

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften


**zh  
aw**

**Life Sciences und  
Facility Management**

**ICBT Institut für  
Chemie und Biotechnologie**

**Bachelorarbeiten  
2017**

**Chemie**



« Sie haben Freude  
am Verbinden von  
Theorie und Praxis.  
Wir vermitteln Ihnen  
das Verständnis für  
die Entwicklung  
und Analyse von  
Substanzen und  
Verfahren. »

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>	<b>Thoma Julian</b>	<b>34</b>
<b>Die Diplomandinnen und Diplomanden</b>		<b>Trussardi Olivier</b>	<b>35</b>
<b>Altermatt Michel</b>	<b>6</b>	<b>Wohlhauser Anja</b>	<b>36</b>
<b>Aregger David</b>	<b>7</b>	<b>Zeltner Thomas</b>	<b>37</b>
<b>Arn Fabienne</b>	<b>8</b>		
<b>Berchtold Tizian</b>	<b>9</b>	<b>Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT)</b>	<b>39</b>
<b>Braun Dominik</b>	<b>10</b>	<b>Perspektiven</b>	<b>40</b>
<b>Burgener Simon</b>	<b>11</b>	<b>The Science and Art of Coffee (CAS)</b>	<b>43</b>
<b>Durrer Julian</b>	<b>12</b>	<b>Coffee Excellence (CAS)</b>	<b>44</b>
<b>Germann Stefan</b>	<b>13</b>	<b>Kompetenzzentrum TEDD</b>	<b>46</b>
<b>Hauser Stefanie</b>	<b>14</b>	<b>Natural Products Drug Discovery</b>	<b>47</b>
<b>Heimgartner Jeannette</b>	<b>15</b>	<b>ALUMNI ZHAW</b>	<b>48</b>
<b>Hugo Manuel</b>	<b>16</b>	<b>ZHAW LSFM</b>	<b>49</b>
<b>Kappeler Philipp</b>	<b>17</b>	<b>Grüne Chemie</b>	<b>50</b>
<b>Kieliger Flavio</b>	<b>18</b>		
<b>Knobel Sara</b>	<b>19</b>		
<b>Knobloch Marco</b>	<b>20</b>		
<b>Langmeier Stefan</b>	<b>21</b>		
<b>Meierhofer Jasmin</b>	<b>22</b>		
<b>Müller Connie</b>	<b>23</b>		
<b>Pestalozzi Lias</b>	<b>24</b>		
<b>Pfund Björn</b>	<b>25</b>		
<b>Pockay Geoffrey</b>	<b>26</b>		
<b>Regez Adem</b>	<b>27</b>		
<b>Rüeger Christian</b>	<b>28</b>		
<b>Scapin Alessia</b>	<b>29</b>		
<b>Schlauri Paul</b>	<b>30</b>		
<b>Schönauer Nicole</b>	<b>31</b>		
<b>Stricker Carole</b>	<b>32</b>		
<b>Sovrano Raphael</b>	<b>33</b>		

**Titelbild:** Konfokalmikroskopische Aufnahme einer Fettzelle (Adipozyt) differenziert aus einer humanen mesenchymalen Stammzelle mittels Macromolecular Crowding. Zellgrösse: Länge × Breite: 90 µm × 35 µm; **magenta:** Kollagenfasern, **grün:** im Adipozyt eingelagerte Fetttröpfchen, **blau:** Zellkern. **Bild:** Nicole Kohli, MSc in Chemistry for the Life Sciences.



Die Absolventinnen und Absolventen des Bachelorjahrgangs CH 14

# Vorwort

Wädenswil, September 2017

## Liebe Leserin, lieber Leser!

Dieses Booklet, in dem Sie gerade blättern, enthält die gesammelten Werke aller Bachelorstudierenden des Abschlussjahrs 2017. Jede dieser Bachelorarbeiten steht für eine selbstständig und individuell bearbeitete Aufgabenstellung mit praktischem Bezug. In enger Kooperation mit der Industrie wurden dabei zahlreiche Lösungen zu aktuellen Themen erarbeitet.

Die Studierenden haben dazu ihr über drei Jahre disziplinar erworbenes theoretisches und praktisches Wissen interdisziplinär angewandt. Diese Interdisziplinarität und Breite der Themen begeistert mich jedes Jahr aufs Neue. Doch machen Sie sich selbst ein Bild beim Lesen und Blättern. Entdecken Sie Neues aus den verschiedenen Bereichen der Chemie und sehen Sie, was es für uns bedeutet, eine moderne Auffassung der Chemie zu leben. Sie finden Beiträge zu Themen wie Grüne Chemie, Digitalisierung/ Industrie 4.0, Nanotechnologie, Biokatalyse, neuartiges Wirkstoff-Design, Mikroreaktionstechnik und High-Tech-Analytik.

**Liebe Diplomandinnen und Diplomanden**, diese Bachelorarbeiten sind die Krönung Ihres Chemiestudiums, worauf Sie sehr stolz sein können. Wir gratulieren Ihnen herzlich zum erfolgreichen Abschluss Ihres Chemiestudiums und freuen uns mit Ihnen!

Ihr Achim Ecker



Studiengangleiter Chemie  
Institut für Chemie und Biotechnologie

# Expression, Aufreinigung und Charakterisierung bispezifischer Antikörperformate



Diplomand	Michel Altermatt
Korrektorin ZHAW	Prof. Dr. Christiane Zaborosch
Korrektor extern	Dr. Roger Beerli

Die Firma NBE-Therapeutics AG entwickelt neuartige Antikörper-basierte Krebstherapeutika, sogenannte antibody drug conjugates (ADC). Die dabei verwendeten monoklonalen Antikörper (mAb) erkennen Zielproteine, die an der Oberfläche bestimmter Krebszellen gehäuft auftreten. Konventionelle ADC basieren auf mAb und sind damit monospezifisch, d.h. beide Paratope des Antikörpers erkennen das gleiche Epitop des Tumorantigens. Zusätzlich sind aber auch alternative, bispezifische ADC Formate von Interesse, bei denen zwei unterschiedliche Epitope erkannt werden. In dieser Arbeit wurden daher bispezifische Antikörper hergestellt, welche single chain variable Fragmente (scFv) am N-Terminus der schweren Kette der mAb tragen. Die scFv-IgG erkennen dabei zwei verschiedene Epitope desselben Tumorantigens. An den C-terminalen Enden der schweren und leichten Kette weisen die scFv-IgG zudem einen Sortase-Tag auf, welcher eine gezielte enzymatische Kopplung eines Zytotoxins ermöglicht. Um ADC in diesem Format zu untersuchen, wurden im Rahmen dieser Arbeit Expressionsvektoren für die Antikörperkonstrukte kloniert und anschliessend vier scFv-IgG Formate rekombinant in einem eukaryontischen Expressionssystem hergestellt. Nach der Aufreinigung erfolgte eine Charakterisierung hinsichtlich Reinheit, Aggregat-Gehalt, Identität und post-translationaler Modifikationen. Dazu wurden Analysemethoden wie SDS-PAGE, isoelekt-

rische Fokussierung, Massenspektrometrie, Anionentauscherchromatographie und Size Exclusion Chromatographie angewendet. Die Affinität zu den jeweiligen Antigenen wurde mittels surface plasmon resonance (SPR) Spektroskopie überprüft. Um bispezifische ADC herzustellen, wurden hochpotente Zytotoxine an die Antikörperformate konjugiert. Die Wirksamkeit der resultierenden scFv-IgG ADC wurde schliesslich mittels *in-vitro* Zell-Killing-Assays mit Zielprotein-exprimierenden Tumorzelllinien überprüft.

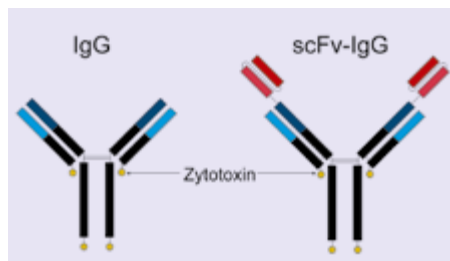


Abb. 1: Antibody drug conjugates (ADC) basierend auf IgG (links) und bispezifischem scFv-IgG (rechts)

# Klonierung und Charakterisierung neu entdeckter Ene-Reduktasen



<b>Diplomand</b>	David Aregger
<b>Korrektorin ZHAW</b>	Prof. Dr. Rebecca Buller
<b>Korrektor extern</b>	Prof. Dr. Thorsten Stafforst

Durch ihre hohe Chemo-, Regio- und Enantioselektivität sind Biokatalysatoren für den Einsatz in der nachhaltigen Produktion von chiralen und hochfunktionellen chemischen Verbindungen prädestiniert. Die Anwendung biokatalytischer Umsetzungen in der Industrie scheitert jedoch immer wieder an der Suche nach einem geeigneten Biokatalysator. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Bachelorarbeit neue Ene-Reduktasen erstmalig rekombinant exprimiert und für den Aufbau einer Ene-Reduktasen Bibliothek verwendet. Ene-Reduktasen der Old Yellow Enzyme (OYE) Familie sind NAD(P)H-abhängige Flavinmononucleotid (FMN)-enthaltende Oxidoreduktasen, welche die stereo- und enantioselektive Reduktion von  $\alpha$ ,  $\beta$ -ungesättigten Ketonen, Aldehyden, Nitroalkanen und Carbonsäuren katalysieren.

In dieser Bachelorarbeit wurden die beiden Ene-Reduktasen 321\_1 und 321\_2 aus *Sporosarcina psychrophila* sowie die Ene-Reduktase 230\_1 aus *Pseudomonas brassicacearum* charakterisiert. Um alle Enzyme löslich und

aktiv in *E. coli* zu exprimieren, wurden unter verschiedenen Bedingungen Kultivierungen durchgeführt. Zusätzlich wurden zur Unterstützung der Proteinexpression Chaperone eingesetzt. Die Aktivität der exprimierten Ene-Reduktasen wurde mittels Biokatalysen bestimmt und das Substratspektrum mittels diverser Substrate definiert. Die beiden Ene-Reduktasen aus *S. psychrophila* konnten selbst nach allen Optimierungen nur in geringen Konzentrationen als lösliche Enzyme exprimiert werden. Bei der Aktivitätsbestimmung konnte gezeigt werden, dass die Ene-Reduktase 321\_1 als aktives Enzym vorlag, während für 321\_2 aus demselben Organismus keine Aktivität messbar war. Die Ene-Reduktase aus *P. brassicacearum* zeigte bei den durchgeführten Biokatalysen für die Substrate Cyclohexanon, Carvon, Zimtaldehyd und Butylacrylat vollständige Umsätze. Zusammenfassend konnte eine Ene-Reduktase neu kloniert und drei noch nicht beschriebene Enzyme erstmalig in *E. coli* rekombinant exprimiert werden.

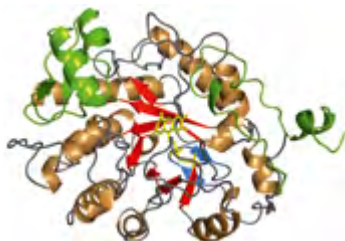


Abb. 1: 3D-Modell der Kristallstruktur von Ene-Reduktase OYE 1 aus *Saccharomyces pastorianus*.



Abb. 2: Die beiden Teilreaktionen der NAD(P)H-abhängigen Reduktion von aktivierten Alkenen durch Ene-Reduktasen.

# Strukturelle Optimierung von Matrixmetalloproteinase-Inhibitoren



<b>Diplomandin</b>	Fabienne Arn
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Rainer Riedl
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Samuel Derr

Die Ergebnisse der hier beschriebenen Arbeit sind vertraulich.

Matrixmetalloproteinasen (MMPs) sind zinkhaltige Endopeptidasen, welche Komponenten der extrazellulären Matrix abbauen können, indem sie Peptidbindungen innerhalb von Proteinen enzymatisch spalten. Mit dieser Funktion spielen sie eine wichtige Rolle beim Umbau und der Reparatur von Geweben. Übermäßiger oder fehlerhafter Abbau der extrazellulären Matrix durch MMPs kann zu Arthritis, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs führen.

Um diesen Krankheiten vorzubeugen oder sie zu verhindern, muss die proteolytische Aktivität der MMPs kontrolliert werden. Dafür werden synthetische Inhibitoren eingesetzt. Diese kommen in der  $S_1'$ -Tasche des Enzyms zu liegen, woraus eine Konformationsänderung resultiert. Dadurch kann das Substrat schlechter oder nicht mehr an das aktive Zentrum binden und die Aktivität des Enzyms wird gehemmt. Ein Beispiel eines Inhibitors für MMP-7 ist in Abb. 1 gezeigt.

Diese Bachelorarbeit beinhaltet die Synthese sowie die Aufreinigung und Identifizierung eines Inhibitors für MMP-7. Dieser wurde über eine mehrstufige organische Synthese hergestellt. Ausgehend von diesem potentiellen Inhibitor sind weitere Derivate synthetisiert worden. Sämtliche hergestellten Verbindungen wurden anschliessend auf ihr Inhibitionspotential getestet.

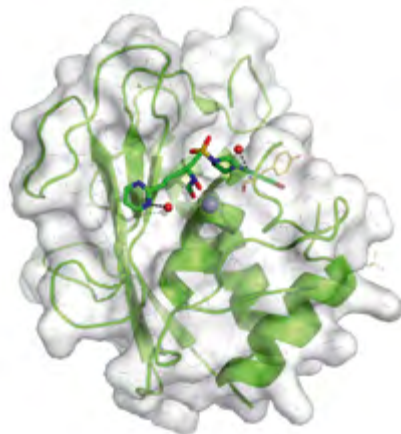


Abb. 1: Das Enzym MMP-7 mit einem synthetischen Inhibitor in der  $S_1'$ -Tasche.



# Speziesanalytik von Chrom in druckimprägnierten Holzprodukten



<b>Diplomand</b>	Tizian Berchtold
<b>Korrektor ZHAW</b>	Dr. Peter Lienemann
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Markus Läubli

Einheimische Holzarten weisen einen geringen natürlichen Schutz gegen Insekten- und Pilzbefall auf und vermodern in Bodenkontakt rasch. Deshalb werden die im Handel für den Aussenbereich angebotenen Holzprodukte in einer Kesseldruckanlage (Abb. 1) mit chemischen Holzschutzmitteln imprägniert. Damit Rund- und Kanthölzer als Zaunpfosten, Leitungsmasten und Abschränkungen verwendet werden können, enthalten sie hohe Konzentrationen an Kupfer, Chrom und Bor, d. h. zum Schutz vor Verrottung und Schädlingsbefall enthalten sie giftige, umweltgefährdende Stoffe.

Ein Grossteil der analytischen Verfahren zur Elementbestimmung in Gebrauchsgütern, Umweltproben und Nahrungsmitteln geben als Resultat den totalen Elementgehalt an ohne Berücksichtigung der chemischen Bindungsform. Bei toxikologischen Fragestellungen interessiert aber auch deren spezifische,

chemische Bindungsform. Da Cr(VI) eine allergene und kanzerogene Wirkung aufweist, sind toxikologisch die Chrom(VI)-Spezies relevant, da sie als Chromat-Ion ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) oder Dichromat-Ion ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) toxischer sind als die entsprechenden Chrom(III)-Salze.

Zur Überprüfung der Elementgehalte an Kupfer, Chrom und Bor in den druckimprägnierten Hölzern wurden Analysen mittels der optischen Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) durchgeführt. Für die Bestimmung der Chromspezies wurde sowohl auf die Kopplung der Ionenchromatographie (IC) mit dem UV/VIS-Detektor eines Fliessinjectionssystems als auch nach chromatographischer Trennung auf die Chrombestimmung mit der Plasma Emissionsspektrometrie (Abb. 2) zurückgegriffen. Bei den Holzproben mit Chrom wurden circa 2–5% Cr(VI) bezogen auf den Gesamtchromgehalt gefunden.



Abb. 1: Anlage zur Kesseldruckimprägnierung von Holzprodukten für Spielplätze und den Gartenbereich.



Abb. 2: Die Speziesanalytik von Cr(III) und Cr(VI) wurde durch Kopplung der Ionenchromatographie mit der Plasma-Emissionsspektrometrie durchgeführt.

# Identifizierung von flüchtigen organischen Verbindungen in Tabakblättern mittels zweidimensionaler Gaschromatographie



Diplomand	Dominik Braun
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Chahan Yeretzian
Korrektor extern	Dr. Markus Läubli

Die Tabakpflanze *Nicotina tabacum* hat ihren Ursprung in Südamerika, um Peru und Ecuador, wo diese bereits seit prähistorischer Zeit als Kulturpflanze bekannt ist. Die Gepflogenheit des Tabakrauchens existierte demnach bereits in rituellem Kontext bei den amerikanischen Ureinwohnern.

Den im Zuge der Fermentation gebildeten flüchtigen, organischen Komponenten («Volatile Organic Compounds» = VOCs) kommen dabei die entscheidende Rolle im Zusammenhang mit dem Aroma zu, wobei die Anzahl an bekannten Verbindungen schätzungsweise bei etwa 4000 liegt und ein weitreichendes Spektrum an Alkanen, Alkenen, Alkoholen, Carbonsäuren, Estern, Aldehyden, Ketonen und Alkaloiden beinhaltet.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Methode entwickelt, um mittels zweidimensionaler Gaschromatographie (GC-GC-FID-MS) möglichst viele dieser flüchtigen, organischen Komponenten zu identifizieren und somit einen besseren Einblick in den Verlauf des Fermentationsprozesses zu erhalten. Eine gaschromatographische Trennung auf nur einer (apolaren) Säule hat den Nachteil, dass sich viele Signale gegenseitig überlagern, was auf den ähnlichen Dampfdruck zurückzuführen ist (Abb. 1). Wird diese nun an eine zweite Säule mit orthogonaler Selektivität gekoppelt, ergibt sich die Möglichkeit, eine weitere Tren-

nung durchzuführen, wobei nun auch die Polarität der Analyten zum Trennkriterium wird (Abb. 2). Die so im Idealfall vollständig aufgelösten Signale lassen sich anschliessend mittels Massenspektrometrie identifizieren.

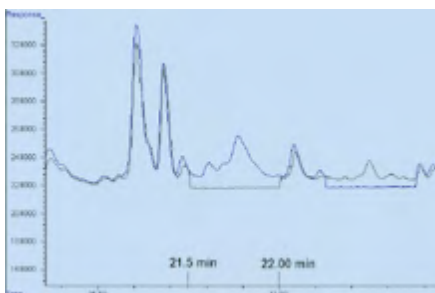


Abb. 1: Chromatogramm über eine Dimension: Deutlich erkennbar sind die starken Überlagerungen der Signale. Hier wurde das Zeitintervall zwischen 21,5 und 22,0 Minuten der zweiten Dimension zugeführt.

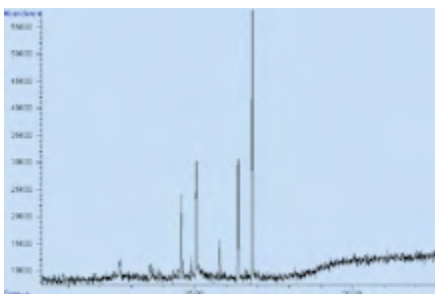


Abb. 2: Chromatogramm über zwei Dimensionen: Der Chromatogrammbereich aus Abb. 1 konnte vollständig aufgelöst werden.

# Synthese und Charakterisierung von stimuli-responsiven Janus Nanopartikeln



<b>Diplomand</b>	Simon Burgener
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Andrei Honciuc
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Bastian Brand

Janus Nanopartikel (JNP) sind inhärent asymmetrische Partikel, womit sich neue und sehr variantenreiche Eigenschaften entwickeln lassen. Eine Architektur ist die Schneemann-Form (Abb. 1), die erreicht wird, indem sich in wässriger Umgebung hydrophobe Monomertropfen an einen Keimnanopartikel anlagern, zusammenlaufen und so einen einzelnen anschwelenden Lappen am bestehenden Keim bilden.



Abb. 1: REM-Aufnahme: JNP mit einem Lappenverhältnis von 1:1. Die beiden Lappen weisen unterschiedliche chemische Eigenschaften auf.

Es wurden Keimpartikel bestehend aus einem Copolymer [2-(Diisopropylamin)ethylmethacrylat, Styren, Vinylbensulfonat, 4-Divinylbenzen] und einem Lappenmonomer [3-(Trimethoxysilyl)propylmethacrylat] hergestellt, um solche JNP herzustellen.

Die tertiären Amingruppen des Keimlappens protonieren bei sauren pH-Werten, wodurch die Affinität zu Wasser im Vergleich zur hydrophoben Wechselwirkung zunimmt. JNP mit verschiedenen Lappenverhältnissen vermögen dadurch, die Grenzflächenspannung zwischen Wasser und Toluol (pH2, 26.5 °C) während 4 Stunden von  $32.62 \pm 0.25$  mN/m auf  $22.32 \pm 0.26$  mN/m zu reduzieren.

Mit JNP versetztes Wasser wurde bei verschiedenen pH-Werten mit gefärbtem Toluol vermischt, wodurch sich unterschiedliche Phasen bildeten. Im sauren Milieu formte sich durch stärkere Wechselwirkungen mit Wasser

(Abb.2, linker Pfad ←) eine «Öl-in-Wasser»-Phase ( $o/w$ ), wohingegen unter neutral-alkalischen Bedingungen die hydrophobe Wechselwirkung stärker wurde (Abb. 2, rechter Pfad →) und sich eine «Wasser-in-Öl»-Phase ( $w/o$ ) ausbildete. Auch das Zeta-Potential der Partikel springt von 50 mV (pH2-4) auf -65 mV (pH9-10.5) und widerspiegelt damit die stimuli-responsiven Eigenschaften, die während des Pickering-Experiments hervortraten. Pickering-Emulsionen sind mithilfe von JNP (oder anderen Feststoffen) stabilisierte Kolloide. Somit konnte gezeigt werden, dass stimuli-responsive Janus Nanopartikel hergestellt werden können und sich ihre Eigenschaften entsprechend dem pH-Wert ändern.

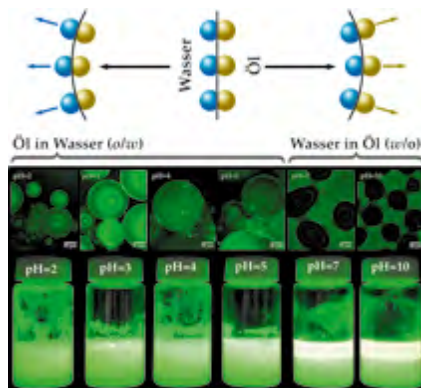


Abb. 2: An der Wasser-Öl-Grenzfläche sammeln sich JNP und wechselwirken unterschiedlich stark mit den beiden Phasen. Überwiegen die hydrophoben Wechselwirkungen (rechter Pfad →), werden Wassertropfen eingekapselt und eine  $w/o$ -Emulsion bildet sich aus, erkennbar durch dunkle Tropfen im grünen Medium. Reziprok verhält es sich bei höherer Affinität zu Wasser (linker Pfad ←).

# Synthese von Matrixmetalloproteinase-10-Inhibitoren



<b>Diplomand</b>	Julian Durrer
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Rainer Riedl
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Samuel Derrer

In biologischen Systemen laufen viele verschiedene und hochkomplexe Prozesse ab. Damit diese Reaktionen im Körper stattfinden können, stehen Enzyme, biologische Katalysatoren, zur Verfügung. Eine Art von Enzymen sind die Proteasen mit der Fähigkeit, Proteine hydrolytisch spalten zu können. Eine Untergruppe dieser Enzyme, die Matrixmetalloproteasen (MMP), ist wichtig für den Abbau von Proteinen in der extrazellulären Matrix. Unter anderem werden Kollagene, Elastine, Glykoproteine und Proteoglykane gespalten. In früheren wissenschaftlichen Arbeiten wurde erkannt, dass bei einer unkontrollierten Aktivität dieser Proteasen pathologische Prozesse auftreten können, darunter Metastasenbildung, Angiogenesen, Arthritis und kardiovaskuläre Erkrankungen. Daher wurde in den letzten Jahrzehnten intensiv nach Inhibitoren geforscht, mit denen die MMP-Aktivität kontrolliert werden kann.

MMPs besitzen eine N-terminale Signal-Sequenz (Prädomäne), die nach ihrer Herstellung im endoplasmatischen Retikulum abgespalten wird. Im weiteren Aufbau findet sich eine Propeptidomäne, die dafür sorgt, dass das Enzym nicht aktiv ist. Die Struktur mit dieser Domäne wird als latente Form bezeichnet. Als nächstes findet sich die katalytische Domäne mit dem Bindungszentrum für das Zink-Kation. Diese Domäne dirigiert die Spal-

tungsbereiche der Proteine durch sogenannte «Side-Pockets».

Da verschiedene Arten (25) dieser Enzyme existieren, ist eine hohe Selektivität der zu synthetisierenden Inhibitoren gegenüber einzelner MMPs eine wichtige Voraussetzung.

In dieser Bachelorarbeit stand die Synthese von «Small-Molecule»-Inhibitoren gegenüber MMP-10, auch genannt Stromelysin-2, im Fokus. Es sollte dabei ein möglichst breites Spektrum an Derivaten synthetisiert werden. Die Moleküle wurden anschliessend gegenüber verschiedener MMPs auf ihre Inhibitorwirkung getestet.

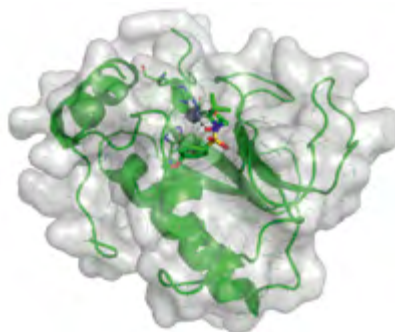


Abb. 1: Kristallstruktur von MMP-10 mit dem Ligand N-Isobutyl-N-4[4-methoxyphenylsulfonyl]glycylhydroxamsäure an das katalytische Zink gebunden.

# Expression und funktionelle Charakterisierung der *E. coli* OmpT Protease für massenspektrometrische Anwendungen



Diplomand	Stefan Germann
Korrektorin ZHAW	Dr. Sabina Gerber
Korrektorin extern	Dr. Paula Carranza

Massenspektrometrische Analysen von proteinbasierten Therapeutika gehören zu den Standardmethoden in der Analytik. Um dabei Primärsequenzen sowie posttranslationale Modifikationen zu detektieren und lokalisieren, muss das Zielprotein proteolytisch verdaut werden. Diese Analytik benötigt hochspezifische Proteasen, für welche eine Voraussage der resultierenden Peptide gemacht werden kann. Das kommerzielle Angebot für solche Enzyme ist jedoch sehr gering. Die OmpT Protease aus *Escherichia coli* (*E. coli*) schneidet Zielproteine an spezifischen Stellen und wurde in dieser Bachelorarbeit auf ihre Aktivität und Anwendung für massenspektrometrische Analysen hin untersucht.

Die OmpT Protease (outer membrane protein T) ist eine Endopeptidase, welche in der

äußeren Membran von *E. coli* exprimiert wird. Das Enzym gehört zur Familie der OmpTine, welche eine Gruppe von homologen Proteinen in der äußeren bakteriellen Membran bilden und in mehreren gram-negativen Bakterien vorkommen. Die OmpT Protease ist ein  $\beta$ -Barrel-Protein aus zehn antiparallelen  $\beta$ -Strängen mit einer Molekülmasse von 34 kDa (Abb. 1).

Das OmpT Gen wurde mittels Polymerase Chain Reaction (PCR) von genomischer DNA amplifiziert und in einen Expressionsvektor kloniert. Die Protease wurde in *E. coli* exprimiert und das Protein wurde mit unterschiedlichen Methoden aufgearbeitet, um die proteolytische Aktivität zu evaluieren. Proteolyse konnte mittels SDS-PAGE für mehrere Zielproteine erfolgreich nachgewiesen werden (Abb. 2). Weitere Analysen sind notwendig,

um Spezifität, Reaktionsoptimum und um die Anwendung für massenspektrometrische Fragestellungen zu ermitteln.

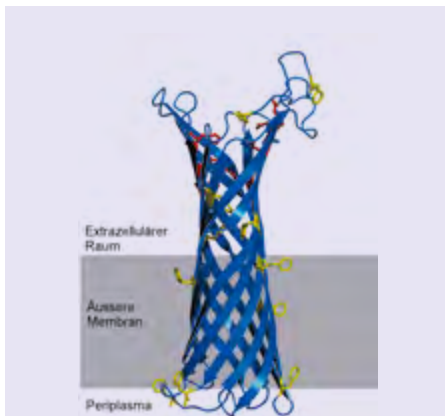


Abb. 1: Kristallstruktur der OmpT Protease mit der äußeren bakteriellen Membran (grau). Katalytische Aminosäuren (rot, Phenylalanin (gelb)). PDB 1178, Abbildung aus Pymol.



Abb. 2: Proteolyse eines Zielproteins mittels OmpT. SDS-PAGE, Coomassie Färbung.

# Bestimmung des Lichtschutzfaktors anhand der Filmbildung von Sonnencremes



Diplomandin	Stefanie Hauser
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Christian Adlhart
Korrektor extern	Dr. Markus Läubli

Intensive Exposition gegenüber Sonnenlicht kann zur Schädigung der Haut führen. Dafür verantwortlich ist die UV-Strahlung, die akut zu Sonnenbrand führen kann, über die Jahre hinweg auch zu vorzeitiger Hautalterung und Hautkrebs. Zum Schutz von exponierten Hautpartien trägt man Sonnencreme auf, die meist in Form von Emulsionen erhältlich ist. Die Effizienz von Sonnencreme wird mit dem Lichtschutzfaktor (LSF) angegeben, der angibt, wie viel länger es dauert, bis eine minimale Rötung der Haut auftritt.

Zur Bestimmung des LSF schreiben die meisten Aufsichtsbehörden *in vivo*-Testmethoden auf menschlicher Haut vor. Solche Tests sind jedoch kostenintensiv und implizieren ethische Konflikte.

Alternative *in vitro*-Tests auf Basis künstlicher Oberflächen und UV-Spektroskopie führen oft zu widersprüchlichen Resultaten gegenüber dem *in vivo*-LSF. Es wird schon länger vermutet, dass die Unterschiede daher kommen, dass sich Sonnencremes auf den künstlichen Oberflächen mikroskopisch anders verteilen als auf menschlicher Haut. Mittels konfokaler Ramanmikroskopie ist es in dieser Bachelorarbeit erstmals gelungen, die mikroskopische Verteilung von Sonnencremes auf Testsubstraten sowie Schweinehaut zu messen und aus diesen Verteilungen den LSF zu berechnen. Mit dem Raman-Mikroskop wurden Tiefenscans durchgeführt, aus denen Verteilung und Eindringtiefe einzelner Sonnencreme-Komponenten auf Testsubstraten mit Falschfarbenbildern

visualisiert wurden. Daraus wurde über ein *step film model* anhand der UV-Spektren der Komponenten das Bestrahlungsspektrum auf den Testsubstraten und damit der LSF berechnet (Abb. 1).

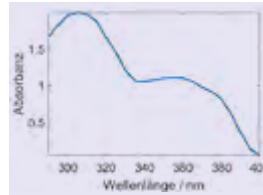


Abb. 1: Das Bestrahlungsspektrum wurde über ein *step film model* aus den Konzentrationsprofilen auf dem Vitro Skin® Testsubstrat berechnet, woraus sich ein LSF von 39 ergibt.

Es konnte gezeigt werden, dass im Wesentlichen die Rauheit des Substrats für eine unterschiedliche Schichtdicke verantwortlich ist (Abb. 2), während die Polarität der Oberfläche zu einer vertikalen Separation der lipophilen und hydrophilen Phasen von Sonnencreme-Emulsionen führt. Verfügen die Oberflächen wie menschliche Haut über ein Einzugsvermögen für hydrophile Phasen, so kann es zu einer kompletten Trennung der Emulsion mit entsprechend grossen Unterschieden des LSF kommen.

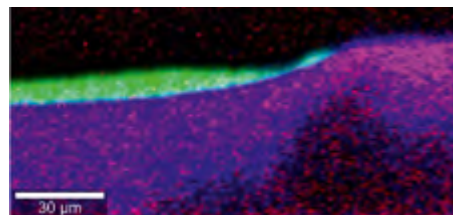


Abb. 2: Verteilung einer 2-Phasen-UV-Formulierung auf einem Vitro Skin® Testsubstrat: **grün**: lipophile Phase, **violett**: eingezogene hydrophile Phase, **blau**: Substrat.

# Optimierung eines Herstellungsverfahrens für die Veresterung eines mehrwertigen Alkohols



<b>Diplomandin</b>	Jeannette Heimgartner
<b>Korrektor ZHAW</b>	Dr. Marc Bornand
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Dominique Huber

Das hier beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltung. Es wurde mit der Unterstützung eines Industriepartners im Raum Zürich durchgeführt.

Um Veresterungen wirtschaftlich betreiben zu können, sind gute Katalysatoren unabkömmlich. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein bereits im industriellen Massstab durchgeführtes Verfahren zur Veresterung eines mehrwertigen Alkohols mit einer langkettigen, natürlichen Fettsäure genauer betrachtet. Üblicherweise wird dabei mit Zinn-basierten Katalysatoren gearbeitet. Das hergestellte Produkt findet jedoch unter anderem Verwendung in der Kosmetikindustrie, wo Reste des Schwermetalls im Produkt unerwünscht sind. Deswegen ist das längerfristige Ziel, einen anderen, Zinn-freien Katalysator zu finden, welcher die Herstellung des Produkts in gleicher Qualität ermöglicht. In dieser Arbeit wurden drei verschiedene Katalysatoren auf Titan-Basis (Abb. 1) auf ihre Eignung für diese Reaktion überprüft, da Titan im Gegensatz zu Zinn nur eine sehr geringe Toxizität aufweist.

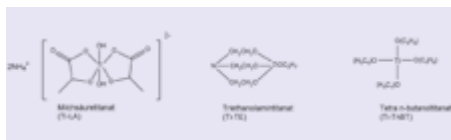


Abb. 1: Chemische Strukturen der drei verwendeten Titan-basierten Katalysatoren.

Es wurde die Reproduzierbarkeit und die Kinetik der Reaktionen untersucht, ausserdem wurden Versuche mit verzögerter Katalysa-

torzugabe durchgeführt. Des Weiteren wurde jeweils die Säurezahl des Reaktionsgemischs bestimmt, um den Reaktionsverlauf zu verfolgen. Die Analytik zur Charakterisierung der Produkte erfolgte über volumetrische Methoden wie die Bestimmung der Verseifungszahl und des Wassergehalts. Ein Profil der entstandenen Produkte und Nebenprodukte wurde mittels MALDI-TOF MS über die Verteilung der Molmassen, mittels Gel-Permeations-Chromatographie (GPC) und dem Vergleich der sterischen Unterschiede entwickelt. Es konnte gezeigt werden, dass nach einer Reaktionszeit von nur vier Stunden bereits kein Alkohol mehr im System vorhanden war, mit welchem die noch vorhandene Säure hätte reagieren können (Abb. 2) und dass in den ersten 5 Stunden der Reaktion der Katalysator Ti-TnBT am meisten Säure umsetzte. Weitere Versuche mit optimierten Katalysatormengen und Reaktionsbedingungen sollten also auf diesem Weg zu einem verbesserten Zinn-freien Verfahren für die betrachtete Veresterung führen.

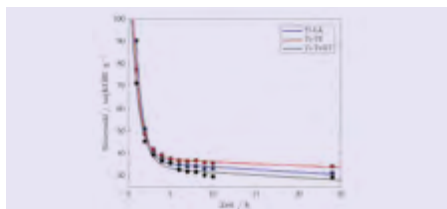


Abb. 2: Verlauf der Säurezahl während dreier ausgewählter Experimente mit verschiedenen Titan-basierten Katalysatoren.

# Mehrstufigensynthese heterogener Basenkatalysatoren zur Biodieselherstellung



Diplomand	Manuel Hugo
Korrektor ZHAW	Dr.-Ing. Peter Riedlberger
Korrektorin extern	Dipl. Chem. Ing. Franziska Morganti

Zur besseren Verwertung von Fett- und Speiseölabfällen (Triglyceride) werden diese durch Umesterung mit einfachen Alkoholen zu Biodiesel und Glycerin umgesetzt. Die Reaktion wird sowohl basisch als auch sauer katalysiert durchgeführt. Im industriellen Massstab bieten sich zwecks kontinuierlicher Reaktionsführung heterogene Katalysatorsysteme an.

In dieser Bachelorarbeit wurde – vom aktuellen Wissensstand ausgehend – nach einem passenden, modifizierten Metalloxidkatalysator für diese Umesterungsreaktion gesucht. Dabei wurde der ausgewählte Katalysator Bariumoxid auf einem Zinkoxid-Trägerkatalysator diskontinuierlich in Batch-Vorversuchen ausgehend von den jeweiligen Metallnitraten in einer Fällungsreaktion hergestellt. Dabei variierte die Bariumnitratkonzentration. Anschliessend wurden diverse Methoden zur Katalysator-Charakterisierung verwendet. Die Kristallstruktur wurde mittels Röntgendiffraktion (XRD) bestimmt und die Zusammensetzung mit Hilfe von Röntgenfluoreszenz (XRF)

gemessen. Durch die Stickstoffadsorptionsmessung konnten weitere charakteristische Grössen wie die Oberfläche (BET-Methode) oder die Porengrössenverteilung (BJH-Methode) bestimmt werden. Die UV/VIS-Spektroskopie ergab Aufschluss über die energetische Bandlücke der Verbindung. Abhängig von der Feedstromzusammensetzung änderte sich der Aufbau des Katalysators und somit auch die katalytische Aktivität bezüglich der Umesterungsreaktion wesentlich. Diese wurde diskontinuierlich im Mikrowellenreaktor durchgeführt. Der Umsatz des Triglycerids wurde mittels GC-MS bestimmt.

Der Katalysator konnte in guter Ausbeute hergestellt werden und setzte das verwendete Triglycerid zu Biodiesel um. Für die kontinuierliche Herstellung des Katalysators wurde ein geeignetes Mikroreaktor-System geplant und aufgebaut.

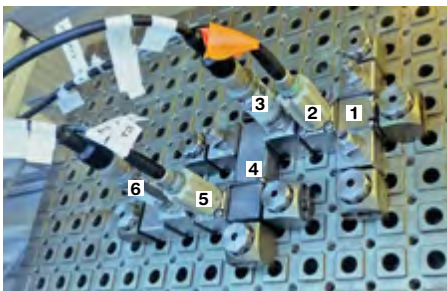


Abb. 1: Ehrfeld-Mikroreaktoranlage für die kontinuierliche Synthese von heterogenen Katalysatoren:

- 1) Schlitzplattenmischer
- 2) Temperatursensor 1
- 3) Drucksensor 1
- 4) Ventilmischer
- 5) Temperatursensor 2
- 6) Drucksensor 2



# Synthese kleiner chiraler Moleküle mittels Decarboxylierung von Carbonsäuren



Diplomand	Philipp Kappeler
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Jürgen Stohner
Korrektor extern	Dr. Hans Hollenstein

In vielen natürlichen Prozessen und Reaktionen ist der Ablauf durch die Chiralität der Moleküle bestimmt. Dabei können z. B. viele enzymatische Reaktionen nur mit bestimmter Geometrie korrekt ablaufen [1]. Zur Untersuchung dieser Prozesse ist die Bestimmung der absoluten Konfiguration kleiner chiraler Moleküle, z. B. Bromchlorfluormethan (CHBrClF), von grossem Interesse. Die Bestimmung erfolgt mittels COLTRIMS (Cold target recoil ion momentum spectroscopy), wobei grössere Mengen an Substanz benötigt werden [2].

In dieser Bachelorarbeit war das Ziel, verschiedene Schritte der Synthese von CHBrClF zu optimieren, wobei die wichtigsten Schritte in einer Decarboxylierung erfolgten (s. Abb. 1).

Ausgehend von halogeniertem Diethylmalonat [3] ist zum einen der direkte Weg (1) möglich, jedoch ohne Kontrolle der Stereochemie. Zum anderen kann in einem indirekten Weg (2) mittels diastereomerer Trennung CHBrClF in Enantiomeren-angereicherter Form hergestellt werden. Dieser letzte Schritt wurde bereits erfolgreich durchgeführt [4].

Es wurde gezeigt, dass der direkte Weg (1) nicht quantitativ bis zum CHBrClF durchgeführt werden kann und das Einfügen von Fluor dabei nicht möglich ist. Hingegen kann über den indirekten Weg (2) mit Einfügen von Brom die Vorstufe zur diastereomeren Trennung mit hoher Reinheit hergestellt werden.

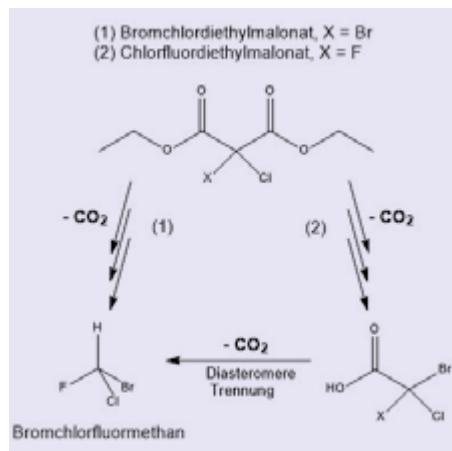


Abb. 1: Synthesekonzeption zur Herstellung von CHBrClF über mehrere Decarboxylierungen ( $-CO_2$ ) und verschiedene Wege (1) & (2).

[1] M. Quack. Wie wichtig ist Paritätsverletzung für die molekulare und biomolekulare Chiralität? *Angew. Chemie*, 114(24):4812–4825, 2002.

[2] M. Pitzer, M. Kunitski, A. S. Johnson, T. Jahnke, H. Sann, F. Sturm, L. Ph. H Schmidt, H. Schmidt-Böcking, R. Dörner, J. Stohner, J. Kiedrowski, M. Reggelin, S. Marquardt, A. Schießer, R. Berger and M. S. Schöffler. Direct Determination of Absolute Molecular Stereochemistry in Gas Phase by Coulomb Explosion Imaging. *Science*, 341(6150):1096–1100, 2013.

[3] S. Manov, V. Galati, M. Meister, M. Mazenauer, B. Spenger and J. Stohner. Synthesis and derivative resolution of halogenated enantiomers. SASP 2016, *Proceedings of the XX Symposium on Atomic and Surface Physics and Related Topics*. Edited by J. Stohner and Ch. Yeretzian, Innsbruck University Press, Innsbruck, Austria, 199–202, 2016.

[4] V. M. Galati. Synthese und enantioselektive Trennung kleiner chiraler Moleküle mittels fraktionierter Kristallisation (vertraulich). Bachelorarbeit, *Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften*, Wädenswil, 2015.

# Aufbau einer Raspberry Pi® – Plattform zur Prozessüberwachung im Labor



Diplomand	Flavio Kieliger
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Achim Ecker
Korrektor extern	Dr. Denis Planchenault

Die Prozessanalytik ist ein wichtiges Teilgebiet der analytischen Chemie und begann sich um 1950 zu entwickeln. Der Einsatz von Computern, Lasern und die Verwendung des Fast-Fourier Transformationsalgorithmus führten zu neuen, revolutionären Messmethoden. Das Aufkommen des Internets in den 90er Jahren schuf die Möglichkeit, ganze Prozesse der Industrie zu digitalisieren. Folglich wurden intelligente Geräte entwickelt, welche über das Internet vernetzt sind, ihren Zustand kommunizieren und angesteuert werden können. Die so vernetzten Messgeräte, Prozesse und Produktionsstandorte erhalten durch diese Digitalisierung ein virtuelles Abbild und werden Teil des sogenannten Internet of Things (IoT). Diese Digitalisierung stellt die vierte industrielle Revolution dar und wird als **Industrie 4.0** bezeichnet. Mit dem Aufkommen kostengünstiger Hardware, wie dem Einplatinencomputer Raspberry Pi® und diversen Sensoren, ist es nun möglich, diese Digitalisierung im Labormassstab zu nutzen. In dieser Arbeit wurde mit einem Raspberry Pi® 3 (Abb. 1) eine Plattform geschaffen, um der vierten industriellen Revo-

lution den Einzug im Laboralltag zu erlauben. Die Plattform ermöglicht die Überwachung, Steuerung und Automatisierung von Prozessen und Arbeitsschritten. Der Raspberry Pi® 3 wurde u.a. aufgrund des guten Preis-Leistungs-Verhältnisses ausgewählt. Ausserdem existiert ein grosses Ökosystem rund um den Raspberry Pi® mit Communities, Open-Source-Software und Erweiterungen. Es wurde eine Vielzahl an Sensoren getestet, wobei gezeigt werden konnte, dass das System auch für hochfrequente Messungen geeignet ist. Zudem kann das System gut für Langzeitmessungen wie die Klimaüberwachung verwendet werden. Des Weiteren wurde eine IT-Infrastruktur aufgebaut, um Kommunikation, Datenarchivierung und -visualisierung zu ermöglichen. Das System wurde abschliessend erfolgreich an einem Extraktions- und Kristallisationsverfahren (Abb. 2 und 3) getestet.



Abb. 1: Raspberry Pi® 3 Model B Einplatinencomputer.



Abb. 2: Aufbau zur Kristallisationsüberwachung mittels CCD-Kamera (Schema).

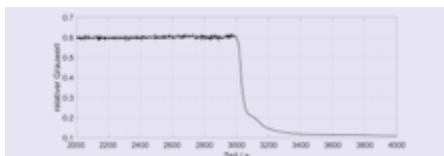


Abb. 3: Kristallisationskurve (gemessener Grauwert).

# Untersuchung des Einflusses von Systemreiniger auf den Bakteriengehalt in Suspensionen und Biofilmen von Kühlschmierstoffen



<b>Diplomandin</b>	Sara Knobel
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Walter Krebs
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Rolf Stettler

Kühlschmierstoffe (KSS) werden im Produktionsbereich der Metallindustrie eingesetzt. Sie dienen dazu, die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück durch Schmierung zu verringern und um Wärme abzuführen. Während der Verwendung von KSS werden auch Keime eingetragen, welche sich teilweise mit der Zeit etablieren können. Dadurch können einerseits gesundheitsschädliche Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter und andererseits Qualitätseinbußen der Produkte auftreten.

In dieser Arbeit wurde der Effekt des Systemreinigers «Blasorun 5» auf ein Modellsystem mit Kühlschmierstoff genauer untersucht. Es wurde eine Methode für den quantitativen Nachweis der Mikroorganismen mit SYBR Green – qPCR entwickelt und optimiert. Eine Live/Dead Unterscheidung der Mikroorganismen erfolgte mittels vPCR mit dem Farbstoff PMA, der in dsDNA interkaliert und dadurch mit der anschließenden qPCR interferiert.

Bei der Methodenoptimierung zeigte sich, dass Matrixeinflüsse des KSS einen starken Einfluss auf die PCR haben. Um die Nachweisgrenze der Methode zu verbessern, wurden unterschiedliche Primerkonzentrationen sowie auch unterschiedliche Annealing Temperaturen bei der qPCR untersucht. Als optimal stellte sich eine Primerkonzentration von 150 nM pro Ansatz und eine Annealing Temperatur von 66 °C heraus.

Der Effekt des Systemreinigers konnte für die planktonische Phase mit vPCR und koloniebildenden Einheiten bestimmt werden. Es wurden an jeweils drei Probezeitpunkten drei Minimumumwälzer innerhalb einer Woche untersucht. Die Abnahme der totalen Mikroorganismen-Population konnte bei allen drei Umwälzern nachgewiesen werden. Die Zahl lebender Bakterienzellen nahm zuerst ab und stieg anschliessend wieder an. Dies deutet darauf hin, dass sich das System nach 7 Tagen wieder zu erholen beginnt.

Die weiterentwickelte Nachweismethode ist geeignet, die Effekte von Systemreinigern auf die mikrobiologische Population in einem weiteren Konzentrationsbereich zu bestimmen.

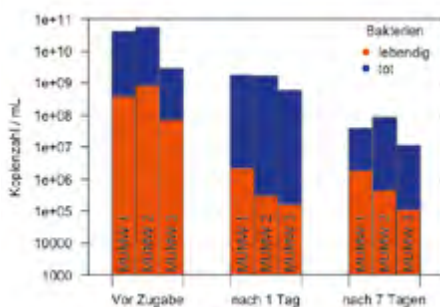


Abb. 1: Zusammenfassung der Kopienzahl pro mL vor und nach Zugabe des Systemreinigers, welche mittels vPCR bestimmt wurde.

# Analyse von abiotischen und biotischen Chlorparaffin-Transformationsprodukten



<b>Diplomand</b>	Marco Knobloch
<b>Korrektor ZHAW</b>	Dr. Peter Lienemann
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Markus Läubli
<b>Betreuer extern</b>	Dr. Norbert Heeb, Empa

Chlorparaffine (CPs) werden in verschiedenen Bereichen verwendet. Einige der Anwendungen sind Schneidöle, Dichtungsmittel, Flamm- schutzmittel und Weichmacher in Kunststoffen. CPs werden industriell durch radikalische Chlorierung von n-Alkan-Mischungen hergestellt. Durch diese Produktionsweise erhält man Mischungen zahlreicher CPs, die verschieden chloriert sind und unterschiedliche Kohlenstoff-Kettenlängen besitzen. CPs mit  $C_{10}$ - bis  $C_{13}$ -Kohlenstoff-Kettenlängen werden als kurzkettige Chlorparaffine (SCCPs) bezeichnet. Bei einer  $C_{13}$ -Kettenlänge existieren 4159 homologe Verbindungen mit variierendem Chlorierungsgrad an unterschiedlichen Positionen. Den SCCPs konnten toxische, bioakkumulierende und persistente Eigenschaften nachgewiesen werden. Aufgrund dieser Merkmale sind SCCPs seit 2017 von der Stockholm-Konvention als *persistent organic pollutants* (POPs) eingeordnet. Somit muss die Verwendung von SCCPs eingeschränkt

werden. Einige Abbauprozesse von CPs sind bereits bekannt, jedoch wenig charakterisiert. Ziel dieser Bachelorarbeit war es, abiotische und biotische Abbauprodukte von CPs zu untersuchen und geeignete massenspektrometrische (MS) Methoden zu deren Analyse zu entwickeln. Es konnten abiotische Abbauprodukte von CPs bei der Verwendung als Schneidöl bei der Metallbearbeitung nachgewiesen werden. Zudem konnten biotische CP-Abbauprodukte eines bakteriellen POP-abbauenden Enzyms charakterisiert werden. Die Analyse von CPs und deren Transformationsprodukten wurden mittels LC-MS/MS und LC-QTOF-MS durchgeführt. In Abb. 1 ist das Massenspektrum einer technischen SCCP-Mischung dargestellt. Durch die zahlreichen Isomere in technischen CP-Mischungen und Interferenzen mit CP-Abbauprodukten ist die massenspektrometrische Analytik eine Herausforderung.

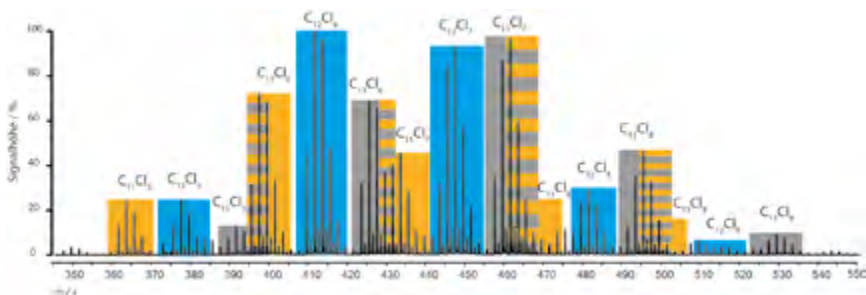


Abb. 1: Massenspektrum einer technischen SCCP-Mischung. Die massenspektrometrischen CP-Interferenzen sind schraffiert.

# Expression und Charakterisierung der löslichen Domäne des humanen, neonatalen Rezeptors FcRn



Diplomand	Stefan Langmeier
Korrektorinnen ZHAW	Dr. Sabina Gerber, Prof. Dr. Christiane Zaborosch

Der neonatale Rezeptor (FcRn) spielt eine wichtige Rolle bei der passiven Immunisierung von Mutter zu Kind, sowohl im pränatalen Stadium als auch beim Neugeborenen und schützt Immunglobuline G (IgG) vor dem lysosomalen Abbau, wodurch deren Halbwertszeit im Blut erhöht wird. Die Interaktionsanalytik von IgG und FcRn ist daher ein wichtiger Bestandteil in der Entwicklung von therapeutischen monoklonalen Antikörpern, um eine optimale Pharmakokinetik zu gewährleisten und muss für jedes Molekül gemessen werden. FcRn ist ein Heterodimer ähnlich dem Haupthistokompatibilitätskomplex I und wird in unterschiedlichen Geweben exprimiert. Er ist aus einer grossen, membranständigen und glykosylierten Untereinheit p51 und einer kleinen, löslichen Untereinheit, dem Beta-2-Microglobulin, aufgebaut.

In dieser Bachelorarbeit wurde die lösliche Domäne von FcRn in HEK-Zellen in zwei unterschiedlichen Kultivierungssystemen exprimiert und in Folge aus Zellkulturüberständen unterschiedlicher Erntezeitpunkte aufgereinigt. Die Funktionalität der Rezeptoren

wurde durch die Bindung an den Fc-Teil eines IgG's mittels Surface Plasmon Resonance (SPR) Spektroskopie analysiert. Physikochemische Eigenschaften wie exakte Massen, Glykosylierungsmuster, Sialinsäureanteil sowie der Multimeranteil wurden mittels SDS-PAGE, Size Exclusion Chromatographie (SEC), isoelektrischer Fokussierung (IEF) und mit Massenspektrometrie untersucht. Die Resultate erlaubten eine klare Beurteilung der beiden Kultivierungssysteme hinsichtlich Multimeranteil, biologischer Funktionalität und Quantität des Rezeptors aus den Proben der jeweiligen Erntezeitpunkte.



Abb. 1: Kristallstruktur der extrazellulären Domäne des humanen, neonatalen Rezeptors FcRn. PDB ID: 3M1B.

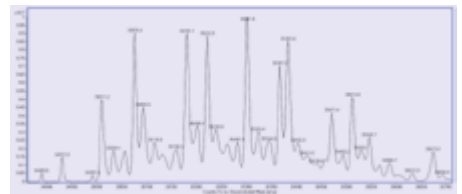


Abb. 2: Massenspektrum von FcRn.

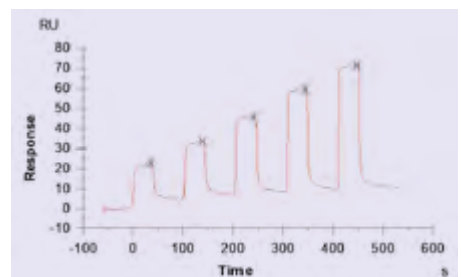


Abb. 3: Interaktionsanalytik von FcRn und eines IgG's mittels SPR-Spektroskopie.

# Zell-freie Proteinsynthese von Oxidoreduktasen



<b>Diplomandin</b>	Jasmin Meierhofer
<b>Korrektorin ZHAW</b>	Prof. Dr. Rebecca Buller
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Dennis Wetzl

Zu den bekanntesten Oxidoreduktasen gehören die Cytochrom P450 Monooxygenasen. Ihre Aufgabe ist es, elementaren Sauerstoff auf ihr Substrat zu übertragen und dadurch inaktivierte CH-Bindungen zu funktionalisieren. In Lebewesen spielen sie eine wichtige Rolle bei der Synthese von Biomolekülen, im Metabolismus und bei der Entgiftung von Xenobiotika. Oxidoreduktasen sind industriell von grossem Interesse, da die Funktionalisierung von inaktiven CH-Bindungen chemisch sehr schwierig durchzuführen ist. Cytochrom P450 Monooxygenasen besitzen jedoch für industrielle Anwendungen den Nachteil, dass sie Häm-Proteine sind, den Co-Faktor NAD(P)H benötigen und die Elektronentransportkette nicht ohne Nebenreaktionen funktioniert, welche für die Enzyme toxisch sein können und es so nur zu geringen Ausbeuten kommt. Eine andere Möglichkeit, Substrate an inaktiven CH-Bindungen zu hydroxylieren, bieten die  $\alpha$ -Ketoglutarat-abhängigen Dioxygenasen ( $\alpha$ -KGDs), welche ebenfalls zur Enzymklasse der Oxidoreduktasen gehören. Der Vorteil der  $\alpha$ -KGDs ist, dass sie zur Aktivierung des elementaren Sauerstoffs lediglich nicht-Häm-

gebundenes Eisen(II) und  $\alpha$ -Ketoglutarat benötigen. Ziel der Bachelorarbeit war die Herstellung von  $\alpha$ -KGDs mittels Zell-freier Proteinsynthese (CFPS). Anstelle von lebenden Organismen werden hierfür Extrakte verwendet, welche alle Bestandteile enthalten, die zur Proteinsynthese nötig sind. Grosser Vorteil dieser Methode ist der geringe Zeitaufwand. Da das gewünschte Protein direkt von PCR-Produkten oder Plasmiden hergestellt werden kann, fallen gegenüber der rekombinanten Expression in *E. coli* aufwändige und langwierige Klonierungs- und Kultivierungsschritte weg. Aus diesem Grund besitzt die CFPS grosses Anwendungspotential für die immer mehr gefragten High-Throughput-Systeme für das Protein-Engineering.

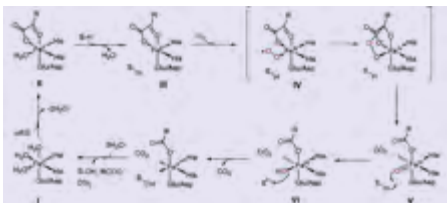


Abb. 1: Vermuteter Reaktionsmechanismus der durch  $\alpha$ -KGDs katalysierten Hydroxylierung.



Abb. 2: Schematische Darstellung der Zell-freien Proteinsynthese im Vergleich zur *in vivo* Proteinexpression.

[1] L. F. Wu, S. Meng & G. L. Tang, *Biochim. Biophys. Acta, Proteins Proteomics* 1864 (2016) 453.

# Prozessentwicklung der Umesterung von Fetten mit Ethanol in einem Mikroreaktionssystem



<b>Diplomandin</b>	Connie Müller
<b>Korrektor ZHAW</b>	Dr.-Ing. Peter Riedlberger
<b>Korrektorin extern</b>	Dipl. Chem. Ing. Franziska Morganti

Biodiesel ist ein erneuerbarer, russfrei verbrennender Kraftstoff, der aufgrund seiner Nachhaltigkeit immer häufiger als Ersatz für mineralischen Diesel eingesetzt wird. Pflanzen nutzen das Sonnenlicht für ihren Metabolismus und stellen dabei Triglyceride her, die als Edukt für die Biodieselsynthese dienen können.

Im Rahmen dieses Projekts wurde ein Prozess entwickelt, mit dem sich pflanzliche Triglyceride in einem kontinuierlichen Mikroreaktionssystem in Biodiesel umwandeln lassen. Diesem Vorgang liegt eine Umesterung zugrunde, wobei Pflanzenöl (Triglycerid) unter Anwesenheit eines Katalysators mit einem Alkohol zu Biodiesel und Glycerin reagiert.

Mikroreaktoren haben die Vorzüge einer guten Wärmeübertragung im System, da ihre Kanaldurchmesser nur wenige  $\mu\text{m}$  betragen und dadurch ein grosses Oberflächen-Volumen-Verhältnis vorliegt. Der Reaktor ist modular aufgebaut und kann deshalb sehr einfach durch das Anbringen zusätzlicher Module und Sensoren verändert und ergänzt werden. Reaktionen können dank dieser Bedingungen kontrolliert geführt werden, wodurch gute Umsätze und hohe Selektivitäten erzielt werden.

Zur Prozessentwicklung wurde ein Modellsystem mit Tricaprylin, Ethanol und Calciumoxid eingesetzt. Vor Inbetriebnahme des kontinuierlichen Mikroreaktors wurde die Reaktion

im Satzbetrieb in einem Mikrowellenreaktor beobachtet. Ausserdem wurde zur Quantifizierung eine GC-MS-Methode entwickelt.

Beim Aufbau der Mikroreaktions-Anlage zur Durchführung einer Umesterung hat man sich für eine Prozessführung entschieden, wie sie in Abb. 1 und 2 gezeigt wird. Triglycerid und Alkohol wurden mit einer Pumpe zur Reaktor-Zelle transportiert, in welcher sich der Feststoffkatalysator befand und die Reaktion abließ. Das System liess sich nach Wunsch beheizen oder unter Druck setzen. Im Anschluss an die Umesterung wurden Inline Analysemethoden, wie zum Beispiel die Raman-Spektrometrie, eingesetzt, um eine fortlaufende Qualitätsüberwachung zu ermöglichen.

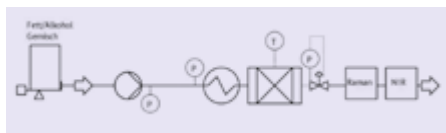


Abb. 1: Fließschema zur Reaktionsführung der Umesterung im Mikroreaktor



Abb. 2: Ehrfeld Mikroreaktions-Anlage

# Transformation und Verschluss von Nanokanälen in mesoporösem Silica



Diplomand	Lias Pestalozzi
Korrektor ZHAW	PD Dr. Dominik Brühwiler
Korrektorin extern	Dr. Susanne Widmer

Geordnete, mesoporöse Silicas (Porengrösse zwischen 2 und 50 nm) sind seit ihrer Entdeckung in den frühen 1990er-Jahren [1] Gegenstand intensiver Forschung. Die Materialien haben oder versprechen Anwendungen in den Bereichen Adsorption, Chromatographie, Katalyse, Sensortechnologie, Medikamententransport und Gaslagerung. Im Gegensatz zum gut erforschten Prozess zur Verschlusung der Poren bei Zeolithen sind Prozesse zur Veränderung von Poreneingängen mesoporöser Silicas weniger gut untersucht. Ein neues Verfahren zur Veränderung der Poreneingänge ist die pseudomorphe Transformation. Dabei wird eine Porenstruktur (z. B. 8 nm Porengrösse) in eine andere (z. B. 4 nm Porengrösse) überführt. Wird diese Überführung nur teilweise durchgeführt, erhält man Silicapartikel mit zwei unterschiedlichen Porengrössen [2].

Es wurden einerseits Prozesse gesucht, die den Verschluss der Poreneingänge von ASNCs (Arrays of Silica Nanochannels [3]) erlauben. Andererseits wurde versucht, Veränderungen der Porenstruktur selektiv an der Partikeloberfläche des kubischen mesoporösen Silicas SBA-16 (Santa Barbara Amorphous) zu realisieren. Daneben wurden die Herstellungsverfahren der jeweiligen Silicas untersucht, um die gewünschten Porengrössen, -strukturen und Morphologien zu erhalten. Weiter wurde ein Verfahren zur indirekten Quantifizierung des Verschlussgrades mittels UV/Vis-Spektroskopie entwickelt. Ein partieller Porenver-

schluss wurde durch die kovalente Bindung von 3-Aminopropyltris(methoxyethoxyethoxy)silan an die Partikeloberfläche erreicht. Durch pseudomorphe Transformation von SBA-16 konnten Silicas mit zwei definierten Porengrössen (4 und 9 nm) hergestellt werden [4].

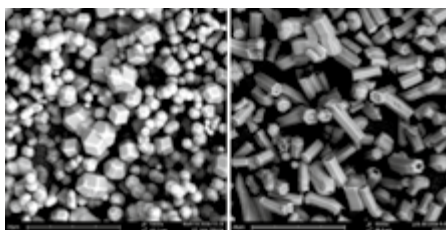


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopaufnahmen der hergestellten Silicas. Links: SBA-16, rechts: ASNCs

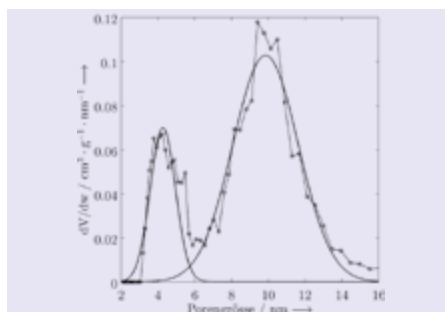


Abb. 2: Porengrössenverteilung von pseudomorph transformiertem SBA-16, bei einem Transformationsgrad von ca. 40 %.

- [1] C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli, J. S. Beck, *Nature* 359 (1992) 710.
- [2] M. J. Reber, D. Brühwiler, *Dalton Trans.* 44 (2015) 17960.
- [3] N. Zucchetto, D. Brühwiler, *RSC Adv.* 5 (2015) 74638.
- [4] N. Zucchetto, M. J. Reber, L. Pestalozzi, R. Schmid, A. Neels, D. Brühwiler, *Microporous Mesoporous Mater.* (2017) im Druck.



# Abtrennung von Rohöl aus Lagerstättenwasser mittels Filtration und Adsorption



<b>Diplomand</b>	Björn Pfund
<b>Korrektor ZHAW</b>	Dr. Jürgen Ebert
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Christoph Jansen

Bei der Gewinnung von Rohöl wird eine enorme Menge Wasser mitgefördert. Im Durchschnitt fallen auf einen Liter Rohöl drei Liter Wasser an. Erreicht das Rohöl die Oberfläche, wird dieses mittels Hydrozyklone oder durch Flotation separiert. Nach der Entölung enthält das Lagerstättenwasser jedoch noch bis zu 0.56 g Rohöl pro Liter Wasser. Nebst Rohöl enthält dieses Schmutzwasser Schwermetall-Ionen sowie Hilfschemikalien, welche grosse Schäden an Mensch und Umwelt anrichten können. Daher muss vor der Freisetzung ein weiterer Reinigungsschritt vorgenommen werden. In dieser Bachelorarbeit sollte eine Methode entwickelt werden, welche die Rohöreste vollständig entfernt.

Diese Arbeit hatte das Ziel, eine Aufreinigung von Lagerstättenwasser mittels Filtration zu erreichen. Dazu wurde dieses Schmutzwasser mithilfe von Zellulose, Polymeradsorber und Nanofaseraerogelen filtriert, wobei einzelne Parameter verändert wurden. Zudem wurde versucht, durch sulfidische Fällungsmittel die vorhandenen Schwermetallionen wie Quecksilber, Kupfer und Cadmium zu entfernen.

Dabei konnte eine Mitfällung der Rohöreste beobachtet werden. Durch Variation verschiedener Parameter wurde angestrebt, diese Mitfällung möglichst effektiv zu gestalten.

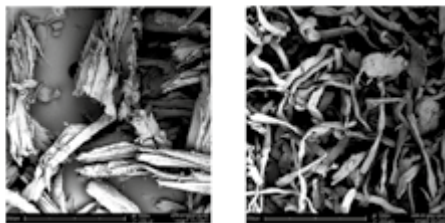


Abb. 1: REM-Aufnahme einer extraktfreien und hochreinen Zellulose

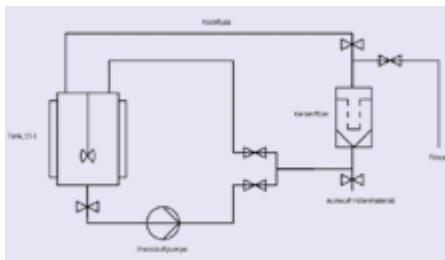


Abb. 2: RI-FlieBschema einer Kerzenfiltrationsanlage

# Grüne Synthese von mesoporösem Silikat



Diplomand	Geoffrey Pockay
Korrektor ZHAW	PD Dr. Dominik Brühwiler
Korrektorin extern	Dr. Susanne Widmer

Aufgrund des hohen Lösungsmittelverbrauchs und hohen Energiebedarfs ist die Synthese von mesoporösen Silikatpartikeln eine ökologische Belastung. Um diese zu minimieren, wurden verschiedene Ansätze getestet. Dazu wurde die Synthese von *Mobil Composition of Matter No. 41* (MCM-41 [1]) herangezogen. Zur Bewertung und als Vergleichsgrösse wurde der E-Faktor verwendet:

$$E\text{-Faktor} = m(\text{Abfall}) / m(\text{Produkt})$$

Weiter wurden verschiedene Qualitätsmerkmale der Partikel bestimmt, darunter die Partikelgrössenverteilung, die Porengrössen sowie die gesamte und die äussere Oberfläche. Die erfolgreichste Methode zur Senkung des E-Faktors war die Rezyklierung des Lösungsmittelgemischs (s. Abb. 1). Dieses wurde nach der Filtration direkt für eine neue Synthese verwendet. Thermogravimetrische Messungen zeigten, dass auf diesem Weg die Zugabe des Templates um 75 % reduziert werden konnte.

Bezüglich der Produktqualität wurde allerdings festgestellt, dass die Partikelgrössenverteilung ab dem zweiten Synthesesyklus breiter wird. Weitere Methoden, die evaluiert wurden, waren: Reduktion der Lösungsmittelmengen, Destillation des Lösungsmittelgemischs zur Rezyklierung sowie Extraktion und Reinigung des Lösungsmittelgemischs durch Anionenaustausch. Die Destillation hat ähnliche Verbesserungen des E-Faktors gezeigt wie die Rezyklierung des Lösungsmittelgemischs. Die Reduktion der Lösungsmittelmengen hat ebenfalls eine Senkung des E-Faktors bewirkt, müsste allerdings noch weiter optimiert werden. Die Extraktion hatte gar eine Verschlechterung des E-Faktors zur Folge. Ein Anionenaustauscher konnte dazu eingesetzt werden, nicht reagierte Silikat-Spezies (Kristallisationskeime in weiteren Synthesesyklen) aus dem Lösungsmittel zu entfernen.

[1] C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli, J. S. Beck, *Nature* 359 (1992) 710.

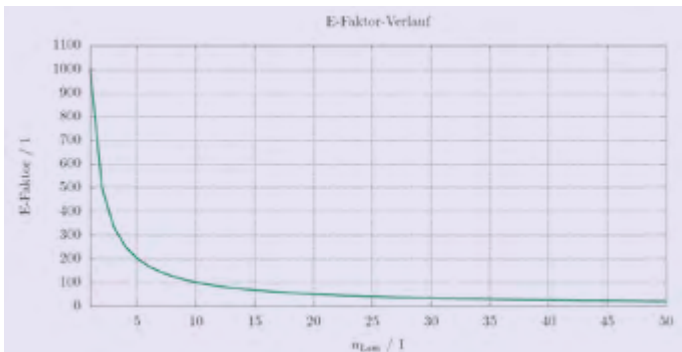
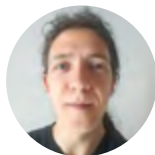


Abb. 1: E-Faktor der Synthese von MCM-41 bei bis zu 50-facher Wiederverwendung des Lösungsmittelgemischs.

# Entwicklung eines Osteosarkom 3D Co-Kultur-Modells mit nanofibrillärer Zellulose



Diplomand	Adem Regez
Korrektor ZHAW	Dr. Markus Rimann
Korrektor extern	Dr. Lauri Paasonen

Zellkulturmodelle werden zunehmend komplexer und mittlerweile hat sich die dreidimensionale (3D) Zellkultur gut in der Forschung etabliert. Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, ein komplexes Osteosarkom- (Knochenkrebs-) Modell zu etablieren. Dazu wurden SaOS-2-Zellen, die den Tumor repräsentieren, zusammen mit humanen dermalen Fibroblasten (HDF), die die Tumormikroumgebung (Stroma) repräsentieren, in einem Hydrogel aus nanofibrillärer Cellulose (NFC) kultiviert.

In ersten Experimenten wurde die Kompatibilität des Hydrogels mit den Zellen getestet. Dazu wurden die Zellen in 96-Wellplatten als Monokulturen gezüchtet und an vier verschiedenen Tagen Analysen durchgeführt bei einer Kultivierungsdauer von 14 Tagen. Es wurde ein ATP-Assay durchgeführt, um die Zellvitalität zu bestimmen sowie eine mikroskopische Grössenauswertung der gebildeten Mikrogewebe. In einem nächsten Schritt wurden die optimalen Startbedingungen für die Monokulturen beider Zelltypen und für die Co-Kultur ermittelt. Die Bedingungen für die Co-Kultur blieben gleich. Es wurde statt einer Grössenbestimmung eine Grössenverteilung der Mikrogewebe durchgeführt und der ATP-Assay blieb unverändert.

In Abb.1 sind in **A** ein HDF- und in **B** ein SaOS-2-Mikrogewebe dargestellt. Beide Zelltypen zeigen in den Monokulturexperimenten unterschiedliche Morphologien im Hydrogel. HDF-Zellen sind kompakt und sphärisch,

während SaOS-2-Zellen eher lockere Gebilde aufweisen.

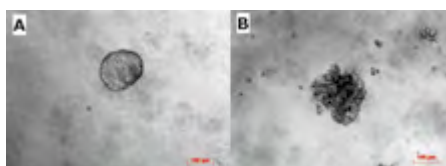


Abb. 1: Vergleich von HDF- und SaOS-2-Mikrogeweben im Hydrogel nach 14-tägiger Kultivierung in 0,5% NFC. **A:** HDF, **B:** SaOS-2.

In Abb.2 ist ein Mikrogewebe der Co-Kultur dargestellt. Hierbei sind die Mikrogewebe kleiner als in den Monokulturen. Ausserdem zeigen die Mikrogewebe in der Co-Kultur unterschiedliche Morphologien, HDF-ähnliche, SaOS-2-ähnliche sowie Mischungen.

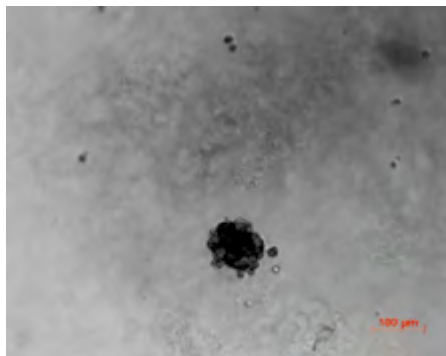


Abb. 2: Mikrogewebe einer Co-Kultur aus HDF- und SaOS-2-Zellen nach 14 Tagen Kultivierung in 0,5% NFC.

# Entwicklung eines patentierbaren Synthesewegs für ein API



Diplomand	Christian Rüeger
Korrektor ZHAW	PD Dr. Christian Frech Nabold
Korrektor extern	Dr. Roman Gerber

Dieses Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht und wurde für eine Firma aus der Pharmaindustrie durchgeführt.

Aktive pharmazeutische Inhaltsstoffe (API) sind kleine organische Moleküle, die als Wirkstoffe in Medikamenten eingesetzt werden. Sie wirken zum Beispiel durch Inhibition gewisser Rezeptoren im Körper. In dieser Arbeit wurde ein alternativer, kosteneffizienter Syntheseweg zur Darstellung eines API entwickelt. Dabei musste darauf geachtet werden, dass keine bestehenden Patente verletzt werden und die benötigten Methoden industriell einsetzbar sind. Dies setzte vor allem voraus, dass die Produkte leicht isoliert werden können, zum Beispiel per Filtration oder Extraktion. Die Lös-

lichkeit der Zwischenprodukte war dabei eine der zu meisternenden Herausforderungen. Verschiedene organische Reaktionstypen wie zum Beispiel aromatische Substitutionen, Reduktionen oder Additionsreaktionen wurden angewendet. Schutzgruppen waren ebenfalls ein wichtiger Bestandteil, nicht nur, um unerwünschte Nebenreaktionen zu verhindern, sondern auch, um die Löslichkeit zu verändern und als dirigierender Faktor. So erhielt man bei einer Nitrierung mithilfe einer Benzyl-Schutzgruppe das gewünschte Produkt, während mit einer Acetyl-Schutzgruppe zwei Regioisomere beobachtet wurden. Zur Analyse wurden vor allem GC-MS und NMR eingesetzt, aber auch Dünnschichtchromatographie und UHPLC fanden Anwendung.

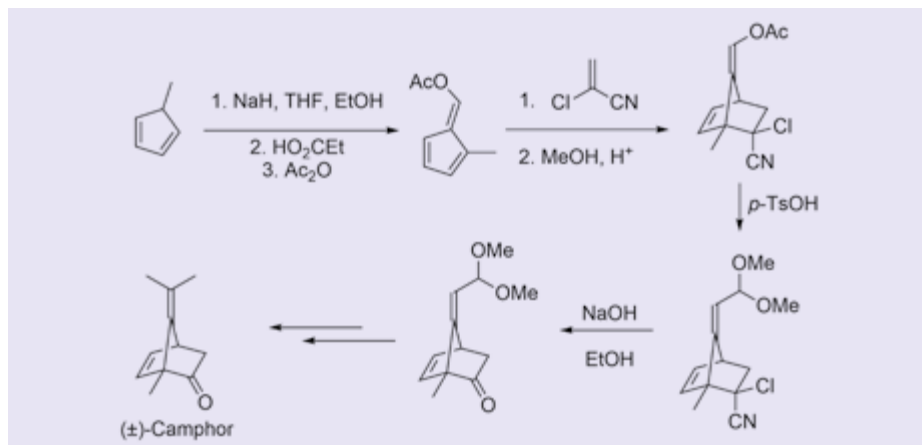


Abb. 1: Beispiel einer der ersten Totalsynthesen eines API, das Molekül (±)-Camphor.<sup>1</sup>  
[1] N.-C. Chang, C.-T. Chiu, J. Chin. Chem. Soc. 40 (1993) 379

# Differenzierung von humanen mesenchymalen Stammzellsphäroiden in Fettzellen



<b>Diplomandin</b>	Alessia Scapin
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Michel Raghunath
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Patrick Kugelmeier

Fettgewebe besteht hauptsächlich aus weissem Fett, welches sich um Organe und unter der Haut anlagert und aus braunem Fett. Die Funktion des braunen Fetts besteht darin, Wärme mit gleichzeitig hohem Energieverbrauch zu erzeugen. Falls es nun möglich wäre, die Differenzierung zu braunem Fett zu stimulieren, würde das einen wesentlich grösseren Energieverbrauch mit sich bringen. Damit könnte Übergewicht und Diabetes bekämpft werden. Dazu wäre zuerst die Differenzierung weisser Fettzellen erforderlich, zum einen, um bräunende Medikamente zu entwickeln, zum anderen, um neue Kultivationsmethoden zu etablieren.

In der Bachelorarbeit wurde zur Differenzierung humaner mesenchymaler Stammzellen aus Knochenmark (hbmMSC) in weisse Fettzellen ein 3D Modell verwendet. Dafür wurden Sphäroide in der Sphericalplate 5D von Kugelmeiers AG gebildet. Diese Kultivationsplatte verspricht eine homodisperse Verteilung der Mikrogewebegrössen sowie eine hohe Produktivitätsrate der Sphäroide. Dies könnte vor allem auch für spätere Versuche des Bioprintings von Bedeutung sein. Die Mikrowells mit hbmMSC-Sphäroiden sind in Abb.1 dargestellt. An den Sphäroiden wurde ausserdem der Einfluss von Makromolekularem Crowding (MMC) untersucht. Die Differenzierung wurde mittels histochemischer und immunhistochemischer Methoden auf Lipidtropfen und Kollagen IV analysiert, wobei zusätzlich die

Expression von Leptin, FABP-4 und UCP-1 beobachtet wurde.

Die Differenzierung der Sphäroide in der Sphericalplate 5D führte zu einer beginnenden Reifung der Fettzellen. Deshalb sollten die Sphäroide anschliessend in ein Hydrogel eingebettet werden, um so die Grössenexpansion nicht mehr zu beeinflussen. In Abb.2 ist ein differenziertes Sphäroid dargestellt ohne Einfluss von MMC.

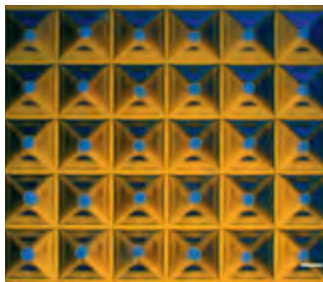


Abb. 1: HbmMSC in der Sphericalplate 5D nach 1 Tag; Zellkonzentration: 240 K Zellen/Well; Scalebar: 200  $\mu$ m.

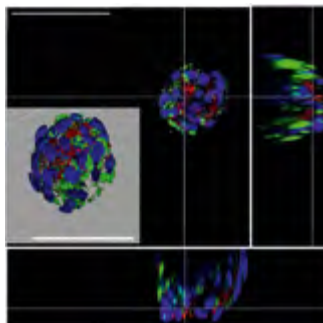
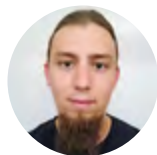


Abb.2: Ohne MMC differenziertes Sphäroid; Zellkerne (blau), Kollagen IV (rot), Lipidtropfen (grün). Konfokalmikroskopie, Scalebar: 100  $\mu$ m, bearbeitet mit Imaris.

# Zeitaufgelöste Untersuchung der Extraktion von Kaffee auf einer vollautomatischen Kaffeemaschine



Diplomand	Paul Schlauri
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Chahan Yeretzian
Korrektor extern	Dr. Markus Läubli

Kaffee gehört weltweit zu den meistkonsumierten Getränken. Daher ist es auch kaum verwunderlich, dass viel über dieses Lebensmittel geforscht wird. Es können dabei die verschiedensten Aspekte untersucht werden, vom Anbau bzw. der Pflanze über die Röstung bis hin zur Extraktion und Konsum des Kaffeegetränkes.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde die Extraktion näher untersucht. Mit der Konstruktion, welche in Abb. 1 zu sehen ist, wurden acht Fraktionen eines Espressos gesammelt, welcher mittels einer vollautomatischen Kaffeemaschine zubereitet wurde. Dies ermöglichte eine zeitaufgelöste Untersuchung des Extraktionsverlaufs. So konnte quantitativ der Extraktionsverlauf von neun nichtflüchtigen Substanzen, zwei Stoffgruppen sowie die Dichte und der «total dissolved solids» (TDS) bestimmt werden. Die Extraktion all dieser Parameter lässt sich durch eine Kinetik 1. Ordnung beschreiben; somit kann diese folgendermassen dargestellt werden:  $c_i(t) = c_i(0) \cdot \exp(-\tau^{-1} \cdot t)$ . Der Wert für  $\tau$  kann verwendet

werden, um die Extraktionsverläufe zu vergleichen. Stellvertretend für alle Extraktionsverläufe ist in Abb. 2 der von Coffein zu sehen. In einem zweiten Schritt wurden neun flüchtige Aromastoffe des Kaffees qualitativ auf ihr Verhalten während der Extraktion mittels HS-SPME GC-MS untersucht. Qualitativ bedeutet dabei, dass die Messpunkte der einzelnen Fraktionen durch lineare Interpolation verbunden und die Substanzen in Gruppen eingeteilt wurden, die sich in ihrem Extraktionsverhalten ähneln. Die Gruppen bzw. deren Extraktionsverläufe sind in Abb. 3 dargestellt.

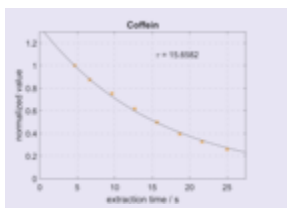


Abb. 2: Extraktionsverlauf von Coffein über die Extraktionszeit. Die Kurve entspricht dem Fit des Modells einer Reaktion 1. Ordnung.

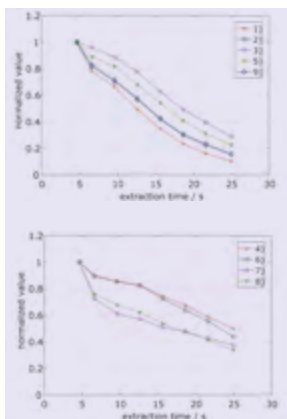


Abb. 3: Extraktionsverlauf von neun Aromastoffen unterteilt in zwei Gruppen  
**1)** 2-Oxopropyl-acetat  
**2)** 2-Methylidihydrofuran-3 (2H)-on **3)** Furan-2-carbaldehyd **4)** Furan-2-ylmethoxyphenol **5)** Furan-2-ylmethanol **6)** 2-Methoxyphenol **7)** 4-Ethyl-2-methoxyphenol **8)** 2-Ethyl-6-methylpyrazin **9)** Furan-2,5-dione



Abb. 1: Verwendete Apparatur und Kaffeemaschine zur Zubereitung und Fraktionierung des Kaffeegetränkes.

# Schutzwirkung eines carotinoidreichen Extraktes gegen VIS-Strahlung im Zellsystem



<b>Diplomandin</b>	Nicole Schönauer
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Michael Raghunath
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Stefan Hettwer

*Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde mit dem Industriepartner RAHN AG durchgeführt.*

Lange Zeit wurde vermutet, dass nur UV-Licht, das etwa 9% des Sonnenlichts ausmacht, eine schädliche Wirkung auf den Menschen und dessen Haut hat. Doch Studien haben gezeigt, dass auch das visuelle (VIS) Licht, welches etwa 50% des Sonnenlichts ausmacht, negative biologische Effekte aufweist.

Licht wird von der Haut absorbiert und die Energie der Photonen wird abgegeben. Dabei werden Photosensibilisatoren angeregt und in einen instabilen Zustand versetzt. Beim Rückgang in den nicht angeregten Zustand wird die Energie wieder freigegeben, meist an umliegenden Sauerstoff; es entstehen reaktive Sauerstoffspezies, sogenannte ROS. ROS sind freie, instabile Radikale, die in lebenden Systemen vorkommen. Sie werden auch bei verschiedenen metabolischen Prozessen gebildet und sind somit Teil des Systems. Zusätzlich gebildete ROS können zu Zellschäden führen, da diese im biologischen System die umliegenden Moleküle oxidieren, wobei verschiedene Strukturen beschädigt werden können.

Der vom Industriepartner zur Verfügung gestellte und zu untersuchende Extrakt enthielt verschiedene Carotinoide. Carotinoide sind fettlösliche Pigmente und Bestandteil vieler Nahrungsmittel. Der grösste Nutzen dieser

Carotinoide ist ihre antioxidative Eigenschaft. Antioxidanten können Radikale abfangen und neutralisieren, die, wie herausgefunden wurde, durch visuelles Licht gebildet werden.

In dieser Arbeit wurde untersucht, ob der carotinoidreiche Extrakt einen schützenden Effekt bei Schädigung der Zellen durch das visuelle Licht hat. Um dies zu ermitteln, wurden HaCaT-Zellen mit UV-gefiltertem Sonnenlicht bestrahlt und die Zellschäden ermittelt. Dabei wurden Assays zur Bestimmung der metabolischen Aktivität, Gesamtproteinkonzentration, reaktiven Sauerstoffspezies, Apoptose, Zellproliferation, Cytotoxizität und des mitochondrialen Membranpotentials durchgeführt.

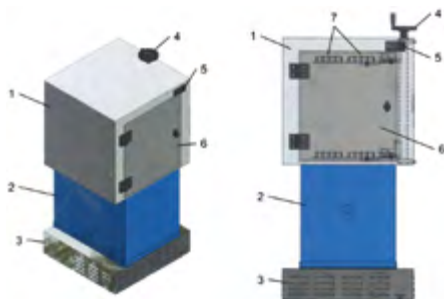


Abb. 1: Gerät zur Sonnenlichtsimulation:

- 1: Schutzhülle zur Abschirmung von Aussenlicht
- 2: Lampe (SOL 500, Dr. Hönlle AG)
- 3: Lüftung zur Kühlung der Lampe während des Betriebs
- 4: Kurbel zur Einstellung der Distanz zwischen den Proben in den 24-Well-Platten und der Lampe
- 5: Temperaturanzeige (Temperaturmessung auf Höhe der Probe)
- 6: Tür zum Verschliessen des Proberaums
- 7: Zu bestrahlende Zellen in 24-Well-Platten ausgesät

# Gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe von Cascara Tee



<b>Diplomandin</b>	Carole Stricker
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Chahan Yeretzian
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Markus Läubli

Cascara ist ein Getränk, welches aus dem Fruchtfleisch bzw. der Schale der Kaffeekirsche (s. Abb.1) durch Extraktion mit heissem Wasser gewonnen wird. Es ist weder klassischer Tee noch Kaffee. Von den Einheimischen der Kaffeeanbauländer seit Jahrhunderten genossen, kommt das Getränk langsam auch in unseren Breitengraden auf. Das Fruchtfleisch der Kaffeekirsche ist preiswerter als die Bohnen und somit eine günstige Alternative zu Kaffee. So ist Cascara auch als «the poor man's coffee» bekannt. Aufgrund der steigenden Nachfrage nach Kaffee steigt die Menge an anfallendem Cascara stetig, da etwa 30 % des Ernteertrags dem Fruchtfleisch zuzuschreiben ist. Aus ökologischer Sicht ist es daher sinnvoll, Cascara auch in den europäischen Ländern zu konsumieren.

Des Weiteren haben diverse Untersuchungen gezeigt, dass Cascara gesundheitliche Vorteile besitzt. Zudem enthält er einen hohen Gehalt an Coffein, welches der Kaffeekirsche als Insektenschutz dient. Dieser soll etwa sechs bis acht Mal so hoch sein wie in Kaffeebohnen, weshalb Cascara ein echter Wachmacher ist. Je nach Varietät weist die Kirsche unterschiedliche Geschmacksnoten auf, wie zum Beispiel Honig, Hagebutte, Zitrone oder Orange.

Die Bachelorarbeit beschäftigte sich mit der Zusammensetzung an Antioxidantien sowie der quantitativen Bestimmung von Coffein, Chlorogensäuren und Mono- und Disacchariden. Zur Bestimmung der Antioxidantien wurden zwei unterschiedliche Assays angewendet: der Folin-Ciocalteu-Assay, welcher mittels Fließinjektionsanalyse (FIA) durchgeführt wurde und dem ABTS-Assay mittels Sequentieller-Injektions-Analyse (SIA). Die nichtflüchtigen Substanzen Coffein, Chlorogensäuren, Mono- und Disaccharide wurden mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) analysiert.



Abb. 1: Halbquerschnitt einer Kaffeekirsche.



# Reaktionsführung mit Palladium-Nanopartikel unter Suzuki-Bedingungen



Diplomand	Raphael Sovrano
Korrektor ZHAW	PD Dr. Christian Frech Nabold
Korrektor extern	Dr. Roman Gerber

Die Suzuki-Miyaura Kupplung gehört heutzutage zu einer der wichtigsten Methoden zur Synthese von Biarylen, wie zum Beispiel die Synthese von Boscalid®. Als Katalysatorsystem für Suzuki-Kupplungen dienen Palladiumkomplexe.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Katalysatorsystem gewählt, welches Aminophosphanliganden enthält. Das verwendete Katalysatorsystem erlaubt die *in-situ* Synthese von Palladium-Nanopartikel. Diese zeichnen sich durch eine hohe katalytische Aktivität sowie eine hohe Toleranz gegenüber verschiedensten funktionellen Gruppen aus, solange Arylbromide oder -iodide verwendet werden. Palladium-Nanopartikel mit Arylchloriden als Substrate sind dagegen ungeeignet.

Mittels Suzuki-Miyaura Kupplung können unter anderem halbleitende Polymere hergestellt werden, die z.B. als organische Leuchtdioden (OLED) Verwendung finden. Daneben gibt es weitere interessante Anwendungen wie in organischen Feldeffekt-Transistoren (OFET) und Polymer-Solarzellen (PSC). Die Polymerisation dieser Polymere ist jedoch herausfordernd, da die Polymere durch  $\pi$ - $\pi$ -Stacking schon bei relativ geringer Kettenlänge schwerlöslich sind und ausfallen. Für industrielle Anwendungen werden dagegen hohe Molekularmassen vorausgesetzt. In dieser Arbeit wurde versucht, mittels Emulsionspolymerisation Polymere geeigneter Kettenlänge herzustellen. Ausserdem wurden Suzuki-Reaktionen unter Verwendung der Mikrowellentechnologie durchgeführt.

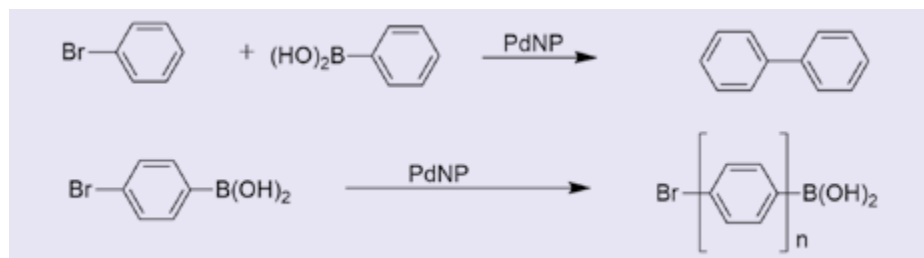


Abb. 1: Reaktionsschema einer Suzuki-Kupplung: Es ist eine sehr breite Palette an Arylbromiden und Arylboronsäuren umsetzbar, auch Reaktionen mit Heteroaromaten sind denkbar.

# Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Polyglycerinestern



<b>Diplomand</b>	Julian Thoma
<b>Korrektor ZHAW</b>	Prof. Dr. Achim Ecker
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Denis Planchenault

In Zusammenarbeit mit einem Schweizer Industriepartner wurden anwendungstechnische Eigenschaften strukturell neuartiger Polyglycerinester untersucht.

Ein gutes Verständnis über den Einfluss der Struktur auf die dynamische Verhaltensweise von nichtionischen Tensiden ist für eine spezifische Anwendung von formulierten Produkten unabdingbar. Die physikochemischen Eigenschaften von Tensiden sind stark struktur- und konzentrationsabhängig. Das Verhältnis zwischen dem hydrophilen und dem hydrophoben Anteil eines Moleküls ist ausschlaggebend für dessen charakteristischen Merkmale. Die spezifischen Eigenschaften wie Reduzierung der Grenzflächenspannung, Solubilisierungsverhalten, Stabilisierung von Dispersionen und Emulsionen, Benetzung oder Schaumbildung führen zu einem breiten Anwendungsbereich dieser Verbindungen. Polyglycerinester finden sowohl in Kosmetika und Lebensmitteln wie auch in pharmazeutischen Formulierungen Anwendung. Bei der Kondensation von Glycerin entstehen oligomere Glycerinether unterschiedlicher Kondensationsgrade und Isomere. Das Reaktionsgemisch weist eine breite Verteilung von linearen, verzweigten und zyklischen Polyglycerinether-Einheiten mit

Stereozentren auf. Die Anzahl der möglichen Permutationen nimmt mit steigender Polyglycerinether-Kette exponentiell zu. Um mögliche Struktur-Eigenschafts-Beziehungen ableiten zu können, wurde in dieser Bachelorarbeit begonnen, die Grundlagen für eine molekulare Bibliothek unterschiedlicher Polyglycerinester zu erarbeiten. Dabei wurden oligomere Glycerinether einer definierten Kettenlänge mit verschiedenen Fettsäuren stöchiometrisch verestert. Die dabei erhaltenen Produkte mit unterschiedlicher Länge, definierten Fettsäuren und variablem Veresterungsgrad wurden mit verschiedenen Methoden analysiert, charakterisiert und mit herkömmlichen Polyglycerinestern verglichen.

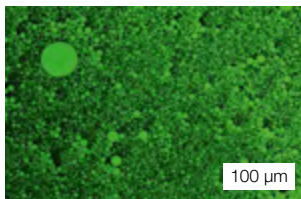


Abb. 2: Mit Polyglycerinestern emulgierte Öl-in-Wasser-Tröpfchen (mikroskopische Aufnahme).

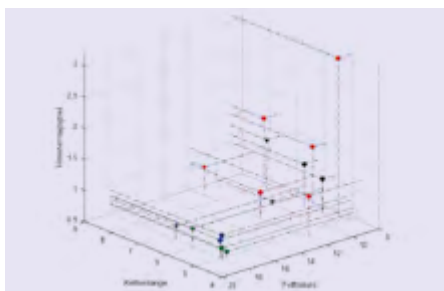


Abb. 3: Dreidimensionale Auftragung struktureller Merkmale.

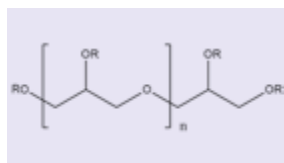
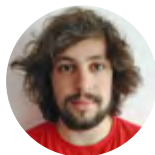


Abb. 1: Allgemeine Struktur eines Polyglycerinesters mit -R = -H oder Acylrest einer beliebigen Fettsäure.

# Synthese von mesoporösem Silica mit Kern-Schale-Strukturen



Diplomand	Olivier Trussardi
Korrektor ZHAW	PD Dr. Dominik Brühwiler
Korrektorin extern	Dr. Susanne Widmer

Das Ziel dieser Arbeit war es, mesoporöse Silicapartikel mit einer Kern-Schale-Struktur zu synthetisieren. Die Partikel sollten eine mesoporöse Silicaschale mit einer Porengrösse ( $d_{\text{PFT}}$ ) zwischen 3.8 und 4.2 nm aufweisen. Die Partikelgrösse und die Morphologie der Partikel wurden über die Grösse und Beschaffenheit des Hämatit-Templates ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) definiert. Die Synthese wurde wie folgt in vier Schritten durchgeführt.

Als Erstes wurde der Hämatit ausgehend von Eisen(III)-chlorid Hexahydrat synthetisiert. Die Morphologie und die Form des Hämatits konnten durch Parameter wie Temperatur und Synthesedauer beeinflusst werden. Anschliessend wurde das Hämatit-Template mit Silica beschichtet. Die Dicke der Silicaschale war von der Menge an TEOS (Tetraethylorthosilicat) und von der Synthesetemperatur abhängig. In einem dritten Schritt wurde das Hämatit-Template in Salzsäure aufgelöst. Schliesslich wurde die dadurch erhaltene makroporöse Silicaschale mittels pseudomorpher Transformation [1,2] in eine mesoporöse Silicaschale umgewandelt (Abb. 1). Nach der pseudomorphen Transformation betrug die mittlere Porengrösse 4.2 nm (Abb. 2).

In einem Projekt des Schweizerischen Nationalfonds [3] wird die Beladung dieser Partikel mit Gastmolekülen untersucht.

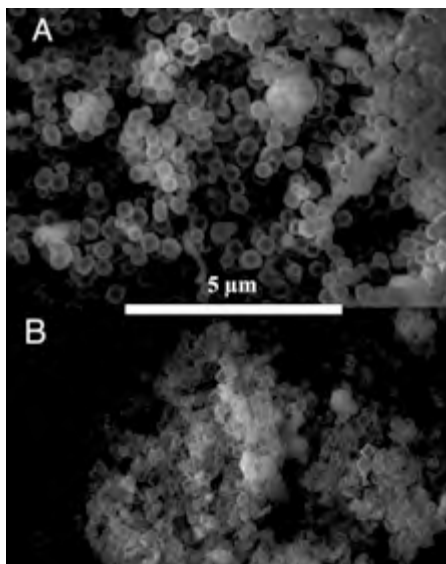


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopie-Bild der mesoporösen Silicapartikel mit hohlem Kern. Die mittlere Partikelgrösse beträgt 0.35  $\mu\text{m}$  (A) bzw. 0.24  $\mu\text{m}$  (B).

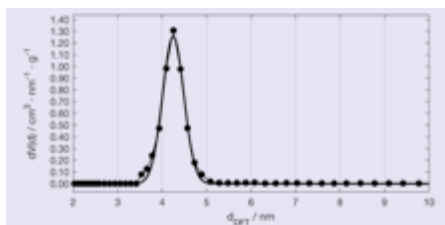


Abb. 2: Porengrössenverteilung ( $\text{N}_2$ -Sorption) der Silica-partikel mit hohlem Kern.

- [1] M. J. Reber, D. Brühwiler, Dalton Trans. 44 (2015) 17960
- [2] M. J. Reber, D. Brühwiler, Part. Part. Syst. Charact. 32 (2015) 243.
- [3] Multimodal Porous Particles, SNF-Projekt Nr. 200021 172805.

# Hydrophobe Pullulan/Polyvinylalkohol Nanofaser-Aerogele zur Reinigung von Produktionswasser



Diplomandin	Anja Wohlhauser
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Christian Adlhart
Korrektor extern	Dr. Markus Läubli

Intensivierte Fördermethoden in der Erdölindustrie vergrössern die Menge von anfallendem Produktionswasser signifikant, was die Notwendigkeit von geeigneten Behandlungsmethoden mit sich bringt. Bestehende Reinigungsverfahren weisen oftmals Nachteile auf, wie z. B. anfallende Sekundärstoffe und die Verwendung giftiger Chemikalien. In dieser Arbeit sollte deshalb ein besonders offenes Material mit exzellenten Adsorptionseigenschaften für Erdöl bei gleichzeitigem Ausschluss von Wasser entwickelt werden. Für die Entwicklung gingen wir von den kürzlich erfundenen schwammartigen Nanofaser-aerogelen aus.

Abb. 1 zeigt den vierstufigen Prozess zur Herstellung eines Nanofaser-Aerogels. In einem ersten Schritt werden die Nanofasern mittels Elektrospinverfahren in Form von Nanofasermembranen mit primären Poren hergestellt (1). Nachfolgend werden die dünnen Nanofasermembranen mechanisch geschnitten und in einer Flüssigkeit suspendiert (2). Durch kryogene Verfestigung der Suspension wachsen Flüssigkeitskristalle, die den Nanofaser-Aerogelen ihre gerichteten, sekundären Poren verleihen (3). Das Nanofaseraerogel erhält man durch anschliessende Gefrier-trocknung, wobei die gefrorene Flüssigkeit sublimiert (4). Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden hydrophobe Pullulan/Polyvinylalkohol Nanofaser-Aerogele mit einer Dichte von  $4.96\text{--}49.63\text{ mg/cm}^3$  hergestellt und charakterisiert. Durch ihre hohe Porosität von  $97.2\text{--}99.2\%$ , einem

$E$ -Modul von bis zu  $36.41\text{ kPa}$  und einem durchschnittlichen Kontaktwinkel von  $123.6^\circ$  ( $n = 14$ ;  $68\%$ ) weisen die Nanofaser-Aerogele optimale Eigenschaften zur Adsorption von Erdöl und Erdöl-ähnlichen Substanzen auf. Sie wurden auf ihre Adsorptionskapazität von reinem Diesel und von Diesel aus einer Diesel/Wasser Emulsion sowohl im Batch- als auch im Durchflussverfahren hin untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass die Nanofaser-Aerogele ein Vielfaches an reinem Diesel bezüglich ihres Eigengewichtes adsorbieren können. Zusätzlich lassen sich die Nanofaser-Aerogele mit  $n$ -Hexan regenerieren, wodurch sie für die Wiederverwendung geeignet sind. Im Batch- und Durchflussverfahren zeigten die Nanofaser-Aerogele ähnliche Adsorptionsfähigkeiten.

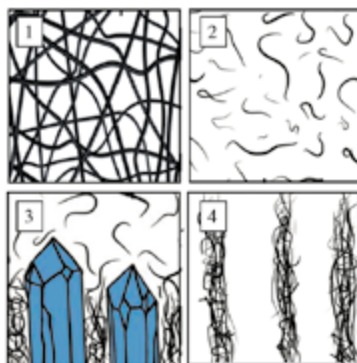
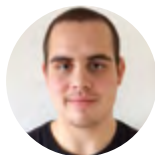


Abb. 1: Herstellung eines Nanofaser-Aerogels. Herstellung der Nanofasern mit dem Elektrospin-Verfahren (1). Mechanisches Schneiden der Nanofasermembranen und Suspension in der Flüssigkeit (2). Kryogene Verfestigung (3) und Gefrier-trocknung der Suspension (4).

# Strukturelle Optimierung von SENP1-Inhibitoren



<b>Diplomand</b>	Thomas Zeltner
<b>Korrektoren ZHAW</b>	Prof. Dr. Rainer Riedl, Dr. Stefan Höck
<b>Korrektor extern</b>	Dr. Samuel Derrer

Die Sumoylierung ist ein lebenswichtiger Prozess und beschreibt die posttranslationale Modifikation von Proteinen mit kleinen ubiquitinartigen Molekülen (SUMOs). Dieser Prozess wird durch eine Familie von Sentrin-spezifischen Proteasen (SENPs) reversibel reguliert. Die Überexpression von SENPs wird mit diversen Arten von Krebs, wie beispielsweise Darm- oder Brustkrebs assoziiert. Eine Möglichkeit zur Behandlung dieser Krankheiten ist die Inhibition von SENPs durch niedermolekulare organische Moleküle.

In einer ersten Phase wurden die Inhibitoren am Computer designt, damit sie in die aktive Tasche des Zielproteins passen. Anschliessend wurden die Zielmoleküle im Labor synthetisiert und in einer letzten Phase auf ihre biologische Aktivität gegenüber dem Zielprotein getestet. Im Rahmen dieser Arbeit konnten durch mehrstufige organische Synthesen mehrere Zielmoleküle hergestellt werden, welche auf ihre biologische Aktivität getestet wurden.

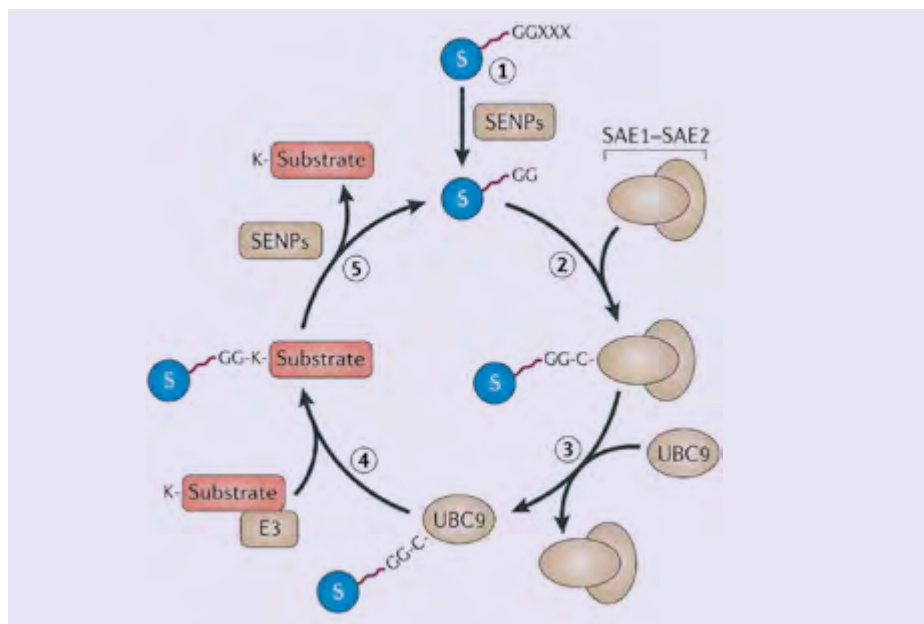



Abb. 1: Der Sumoylierungsprozess wird reversibel durch SENPs reguliert. Zusätzlich beteiligt sind die Hilfsenzyme SAE1/SAE2, UBC9 und E3.



« Nach dem  
Chemiestudium  
in Wädenswil  
sind Sie für  
verantwortungsvolle  
Aufgaben bestens  
vorbereitet und  
gefragt.



# Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT)

## **Einzigartige Kombination der Fachgebiete Chemie und Biotechnologie**

Das Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT) bringt gezielt die Kompetenzen zusammen, die im konvergierenden Fachgebiet von Chemie und Life Sciences immer stärker zusammenwirken müssen. Es fokussiert auf die Anliegen von KMU, Gewerbe und Industrie in der Pharma-, Chemie- und Umweltbranche. Entstanden ist es aus den beiden etablierten ZHAW-Instituten in Wädenswil, dem Institut für Biotechnologie und dem Institut für Chemie und Biologische Chemie.

## **Professioneller Projektpartner**

Das ICBT verfügt über stark ausgeprägte, aufeinander abgestimmte und vernetzte Forschungsschwerpunkte. So können wir komplexe Fragestellungen umfassend bearbeiten. Unsere Fachleute setzen Projekte initiativ, lösungsorientiert und termingerecht um. Als Auftraggeber profitieren Sie dabei von unserer langjährigen Erfahrung und dem starken Netzwerk. Ob Sie Antwort auf eine einfache Fragestellung suchen oder einen wissenschaftlichen Partner für ein komplexes mehrjähriges Projekt benötigen, wir unterstützen Sie gern.

## **Strategische Schwerpunkte in Forschung und Dienstleistung**

- Analytische Chemie
- Biochemie, Proteintechnologie und Bioanalytik
- Chemische und biotechnologische Prozesse und Anlagen
- Mikro-, Molekular- und Zellbiologie, Tissue Engineering
- Pharmazeutische Technologie, Medizinalchemie und Phytopharmazie
- Synthese, Funktionsmaterialien und Nanotechnologie

---

### **Projekte:**

Beispiele von unseren Forschungsprojekten finden Sie unter:

[www.zhaw.ch/de/Isfm/forschung/chemie-und-biotechnologie](http://www.zhaw.ch/de/Isfm/forschung/chemie-und-biotechnologie)

# Perspektiven: Bachelor, Master und Weiterbildung

## Praxisorientierte Aus- und Weiterbildung

Die Bachelorprogramme der ZHAW sind berufsbefähigend und vermitteln praxisorientiertes Fachwissen, Allgemeinbildung und Arbeitsmethodik. Dank der Vernetzung mit über 70 Hochschulen in Europa und Übersee bieten wir den Studierenden attraktive Möglichkeiten für ein internationales Austauschprogramm.

Im forschungsbasierten Master-Studiengang vertiefen die Studierenden ihre Fachkenntnisse und erweitern ihre Kompetenzen. Die Master Thesis bildet dabei den wissenschaftlichen Kern des Studiums. Projektpartnern bietet sich die Möglichkeit zu einer engen Zusammenarbeit im Bachelor- wie auch im Masterstudium.

[www.zhaw.ch/de/lsfm/institute-zentren/icbt/studium/](http://www.zhaw.ch/de/lsfm/institute-zentren/icbt/studium/)

## Zukunftsorientierte Bildungsprogramme

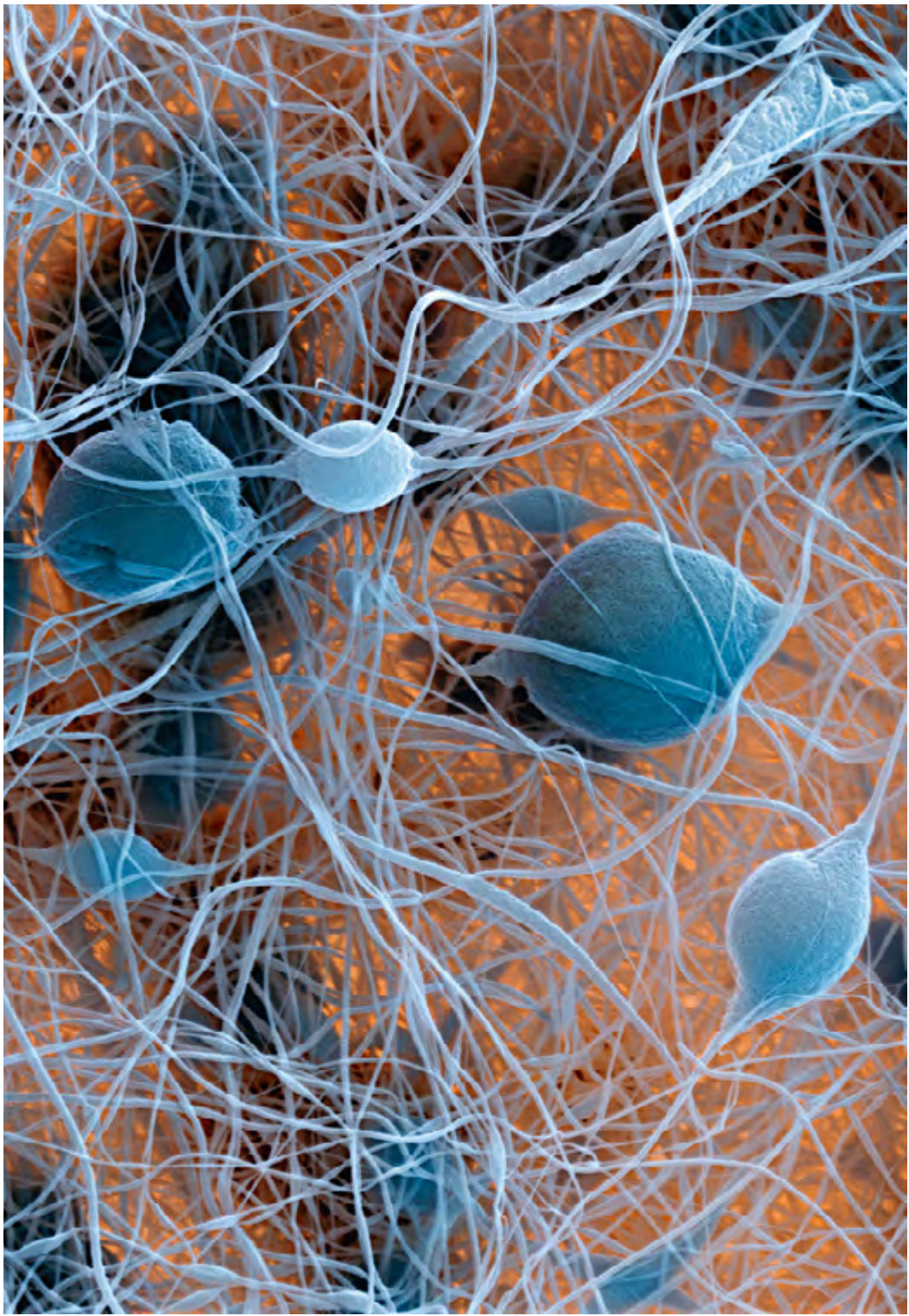
- Bachelorstudium Biotechnologie mit den Vertiefungen Biotechnologie und Pharmazeutische Technologie
- Bachelorstudium Chemie mit den Vertiefungen Chemie und Biologische Chemie
- Masterstudium Life Sciences mit Vertiefung Pharmaceutical Biotechnology
- Masterstudium Life Sciences mit Vertiefung Chemistry for the Life Sciences
- CAS The Science and Art of Coffee
- Individuelle Weiterbildungen für Firmen
- Fachtagungen

## Weiterbildung

Das Institut bietet neben der Lehre massgeschneiderte Weiterbildungsprogramme an: individuelle Weiterbildungen für Firmen werden an den speziellen Kundenbedürfnissen ausgerichtet. Internationale Fachtagungen und die beiden CAS in «The Science and Art of Coffee» und «Coffee Excellence» runden das Portfolio ab.

[www.zhaw.ch/icbt/weiterbildung](http://www.zhaw.ch/icbt/weiterbildung)







# The Science and Art of Coffee

## Certificate of Advanced Studies (CAS)

### Kaffee-Kompetenzen

Die ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Wädenswil ist ein Kompetenzzentrum für Life Sciences und Facility Management. Es verfügt über einen umfassenden Wissens- und Erfahrungspool im Bereich Kaffee mit ausgewiesenen Fachkräften und Infrastruktur. So stehen modernste Analysetechnologien zur Untersuchung von Koffeinhaltstoffen, insbesondere von Kaffee Aroma, ein akkreditiertes Sensoriklabor, Extraktions- und Röstanlagen sowie Know-how in Nachhaltigkeit und natürlichen Ressourcen und im Hospitality Management zur Verfügung.

### Einzigartiger Lehrgang

Der CAS in «The Science and Art of Coffee» der ZHAW ist das erste Kaffee-Weiterbildungsstudium an einer Schweizer Hochschule. Der Lehrgang wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Swiss Chapter der SCAE (Specialty Coffee Association of Europe) sowie Exponenten der Schweizer Kaffeebranche entwickelt.

### Ziele und Perspektiven

Die Teilnehmenden erwerben ein vertieftes Wissen und eine umfassende Übersicht über die Wissenschaft des Kaffees. Sie verstehen die gesamte Wertschöpfungskette und erfahren mehr über historische, soziale und ethische Aspekte zum Thema Kaffee. Erfolgreiche Absolventen sind in der Lage, sich an Tatsachen orientierend, kritisch mit allen Aspekten des Themas Kaffee auseinanderzusetzen. Die Erweiterung des Beziehungsnetzes innerhalb der Schweizer Kaffeebranche und Kontakte zu Experten sind ein wesentlicher Nutzen dieser Weiterbildung.

---

#### Kontakt:

Prof. Dr. Chahan Yeretzian  
Leiter Kaffee Kompetenzzentrum  
Tel. 058 934 55 26  
chahan.yeretzian@zhaw.ch  
[www.zhaw.ch/icbt/coffee](http://www.zhaw.ch/icbt/coffee)

# Coffee Excellence

## Certificate of Advanced Studies (CAS)

### Blended Learning Program

We believe that high-quality coffee can only be obtained with a profound understanding of the whole coffee value chain – from crop to cup. This part-time continuing education program aims to help professionals develop and deepen their expert knowledge of the processes involved in the coffee value chain. Participants gain scientifically-based and practice-oriented expertise through a flexible and unique course format. The three online learning modules in independent study mode are complemented with two hands-on, integrative session weeks in Switzerland. The program examines historical, economic, scientific, social and ethical aspects of the coffee value chain.

### Learning Objectives

On completion of the CAS, graduates are able to:

- apply a profound multidisciplinary scientific and practical knowledge of all processes involved in the coffee value chain, from cultivation of the crop to extraction of the cup, including trading, roasting, industrial processes, market insights and sensory skills,
- integrate the current state of knowledge on selected coffee topics into their professional work,
- actively participate, based on their deeper and broader knowledge, in the discourse on coffee issues, and
- enlarge their network and make contact with experts in the coffee sector.

---

#### Contact:

Prof. Dr. Chahan Yeretzian  
Head Coffee Excellence Center  
Phone 058 934 55 26  
chahan.yeretzian@zhaw.ch  
[www.zhaw.ch/icbt/coffee](http://www.zhaw.ch/icbt/coffee)



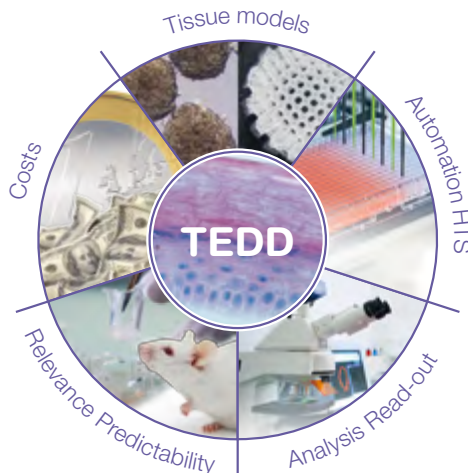
# Kompetenzzentrum TEDD

## Tissue Engineering for Drug Development

Ziel des Kompetenzzentrums TEDD ist es, die Entwicklung von organähnlichen Gewebemodellen aus menschlichen Zellen voranzutreiben, um diese für die Medikamentenentwicklung und Wirkstoffprüfung zuverlässig und standardisiert einsetzen zu können. Auf diese Weise wird auch konsequent das Ziel der 3R (reduce, refine, replace) verfolgt, um Tierversuche zu reduzieren. Die Funktion des TEDD-Netzwerks liegt darin, Wissen und Technologien zu bündeln und zu transferieren. Dies geschieht einerseits durch konkrete Forschungsprojekte zwischen Partnern verschie-

dener Interessensgruppen und andererseits durch die Organisation von Fachtagungen, spezifischen Workshops und Firmenbesuchen. TEDD wurde Anfang 2011 durch die ZHAW und die InSphero AG gegründet und von der Gebert Rüt Stiftung anschubfinanziert.

Inzwischen zählt TEDD zahlreiche Mitglieder aus dem In- und Ausland und konnte sich durch gelungene Tagungen und erfolgreiche Forschungsprojekte international gut positionieren. Ein 5-köpfiger Lenkungsausschuss steuert das Netzwerk zuversichtlich in die nächsten 5 Jahre.



---

### Kontakt:

Prof. Dr. Michael Raghunath

Leiter TEDD

Tel. 058 934 50 46

michael.raghunath@zhaw.ch

[www.zhaw.ch/icbt/tedd](http://www.zhaw.ch/icbt/tedd)

# Natural Products Drug Discovery

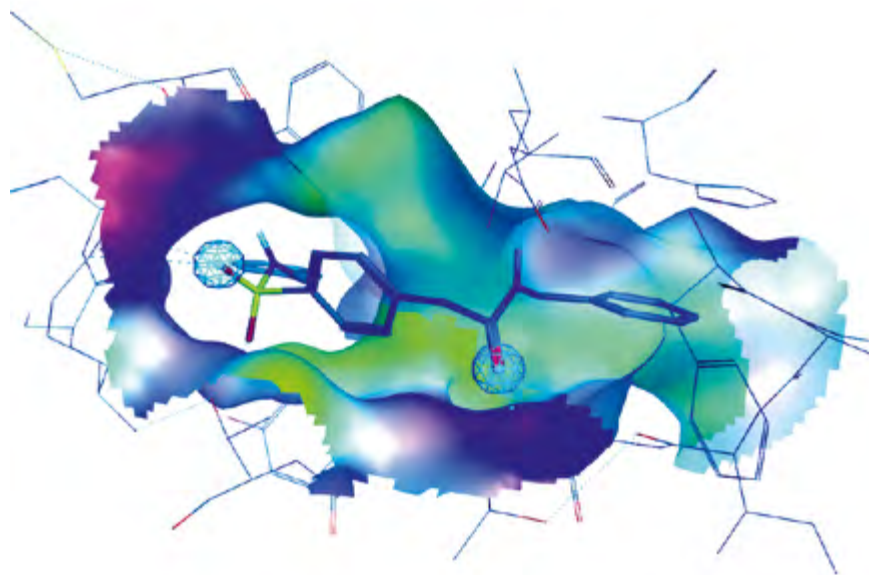
A Project from the Institute of Chemistry and Biotechnology

## Objective

The aim of this project is drug discovery. A robust bioassay platform has been developed, which guides the isolation of small molecules from the Culture Collection of Switzerland (CCOS) library of Actinobacteria, aquatic cyanobacteria and environmental isolates.

## Collaborations

We offer a multitude of possible R & D collaborations. Long term CTI funded research projects are possible as well as mid-term contract research projects. For additional information regarding exciting opportunities for collaboration please contact us.



---

### Contact:

Prof. Dr. Rainer Riedl  
Head of the Center for Drug Discovery and  
Pharmaceutical Product Development  
Head of Organic and Medicinal Chemistry  
Phone 058 934 56 18  
rainer.riedl@zhaw.ch

[www.zhaw.ch/icbt/organic-and-medicinal-chemistry](http://www.zhaw.ch/icbt/organic-and-medicinal-chemistry)

# ALUMNI ZHAW

Alumni bedeutet so viel wie «Ehemalige einer Hochschule». Der Basisverein ALUMNI ZHAW Life Sciences umfasst die Studienrichtungen Biotechnologie, Chemie/Biologische Chemie, Lebensmitteltechnologie sowie Umweltingenieurwesen. Ziele der ALUMNI ZHAW Life Sciences sind die Förderung der beruflichen und standespolitischen Interessen seiner Mitglieder sowie der Zusammenschluss und die Kontaktpflege zwischen Ehemaligen und Angehörigen der Hochschule – ganz nach dem Motto: «We make networks work.» Um diese Ziele zu erreichen, werden wir aktuelle Thematiken aus den Studienbereichen aufgreifen und nach Möglichkeit unter Einbezug der Arbeitswelt in Fachveranstaltungen und gesellige Anlässe integrieren.

## Wovon kann ich als Mitglied sonst noch profitieren?

Durch die Anmeldung bei der ALUMNI ZHAW Life Sciences findet ein automatischer Beitritt in die Dachorganisation ALUMNI ZHAW sowie in den nationalen Dachverband FH SCHWEIZ ([www.fhschweiz.ch](http://www.fhschweiz.ch)) statt. Die FH SCHWEIZ vertritt die Anliegen ihrer Mitglieder auf nationaler Ebene, betreibt intensive Berufsbildungspolitik und bietet ihren Mitgliedern attraktive Vergünstigungen diverser Angebote und Dienstleistungen an.

## Wie werde ich Mitglied?

Die ALUMNI ZHAW Life Sciences lädt alle Studierenden, Ehemaligen und den Mittelbau/Dozierenden der Life Sciences Studiengänge zur Mitgliedschaft ein. Der Mitgliederbeitrag kostet jährlich CHF 110.–. Für Studierende in den letzten beiden Semestern und während des gesamten Master-Studiums ist die Mitgliedschaft kostenlos.



## Weitere Informationen:

Alumni ZHAW Life Sciences  
Sekretariat  
Gertrudstrasse 15, 8400 Winterthur  
Tel. 052 203 47 00  
[ls@alumni-zhaw.ch](mailto:ls@alumni-zhaw.ch)  
[www.alumni-zhaw.ch/ls](http://www.alumni-zhaw.ch/ls)



# ZHAW LSFM

## Die ZHAW

Die ZHAW ist eine der führenden Schweizer Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Sie ist in Lehre, Forschung, Weiterbildung und Dienstleistung tätig – praxisnah und wissenschaftlich fundiert. Sie ist mit ihren Standorten in Winterthur, Zürich und Wädenswil regional verankert und kooperiert mit internationalen Partnern. Die Hochschule umfasst acht Departemente. Derzeit sind über 12 000 Studierende an der ZHAW eingeschrieben.

## Das Departement

Studieren und Forschen in Wädenswil: praxisnah, kreativ, leidenschaftlich und reflektiert. Dafür steht das Departement Life Sciences und Facility Management ein. Derzeit sind rund 1500 Studierende immatrikuliert und über 600 Personen in Wädenswil beschäftigt. Mit den Kompetenzen in Life Sciences und Facility Management leistet das Departement in den Gebieten Environment, Food und Health einen wichtigen Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen und zur Erhöhung der Lebensqualität.

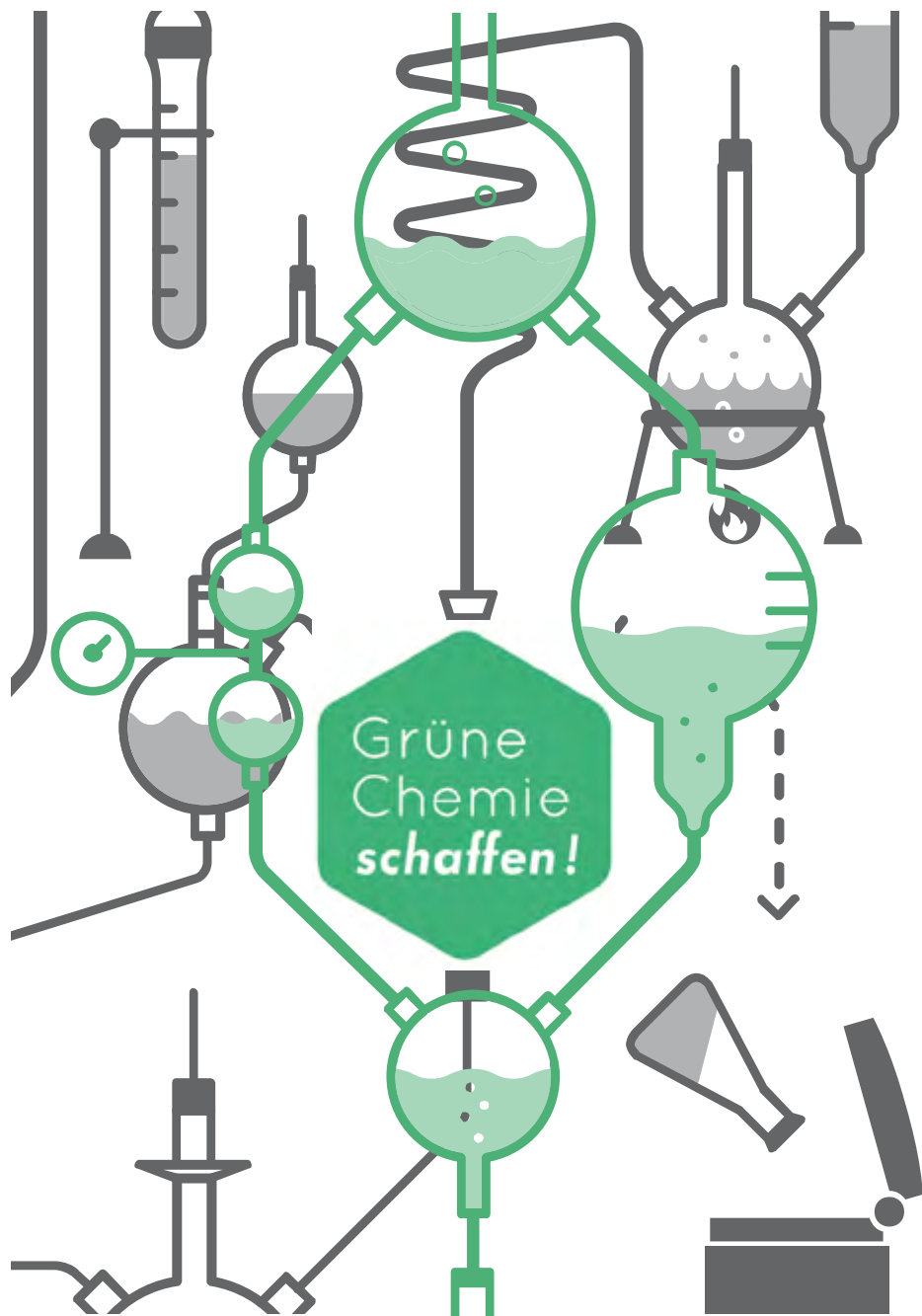
## Bachelor, Master und Weiterbildung

Das Aus- und Weiterbildungsprogramm umfasst fünf Bachelor- und drei Masterstudiengänge sowie ein breites Weiterbildungsangebot. Das Bachelorstudium führt zur Berufsbefähigung und vermittelt praxisorientiertes

Fachwissen, Allgemeinbildung sowie Arbeitsmethodik. Das konsekutive Masterstudium führt zur Spezialisierung in der angestammten Studienrichtung und zum Erwerb von Zusatzqualifikationen. Permanente Weiterbildung ist heute wichtige Voraussetzung für den beruflichen Erfolg. An der ZHAW gibt es massgeschneiderte Kurse, Tagungen und Weiterbildungsstudiengänge.

## Forschung und Entwicklung

Fünf forschungsstarke Institute in den Bereichen Chemie und Biotechnologie, Lebensmittel- und Getränkeinnovation, Umwelt und natürliche Ressourcen, Angewandte Simulation sowie Facility Management leisten einen wichtigen Beitrag in Form von Forschung, Entwicklung und Dienstleistung. Sie arbeiten mit Wirtschaft, Behörden, Verbänden und anderen Forschungsinstituten eng zusammen. Die Kooperation mit externen Auftraggebern sichert den Wissens- und Technologietransfer zwischen Hochschule und Praxis.



[www.grüne-chemie.ch](http://www.grüne-chemie.ch)



ZHAW Campus Reidbach / Einsiedlerstrasse

ZHAW Campus Reidbach / Seestrasse

ZHAW Campus Grüental

## Kontakt

ZHAW Zürcher Hochschule für  
Angewandte Wissenschaften  
Life Sciences und Facility Management  
Institut für Chemie und Biotechnologie  
Grüentalstrasse 14  
Postfach  
8820 Wädenswil/Schweiz  
+41 58 934 50 00

[info.icbt@zhaw.ch](mailto:info.icbt@zhaw.ch)  
[www.zhaw.ch/icbt](http://www.zhaw.ch/icbt)

