

## INiTS-Award 2009 Drei BOKU-NachwuchswissenschaftlerInnen ausgezeichnet

Bereits zum 5. Mal wurden am 22. Oktober 2009 innovative Diplomarbeiten, Dissertationen, Bachelor- und Master-Arbeiten mit Chance auf wirtschaftliche Verwertbarkeit mit dem INiTS-Award prämiert. Der Preis wird jährlich von INiTS, einem universitären Gründerservice, in den drei Kategorien „Informations- und Kommunikationstechnologie“, „Life Science“ und „Andere technische Bereiche“ vergeben. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Verfasser von innovativen wissenschaftlichen Arbeiten zum Nachdenken über eine mögliche Kommerzialisierung ihrer Forschungsergebnisse anzuregen.

Die Preisverleihung fand in diesem Jahr, passend zum Innovationscharakter des Awards, im Microsoft Innovation Center statt. Eine Jury bestehend aus Wirtschafts-, Wissenschafts- und GründungsexpertInnen bewertete die eingereichten Arbeiten mit fachlicher Kompetenz. Auch heuer gab es wieder ein knappes Rennen um die Siegerplätze. Von den insgesamt 35 Einreichungen wurden die neun besten Arbeiten mit einem Award ausgezeichnet.



Foto: Martina Draper

**BOKU-PreisträgerInnen** des INiTS-Awards 2009: Esther Egger (wurde vertreten, 1. von rechts); Christian Schimper (1. von links); Stefan Veigel (Mitte / 5. von links)

In der **Kategorie „Andere technische Bereiche“** konnte sich **DI Stefan Veigel** vom Institut für Holzforschung (IHf) der BOKU über den **1. Platz** freuen. Im Rahmen seiner Masterarbeit befasste sich DI Veigel mit dem Thema „Verstärkung von Klebstoffen mit Cellulosefasern und -fibrillen“. Es konnte gezeigt werden, dass die Festigkeit einer Leimfuge durch Verstärkung mit Cellulose-Nanofibrillen um bis zu 30% gesteigert werden kann. Die Arbeit wurde im Jahr 2008 am IHf verfasst und von Prof. Wolfgang Gindl und Dr. Johannes Konnerth betreut.

Daneben gab es noch zwei weitere BOKU-PreisträgerInnen.

So gewann **DI Christian Schimper** mit seiner Masterarbeit den **3. Platz in der Kategorie „Andere technische Bereiche“**. Die Arbeit „Effect of alkali pre-treatment on Trichoderma cellulase treatments of cellulose fibers“ behandelt die Aktivierung von Cellulosefasern für den enzymatischen Abbau mit Cellulasen. Die Ergebnisse ermöglichen den Ersatz von umweltschädlichen Chlorbleichen durch ein biochemisches Verfahren bei der Herstellung von Jeanswaren in der Textilindustrie. Außerdem wurde ein neues Verfahren zur oberflächlichen Aktivierung von Denim bei der Jeansproduktion entwickelt, das mittlerweile unter patentrechtlichem Schutz steht.

**Mag.<sup>a</sup> Esther Egger** vom Institut für Angewandte Mikrobiologie erreichte den **3. Platz in der Kategorie „Life Science“**. Im Zuge ihrer Forschungsarbeit wurde ein Plasmid-Produktionssystem in *Escherichia Coli* entwickelt. Dieses System bietet die Möglichkeit einer massiven Steigerung der Ausbeute an Plasmid-DNA während des Fermentationsprozesses.

Damit stellte die BOKU insgesamt drei PreisträgerInnen, was einmal mehr den innovativen Charakter der hier verfassten Diplomarbeiten und Dissertationen unterstreicht.

#### **Text**

Stefan Veigel

#### **Link**

INiTS <http://www.inits.at/templates/content.php?pk=4991&ber=105>



#### **Detailtexte**

### **INiTS Award 2009 - 3. Platz in der Kategorie „Life Science“**

**Esther Egger**



**Im Zuge ihrer Forschungsarbeit wurde ein Plasmid-Produktionssystem in *Escherichia Coli* entwickelt. Dieses System bietet die Möglichkeit einer massiven Steigerung der Ausbeute an Plasmid-DNA während des Fermentationsprozesses. In der Biotechnologie wird diese DNA verändert und für verschiedenste Zwecke eingesetzt. Die Verwendung von Plasmid DNA zur Behandlung von genetischen Erkrankungen sowie als Impfstoff, ist heute ein wichtiger Gegenstand medizinischer Forschung geworden.**

Bakterien besitzen neben ihrer chromosomalen DNA auch kleine, ringförmige DNA-Stücke die man Plasmide nennt. Plasmide sind Träger von einigen wenigen Genen, welche zwar nicht immer essentiell für das Wachstum der Zellen sind, ihnen jedoch einen Vorteil in ihrem spezifischen

Lebensraum verschaffen. In der Biotechnologie wird diese DNA verändert und für verschiedenste Zwecke eingesetzt. Die Verwendung von Plasmid DNA zur Behandlung von genetischen Erkrankungen sowie als Impfstoff, ist heute ein wichtiger Gegenstand medizinischer Forschung geworden. Durch die vermehrte Entwicklung von gentherapeutischen Medikamenten, wird auch die Nachfrage nach hochqualitativer Plasmid-DNA immer größer. Die dafür notwendige DNA-Überproduktion übernehmen Bakterien. Diese Zusatzaufgabe ist für die Mikroorganismen jedoch sehr anstrengend weshalb es unbedingt notwendig ist die Plasmid-Produktion kontrolliert ablaufen zu lassen.

Zu diesem Zwecke wurde ein Kontrollsystem für *Escherichia Coli* etabliert. Durch einen Repressor der der Bakterienkultur zugegeben werden kann, ist es möglich die Plasmid-Produktion am Anfang der bakteriellen Wachstumsphase niedrig zu halten. Dadurch können sich die Mikroorganismen zuerst auf sich selbst konzentrieren, und wachsen im Medium schnell und dicht an. Lässt man dann den Repressor weg, kann die DNA-Produktion voll starten. Dieses System bietet somit die Möglichkeit einer massiven Steigerung der Ausbeute an Plasmid-DNA während des Fermentationsprozesses.

Beim diesjährigen Inits-Award ging es darum aus dem Inhalt der Diplomarbeit eine Geschäftsidee zu entwickeln mit dazugehörigem Kunden- sowie Marktprofil. Ein weiterer Bewertungspunkt stellte auch die Realisierbarkeit des erstellten Konzeptes dar.

Der 3. Platz des Inits-Awards wurde für die folgende **Geschäftsidee** erhalten:

Das Unternehmen bietet einen *E. coli* Produktionsstamm welcher als Mini-DNA/Protein-Fabrik eingesetzt werden kann. Der Stamm besitzt ein Regulationsgen welches bereits im Genom integriert und somit stabil vorhanden ist. Damit ist in jedem Wachstumsstadium die Plasmidproduktion fein regulierbar und das auf schnelle und einfachste Weise. Verschiedenste Plasmide die entweder vom Kunden selbst stammen oder für diesen individuell konstruiert wurden, können problemlos in diesem Stamm verwendet werden. Durch die bereits langjährige Erfahrung der Wissenschaft mit diesem „Haustier der Biotechnologie“ sind Wachstumsbedingungen sowie optimale Medienzusammensetzung bereits bestens bekannt.

Dieser neue, innovative Bakterienstamm bietet die Möglichkeit Plasmid-DNA sowie Proteine in großem Stil zu produzieren – und das bei minimalem Platz- und Zeitaufwand! Durch die effiziente Produktion wird nur eine kleine Population an Zellen benötigt und somit ein Minimum an Medium sowie Labor-Equipment. Dadurch ist es möglich auch in begrenztem räumlichen Umfeld, mittels Laborgrundausrüstung, DNA sowie Proteine in großem Ausmaß herzustellen. Der Produktionsstamm kann mit dem vom Kunden gewünschten Plasmid, schnell und einfach ausgestattet werden. Falls erforderlich kann dieses noch genetisch „feinetuned“ werden. Bei adäquater Ausstattung ist es dem Kunden leicht möglich die DNA/Proteinproduktion selbst zu starten. Falls es an dieser fehlt, können auch Produktion und in weiterer Folge Proteinreinigung als weitere Dienstleistungen dem Kunden angeboten werden. Da die intrazelluläre Regulierung der Anzahl der Plasmide eine völlig neuartige Technologie darstellt, sind zurzeit noch keine alternativen Angebote am Markt vorhanden.

Dieses Projekt wurde von der Firma Boehringer Ingelheim finanziert.

#### **Kontakt**

Mag.<sup>a</sup> Esther Egger, VIBT, Department für Biotechnologie, [Institut für Angewandte Mikrobiologie \(IAM\)](#), Muthgasse 18, 1190 Wien, +43 1 36006-6243, [esther.egger@boku.ac.at](mailto:esther.egger@boku.ac.at)



## **INiTS Award 2009 - 3. Platz in der Kategorie „Andere technische Bereiche“**

**Christian Schimper**



**Die Arbeit „Effect of alkali pre-treatment on Trichoderma cellulase treatments of cellulose fibers“ behandelt die Aktivierung von Cellulosefasern für den enzymatischen Abbau mit Cellulasen. Die Ergebnisse ermöglichen den Ersatz von umweltschädlichen Chlorbleichen durch ein biochemisches Verfahren bei der Herstellung von Jeanswaren in der Textilindustrie. Außerdem wurde ein neues Verfahren zur oberflächlichen Aktivierung von Denim bei der Jeansproduktion entwickelt, das mittlerweile unter patentrechtlichem Schutz steht.**

Die weltweite Produktion von Denim (z.B. Jeans) wird auf drei Milliarden Laufmeter geschätzt, was ca. vier Milliarden Kleidungsstücken entspricht. Um dem von Saison zu Saison geänderten Modeangebot gerecht zu werden, werden diese indigogefärbten Textilien in vielen verschiedenen Verfahren behandelt. Dabei erhält man eine Vielzahl an Variationen in Farbtiefe, Schattierung und Kontrast. Aber seit der Entwicklung bunt gefärbter Jeans in den späten 80er Jahren gibt es keine wesentlichen Neuerungen mehr in diesem Bereich. Die Suche nach neuen Trends zeigt sich darin, dass mittlerweile Jeans zerschnitten werden, um sie am Markt gewinnbringend zu verkaufen. Es fehlt ein innovatives Verfahren das der Branche wieder Schwung gibt. Dies soll durch die vorliegende Erfindung ermöglicht werden.

In einem Forschungsprojekt am Institut für Textilchemie der Universität Innsbruck wurde ein neues alkalisches Aktivierungsverfahren von Cellulose für hydrolytischen Enzymabbau entwickelt. Im Vergleich zu den am Markt üblichen Behandlungsverfahren kann nun die Oberfläche von Textilien durch Applikation einer Paste lokal aktiviert werden. Die höhere Aktivität der Enzyme bei der anschließenden konventionellen Behandlung führt zu einer veränderten Farbablösung an den aktivierten Bereichen. Somit können geometrische Muster und sogar photographische Elemente bedruckt und mit Hilfe der Enzyme entwickelt werden. Auch Firmenlogos und sonstige Beschriftungen können so unlöslich auf Textilien aufgebracht werden.

Die wesentlichen Vorteile dieses neuen Behandlungsverfahrens sind: Es wird auf eine gesundheits- und umweltschädliche Chlorbleiche verzichtet ohne nennenswerte Preissteigerung, und gleichzeitig entstehen noch nie da gewesene Effekte auf Jeans und ähnlichen Materialien. Diese patentierte Erfindung, die für verbesserte Arbeitsbedingungen und für Verringerung der Umweltbelastung, soll in erster Linie österreichischen Firmen zu Gute kommen.

In Zusammenarbeit mit österreichischen und internationalen Künstlern sollen Modedesigner auf der ganzen Welt angesprochen werden, um ein „must have“ für zukünftige Saisons zu kreieren. Dadurch wird der innovativen Verarbeitungsmöglichkeit der zukünftigen Mode Raum gegeben. Verhandlungen mit Jeansverarbeitern um an der technischen Umsetzung zu arbeiten sind im Gange, um genügend Finanzmittel bereitzustellen und eine erfolgreiche Markteinführung zu erreichen. Ein weiterführendes Patent für die nächste Stufe ist in Anmeldung, welches eine nahtlose Weiterentwicklung garantiert. Der Aktivierungsprozess wurde tiefgehend erforscht, um auch andere Wissenschaftsbereiche bedienen zu können. Zukünftige Forschungsschwerpunkte sehen neben der Weiterentwicklung in Textilien eine Verwendung der Celluloseaktivierung auch in anderen Bereichen, beispielsweise den Materialwissenschaften und der Biotechnologie, vor. Dort werden oft spezielle cellulosehaltige Trägermaterialien verwendet. Durch diese spezielle Aktivierung sollen diese Produkte aufgewertet und besser verwendbar sein. Geplant sind Kooperationen speziell mit österreichischen Universitäten.

### **Geschäftsidee**

Zielsetzung ist, am Denim-Markt Fuß zu fassen und die Erkenntnisse daraus auch auf andere Bereiche, wie Materialwissenschaften und Biotechnologie zu übertragen und zu verwerten. Dies soll durch einen Know-how Transfer zu Firmen erzielt werden, da in der herkömmlichen Denim-Produktion derzeit nur chlorhaltige Bleichmittel eingesetzt werden um Variationen in Farbtiefe, Schattierung und Kontrast auf Jeanswaren zu erhalten. Dadurch kann aber nur der unspezifische Wash-down und sehr

einfache Muster, wie z.B. Striche auf der Jeansoberfläche. Durch das neuartige lokale Aktivierungsverfahren der Oberfläche sind der optischen Formgebung keine Grenzen mehr gesetzt. Nun können geometrische Muster (z.B. Kundenlogos und Beschriftungen) und sogar photographische Elemente entwickelt werden. Der Mode wird ein neues Spektrum an Form, Farbe und Muster ohne nennenswerte Preissteigerungen eröffnet. Daraus ergeben sich innovativ für die Zukunft längst notwendige, entscheidende Impulse. Außerdem wird ein wesentlicher Beitrag zur Arbeitssicherung und Umweltschutz und Hygiene geleistet. Von großem Wettbewerbsvorteil ist außerdem, dass Imitate nicht durch die üblichen Behandlungsverfahren hergestellt werden können. Diese Erfindung ist bereits patentrechtlich geschützt und eine Weiterentwicklung des Verfahrens wird gerade zum Patent angemeldet. Es sollen Entwicklungskooperationen und Consulting-Tätigkeit zur Weiterentwicklung und Transfer von Verfahrens-Know-how, technischer Expertise, Rezepterstellung, Effektentwicklung und Artikeleingrenzung aufgebaut werden. Dadurch wird der bereits bestehende Wettbewerbsvorsprung noch weiter ausgebaut.

### **Kunde und Markt**

Die jährliche globale Denim-Produktion wird auf drei Milliarden Laufmeter und über 4 Milliarden Kleidungsstücke geschätzt. Durch den weltweit steigenden Lebensstandard ist eine Steigerung der Textilproduktion nahe des zweistelligen Bereiches zu erwarten.

Die Zielgruppe für dieses neuartige Verfahren sind Garment-Wäscher und Retailer (z.B. Levis, Lee, Diesel). Sie stehen in der Produktionskette vor dem Endkunden, dessen Kaufentscheidung für das Produkt, die Exklusivität des Designs, der Preis — gepaart mit dem Bewusstsein selbst dadurch einen Beitrag zur besseren Umwelt leisten zu können —, den Ausschlag gibt.

Die Herstellung von Jeans ist ortsunabhängig. Sie durchläuft viele verschiedene Standorte auf der ganzen Welt, wodurch aber jede Innovation zerpfückt und für die Konkurrenz zugänglich wird. Der Kunde (Hersteller) benötigt deshalb ein Kooperationsnetzwerk bzw. Kompetenzzentrum mit Consulting-Tätigkeit, bei dem weitere Erfindungen und Innovationen kreiert und gebündelt werden. Ausgehend von der vorliegenden Erfindung soll ein solches Vorhaben möglich sein, da das Produkt derzeit nicht mit herkömmlichen Verfahren kopiert werden kann. Die Patentierung erwirkt eine Basis für eine Bindung aller Partner, die vom Potential des Verfahrens überzeugt sind.

Ein zukünftiger Einsatz in Biotechnologie und Materialwissenschaften würde die Umsetzung des Verfahrens auf weitere große Geschäftsfelder ausweiten, bei denen das finanzielle Potential noch gar nicht abgeschätzt werden kann.

### **Realisierbarkeit und Umsetzbarkeit**

Das Verfahren ist bis zur Einführung in Produktionsprozesse entwickelt. Für die Umsetzung muss mit einem geeigneten Partner aus der Industrie die Betriebsreife erarbeitet werden. Damit soll sichergestellt werden, dass das entwickelte Verfahren einer professionellen Betreuung unterliegt und mit genügend finanziellen Mitteln bis zur Marktreife geführt werden kann. Eine Erweiterung des Maschinenparks ist in der Regel nicht notwendig, niedrige Entwicklungskosten sind zu erwarten.

Außerdem gibt der patentrechtliche Schutz der Firma genügend Sicherheit vor Nachahmern. Mithilfe des zweiten Patents sollte auch die nahtlose Weiterentwicklung in der nächsten Phase sichergestellt sein. So sollen etablierte Firmen angesprochen werden, die sich durch Setzen neuer Trends und gebündeltem Know-how Transfer erhebliche Wettbewerbsvorteile verschaffen möchten.

Derzeit wird mit Künstlern aus dem In- und Ausland an einem Projekt zur modischen und kreativen Umsetzung gearbeitet. Auf Ausstellungen und Fachmessen werden die innovativen Produktionsmöglichkeiten dieses Produktes dem Fachpublikum präsentiert.

Eine Erweiterung der Geschäftsfelder ist durch Verwertung der Erkenntnisse aus der Textilproduktion möglich. Dazu sollen in der nächsten Forschungsphase Kooperationspartner an österreichischen Universitäten in den Bereichen Materialwissenschaften und Biotechnologie gefunden werden. Durch die anwendungsorientierte Ausrichtung der in Frage kommenden Institute soll eine rasche Verwertung mit weiteren Geschäftspartnern möglich sein.

**Diplomarbeit** [https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/oe\\_list.php?paID=3&paSID=7382&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language\\_id=DE](https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/oe_list.php?paID=3&paSID=7382&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language_id=DE)

### **Kontakt**

DI Christian Schimper, Department für Chemie, [Abteilung für Organische Chemie \(DCH/OC\)](#), Muthgasse 18, 1190 Wien, +43 1 36006-6071, [christian.schimper@boku.ac.at](mailto:christian.schimper@boku.ac.at)



## **INiTS Award 2009 – 1. Platz in der Kategorie „Andere technische Bereiche“**

**Stefan Veigel**



**Im Rahmen seiner Masterarbeit befasste sich Stefan Veigel mit dem Thema „Verstärkung von Klebstoffen mit Cellulosefasern und -fibrillen“. Es konnte gezeigt werden, dass die Festigkeit einer Leimfuge durch Verstärkung mit Cellulose-Nanofibrillen um bis zu 30% gesteigert werden kann. Die Arbeit wurde im Jahr 2008 am IHF verfasst und von Prof. Wolfgang Gindl und Dr. Johannes Konnerth betreut.**

In Abhängigkeit des geplanten Einsatzgebietes der Endprodukte kommen in der Holzwerkstoffindustrie und im konstruktiven Holzleimbau verschiedene Klebstoffe bzw. Bindemittel zur Verleimung der Holz-Strukturelemente zum Einsatz. Die bei weitem größte Bedeutung haben dabei die Formaldehyd-Kondensationsharze, die zahlreiche Vorteile für die Holzverleimung bieten. Als Nachteil muss angeführt werden, dass diese Harze im ausgehärteten Zustand kaum plastisch deformierbar sind und die Leimfugen daher zu Sprödrüchigkeit neigen. Ein Ansatz zur Reduktion der Sprödigkeit duroplastischer Leimfugen ist die Einbringung von Verstärkungselementen wie beispielsweise Fasern. Dies bietet nicht nur die Möglichkeit der Erhöhung der Bruchdehnung, sondern es kommt gleichzeitig auch zu einer Steigerung der Festigkeit und Steifigkeit des Verbundes. Während dem noch flüssigen Klebstoff in der Vergangenheit häufig Glasfasern beigegeben wurden, erfolgte im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit der neuartige Versuch, für die Verstärkung das Biopolymer Cellulose einzusetzen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden in verschiedenen Versuchsreihen Schäft-, Hirnholz-, Längszugscher- sowie 3-Schichtplattenproben unter Verwendung von 4 verschiedenen Holzklebstoffen hergestellt und geprüft. Um den Verstärkungseffekt der Cellulose beurteilen zu können, wurden dabei die Ergebnisse der verstärkten und unverstärkten Klebfugen miteinander verglichen. Die Verstärkung der Klebstoffe erfolgte zum einen mit einem Cellulose-Faservlies (Lyocell-Faser) und zum anderen mit Cellulose-Nanofibrillen. Letztere wurden ausgehend von zwei verschiedenen Cellulosesubstraten (Buchensulfitzellstoff und Bakteriencellulose) durch einen mechanischen Aufschlussprozess hergestellt und dem flüssigen Klebstoff in verschiedenen Konzentrationen zugesetzt. Zusätzlich zu den mechanischen Prüfungen wurden die ausgehärteten Leimfugen lichtmikroskopisch untersucht, um Informationen über die Lage und Verteilung der Cellulosefibrillen zu erhalten.

Basierend auf den Ergebnissen der Zugscherprüfungen konnte gezeigt werden, dass sich durch die Zugabe von Cellulose-Nanofibrillen die Scherfestigkeit von Harnstoffharz-(UF)-Leimfugen um bis zu 30% steigern lässt. Neben der Festigkeitssteigerung war gleichzeitig eine deutliche Zunahme der Duktilität der UF-Leimfugen zu beobachten. Im direkten Vergleich war hier die Bruchdehnung der verstärkten Leimfugen um etwa 35% höher als bei den unverstärkten Referenzproben. Bei der Verstärkung der Klebfugen mittels Lyocell-Faservlies traten bei allen vier Klebstoffen nur geringfügige Festigkeitssteigerungen (bis etwa 10%) auf. Allerdings bewirkte die Faserverstärkung bei den UF-Leimfugen ähnlich wie die Verstärkung mittels Nanofibrillen eine Erhöhung der Duktilität. Durch die Celluloseverstärkung ist es somit möglich, die im Allgemeinen hohe Sprödigkeit der UF-Harze deutlich zu reduzieren und Leimfugen mit hoher Bruchscherdehnung zu erzeugen. Interessanter Weise hatte die Faserverstärkung bei den ebenfalls untersuchten und häufig verwendeten Polyurethan-Klebstoffen den umgekehrten Effekt. Hier war vor allem bei größeren Klebfugendicken eine Reduktion der Bruchdehnung zu beobachten.

Im Hinblick auf die Erzielung einer möglichst großen Festigkeitssteigerung scheinen vor allem Cellulose-Nanofibrillen über ein großes Potential zu verfügen, das im Rahmen dieser Untersuchung

sicher nicht vollständig ausgeschöpft werden konnte. Die Ergebnisse dieser Studie stellen daher nur einen ersten Anhaltspunkt für die Abschätzung der Einsatzmöglichkeiten von Cellulosefasern und -fibrillen für die Klebstoffverstärkung dar. Aufgrund der einfachen, kostengünstigen und mengenmäßig nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Cellulose scheint die Verstärkung von Klebstoffen mit diesem außergewöhnlichen Biopolymer nicht nur technologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll zu sein. Es gilt daher in weiteren Forschungsprojekten nach Wegen zu suchen, um einen möglichst großen Teil des Potentials der Cellulose für die Verstärkung von Klebstoffen nutzbar zu machen.

**Masterarbeit** [https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/oe\\_list.php?paID=3&paSID=6599&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language\\_id=DE](https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/oe_list.php?paID=3&paSID=6599&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language_id=DE)

#### **Kontakt**

DI Stefan Veigel, Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik, [Institut für Holzforschung \(IHF\)](#), Peter- Jordan-Straße 82, 1190 Wien, +43 1 47654-4264, [stefan.veigel@boku.ac.at](mailto:stefan.veigel@boku.ac.at)

