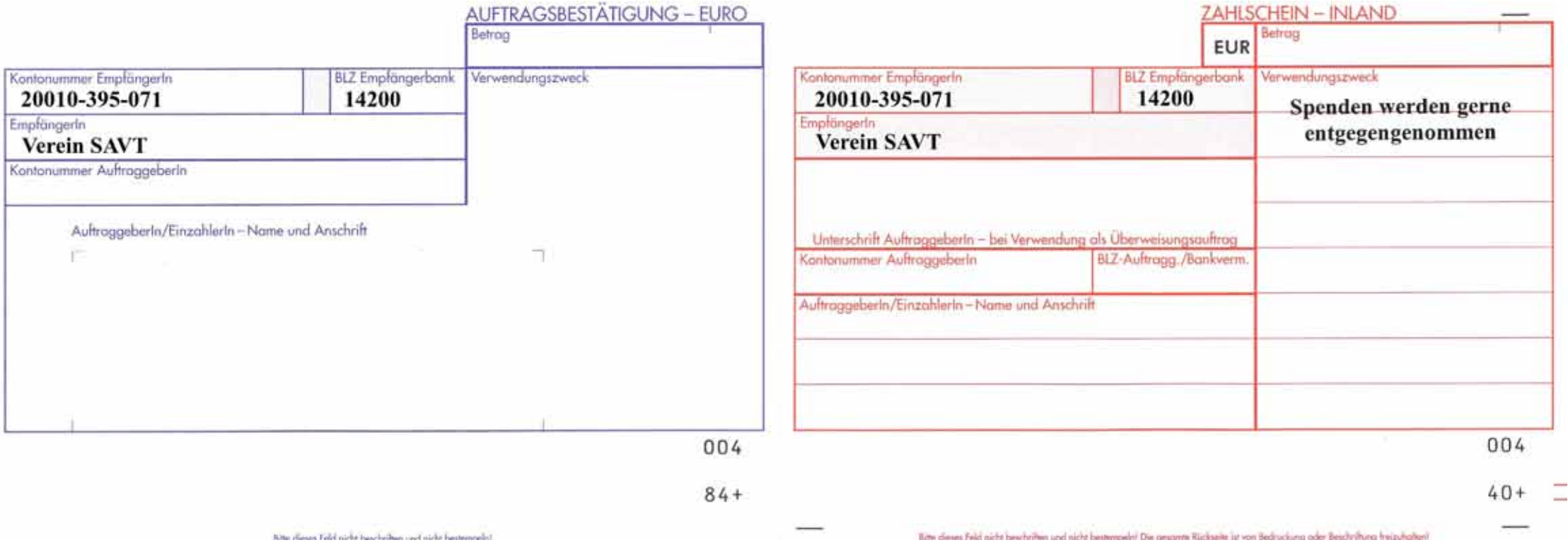
für Überweisungen aus dem Ausland:
IBAN: AT631420020010395071
BIC: EASYATW1

Auf eine gute Zahlungsmoral freuen sich Euer Obmann und natürlich der Kassier erst recht!

Euer Obmann
obmann@savt.at

Euer Kassier
kassier@savt.at

P.S.: falls sich Eure Kontaktdaten geändert haben bitte im Feld Verwendungszweck eintragen!



Staubwolken und deren Abscheidung

von Jörg Faschingleitner

Diffuse Feinstaubemissionen stellen eine wesentliche Belastung für die Umwelt und die menschliche Gesundheit dar. Um die von der EU vorgegebenen schrittweise gesenkten Grenzwerte einhalten zu können werden zum Unterdrücken diffuser Feinstaubemissionen unter anderem Sprühdüsen verwendet. Eine konkrete Anwendung stellt das Bedüsen des Schüttgutes beim Schüttgutumschlag z.B.: bei Förderbandübergaben dar. Es soll untersucht werden ob und mit welcher Effektivität die Schüttgutbefeuchtung und das Niedernebeln des Staubes aus der Luft Staubunterdrückend wirksam sind. Es wird gezeigt, daß beide Prozesse wie 2 Separatoren die in Serie geschaltet fungieren, es erlauben die totale Staubreduzierung berechnen zu können. Die totale Staubreduzierung soll genau so wie die beiden einzelnen staubreduzierenden Mechanismen untersucht werden. Dazu werden im Folgenden die aufgebauten Anlagen die, die Messung dieser einzelnen staubreduzierenden Mechanismen und der totalen Staubabscheidung ermöglichen vorgestellt. Es soll experimentell untersucht werden wie das Niedernebeln des Staubes aus der Luft beeinflußt werden kann, durch verschiedene Düsenpositionen bzw. Düsenabstände und Düsenanzahlen. Durch Berechnung des Abscheidegrades des Staubes durch Tropfen sollen Einblicke welche Umgebungseinflüsse wie Luftgeschwindigkeit, Tropfengröße und Konzentration die Staubabscheidung beeinflussen. Damit diese Abscheidemechanismen die am Tropfen durch das Barth- Schuch-Löffler-Modell berechnet werden sollen, ablaufen können muß jedoch geklärt werden wie der Staub an den Spray herrantransportiert wird, wo wirksame bereiche des Sprays liegen und welche Bedingungen dort herrschen. Das soll im Folgenden durch eine CFD Simulation geklärt werden.
Das Staubreduzieren durch Befeuchten des Schüttgutes soll optimiert werden durch das Aufstellen eines Befeuchtungsmodelles das es zuläßt die Düsenposition und die Düsenanzahl so zu optimieren, daß eine gleichmäßige Gutfeuchte bei minimalen Wasseraufwand zur Verfügung gestellt wird.

Das Problem:

Das reduzieren von Feinstaubemissionen wird nicht nur in der EU durch immer strengere Richtlinien sondern auch in China von immer größerer Bedeutung. Aus einer Statistik des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2007 geht hervor, daß diffuse Staubemissionen einen wesentlichen Anteil an der PM10 Emission haben. Es mangelt jedoch an wirksamen Methoden um diffuse Staubemissionen am Ausbreiten zu hindern. Um solche Methoden zu entwickeln, ist es notwendig die Mechanismen die wirksam sind um Staubwolken am Ausbreiten zu hindern und abzuscheiden, aufzuklären. Wenn man die Prozesse die dazu erforderlich sind versteht, dann könnte man eventuell eine Vulkanaschewolke ebenfalls in Griff bekommen.

Der Arbeitsplan:

Diffuse Staubemissionen werden z.B.: durch Sprühdüsen in Einhausungen reduziert. Beispiele wo das zum Einsatz kommt sind in Abbildung 1 gezeigt. Diese Beiden Mechanismen können wie 2 Separatoren die in Serie fungieren betrachtet werden um die totale Staubreduzierung zu berechnen.
Gleichung 1 zeigt dieses Modell:

$$\eta_{tot,PM10} = \eta_{1,PM10} + \eta_{2,PM10} - \eta_{1,PM10} \cdot \eta_{2,PM10} \qquad (1)$$

$\eta_{tot,PM10}$ totale PM10 Reduzierung [ ]
$\eta_{1,PM10}$ PM10 Reduzierung nur durch Befeuchtung des Schüttgutes [ ]
$\eta_{2,PM10}$ PM10 Reduzierung nur durch Abscheidung der Staubwolke aus der Luft [ ]

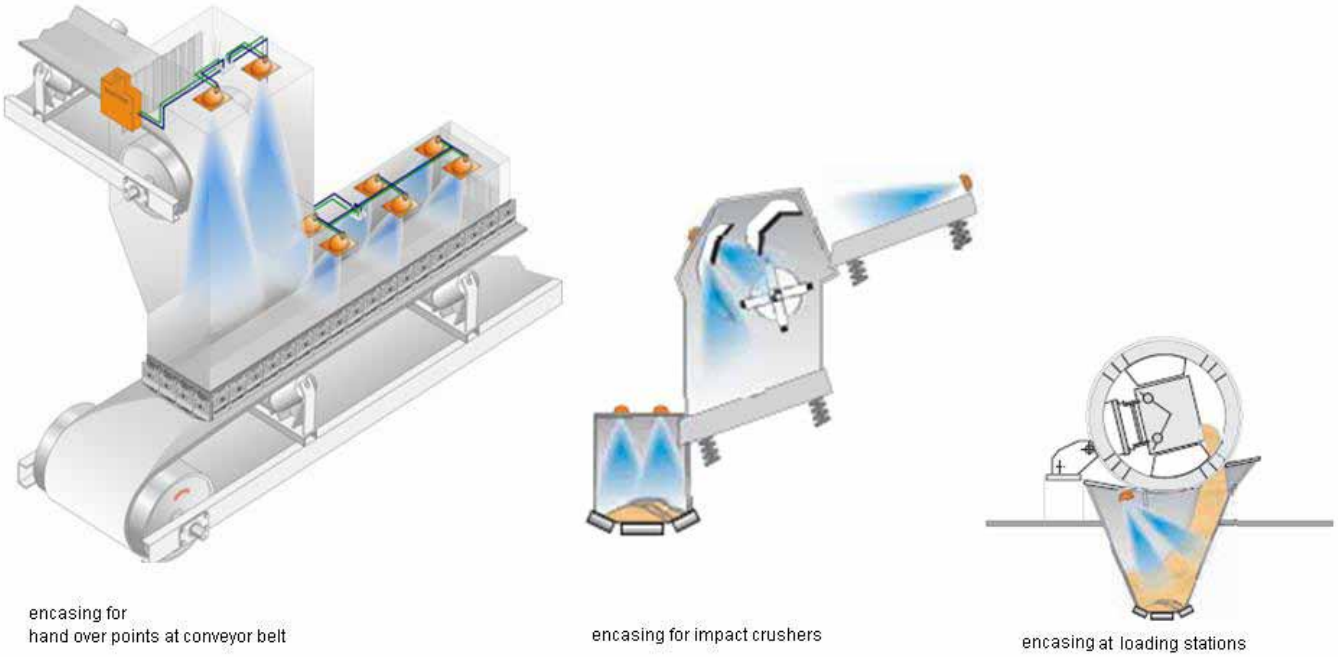


Abbildung 1: Anwendungen für Düsensprays in Einhausungen.

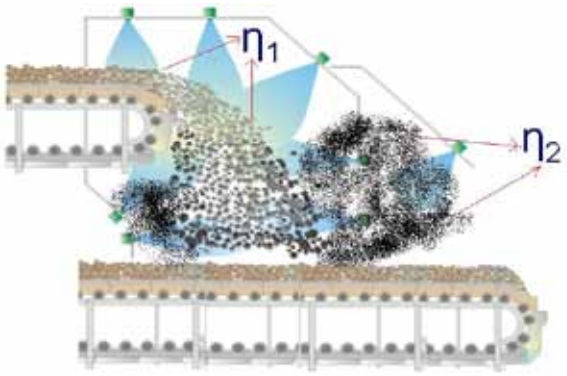


Abbildung 2 zeigt welche Mechanismen z.B.: bei einer Förderbandübergabe im Detail ablaufen.

Messungen:

1) $\eta_{tot,PM10}$:

Die totale Staubabscheidung $\eta_{tot,PM10}$ soll nun experimentell untersucht werden dazu wurde an der Jinan Jianzhu Universität in Jinan VR China folgende Anlage aufgebaut die es erlaubt $\eta_{tot,PM10}$ der Staubreduzierung durch Sprühdüsen bei der Förderbandübergabe zu Messen. (Abbildung 3)

Von den Meßergebnissen ausgehend konnte ein Staubabscheidemodell entwickelt werden, daß es erlaubt die zu erwartende Staubabscheidung in Abhängigkeit vom zur Verfügung gestellten Wasservolumenstrom zu berechnen. Da bei so feinen Wassertropfen wie sie der Spray zur Verfügung stellt die Verdampfung eine Rolle spielt wurde das Staubabscheidemodell mit einem Verdampfungsmodell gekoppelt.

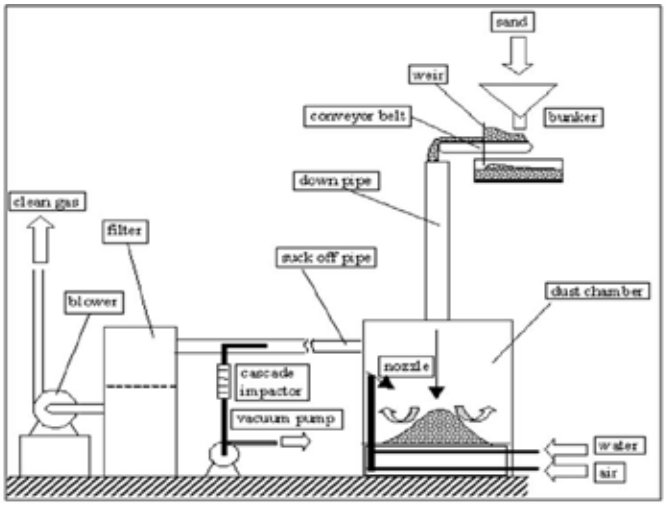


Fig.: Test equipment

Abbildung 3: Zeigt die Aufgebaute Meßanlage in der beide Mechanismen die in Abbildung 2 gezeigt sind in Serie ablaufen.

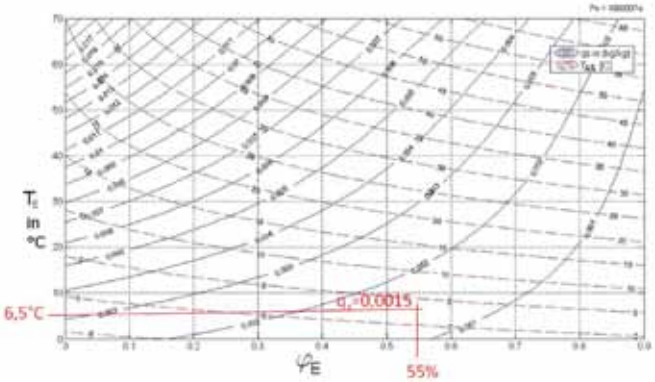
Gleich

$$E(Q) = E_{res} + (E_0 - E_{res}) * e^{-\lambda(Q - Q_{0\max} * (1 - e^{-q*Q}))} \qquad (2)$$

$Q_{0\max}$ maximum evaporable water-flux of the nozzle water spray to reach saturation of the air (rH=100%) [L/h]

q saturation efficiency of water droplets [h/L]

E PM10 Emission (Eres residual Emission e0 initial Emission) [g/kg bulk solid]



ifektivität durch Wassertropfen ermittelt wurde siehe Ab-

$$h_{E,L}(T_E, X_E, P_E) = c_{pL} * (T_E - T_{TR}) + X_E[\Delta hv(T_TR) + c_{pw}(T_E - T_{TR})]$$
$$h_{A,L}(T_{A,S}, X_{A,S}, P_A) = c_{pL} * (T_{A,S} - T_{TR}) + X_{A,S}[\Delta hv(T_TR) + c_{pw}(T_{A,S} - T_{TR})]$$
$$h_W(T_W, q_s) = c_{pw} * q_s * (T_W - T_{TR})$$
$$X_{A,S}(T_{A,S}, \varphi_A = 1, P_A) = (R_L/R_W) * p_{sw}(T_{A,S})/(P_A - p_{sw}(T_{A,S}))$$
$$X_E(T_E, \varphi_E, P_E) = (R_L/R_W) * p_{sw}(T_E)/(P_E/\varphi_E - p_{sw}(T_E))$$
$$P_E = P_A$$
$$T_W = T_E$$

Abbildung 4. Numerische Lösung für q

$$\eta_{tot\ PM10} = 1\text{-}(E_{(at\ 10\ L/h)} / E_{(0\ L/h)}) \qquad (3)$$

Gleichung 3 beschreibt die Ermittlung von $\eta_{tot,PM10}$ aus der Emission.

2) $\eta_{2,PM10}$:

Um $\eta_{2,PM10}$ die Staubabscheidung aus der Luft durch Wassertropfen messen zu können wurde folgende Anlage an der TU Wien aufgebaut.

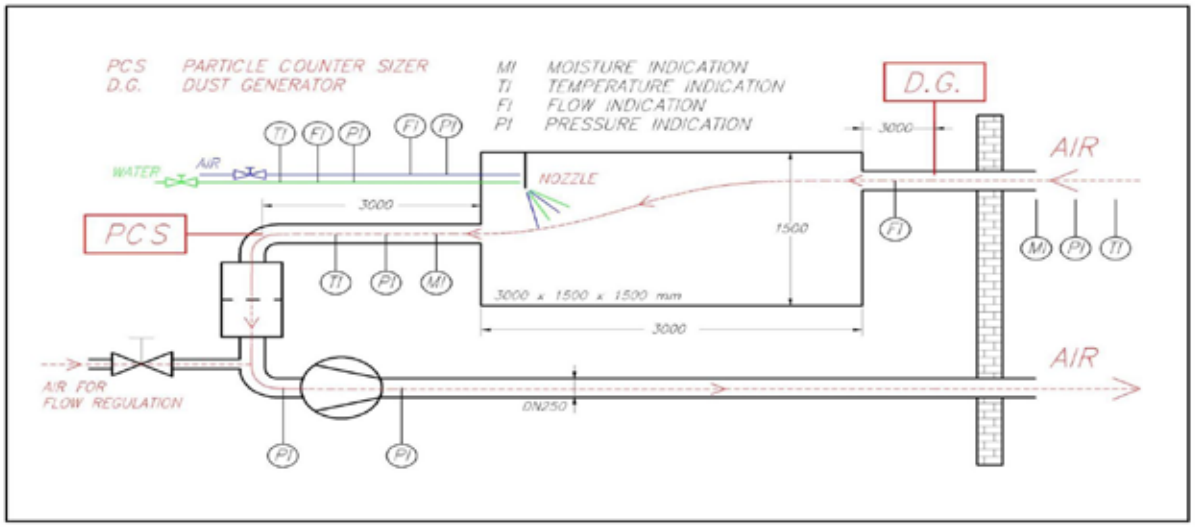


Abbildung 5: zeigt die Meßeinrichtung um die Staubabscheidung aus der Luft durch Tropfen messen zu können.

$$\eta_2 = 1 - \frac{\sum_0^{\cdot} \Delta m_{\text{with water spray}}(x)}{\sum_0^{\cdot} \Delta m_{\text{without water spray}}(x)} \quad (4)$$

$\eta_{2,PM10}$ wurde bei selben Bedingungen wie Messungen für $\eta_{tot,PM10}$ durchgeführt.
$\eta_{2,PM10}$ läßt sich aus dem Verhältnis der Massen mit und ohne Wasserspray je Klasse des PCS aufsummiert für PM10 errechnen.

$\eta_{2,PM10}$ =16% $\eta_{tot,PM10}$ wurde aus den Messungen in Anlage Abbildung3 als 70% festgestellt. Daraus läßt sich durch Umformen der Gleichung 1 $\eta_{1,PM10}$ als 64% berechnen. Das heißt Staubreduzierung durch Befeuchtung von Schüttgütern ist etwa 4 mal wirksamer als das Niedernebeln von Staub aus der Luft.
Nachdem festgestellt wurde, daß $\eta_{2,PM10}$das schwache Glied in der Staubabscheidungskette darstellt wurde im weiteren versucht das Niedernebeln von Staub aus der Luft zu verbessern. Dazu wurde die Beeinflussung von $\eta_{2,PM10}$ durch die Düsenposition sowie Düsenanzahl und Abstand der Düsen durch Versuche in der Anlage (Abbildung 5) durchgeführt. Auch der Einfluß der Windgeschwindigkeit wurde untersucht.

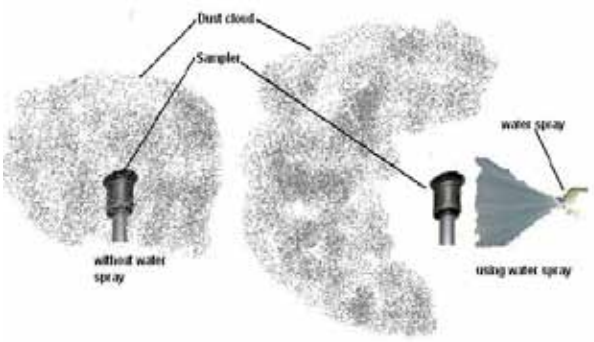


Abbildung 6: zeigt die Verlagerung von Staubwolken durch den Impuls eines Düsensprays.

Die Anlage (Abbildung 5) ist so konzipiert das ein konzentrierter Partikelstrom durch die Anlage zieht. Es wurde bei der Variation der Düsenposition gefunden, daß die Düse im konzentriertesten Bereich der Wolke positioniert am wirksamsten ist. Und durchaus deutlich höhere Werte (bis zu 80%) annehmen kann als 16%. Jedoch besteht bei der Abscheidung von diffusen Staubemissionen oft das Problem, daß so hohe Staubkonzentrationen nicht auftreten. Vor allem auch deshalb, weil es durch die Sprühdüse zum auseinandertreiben bzw. verlagern der Staubwolke kommt wie in Abbildung 6 gezeigt ist.

Im Folgenden soll deshalb einerseits die CFD Simulation der Strömungsverhältnisse beim Abscheiden von Staubwolken Aufschluß geben ob die Düse auch so positioniert werden kann, daß auch bei geringen Staubkon-

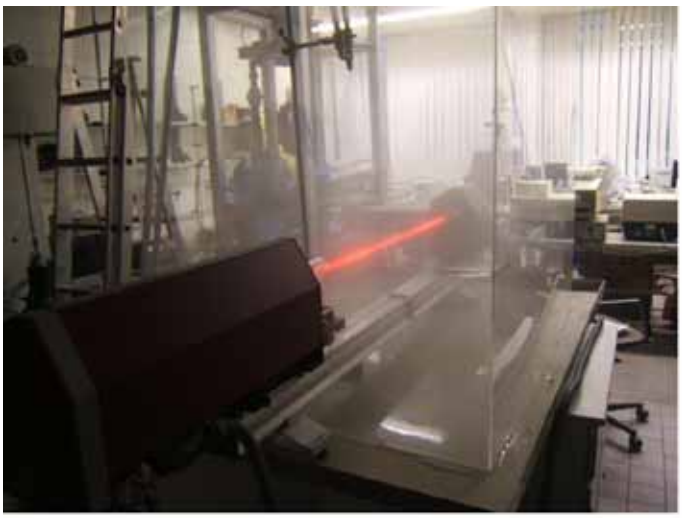


Abbildung 7: zeigt die Laserbeugungsmessung der Tropfengrößenverteilung der Zweistoffdüse.

zentrationen eine hohe Staubabscheidung erzielbar ist. Dazu wurde zuerst die eingesetzte Zweistoffresonanz Ultraschall Düse simuliert. Dazu wurde zuerst das Strömungsfeld der Luft aus der Düse berechnet und in dieses Tropfenpakete die jene Tropfengrößenverteilung repräsentieren die durch eine Laserbeugungsanalyse der Tropfengrößenverteilung der Zweistoffdüse gemessen wurde. (Abbildung 7). Von der 2 Stoffresonanzdüse verspricht man sich aufgrund der feinen Tropfengrößenverteilung und dem geringen Energiebedarf eine hohe Effizienz der Staubabscheidung.

Werden nun die gemessen Tropfengrößenfraktionen getrennt jeweils in die Gasströmung der Düse aufgegeben ist zu erkennen, daß die Düse aus Expansionsbereichen und Einsaugbereichen besteht und daß sich vor allem die großen Tröpfchen in ihrer Flugbahn davon beeinflussen lassen. Die kleinen Tröpfchen jedoch folgen der Gasströmung im Zentrum. D.h. die besonders abscheidewirksamen kleinen Tröpfchen befinden sich mit hoher

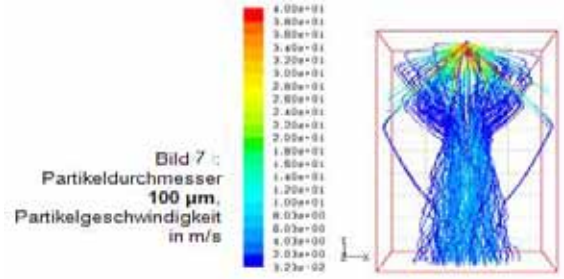


Bild 7 : Partikeldurchmesser **100 µm**, Partikelgeschwindigkeit in m/s

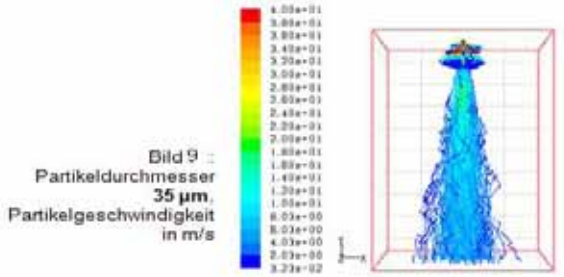


Bild 9 : Partikeldurchmesser **35 µm**, Partikelgeschwindigkeit in m/s

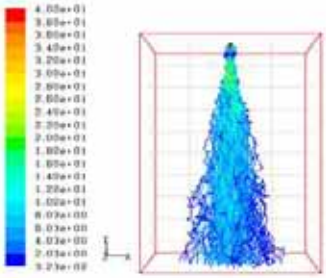


Bild 8 : Partikeldurchmesser **12,5 µm**, Partikelgeschwindigkeit in m/s

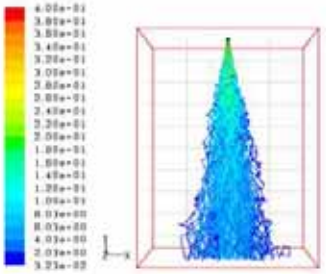


Bild10 : Partikeldurchmesser **3 µm**, Partikelgeschwindigkeit in m/s

Geschwindigkeit im Zentrum der Düse.

Im Weiteren wurden die Strömungsverhältnisse der Anlage (Abbildung5.) die die Staubabscheidung aus der Luft nachstellt simuliert. Hierzu wurde zuerst die Gasströmung durch die Anlage berechnet dann die Gasströmung der Düse implementiert, dann die Tropfen des Sprays ebenfalls implementiert und die Ausbreitung der Tropfen in der Anlage berechnet. Zum Abschluß wurden in die quergerichtete Gasströmung noch die Staubpartikel mit derselben Partikelgrößenverteilung wie der verwendete normierte Teststaub aufgegeben. Dadurch konnte nicht nur die Ausbreitung der Staubwolke sondern auch die Durchmischung zwischen Staub und Tropfen des Düsensprays berechnet werden. Als Ergebnis wurde zwar erhalten, daß der Spray eine wesentliche Strömungsbarriere für die Staubwolke darstellt und diese dem Spray ausweicht. Jedoch wurden Einsaugbereiche

des Sprays festgestellt die bewirken, daß Staubpartikel in den Spray eingesaugt werden können und so auch die feinen Tropfen im Zentrum staubabscheidend wirken und nicht nur die großen Tropfen an der Mantelfläche des Sprühkegels. Es wurden also somit wirksame Bereiche des Sprays ermittelt. Diese sind dann ein Maximum also die Staubabscheidung am Besten wenn ein gewisses Verhältnis zwischen Düsenluftgeschwindigkeit und Anströmgeschwindigkeit des Staubes eingehalten wird (Der Spray muß eine gewisse Stärke haben um die Strömung der Staubwolke zum Boden hin umzulenken). Was durch PIV Messungen (Particle Image Velocmetry) des Strömungsfeldes bei verschiedenen Versuchsbedingungen bestätigt wurde. Auch wurden in der CFD Simulation verschiedene Düsenpositionen berechnet. Was einen Eindruck vermittelt ab welchen Abstand von 2 Düsen die staubbeladene Luft beginnt zwischen den beiden Sprays durchzubrechen (zu großer Abstand) und ab welchen Abstand die Spraydüsen einen gemeinsamen Strömungsbereich aufbauen und Tropfenvergröberung eintritt (zu geringer Abstand). Was Aufschluß über den optimalen Düsenabstand gibt (etwa 20cm).

Da durch CFD Simulation festgestellt wurde das es um das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Partikel und Tröpfchen im weitesten Sinne und somit um die Relativgeschwindigkeit geht, wurde der Staubabscheidegrad der Tropfen bei verschiedenen Relativgeschwindigkeiten durch Adaption des Barth-Schuch Löffler Modelles für

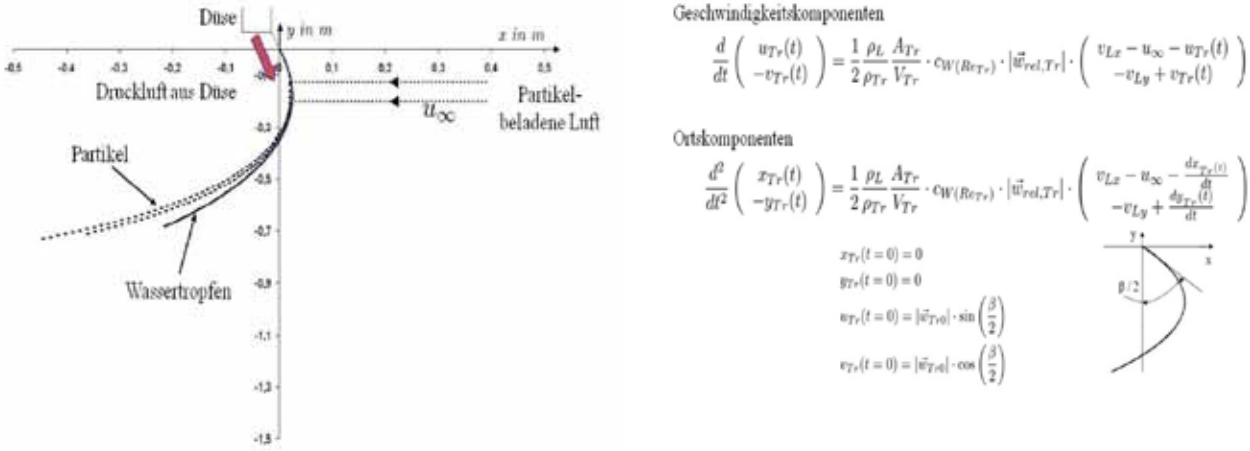


Abbildung 11: zeigt die berechnete Flugbahn der Tröpfchen bei den Strömungsbedingungen sowie die Eindringtiefe der Partikel in den Spray (in Bereichen des Sprays wo es keine Einsaugbereiche, wie mittels CFD festgestellt, gibt).

Queranströmung berechnet. (Abbildung 11)

Durch erweitern des Barth-Schuch-Löffler Modells konnte gezeigt werden, daß $\eta_{2,PM10}$ durchaus weit über 16% gesteigert werden kann, wenn die Relativgeschwindigkeit groß genug ist. Wie durch die CFD Simulation bestätigt wurde gilt es einen Düsenspray zu verwenden dessen Querströmung im Vergleich zur Staubströmung hoch genug sein muß. D.h. die Tropfen müssen eine gewisse Geschwindigkeit besitzen damit genug Relativgeschwindigkeit vorhanden ist um Staub abscheiden zu können. Auch gelang es durch die theoretischen Betrachtungen die optimale Tropfengröße für die Staubabscheidung zu ermitteln. Auch wurden die Berechnungen für verschiedene Düsenpositionen und Staubgeschwindigkeiten durchgeführt. Es wurde festgestellt, daß die Position im konzentriertesten Bereich der Staubwolke am effektivsten ist sowie daß höhere Windgeschwindigkeiten die den Staub herantransportieren den Abscheidegrad herabsetzen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die experimentellen Ergebnisse sowie die CFD Simulation und die theoretischen Berechnungen über das Barth-Schuch-Löffler Modell im Einklang stehen. Somit wurde durch experimentelle, CFD und theoretische Betrachtungen ein Weg gefunden welche Parameter wie geändert werden können damit die Staubabscheidung aus der Luft durch Spraydüsen mit optimaler Effektivität abläuft.

3) $\eta_{1,PM10}$:

Im nächsten Schritt soll eine Verbesserung von $\eta_{1,PM10}$ durch minimierung des Wasserverbrauches erfolgen. $\eta_{1,PM10}$ kann in der Anlage (Abbildung 4) durch Abwurf von befeuchteten Material gemessen werden. Dadurch hat mein Vorgänger Christian Trenker eine optimale Gutfeuchte für Grubensand 0/7 von 6g Wasser/kg Schüttgut, damit PM10 Grenzwerte eingehalten werden können, feststellen können. Diese Gutfeuchte soll gleichmäßig über die Förderbandbreite durch die Wirkung der 2 Stoffdüsen in solchen Einhausungen zur Verfügung gestellt werden. Dazu wurde eine Messeinrichtung und ein Berechnungsmodell daß das Befeuchtungsfeld von Düsen faßbar macht konzipiert (Abbildung 12).

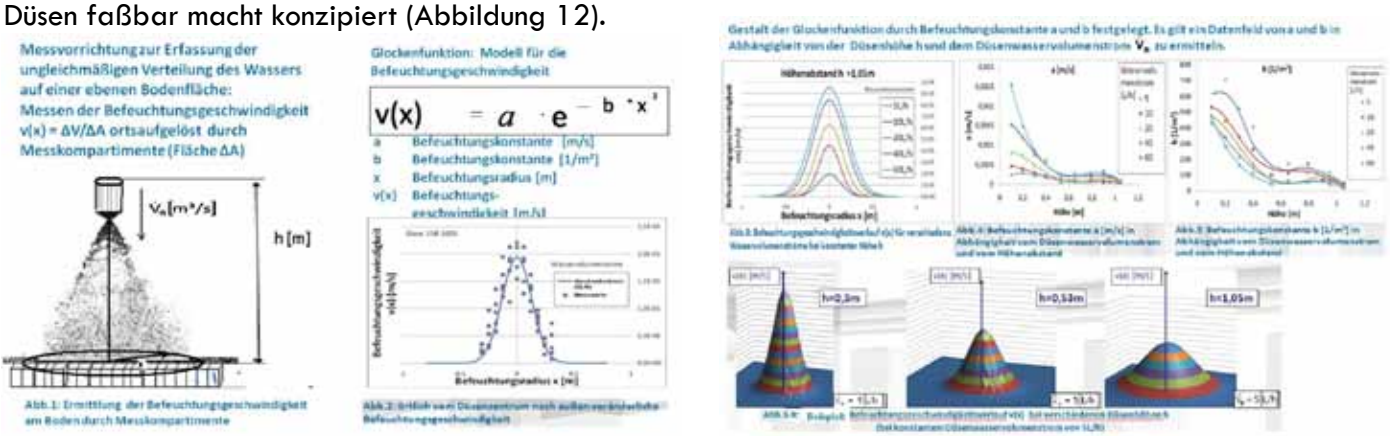


Abbildung12: zeigt die Messung der Befeuchtungsgeschwindigkeit an deiner Schüttgutoberfläche unter einer Sprühdüse durch Messkompartimente sowie das Berechnungsmodell. a stellt ein Maß für die Höhe der Glocke und b ein Maß für die Breite der Glocke dar.

Da ein S-förmiger Verlauf der Glockenbreite mit der Düsenhöhe erkennbar ist wurde das Ergebnis der CFD Simulation des Düsentropfenprofiles experimentell hier bestätigt. Auch wurde bei der CFD Simulation die höchste Tropfengeschwindigkeit kleiner Tröpfchen im Zentrum gefunden was hier durch die gemessene hohe Befeuchtungsgeschwindigkeit im Düsenzentrum und durch PDA (Phasen Doppler Anemometer) Messungen bestätigt wird.

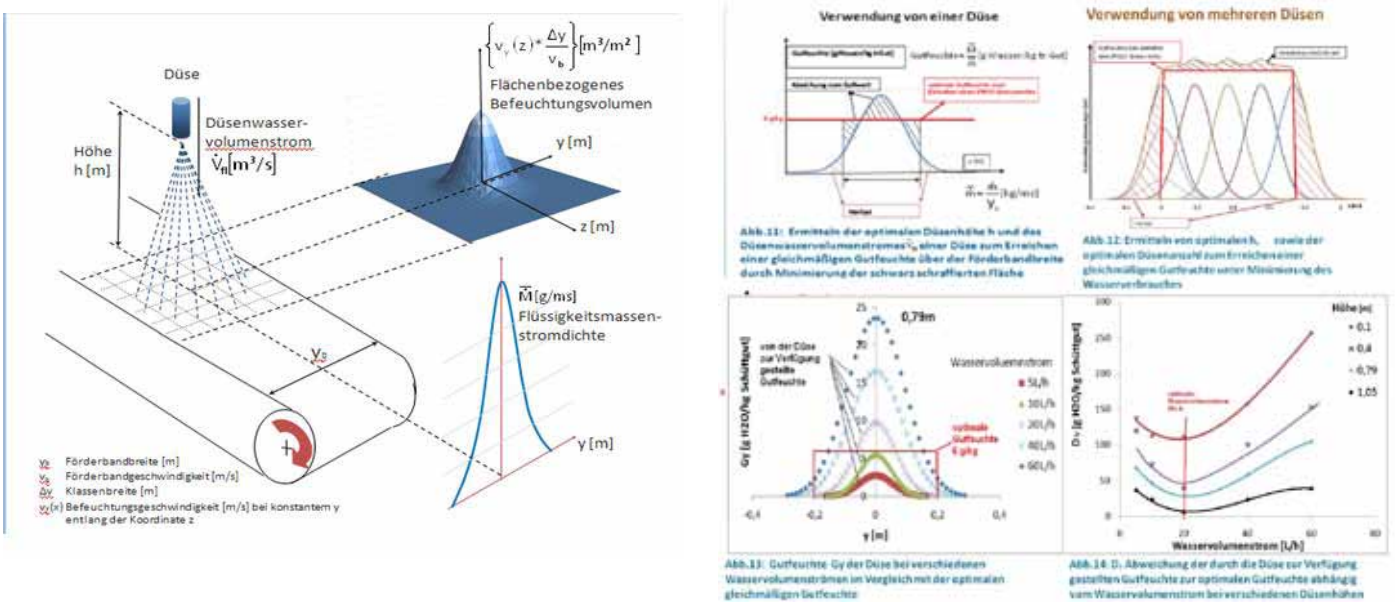


Abbildung 13: numerisches Aufsummieren der Glockenfunktion und Optimierung der Düsenparameter um gleichmäßige Befeuchtung bei geringsten Wasserverbrauch zu garantieren.

Durch die Förderbandgeschindigkeit und der Wirksamkeit der Düse (3 D Befeuchtungsglocke) entsteht ein Summenprofil der Befeuchtung über die Förderbandbreite welches durch numerisches aufsummieren der Glockenfunktion (Abbildung 13) berechnet werden kann.

Die Funktion dieses berechneten Befeuchtungsprofils kann nun mit der erforderlichen Gutfeuchte über die Förderbandbreite verglichen werden. Die Düsenhöhe sowie der Düsenwasservolumenstrom verändern die Gestalt der Glocke und somit auch die Abweichung zwischen vorgegebener gleichmäßiger Gutfeuchte und dem Feuchteprofil das die Düse zur Verfügung stellt. Die Abweichungen können auch durch finden des optimalen Düsenabstandes und der optimalen Düsenanzahl minimiert werden. Somit steht uns eine Berechnungsmethode zur Verfügung mit deren Hilfe die Düsenanzahl der Düsenabstand die Düsenhöhe sowie der Düsenwasservolumenstrom berechnet werden kann bei der optimale Schüttgutbefeuchtung erreicht werden kann bei minimalen Wasserverbrauch. Diese Optimierungsmethode wurde im Weiteren auch zum optimalen Befeuchten von Schüttkegeln auf Halden um Winderosion zu verhindern verwendet (das zu erreichende Gutfeuchteprofil ist ein ähnliches Profil wie der Schüttkegel selbst (Dreiecksprofil)). Die Optimierungsmethode hat Potential da man auf jedes beliebige zu erreichende Feuchteprofil die Düsen hinoptimieren kann, was für Beschichtungsvorgänge (Druckereien, Lackierereien) interessant ist.

Drehrohrpyrolyse als Vorschaltprozess für die Co-Verbrennung von unkonventionellen Brennstoffen in thermischen Anlagen

Betreut von Hermann Hofbauer, Tobias Pröll, Michael Halwachs
von Stefan Kern

Neben der energetischen Nutzung von Biomasse in eigens dafür errichteten Biomasseanlagen besteht auch die Möglichkeit feste Biomasse in bereits bestehenden Kohlekraftwerken zuzufeuern, um einen Teil der eingesetzten Kohle zu ersetzen. Dies kann aber nur erfolgen wenn sich der Bioenergieträger als dafür geeignet erweist. Wenn das der Fall ist können bis zu 10 % der Brennstoffwärmeleistung durch den alternativen Brennstoff ersetzt werden. Die Zufeuerung von Biomasse in das bestehende Kohlekraftwerk Dürnrohr war auch der Grundgedanke der EVN AG, die einen der beiden Kesselblöcke am Standort Dürnrohr betreibt, bei diesem Projekt
In der Landwirtschaft fallen große Mengen an biogenen Reststoffen wie Stroh, das einen regionalen Rohstoff darstellt und im Gegensatz zu Holz besonders kostengünstig ist, an. Solche Rückstände lassen sich jedoch nicht in bestehenden thermischen Kraftwerken, die für fossile Brennstoffe optimiert sind, zufeuern. Der Grund dafür liegt in der chemischen Zusammensetzung der biogenen Reststoffe, da diese oft einen hohen Anteil an korrosiven Elementen (Chlor, Kalium, Natrium, etc.) beinhalten, die im Kraftwerk zu Hochtemperaturkorrosion führen würden. Aus diesem Grund wurde ein Zwischenschritt eingeführt, der die Zufeuerung von Stroh ermöglichen soll. Durch einen Niedertemperatur-Pyrolyseprozess werden diese Rückstände in ein brennbares Pyrolysegas und in Pyrolysekoks aufgespaltet. Dabei sollen durch eine intelligente Prozessführung die Schadstoffe im Pyrolysekoks angereichert werden. Das Pyrolysegas kann somit ohne Nachteile für den Betrieb des Kessels in das Kraftwerk zugefeuert werden.

Tabelle 1: Zusammensetzungen fester Brennstoffe und Stroharten [1]

Biomasse/ Brennstoff	**C**	**H**	**O**	**N**	**K**	**Ca**	**Mg**	**P**	**S**	**Cl**
	Gew.-% der Trockenmasse									
Steinkohle	72.5	5.6	11.1	1.3					0.94	<0.13
Braunkohle	65.9	4.9	23.0	0.7					0.39	<0.1
Fichtenholz	49.8	6.3	43.2	0.13	0.13	0.70	0.08	0.03	0.015	0.005
Roggenstroh	46.6	6.0	42.1	0.55	1.68	0.36	0.06	0.15	0.085	0.40
Weizenstroh	45.6	5.8	42.1	0.48	1.01	0.31	0.10	0.10	0.082	0.19
Gerstenstroh	47.5	5.8	41.4	0.46	1.38	0.49	0.07	0.21	0.089	0.40
Rapsstroh	47.1	5.9	40.0	0.84	0.79	1.70	0.22	0.13	0.27	0.47
Maisstroh	45.7	5.3	41.7	0.65					0.12	0.35
Sonnenblumen-stroh	42.5	5.1	39.1	1.11	5.00	1.90	0.21	0.20	0.15	0.81

Da ein Pyrolyseprozess zu diesem Zweck und in dieser Form großtechnisch noch nirgends umgesetzt wurde, ist am Standort Dürnrohr eine Pyrolyse-Versuchsanlage errichtet worden, mit deren Hilfe grundlegende Ergebnisse über den Betrieb einer Pyrolyseanlage in diesem Größenmaßstab und die entstehenden Produkte gesammelt werden können. Die Versuchsanlage ist seit 2008 in Betrieb. Als Pyrolysereaktor kommt dabei ein indirekt beheiztes Drehrohr mit einer Brennstoffwärmeleistung von 3 MW zum Einsatz, das einen Strohdurchsatz von 0,6 bis 0,8 t/h erlaubt. Ein Vergasungsprozess wäre in diesem Fall nicht zielführend, da dabei auch die unerwünschten Elemente in die Gasphase gelangen würden. Der Pyrolyseprozess wird bei viel niedrigeren Temperaturen als eine Vergasung betrieben, nämlich bei Temperaturen zwischen 450 und 630 °C. Die unerwünschten Elemente, vor allem Chlor und Kalium, bleiben dabei im Pyrolysekoks zurück und die gasförmigen Produkte führen bei hohen Verbrennungstemperaturen nicht mehr zu Hochtemperaturkorrosion.

Die Pyrolyse-Versuchsanlage

Die Pyrolyse Versuchsanlage befindet sich in Dürnrohr/Niederösterreich in unmittelbarer Nähe zum kohlegefeuerten Kraftwerk Dürnrohr.

Abbildung 1: Pyrolyse-Versuchsanlage Dürnrohr

Die beiden Hauptkomponenten der Versuchsanlage sind der Drehrohrreaktor sowie ein Wirbelschichtreaktor, der zur Verbrennung des anfallenden Pyrolysekokses dient. Weitere wichtige Komponenten sind Bunker für Biomasse und Koks, Sprühkühler, Sprühabsorber und Gewebefilter. Abbildung 2 zeigt das Fließbild der Versuchsanlage, anhand dessen die Betriebsweise erläutert werden kann.

Die zerkleinerte Biomasse wird durch ein System aus Förderschnecken in den Drehrohrreaktor transportiert

Pyrolyseprodukte aus Pyrolysegas und Pyrolysöl. Der produzierte Pyrolysekoks wird während dem Pyrolyseprozess in einem Bunker gelagert. Die entstehenden gasförmigen Pyrolyseprodukte werden in einer Muffel, die im Freeboard des Wirbelschichtreaktors eingebaut ist, verbrannt. Ein Teil dieser heißen Abgase wird dazu verwendet um den Drehrohrreaktor zu beheizen. Während dem Pyrolyseprozess ist der Wirbelschichtreaktor nicht im Betrieb, er dient ausschließlich zum diskontinuierlichen Verbrennen des angefallenen Pyrolysekokses. Wenn der Koksbunker voll ist wird der Pyrolyseprozess gestoppt und der Koks kann in dem Wirbelschichtreaktor verbrannt werden. Da die Anlage nur als Versuchsanlage fungiert und nicht zur energetischen Nutzung der Biomasse verwendet wird, werden die heißen Abgase durch einen Sprühkühler soweit abgekühlt damit eine Rauchgasreinigung erfolgen kann. Die Reinigung der Rauchgase erfolgt durch einen Sprühabsorber und einen Gewebefilter.

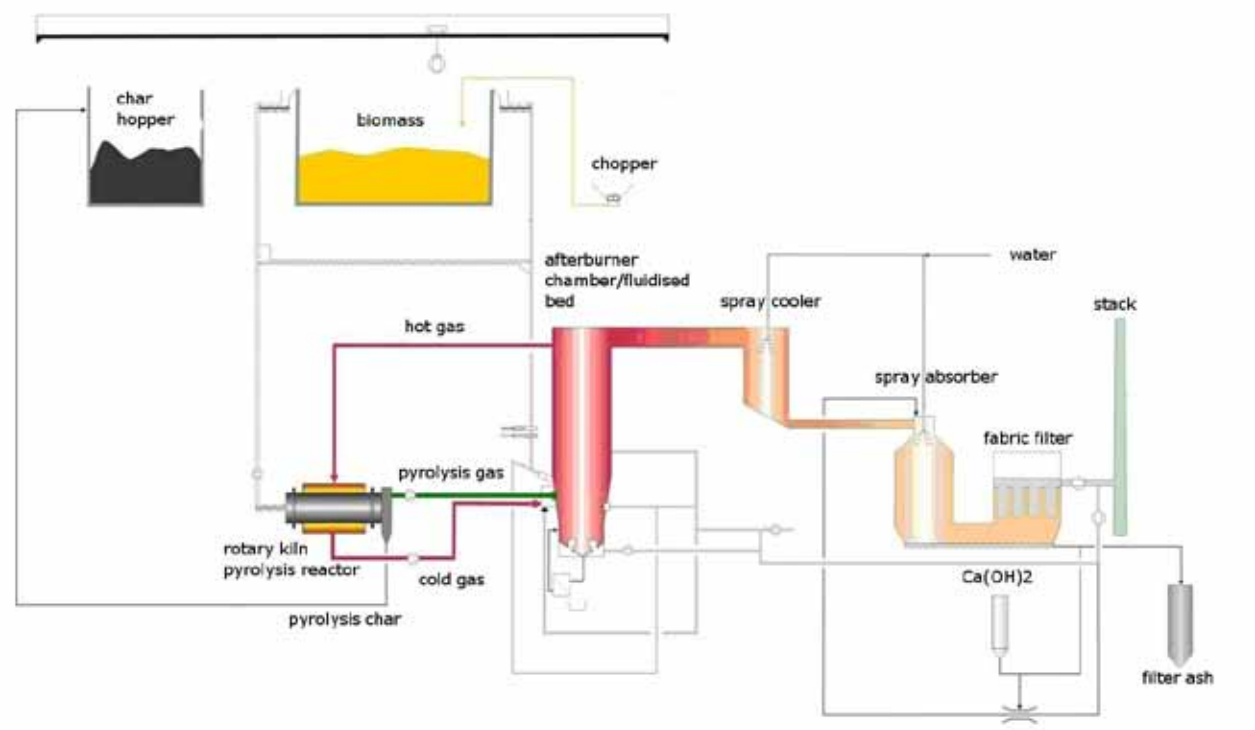


Abbildung 2: Fließbild der Pyrolyse-Versuchsanlage

Verwendete Rohstoffe

Die Zusammensetzung der verwendeten Rohstoffe bzw. Biomassen beeinflusst die Zusammensetzung der Pyrolyseprodukte besonders stark. Bis heute wurden folgende Einsatzstoffe für den Pyrolysebetrieb verwendet:

- ☐ Weizenstroh (hallegelagert)
- ☐ Weizenstroh (feldgelagert)
- ☐ Maisstroh
- ☐ Strohpellets
- ☐ Sorghumstroh
- ☐ Miscanthusstroh
- ☐ Schilfstroh
- ☐ Palmnussschalen
- ☐ Acti-Prot

Weizenstroh ist der überwiegend verwendete Einsatzstoff, da er in der Region in großen Mengen verfügbar ist. Für Bilanzierungszwecke wird hallegelagertes Stroh verwendet um bei unterschiedlichen Betriebsparameterndieselbe Zusammensetzung des Strohs gewährleisten zu können. Acti-Prot ist der Fermentationsrückstand aus der Bioethanolproduktion. Österreichs größte Bioethanolproduktionsanlage befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk Dürnrohr, somit könnten Chargen von Acti-Prot, die sich nicht als Futtermittel für Rinder eignen, über diesen Weg thermisch entsogt und energetisch genutzt werden.

Zusammensetzung der gasförmigen Pyrolyseprodukte

Das Pyrolysegas besteht hauptsächlich aus den Permanentgasen Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO2), Methan (CH4), Wasserstoff (H2), Stickstoff (N2) sowie aus Wasserdampf (H2O). Sauerstoff kann durch Leckagen der Anlage, die bei leichtem Unterdruck betrieben wird, in geringen Konzentrationen im Pyrolysegas vorhanden sein. Die Permanentgase können kontinuierlich gemessen werden. Fur die Zufeuerung des Gases sind weiters einige Verbindungen von Bedeutung die in geringen Konzentrationen vorkommen können. Dazu zählen H2S, HCl, SO2 und NH3. Diese Verbindungen werden durch Absorption aus dem Pyrolysegas erfasst und deren Menge bestimmt. Der Gehalt an Pyrolyseöl im Gas wird ebenfalls durch eine Absorption der öligen Dämpfe in Toluol festgestellt. Durch eine GC-MS Analyse kann die Zusammensetzung der GC-detektierbaren Verbindungen ermittelt werden.

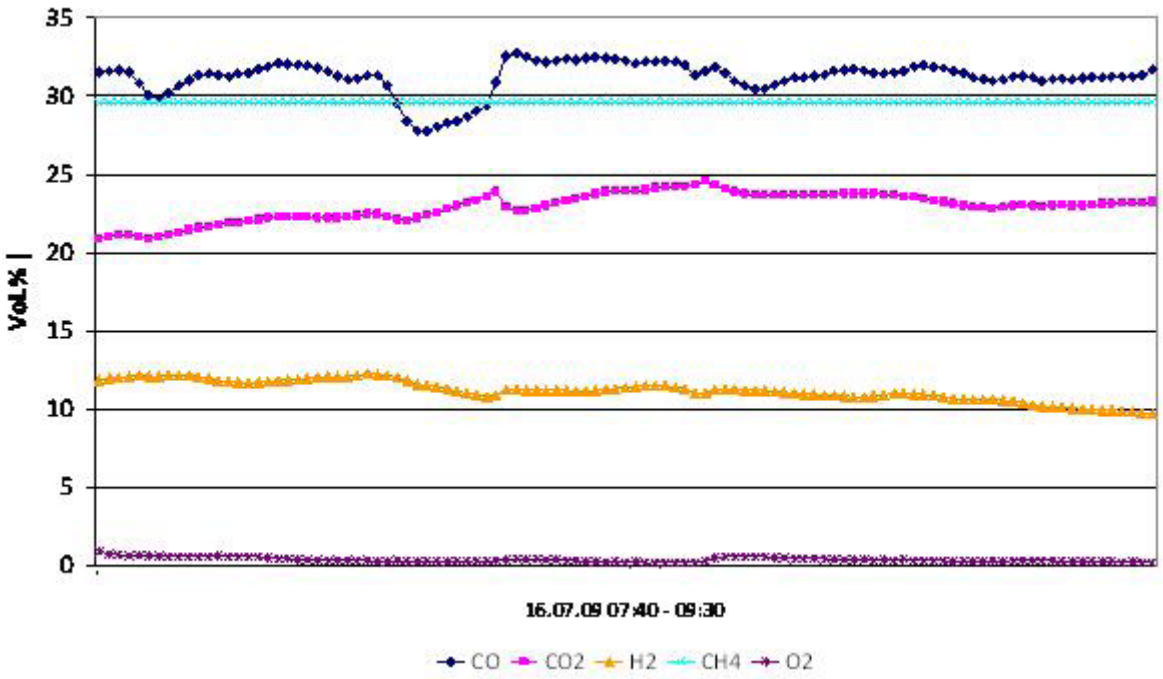


Abbildung 3: Permenentgaszusammensetzung einer Pyrolyse von hallegelagertem Stroh bei einer Pyrolysetemperatur von 550 °C

Bilanzierung der Pyrolyse Versuchsanlage

Ein wichtiger Teil dieser Arbeit stellt die Simulation und Bilanzierung der Anlage dar. Diese wird mit dem Softwarepaket IPSEpro realisiert.

Messwerte sind immer mit einer gewissen Messunsicherheit und Messfehlern behaftet. Diese Abweichungen vom tatsächlichen Messwert können durch das erstellte Modell der Anlage in IPSEpro bei der Bilanzierung zu einem großen Teil ausgeglichen werden. Das wird durch folgendes Prinzip ermöglicht. Wenn ein bereits vollständig definiertes Gleichungssystem zusätzliche Informationen bzw. Messwerte erhält wird es zu einem überbestimmten Gleichungssystem. In vielen Fällen stimmen diese Messwerte nicht genau überein. Mit dem Wissen welche Messwerte eine große bzw. kleine Messunsicherheit aufweisen kann durch IPSEpro eine Ausgleichslösung berechnet werden bei der Werte, die offensichtlich große Messfehler beinhalten, weniger Einfluss auf das Ergebnis haben als Werte deren Plausibilität gegeben ist.

Ergebnisse der Bilanzierung

Aus den Messwerten der Anlage können mit Hilfe dieser Bilanzierung alle Stromgrößen sowie Wirkungsgrade berechnet werden. In Abhängigkeit der Betriebsparameter der Anlage (Pyrolysetemperatur, Temperaturgradient im Drehrohr, Verweilzeit im Drehrohr, etc.) lassen sich für verschiedene Betriebspunkte Bilanzen erstellen. Großes Augenmerk liegt dabei bei der Ausbeute an Pyrolysegas und dessen Heizwert. Dieser variiert deutlich in Abhängigkeit von dem Gehalt an Pyrolyseöl, das einen wesentlichen Energieinhalt aufweist. Aus der Bilanzierung der Anlage lassen sich wertvolle Ergebnisse gewinnen, wie etwa die Entwicklung des Produktspektrums in Abhängigkeit der Betriebsparameter.

Das Produktspektrum der Pyrolyse gibt vor allem Aufschluss über die produzierte Menge und den Anteil der drei Fraktionen Pyrolysegas, Pyrolyseöl und Pyrolysekoks. Abbildung 4 zeigt die Massen- und Energieanteile der Pyrolyseprodukte von hallegelagertem Weizenstroh in Abhängigkeit von der Pyrolysetemperatur.

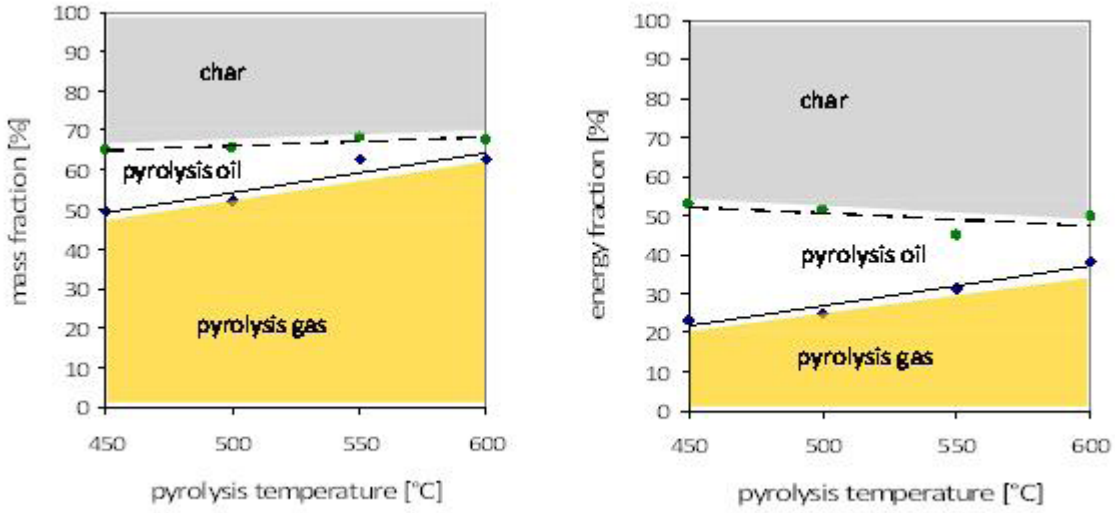


Abbildung 4: Massen- und Energieanteile der Pyrolyseprodukte für eine Pyrolyse von hallegelagertem Stroh in Abhängigkeit von der Pyrolysetemperatur

Hier ist zu erkennen dass eine Erhöhung der Pyrolysetemperatur die Produktion von Pyrolyseöl verringert, aber der Anteil an Pyrolysegas steigt. Begründet werden kann dieses Verhalten dadurch dass bei höheren Temperaturen das entstandene Pyrolyseöl weiter in kleinere Verbindungen aufgespaltet wird. Auf der

energetischen Seite ist das Verhalten ähnlich, die Anteile der Fraktionen sind aufgrund der unterschiedlichen chemischen Energieinhalten etwas unterschiedlich.Auch eine stoffliche Bilanzierung der Pyrolyseprodukte ist mit diesem System einfach möglich. Anhand von Abbildung 5 ist die Aufteilung der chemischen Elemente des Rohstoffes in die drei Pyrolyseprodukte ersichtlich. Besonders erfreulich ist auch das Verhalten von Chlor (Cl) und Kalium (K), die nahezu vollständig im Pyrolysekoks zurückgehalten werden und somit die gasförmigen Produkte frei von diesen unerwünschten Elementen sind.

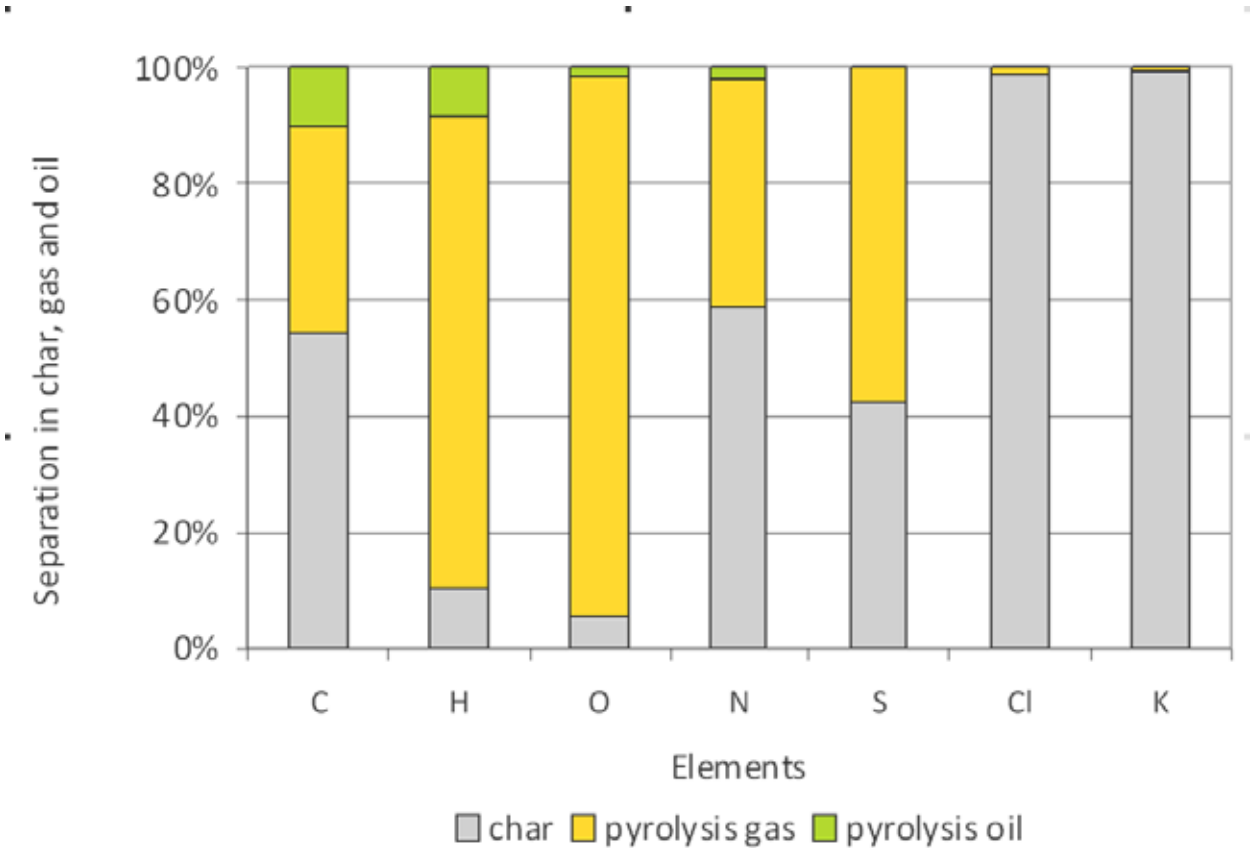


Abbildung 5: Aufteilung der chemischen Elemente in den Pyrolyseprodukten für eine Pyrolyse von hallegelagertem Stroh und einer Pyrolysetemperatur von 550 °C

Besonders interessant ist die Betrachtung der Wirkungsrade der Pyrolyseanlage. So soll möglichst viel Energie vom Rohstoff in ein Brennbares Gas überführt werden, damit daraus im Kraftwerk elektrische Energie mit einem hohen elektrischen Wirkungsgrad generiert werden kann.
Diese vielversprechenden Ergebnisse sind Grundlage für zukünftige Entwicklungen der Anlage. Angedacht ist der Bau einer Pyrolyseanlage die an das Kraftwerk angekoppelt ist mit einem Drehrohrreaktor mit einer Brennstoffwärmeleistung von 30 MW.

[1] Kaltschmitt, M., Hartmann, H.; Hofbauer, H. (Hrsg.), 2009, Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren, 2. Auflage - Berlin u.a., Springer Verlag, ISBN 978-3-540-85095-3.

Johannes Schmid

Arbeitsgruppe Prof. Hofbauer

Servus, ich bin der Hannes und bin wohl ein Glückspilz. Ich sitze nämlich seit Anfang April diesen Jahres in einer Arbeitsgruppe, in der es zurzeit hoch spannende Projektaktivitäten gibt. Ich fühle mich in der Gruppe wohl und hoffe, dass ich meine Fähigkeiten gut einbringen kann. Die konstruktive und herzliche Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen ist für mich auch die Triebfeder, um Ideen zu einer neuartigen Wirbelschichtanlage, über ein Kaltmodell, bis hin zu einer Technikums-Heißanlage umsetzen zu können.

Im Laufe meiner beruflichen Tätigkeit wurde mir bewusst, dass mein Hauptinteresse dem Bereich Energietechnik gilt. Eine weiterführende Spezialisierung war deshalb eine logische Konsequenz aus dieser Erkenntnis. Mit dem Jahrgang 1979 galt für mich die Devise: „Jetzt oder nie“. Trotz erfolgreicher Selbständigkeit mit meinem Ingenieurbüro für Anlagenbau und Verfahrenstechnik entschied ich mich für das Doktoratsstudium am Institut für Verfahrenstechnik an der TU Wien. Das war wohl bis heute die schwierigste Entscheidung, aber schlussendlich setzte sich mein Wunsch wieder wissenschaftlichen tätig zu sein durch. Die TU Wien bietet mir dafür die besten Voraussetzungen, die ich leider bei der Kundenbetreuung und täglichen Projektarbeit während meiner Selbständigkeit nicht hatte. In Bezug auf mein Dissertationsthema freue ich mich auf das was kommen wird, vor allem auf das Lösen von Problemstellungen. Denn Probleme bringen komplexe Projekte immer mit sich.

Euer Hannes

Nicolas Diaz

Arbeitsgruppe Prof. Hofbauer

Hallo!, ich bin der Nico und ich bin sehr froh mich in dieser Ausgabe des Reaktors kurz vorstellen zu dürfen.
Ich bin 26 Jahre alt und Chilene. Meine Schulausbildung habe ich in Spanien und Chile absolviert. Im Gymnasium war es mir schon bewußt, dass ich in der Richtung der technischen Wissenschaften ein Studium folgen würde. Mein Diplomstudium Verfahrenstechnik mit Auslandsjahren in der TU-Berlin und in der MU-Leoben habe ich in meiner Heimatuni –Univ. de Concepción- Anfang 2009 beendet. Dank eines Stipendiums der chilenischen Nationalkommission für Wissenschafts- und Technologie-Forschung wurde es mir ermöglicht meine Dissertation unter der Leitung von Prof. Hofbauer mit dem Thema „H2 Abtrennung aus dem Produktgas der Biomasse-Vergasung“ seit Jänner durchführen zu können. Als Hobbys würde ich sagen: Reisen, Sprachen und Freunde.

Eurer Nico

Stefan Müller

Arbeitsgruppe Prof. Hofbauer, Tobias Pröll

Seit 1.März bin ich Teil des Forscherteams am Institut für Verfahrenstechnik und freue mich auf die interessanten Aufgaben, die auf meine Kollegen/Innen und mich hier zukommen. Vom Reaktor war gewünscht, dass ich mich als „Neuer" hier ein wenig vorstelle. Nun gut! … Nach meinem Schulabschluss am TGM (Wien 20) hat mich mein Studium Wirtschaftsingenieurwesen - Maschinenbau an die technische Universität Wien geführt. Neben der maschinenbaulichen Grundausbildung konnte ich mich während meines Studiums mit zahlreichen interessanten wirtschaftlich, technischen Querschnittsthemen beschäftigen. Meine Begeisterung für die Forschung konnte ich im Rahmen meiner Diplomarbeit für den Radlader-Hersteller Liebherr entdecken. Ganz besonders freut es mich, dass ich nun im an technischen Lösungen für die Energieversorgung der Zukunft mitarbeiten darf. Mein Arbeitsbereich am Institut für Verfahrenstechnik liegt gemeinsam mit Martin Stidl in der IPSE- Simulation von verschiedenen Anlagenkonzepten auf Basis von thermischen Biomasse-Vergasungsanlagen zur Einbindung in industrielle Prozesse.

Die Freizeit widme ich zu einem großen Teil dem Sport. Meine derzeitigen Sportaktivitäten umfassen das Erlernen des Eishockey-Sports sowie die Teilnahme an Triathlon-Wettkämpfen. Die letzten Jahre waren dem „Hobby- Vereinsfußball" und dem Schisport gewidmet. Während meines Studiums habe ich durch die langjährige Tätigkeit als Schilehrer in Zell am See und Thredbo (Australien) einen Teil meines Studiums als Schneesportlehrer finanziert. Die Arbeit mit meinen Schneesportschülern hat mir unglaubliche Freude bereitet und mich mit vielen interessanten Menschen in Kontakt gebracht. Aber nun genug, eigentlich freue ich mich hauptsächlich darauf Euch bald näher kennen zu lernen und auf unsere gemeinsamen Aktivitäten. Also denn, hoffentlich bis bald, …

Liebe Grüße Euer Stefan

CARTOONS

Bei Unzustellbarkeit
bitte retour an:
Inst. f. Verfahrenstechnik
z.H. Christoph Schönberger
Getreidemarkt 9/166

Post.at
Bar freigemacht/Postage paid
1043 Wien
Österreich/Austria

Meisterbetrieb
Tel/FAX
Fertigungstechnik
und Montage
3512 Unterbergern 53

welding specialist

Fertigung, Aufbau, Änderung und Erweiterungen
von verfahrenstechnischen Versuchsanlagen.

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.