

Bachelorarbeiten Biotechnologie 2024



Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

**Diplomandinnen
und Diplomanden** 6

Nosheen Akram	6
Milena Amhof	7
Sven Bachmann	8
Paula Baumer	9
Fabio Brunner	10
Joel Bucher	11
Alice De Ambroggi	12
Jonas Erni	13
Anja Federspiel	14
Vanessa Götze	15
Pascal Gut	16
Ana-Maria Jurina	17
Lars Kees	18
Katja Kleikemper	19
Krischan Knemeyer	20
Nina Konopatzki	21
Remo Lischer	22
Leo Lovrinovic	23
Fabienne Meier	24
Paddy Meier	25
Cédric Müller	26
Nico Perez	27
Nitharsana Puwaneswaran	28
Jill Raimann	29

Marco Savic	30
Olivia Schalcher	31
Nina Schmit	32
Julia Schüpfer	33
Patric Schwab	34
Sophia Stewart	35
Suvija Suthakaran	36
Selina Sheng Hui Tong	37
Mike Vögeli	38
Michael Zehnder	39
Aurelia Zurkinder	40

**Forschungsprojekt:
Anaerobe Pilze im
Kuhpansen** 42

**Institut für Chemie und
Biotechnologie (ICBT)** 44

Perspektiven 46

**Internationaler
Austausch** 49

ALUMNI ZHAW 50

ZHAW LSFM 51

Bachelorjahrgang BT21



Liebe Diplomandinnen und liebe Diplomanden des BT21

Drei Jahre engagiertes Studium liegen hinter Ihnen und Sie halten nun Ihr Diplom als «Bachelor of Sciences ZHAW in Biotechnologie» in den Händen. Unseren herzlichsten Glückwunsch dazu! Sie haben es sich nach intensiven Studienjahren sehr wohl verdient.

Im Jahr 2021, noch beeinflusst von letzten Restriktionen der weltweiten Corona-Pandemie, starteten Sie in Ihr Wunsch-Studium. Von Beginn an mussten Sie (Studien-)Regeln und Inhalte genaustens befolgen.

Vor allen Dingen waren Sie während Ihrer Studienzeit als Pioniere unterwegs. Nicht nur, dass Sie sich neues wissenschaftliches Wissen angeeignet haben, sondern dieses Wissen wurde Ihnen in einer aktualisierten Form im neuen Curriculum vermittelt. So wurde Ihre Persönlichkeit in vielerlei Hinsicht gefordert und Sie haben sich bewährt, wie Ihr Biotechnologie-Diplom eindeutig erkennen lässt. Denn wie Albert Einstein sagte:

«Persönlichkeiten werden nicht durch schöne Reden geformt, sondern durch Arbeit und eigene Leistung.»

Wir wünschen Ihnen, dass Sie auch in Zukunft viele Entwicklungsmöglichkeiten haben werden, um als Persönlichkeit weiter zu wachsen. Bei der Realisierung Ihrer privaten und beruflichen Ziele wünschen wir Ihnen viel Glück und Erfolg!

Mit herzlichen Grüßen,



Susanne Dombrowski
Leiterin Studiengang Biotechnologie

Biopolymere als 3D Stützstrukturen für die Zellbesiedlung



Diplomandin

Nosheen Akram

Korrektorinnen ZHAW Dr. Andrea Baier, Laila Müller

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der ZHAW durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Diese Bachelorarbeit untersuchte Gliadin, ein Glutenprotein, als Biopolymer für die Herstellung von 3D-Stützstrukturen zur Zellbesiedlung. Das Ziel der Studie war die Ermittlung der Verträglichkeit von Gliadin für Säugerzellen (NIH3T3) mittels LDH- und MTT-Assays. Zudem wurden beide Assays durchgeführt und verglichen sowie ein Grenzflächenverhältnis der NIH3T3-Zellen zu Gliadin mit einer selbst etablierten Methode ermittelt. Ausserdem wurde die optimale Gliadin-Spinnlösung durch Elektrosponning und Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen bestimmt, um schlussendlich aus den Nanofasern einen Gliadin-Nanofaserschwamm durch Gefrierdrying zu generieren.

Rührer und k_La -Experimente mit *Leishmania tarentolae* (vertraulich)



Diplomandin

Milena Amhof

Korrektor/-in ZHAW

Dr.-Ing. Iris Poggendorf, MSc Benjo Dutli

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Das Ziel der Bachelorarbeit waren Untersuchungen mit *Leishmania tarentolae*, um die Einflüsse von verschiedenen Rührerformen auf k_La und Kultivierungen zu beobachten.

Leishmania tarentolae ist ein eukaryotischer Protozoenparasit, der nicht humanpathogen, leicht zu kultivieren und robust ist. Das macht *L. tarentolae* zu einem vielversprechenden Wirt für die Expression von humanen rekombinanten Proteinen in der biotechnologischen Forschung. Dennoch sind viele Parameter für eine erfolgreiche Kultivierung, wie z. B. die Sauerstoffanforderungen, noch nicht vollständig untersucht.

Sauerstoff ist ein wichtiger Parameter bei der Kultivierung aerober Organismen, einschliesslich *L. tarentolae*. Um die Sauerstoffanforderungen zu bestimmen, wurden Kultivierungen bei verschiedenen Bedingungen durchgeführt. Dazu gehörten Experimente in Bioreaktoren mit verschiedenen Rührerkonfigurationen. Parameter wie Rührgeschwindigkeit, Belüftungsrate sowie Rührergeometrie und -design wurden variiert, um ihre Auswirkungen auf eine Kultivierung zu ermitteln.

Rushton- und Schrägblattrührer werden in der Industrie oft eingesetzt und es ist daher interessant, weitere Rührerformen damit zu vergleichen. Dafür wurden in einem ersten Schritt Experimente zur Bestimmung des k_La mit verschiedenen Rührern durchgeführt und die Sauerstofftransportrate von *L. tarentolae* wurde beobachtet, um anschliessend die Sauerstoffaufnahme von *L. tarentolae* über einen gewissen Zeitraum zu bestimmen. Anschliessend wurde untersucht, welchen Einfluss die Design-Eigenschaften auf *L. tarentolae* während einer Kultivierung haben.

Diese Bachelorarbeit wurde im Rahmen eines Projektes mit GlycoEra durchgeführt. Die Kultivierungen fanden mit bereits etablierten Kulturbedingungen statt.

Automatisierung von Anlagen mit *WinErs*: Erstellung von grafischen Nutzeroberflächen für ein GRAFCET-Laborpraktikum



Diplomand

Sven Bachmann

Korrektorinnen ZHAW Dr. Judith Krautwald, Simone Heuri

Die Studierenden im Studiengang Biotechnologie führen im mess-, sensor- und regelungstechnischen Praktikum diverse Versuche durch, die von der Fachgruppe Chemieingenieurwesen entwickelt wurden.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit bestand darin, den bestehenden Versuch «Messkette zur Temperaturmesskette» neu aufzusetzen. Der Auftrag des Versuches ist die Kalibrierung der namensgebenden Temperaturmesskette. Dafür führen die Studierenden eine Zwei-Punkt-Kalibrierung durch, wofür die Spannung [V] des Temperatursensors in Eiswasser und im kochenden Wasser ermittelt wird. Aus den ermittelten Messpunkten berechnen die Studierenden eine Kalibrierungsgerade mit Offset und geben diese in die vorgesehenen Eingabefelder ein. Durch die hinterlegte Umkehrfunktion wird bei der korrekten Kalibrierung der Temperaturmesskette im Interface der korrekte, reale Temperaturwert dargestellt.

Die Gründe für das Neuaufsetzen des Versuches lagen in auftretenden Kompatibilitätsproblemen der verwendeten Programme bei einem Software-Update von *Matlab*. Ausserdem zeigte sich bei Durchführung des Versuches, dass die Anwendung von *Matlab* für die Studierenden nicht intuitiv war und somit Schwierigkei-

ten bei der Durchführung des Versuches entstanden.

Beim neu erstellten Versuch «Kalibrierung einer Temperaturmesskette» wurden alle benötigten Funktionen in der Software *WinErs* vereint, womit *Matlab* entfällt und die beschriebenen Schwierigkeiten gelöst werden sollen. In Abbildung 1 ist das erstellte Prozessleitbild dargestellt. Dieses dient den Studierenden bei der Durchführung des Versuches als Interface. Im Prozessleitbild finden die Studierenden die Visualisierung der Temperaturmesskette, die Eingabefelder für die ermittelten Kalibrierungsgerade mit deren Offset und drei Balkengrafiken für die Anzeige der Signale.



Abb. 1: Prozessleitbild «Kalibrierung einer Temperaturmesskette».

Entwicklung eines chemisch definierten Kulturmediums für die Expansion von humanen mesenchymalen Fettstammzellen (vertraulich)



Diplomandin Paula Baumer

Korrektor/-in ZHAW Prof. Dr. Regine Eibl-Schindler, MSc Samuel Schneider

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Humane mesenchymale Stammzellen (hMSCs) haben ein enormes Potenzial für die Zelltherapie. Aufgrund ihrer regenerativen Eigenschaften und ihrer Fähigkeit, sich in eine Vielzahl von Zelltypen zu differenzieren, sind sie ein wichtiges Mittel zur Behandlung eines breiten Spektrums von Krankheiten. Ihre Fähigkeit zur Selbsterneuerung und Differenzierung ist entscheidend für ihre Bedeutung in der Zelltherapie und Gewebereparatur. Um klinisch interessante Mengen herstellen zu können, müssen die Zellen *in vitro* in einem kontaminationsfreien, definierten und reproduzierbaren System expandiert werden.

Für die Expansion von hMSCs sind spezielle Kulturmedien erforderlich, die das Wachstum unterstützen und den Zellen helfen, ihr Differenzierungspotenzial zu erhalten. Chemisch definierte Medien sind in diesem Zusammenhang unerlässlich, da sie Verunreinigungen und Variabilität minimieren und die Zellen in ihrer Proliferation fördern.

Ziel dieser Arbeit war die Formulierung eines chemisch definierten Mediums für die Expansion von hMSCs. Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von chemisch definierten Medien für die hMSC-Expansion sind Wachstumsfaktoren. Dabei handelt es sich um Zusatzstoffe für Medien, welche die Zellproliferation und -differenzierung regulieren und unterstützen. Die genaue Dosierung und Kombination dieser Faktoren im Medium sind entscheidend für eine effiziente und gezielte Expansion von hMSCs.

Durch die Anwendung von Design of Experiments wurde ein chemisch definiertes Medium formuliert, indem signifikante Wachstumsfaktoren identifiziert wurden. Insgesamt wurden sechs Wachstumsfaktoren untersucht, wobei sich gezeigt hat, dass drei davon das Wachstum von hMSCs fördern.

Entwicklung von Sensoren für die Bioprozessüberwachung



Diplomand	Fabio Brunner
Korrektoren ZHAW	Prof. Dr. Caspar Demuth, Dr. Juan Gualberto Limon Petersen
Korrektor extern	Michael Kerti, Metroglas AG

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Metroglas durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Gelöster Sauerstoff (DO) spielt eine zentrale Rolle in biotechnologischen Prozessen, da er wesentlich das Zellwachstum und die Produktqualität beeinflusst. Eine konstante Überwachung und Regelung seiner Konzentration ist aufgrund seiner dynamischen Natur unerlässlich.

Als effektive Technologie für die Messung der Konzentrationen haben sich optische DO-Sensoren etabliert. Die Firma Metroglas entwickelt zurzeit einen optischen DO-Sensor, der spezifisch für biotechnologische Anwendungen konzipiert ist. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden einige zentrale Eigenschaften des Sensors getestet, um seine Eignung für die Verwendung in biotechnologischen Prozessen zu überprüfen. Als Vergleich dienten zwei Produkte von Mitbewerbern, hier anonymisiert bezeichnet als RS1 und RS2.

Die Ansprechzeiten und die Linearität des Sensors wurden sowohl in Gasphase als auch in wässrigen Medien untersucht. Zusätzlich erfolgte ein Drifttest in Reinstwasser bei 37 °C über sieben Tage. Um die Autoklavierresistenz zu testen, wurden

10 Zyklen bei 121 °C für jeweils 20 Minuten durchgeführt.

Der Metroglas-Sensor (MS) übertraf die Mitbewerber hinsichtlich der Ansprechzeiten deutlich und zeigte eine ausgezeichnete Linearität sowie Genauigkeit, die nur von RS1 leicht übertroffen wurde. Trotz einem im Vergleich zu den Mitbewerbern leicht höheren Drift erwies sich die Langzeitstabilität des MS als sehr gut. Er bewies zudem eine herausragende Beständigkeit beim Autoklavieren, wobei keine Veränderungen bezüglich der Ansprechzeit und Linearität nach zehn Zyklen ersichtlich waren. Die Messgenauigkeit des Sensors blieb ebenso weitgehend stabil, mit nur minimalen Abweichungen.

Der neue Sensor von Metroglas erfüllt somit alle getesteten Anforderungen und stellt eine tragfähige Alternative zu bestehenden Produkten dar, wobei der MS besonders im Aspekt der Ansprechzeit grosse Vorteile bietet.

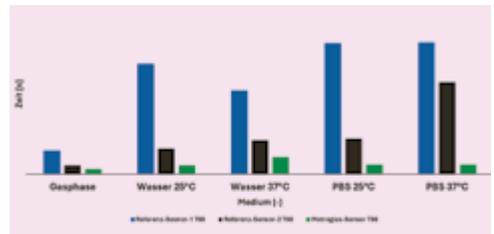


Abb. 1: Ansprechzeiten der getesteten DO-Sensoren in unterschiedlichen Medien und Temperaturen.

Optimierung der biologischen Methanisierung in Rieselbettreaktoren unter Berücksichtigung der Parameter pH, Temperatur und Druck



Diplomand

Joel Bucher

Korrektoren ZHAW

Dr. Wolfgang Merkle, Dr. Rolf Warthmann

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen weist im Vergleich zu konventionellen Formen der Energiegewinnung eine Reihe von Herausforderungen auf, insbesondere hinsichtlich ihrer variablen Verfügbarkeit. Umweltbedingungen können zu einer kurzzeitig deutlichen Steigerung der Produktion führen, was für das Stromnetz ein Problem darstellt. Die Power-to-Gas-Technologie zielt darauf ab, diese Herausforderung biokatalytisch mittels methanogenen Archaeen zu bewältigen. Zunächst wird die überschüssige nachhaltige Energie zur Elektrolyse von Wasser genutzt, um Wasserstoffgas zu erzeugen. Dieses Gas dient zusammen mit Kohlendioxid als Edukt für die Methanogenese in einem anaeroben Rieselbettreaktor. Ziel

der Bachelorarbeit war es, den Power-to-Gas-Prozess im Rieselbettreaktor durch die Anpassung von steuerbaren Parametern wie Temperatur, Druck und pH-Wert zu optimieren und so die Methanbildungsrate sowie Methankonzentration zu steigern. Die Steigerung der Begasungsrate bei 55 °C und 3 bar Druck resultierte in einer erhöhten Methanbildung bei konstanter Methankonzentration. Das Potenzial der Methanogenen wurde in dieser Arbeit nicht vollständig ausgeschöpft. Bei einer Temperatur von 38 °C wurde ein markanter Rückgang in der Methankonzentration und -bildungsrate über den gesamten Versuchszeitraum beobachtet. Diese Entwicklung liess sich durch eine Inhibierung der Mischkultur des Reaktors erklären, deren Stoffwechsel sich an thermophile Bedingungen angepasst hatte. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die Erhöhung des pH-Werts von 7 auf 8,5 bei beiden Temperaturbereichen einen positiven Einfluss auf die Methankonzentration im Produktgas hatte. Die weitere Optimierung des Rieselbettreaktors ermöglicht eine vielversprechende Methode der klimaneutralen Energiespeicherung.

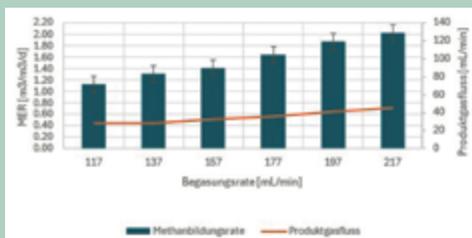


Abb. 1: Steigender Produktfluss mit einer ebenfalls steigenden Methanbildungsrate über den gesamten Versuchszeitraum bei 55 °C. Die Methanogene konnten die jeweiligen Erhöhungen der Gasbelastungsrate in Biomethan umsetzen.

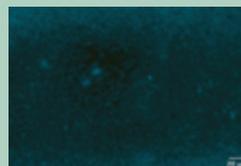


Abb. 2: Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme der Mischkultur von abgelöstem Biofilm des Packungsmaterials bei 430nm.

Rekombinante Herstellung der katalytischen Domäne von MMP10 und Inhibierung der Aktivität



Diplomandin

Alice De Ambroggi

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Martin Sievers, David Frasson

Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) sind Enzyme, die in der Bindegewebsphysiologie eine zentrale Rolle spielen und die Fähigkeit besitzen, die Zellproliferation, die Zelldifferenzierung und die Apoptose zu beeinflussen. MMP10, auch Stromelysin-2 bezeichnet, besitzt eine pro-angiogenetische Wirkung, was das Tumorstromwachstum und die Metastasierung fördert. Des Weiteren ist MMP10 in der Lage, Proteinkomponenten der ECM abzubauen, wodurch die Tumordinvasion erleichtert wird. Dadurch stellt die Inhibierung der MMP-Aktivität ein vielversprechendes Ziel für die Krebstherapie dar.

Ziel dieser Bachelorarbeit war die rekombinante Herstellung der katalytischen Domäne von MMP10 in *E. coli* BL21 (DE3) mit und ohne SUMO-Tag als Fusionspartner und die Inhibierung der Aktivität. Für die Klonierungsstrategie wurde der Vektor pE-SUMOpro-Kan verwendet. Nach erfolgreicher Klonierung wurde das rekombinante Plasmid erst in *E. coli* NEB10 beta und anschliessend im Expressionsstamm *E. coli* BL21 (DE3) transformiert. Das Fusionsprotein His-SUMO-cdMMP10 wurde nach der Proteinexpression mittels Affinitätschromatographie aufgereinigt und der His-SUMO-Tag mit Hilfe der SUMO-Protease abgespalten. Anschliessend erfolgte die Messung der Enzymaktivität mit dem FS 6 Substrat (Mca-Lys-Pro-Leu-Gly-Leu-Dap(Dnp)-Ala-Arg-NH₂). Dabei

konnte festgestellt werden, dass das Fusionsprotein mit dem His-SUMO-Tag trotz 2-fach höherer Konzentration eine 7-fach geringere Aktivität aufwies als das Protein nach der Tag-Abspaltung (cdMMP10). Ebenso konnte die Aktivität beider Proteine erfolgreich mit Batimastat inhibiert werden.

Diese Bachelorarbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Competence Center for Drug Discovery der ZHAW.

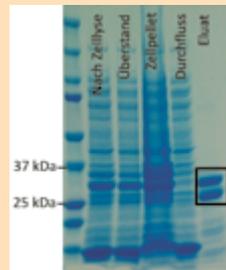


Abb. 1: Aufreinigung des Fusionsproteins His-SUMO-cdMMP10 (Grösse: 30 kDa).

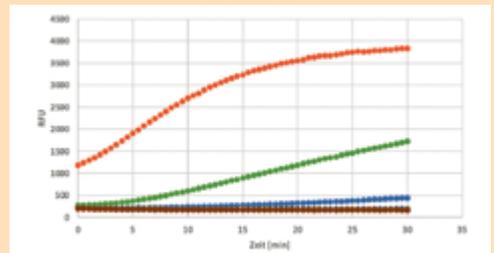


Abb. 2: Aktivitätsmessung mit und ohne Batimastat (orange: cdMMP10, grün: MMP16/Positivkontrolle, blau: His-SUMO-cdMMP10, braun: Negativkontrolle und alle 4 Proben mit Batimastat).

3D Endothelial Sprouting Assay im Kontext von Brustkrebs



Diplomand

Jonas Erni

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Jack Rohrer, Prof. Dr. Michael Raghunath

Mit ungefähr 2,3 Millionen Fällen pro Jahr zählt Brustkrebs zu den am häufigsten diagnostizierten Krebserkrankungen bei Frauen weltweit. Ein entscheidender Faktor bei der Entstehung und Fortschreitung dieser Krankheit ist die Angiogenese, die Bildung neuer Blutgefässe aus bestehenden Strukturen. Das Verständnis der Mechanismen der Angiogenese im Kontext von Brustkrebs liefert entscheidende Einblicke in potenzielle therapeutische Ziele und kann somit die Entwicklung innovativer Behandlungsansätze vorantreiben. Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung und Analyse eines 3D-Endothelial-Sprouting-Assays im Kontext von Brustkrebs. Dabei wurde untersucht, ob Brustkrebszellensphäroide durch die Sekretion pro-angiogener Faktoren eine gezielte Aussprossung von Endothelzellen in Richtung der Sphäroide induzieren können. Um diese Fragestellung zu untersuchen, wurden Endothelzellen und mesenchymale

Stammzellen mithilfe der Technologie «Sound-induced Morphogenesis» (SIM) präzise innerhalb eines Hydrogels positioniert. In unmittelbarer Nähe zu diesen gezielt positionierten Zellen wurden Brustkrebszellensphäroide eingefügt. Diese Anordnung ermöglichte es, die Effekte der von den Brustkrebszellen sekretierten pro-angiogenen Faktoren auf das Wachstum und die Aussprossung der Endothelzellen zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigten, dass der grundlegende Aufbau des 3D-Endothelial-Sprouting-Assays erfolgreich umgesetzt wurde. Allerdings konnte nicht abschliessend beurteilt werden, ob eine gezielte Aussprossung der Endothelzellen in Richtung der Brustkrebszellensphäroide stattfand. Dies lag hauptsächlich daran, dass nach der Zugabe der Sphäroide die Vitalität der Endothelzellen nicht ausreichte, um eine erfolgreiche Vernetzung und Aussprossung zu ermöglichen. Trotz dieser Einschränkung bieten die gesammelten Daten eine solide Basis für zukünftige Untersuchungen.

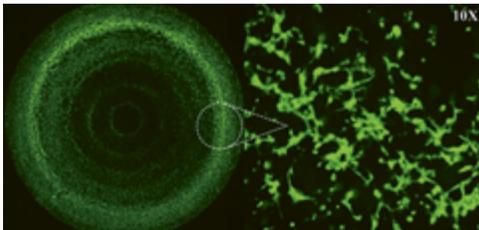


Abb. 1: Anordnung von 1×10^6 HUVEC-GFP und $0,2 \times 10^6$ hBM-MSC in KYTO-Hydrogel mithilfe der Sound-induced Morphogenesis (SIM). Aufnahmen mittels Fluoreszenzmikroskop bei 10- und 4-facher Vergrösserung sowie MIA-Funktion.

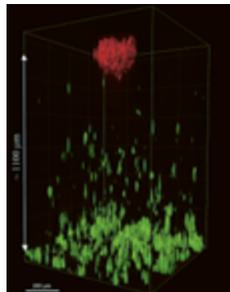


Abb. 2: Verhalten von HUVEC-GFP-Zellen nach 7 Tagen in Anwesenheit von MDA-MB-231-Sphäroiden. Der Abstand zwischen der Mitte des Sphäroids und der Mitte der Endothelzellen beträgt etwa $1100 \mu\text{m}$. Es wurden weder Endothelial-sprouting noch Gefässbildung beobachtet.

Effizienter Transport von antimikrobiellen Wirkstoffen mithilfe von Nanobody-funktionalisierten Outer Membrane Vesicles (OMVs)



Diplomandin	Anja Federspiel
Korrektor/-in ZHAW	Prof. Dr. Steffi Lehmann, Dr. Patrick Hauswirth
Korrektor extern	Prof. Dr. Markus Seeger, Universität Zürich

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Zürich durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die starke Zunahme von Bakterienstämmen, welche gegen kommerzielle Antibiotika resistent sind, ist in den letzten Jahren zu einem globalen Problem geworden. Es braucht deshalb dringend neue therapeutische Strategien, um der weiteren Ausbreitung von resistenten Keimen entgegenzuwirken. Durch die Nutzung von Drug-Delivery-Systemen kann ein breiteres Wirkspektrum von Antibiotika erreicht werden, in dem diese Antibiotika effizient über die äussere Membran von gramnegativen Bakterien transportiert werden und diese somit abtöten. In dieser Bachelorarbeit wurde das Drug-Delivery-System Outer Membrane Vesicles (OMVs) – von gramnegativen Bakterien produzierte Membranvesikel mit einem Durchmesser im Nanobereich – für den spezifischen Transport von Antibiotika untersucht. Dazu wurden in einem ersten Schritt die Produktion und Aufreinigung von OMVs aus gram-

negativen Bakterien optimiert und die aufgereinigten OMVs charakterisiert. Weiter wurde eine Methode zur fluoreszenten Markierung der OMVs erarbeitet. Für die spezifische Bindung der OMVs an gramnegative Zielzellen wurden diese mit Nanobodies (Nbs), sprich Antikörperfragmenten, funktionalisiert und die Bindung der Nbs an Target-Bakterien wurde untersucht. Nachdem eine spezifische Bindung der Nbs an die Bakterienoberfläche gezeigt wurde, wurden mit einem Farbstoff beladene, funktionalisierte OMVs zu den Zielbakterien gegeben. Mithilfe von konfokaler Mikroskopie konnte gezeigt werden, dass die funktionalisierten OMVs effizient an Zielzellen binden. In Kontrollbakterien wurde keine Bindung der OMVs festgestellt. Dies ist vielversprechend hinsichtlich der Verwendung von OMVs für den spezifischen Transport von Antibiotika über die äussere Membran von gramnegativen Bakterien.

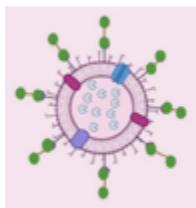


Abb. 1: Schematische Darstellung eines funktionalisierten und mit Antibiotika beladenen Outer Membrane Vesicle (OMV) (Biorender).

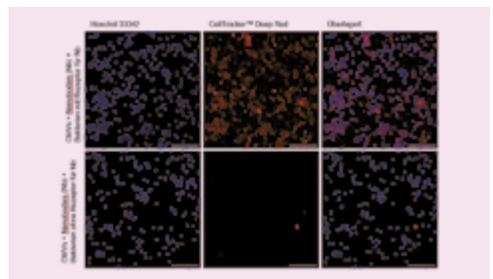


Abb. 2: Auswertung am konfokalen Mikroskop: Funktionalisierte Outer Membrane Vesicles (OMV) und Bakterien mit und ohne Rezeptor für Nanobodies (Nbs).

Etablierung eines Immuno-Onkologie-Assays zur Quantifizierung der Killing-Aktivität von NK-92- und NK-92MI-Zellen



Diplomandin Vanessa Götze

Korrektor/-in ZHAW Prof. Dr. Jack Rohrer, Dr. Arezoo Daryadel

Neue zellbasierte Behandlungen wie CAR-T-Zelltherapeutika, wo patienteneigene T-Zellen genetisch modifiziert und daraufhin wieder autolog verabreicht werden, haben in den vergangenen Jahren bereits zu grossen Erfolgen geführt. Da diese Therapien jedoch sehr kostenintensiv sind und mit einem grossen Aufwand einhergehen und nach wie vor Bedenken bzgl. Patientensicherheit bestehen, werden derzeit neue Ansätze getestet. CAR-NK-Zellen haben diverse Vorteile, da sie allogen bei allen Patientinnen und Patienten verabreicht werden können und weniger unerwünschte Nebenwirkungen als CAR-T-Zellen zeigen. In dieser Arbeit wurde ein CAR-Konstrukt gegen das Protein CD19 für die Transfektion der humanen NK-Zelllinie NK-92 entworfen. Als Grundlage für die Quantifizierung der Effizienz und Spezifität dieses Konstrukts wurden Killing Assays mit nicht transfizierten NK-92- und NK-92MI-Zellen durchgeführt. Dafür wurden diese in unterschiedlichen Medien mit HeLa als Zielzellen co-kultiviert. Die HeLa-Zellen wurden anschliessend mittels Alamar Blue und Fluoreszenzmikroskopie auf ihre Viabilität überprüft. Es wurde gezeigt, dass NK-92- und NK-92MI-Zellen ohne die Modifikation mittels eines CARs nur geringfügig Apoptose in HeLa-Zellen auslösen. Dabei wurde das Wachstum der HeLa-Zellen während der Co-Kultur mit NK-92-Zellen um maximal 54 % und

während der Co-Kultur mit NK-92MI um maximal 31 % reduziert. Die geringe Killing-Aktivität der NK-92- und NK-92MI-Zellen gegen HeLa-Zellen wurde mittels Fluoreszenzmikroskopie bestätigt. Die Klonierung des NK-spezifischen CAR-Konstrukts verlief bisher nicht erfolgreich. Daher wurde dessen Effizienz in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht und sollte in Folgeversuchen evaluiert werden. Insgesamt bilden die generierten Daten eine solide Ausgangslage für weitere Experimente zur quantitativen Bestimmung der Killing-Effizienz von CAR-NK-Zellen.

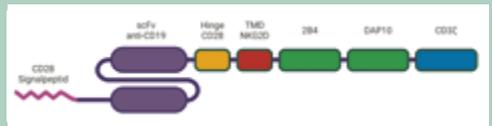


Abb. 1: Schematische Darstellung des generierten CAR-Konstrukts für die Transfektion von NK-92-Zellen. Das Konstrukt enthält Domänen aus verschiedenen NK-spezifischen Proteinen.

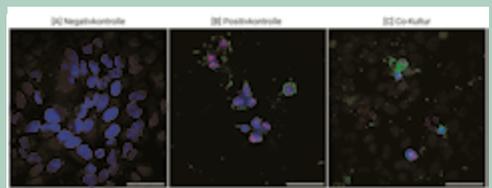


Abb. 2: HeLa-Zellen nach 24 h Co-Kultur mit NK-92-Zellen. Die Positivkontrolle wurde stattdessen mit 5 µM Staurosporin behandelt. Blau = DAPI, rot = 7-AAD, grün = Annexin-V. Massstab: 50 µm.

Optimierung eines neuartigen Single-use-Bioreaktors



Diplomand

Pascal Gut

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Dieter Eibl, Dr. Stefan Seidel, BSc Andry Mannone

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma DrM, Dr. Mueller AG durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die Durchmischung von Bioprocessen ist ein essenzieller Aspekt der Prozessführung. Mischsysteme sind in diesem Zusammenhang ein zentraler Bestandteil eines Bioreaktors. Der prominenteste Mischer-Typ sind gerührte Systeme. Im Gegensatz dazu sind Kultivierungen mit Vibrationsmischern bislang nicht breit etabliert. Dabei wird die Strömung axial durch eine vertikal oszillierende Mischplatte induziert. Basierend auf der vergleichsweise geringen Scherbeanspruchung und der geschlossenen Bauform sind Vibrationsmischer für Bioprocresse in Edelstahl- sowie Einweg-Anlagen mögliche Alternativen zu gerührten Mischsystemen.

In Kollaboration mit DrM, Dr. Mueller AG wurden Mischplatten für den FUNDA-MIX®-Vibrationsmischer designt und verfahrenstechnisch charakterisiert. Die Durchmischung wird durch die konische Perforation der Platten (siehe Abb. 1) realisiert, welche durch eine oszillierende Bewegung gemäss dem Bernoulli-Prinzip eine Verdrängung des Fluids in Richtung der Verjüngung erzeugt. Im Rahmen der Charakterisierung wurden die Mischzeit, der volumenbezogene Stoffübergangskoeffizient (kLa) sowie die Scherbeanspruchung experimentell bestimmt. Letzteres wurde über die Trübungsmessung einer Öl-in-Wasser-Emulsion ermittelt. Darauf aufbauend wurden Kultivierungen mit einer ExpiCHO-S-Zelllinie im 10-Liter-Massstab realisiert. Generell wurde mit den designten Platten eine Steigerung im Vergleich zur Ausgangsplatte erzielt, wobei mit dieser Arbeit auch Erkenntnisse für weiterführende Optimierungen generiert wurden.

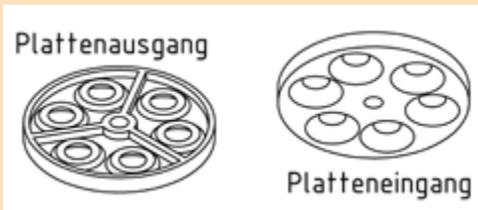


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Mischplatte. Die Verjüngung der Konen verläuft vom Platteneingang (rechts) zum Plattenausgang (links).

Mitarbeit am Europäischen Arzneibuch: Planung, Durchführung, Teilnahme und Auswertung eines Ringversuches zu *Frangulae cortex*



Diplomandin

Ana-Maria Jurina

Korrektoren ZHAW

Dr. Andreas Lardos, Dipl. Chemiker (FH) Samuel Peter

Die Festlegung der Gehaltsbestimmung für Arzneidrogen erfolgt gemäss den Vorgaben der Europäischen Pharmakopöe. In diesem Kontext sind auch die hydroxyanthrachinonhaltige Droge *Frangulae cortex* und ihr Extrakt zu nennen. Die Bestimmung der Wirkstoffe der Faulbaumrinde erfolgt bislang mittels Photometrie. Inzwischen wurde ein Vorschlag für eine HPLC-Methode unterbreitet. Die photometrische Methode ist fehleranfälliger, aufwendiger und zeitintensiver als die HPLC. Allerdings liefert die HPLC-Methode tiefere Werte als die photometrische Bestimmung. Aus diesem Grund wurde ein Ringversuch mit sechs Laboren durchgeführt, um die vorliegenden systematischen Unterschiede breiter abzustützen. Im Rahmen des Ringversuchs wurden die Muster jedes Teilnehmers sowohl mittels Photometrie als auch mittels HPLC analysiert.

Die Ergebnisse des Ringversuchs belegen, dass die Werte der HPLC tatsächlich tiefer sind als jene der Photometrie. Des Weiteren konnte demonstriert werden, dass der systematische Unterschied zwischen HPLC und Photometrie in sämtlichen Laboratorien existiert. Die photometrische Gehaltsbestimmung wies im Vergleich zur HPLC eine hohe laborinterne Variabilität auf. In der Konsequenz erweist sich die HPLC-Methode als robuster und präziser als die photometrische Bestimmung, sodass eine Implementierung in die Europäische Phar-

makopöe zu befürworten ist. Damit einhergehend wird empfohlen, die Spezifikation für den Gehalt an Glucofrangulinen für die HPLC-Methode in der Monographie anzupassen.

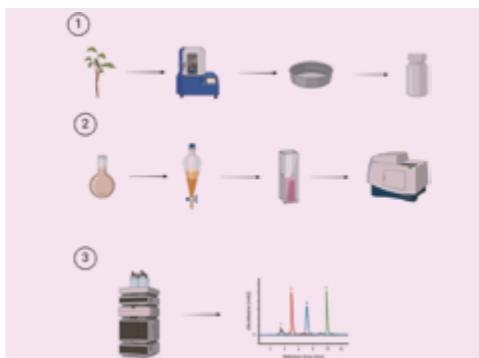


Abb. 1: Vereinfachte schematische Darstellung der Methoden für den Ringversuch. Nr. 1 beinhaltet die Vorbereitung des Ringversuches. Nr. 2 stellt die photometrische Bestimmung dar. Nr. 3 ist die HPLC-Methode.

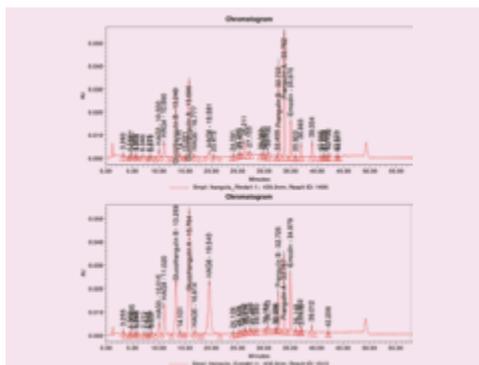


Abb. 2: HPLC-Chromatogramm der Droge *Frangulae cortex* (oben) und des Extraktes (unten) bei 435 nm.

Entwicklung eines beschleunigten Messverfahrens zur Ermittlung der Stabilität von enzymatischen Sensoren



Diplomand	Lars Kees
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Caspar Demuth
Korrektor extern	Dr. Ezgi Bülbül, Mettler Toledo

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Mettler Toledo durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Diese Bachelorarbeit befasste sich mit amperometrisch-enzymatischen Biosensoren und deren Anwendung in der Biotechnologie. Das Ziel der Arbeit war die Ausarbeitung einer neuen, beschleunigten Testmethodik zur Beurteilung von Glukosesensoren.

In der Arbeit wurden etablierte und neue Methoden zur Beurteilung der Stabilität von Glukosesensoren angewendet und verglichen. Die Sensorleistung unter realitätsnahen Bedingungen wurde in einer Kultivierung von Hefezellen beurteilt. Dabei wurden wichtige Kenngrößen der Sensoren quantifiziert und die eingesetzten Sensoren optisch auf Alterungseffekte untersucht.

Analyse eines Reportersystem für mitochondrialen Stress in Keratinozyten



Diplomandin

Katja Kleikemper

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Jack Rohrer, Dipl.-Ing. Leopold von Balthazar

Die Haut ist das grösste Organ des menschlichen Körpers und schützt diesen vor äusseren Einwirkungen. Für die Zulassung von topischen Wirkstoffen muss deren Toxizität getestet werden. Wegen des Tierversuchsverbots in der EU für kosmetische Produkte und den ethischen Beweggründen wird auf Tierversuche verzichtet und stattdessen auf Modelle wie *in vitro* Hautmodelle zurückgegriffen. Wirkstoffe können in Zellen mitochondrialen Stress auslösen, der durch die Aktivierung der integrierten Stressantwort gekennzeichnet ist. Dies führt zu einer Reduzierung der allgemeinen Proteinsynthese, fördert jedoch gleichzeitig die Translation des Transkriptionsfaktor ATF4, welcher spezifische Gene reguliert, die an der zellulären Anpassung bei Stress beteiligt sind. In dieser Arbeit wurden Reporterkonstrukte entwickelt, welche Bindungsstellen für ATF4 als Enhancer-Elemente besitzen und somit die Transkription des Reportergens eGFP induzieren. Die Reporterkonstrukte wurden mittels lentiviraler Transduktion in die Keratinozyten-Zelllinie N/TERT eingeschleust und mit CCCP auf die durch mitochondrialen Stress induzierte GFP-Expression getestet. Zudem wurde ein 3-D-Hautmodell aus Fibroblasten und N/TERT-Zellen hergestellt.

Zwei Konstrukte weisen mit einer 5- resp. 7-fachen Induktion die höchste GFP-

Expression auf. Durch weitere Experimente wurden unterschiedlich starke GFP-Expressionen in unbehandelten Zellen beobachtet, welche vermutlich mit der ATF4-Translation in einem anderen Signaltransduktionsweg zusammenhängen. Dies muss weiter untersucht werden und allenfalls müsste auf andere Enhancer-Elemente zurückgegriffen werden. Mit den N/TERT-Zellen konnte ein Hautmodell hergestellt werden, bei dem die Zellen sich korrekt in die vier Epidermisschichten differenzierten.

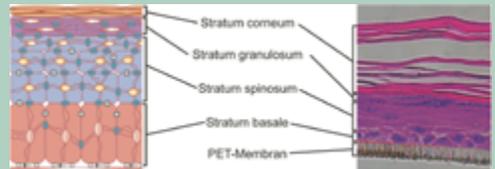


Abb. 1: Gegenüberstellung des hergestellten 3-D-Hautmodells (rechts) mit einer schematischen Zeichnung der Epidermis (links).

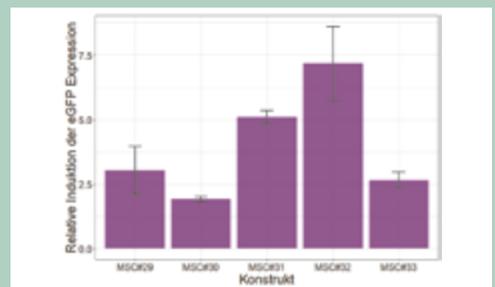


Abb. 2: Relative Induktion der eGFP-Expression der Reporterkonstrukte (MSC#29 – MSC#32) in N/TERT-1-Zellen. Das Konstrukt MSC#32 erreichte eine 7-fache Induktion der eGFP-Expression.

Untersuchungen zur Entwicklung eines Low-Cost-Mediums für pflanzliche Suspensionszellkultivierungen (vertraulich)



Diplomand

Krischan Knemeyer

Korrektor/-in ZHAW

Prof. Dr. Dieter Eibl, MSc Vivian Ott, Lavaniya Vallipuram

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Genossenschaft Fenaco durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die zelluläre Landwirtschaft ist ein innovatives Forschungsgebiet mit dem Potenzial, die Nahrungsmittelproduktion grundlegend zu verändern. Die konventionelle Landwirtschaft birgt Risiken für die Lebensmittelversorgung, da die durch den Klimawandel hervorgerufene Wasserknappheit Erträge mindern und die Krankheitsanfälligkeit erhöhen kann. Pflanzenzellkulturen hingegen bieten viele Vorteile: Sie sind unabhängig von saisonalen Veränderungen, ermöglichen eine kontrollierte Produktion, haben eine geringere Umweltbelastung, benötigen weniger Wasser und kommen ohne den Einsatz von Pestiziden und Herbiziden aus.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, ein möglichst kostengünstiges Medium zu entwickeln, um ein erschwingliches Produkt für die breite Bevölkerung herstellen zu können. Zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Medium-Komponenten auf das Zellwachstum wurde das Wachstum der Zellen in Schüttelkolben-Kultivierungen mittels Echtzeitdatenerfassung untersucht. Dabei wurden neben dem pH-Wert die gelöste Sauer-

stoffkonzentration und die Biomassekonzentration während der Kultivierung aufgenommen. Zusätzlich wurden die Sauerstoffaufnahmerate, die Kohlendioxidabgaberate und der respiratorische Quotient der Pflanzenzellkultur bestimmt. Anhand der Echtzeitdaten konnten wertvolle Informationen über das Wachstum, den Stoffwechsel und den physiologischen Zustand der Zellen gewonnen werden.

Rekombinante Herstellung einer bakteriellen alkalischen Phosphatase mit hoher Aktivität



Diplomandin

Nina Konopatzki

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Martin Sievers, David Frasson

Im Bereich der Biotechnologie und Biowissenschaften sind Enzyme wie die alkalische Phosphatase (ALP) von grosser Bedeutung. Die ALP ist eine Hydrolase, die Phosphatgruppen unter alkalischen Bedingungen entfernt, was sie für molekularbiologische und diagnostische Anwendungen wertvoll macht. Sie wird beispielsweise als biochemischer Marker in quantitativen Messungen von Krankheiten sowie in Nachweismethoden als gekoppeltes Enzym in Enzym-gebundenen Immunosorbent-Assays (ELISA) eingesetzt. Es müssen präzise und empfindliche Nachweismethoden etabliert werden, um die Qualität der ALP-basierten Anwendungen sicherzustellen. Diese Bachelorarbeit befasste sich mit der rekombinanten Expression der ALP in *Escherichia coli* (*E. coli*) BL21(DE3) mithilfe des pE-SUMOpro Kan-Vektors. Ziel der Arbeit war die Herstellung einer ALP mit hoher enzymatischer Aktivität.

Die Arbeit umfasste molekularbiologische Klonierungsarbeiten, bei denen das ALP-Gen aus *Bacillus licheniformis* in den pE-SUMOpro Kan-Vektor integriert wurde. Nach erfolgreicher Klonierung und Expression in der *E. coli* wurde die ALP mittels Affinitätschromatographie aufgereinigt. Ein His-SUMO-Tag erleichterte die Bindung an eine Nickel-Säule, was die Reinheit des Produkts erhöhte. Die Abspaltung des His-SUMO-Tags erfolgte mit der SUMO-Protease und die anschliessende Aktivitätsmessung mittels p-Nitrophenylphosphat (pNPP) Assay. Die Herstellung stabiler *E. coli* BL21(DE3)-Zellen, die das Gen von Interesse (GOI) im pE-SUMOpro Kan-Vektor exprimieren, war erfolgreich. Eine stabile Expression mittels Induktion durch IPTG konnte bestätigt werden. Aktivitätsmessungen ergaben, dass die ALP mit His-SUMO-Tag eine höhere spezifische Aktivität als die Tag-freie ALP aufweist. Die in der Publikation von Divya et al. (2016)

erwähnte enzymatische Aktivität von 24'890 U/mg Protein konnte in dieser Arbeit nicht erreicht werden.

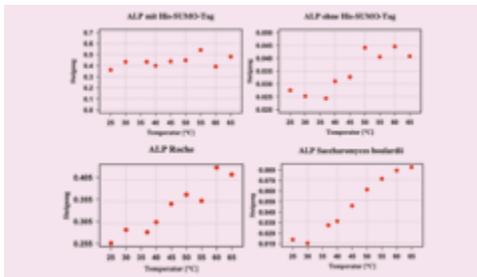


Abb. 1: Steigerung der ALP-Aktivität unter verschiedenen Bedingungen, gemessene Steigungswerte bei unterschiedlichen Temperaturen.

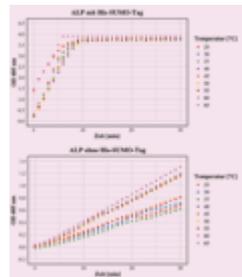


Abb. 2: OD₄₀₅-Werte der ALP bei unterschiedlichen Temperaturen sowie mit (oben) und ohne His-SUMO-Tag (unten).

Entwicklung eines antimikrobiellen und wasserfreien Hand-Desinfektionsgels mit Aloe vera (vertraulich)



Diplomand Remo Lischer

Korrektor/-in ZHAW Dr. Nina Vahekeni, Dr. Andreas Lardos

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit Alter Africa durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit werden keine Details zur Arbeit veröffentlicht.

Als Studierender der Biotechnologie konnte ich wertvolle Erfahrungen zur antimikrobiellen Aktivität und zu ätherischen Ölen sammeln.

Inaktivierung hitzestabiler Antibiotika in flüssigen Nährmedien-Abfällen



Diplomand	Leon Lovrinovic
Korrektor ZHAW	Dr. Gottfried Dasen
Korrektor extern	BSc Christian Kunkel, Culture Collection of Switzerland AG (CCOS)

Die korrekte Entsorgung von Antibiotika in flüssigen Abfällen ist entscheidend, um zu verhindern, dass in der Umwelt durch ihre Freisetzung unerwünschte Antibiotikaresistenzen entstehen können. Diese Arbeit untersucht Methoden zur Inaktivierung hitzestabiler Antibiotika, um eine effiziente und wirtschaftlich tragbare Lösung zu finden. Zu Beginn wurde eine Umfrage bei 16 Fachgruppen der ZHAW zur Antibiotikanutzung und Handhabung durchgeführt (Abb. 1). Auf Basis der Umfrage wurden 7 Antibiotika ausgewählt und ihre Inaktivierung mit folgenden Methoden getestet: Hitzebehandlung, UV-Photolyse und Absorption an Aktivkohle. Die Effektivität der Methoden wurde mittels MHK-Bestimmung mit *E. coli* als Bioindikator beurteilt. Die Ergebnisse (Abb. 2) zeigten, dass eine Hitzebehandlung (121 °C für 15 Min.) in den meisten Fällen für eine Inaktivierung nicht ausreichend war. Eine Verbesserung wurde erzielt, wenn das Antibiotikum zusammen mit einer Suspension von *E. coli* autoklaviert wurde. Autoklavieren bei pH2 verbesserte die Inaktivierung von Kanamycin und Ampicillin. Sterilisation (134 °C für 18 Min.) zeigte eine bessere Wirksamkeit, insbesondere für Colistin. UV-Bestrahlung war nur für Chloramphenicol, Cycloheximid und Kanamycin wirksam. Eine Kombination aus UV-Bestrahlung und H₂O₂ zeigte keine bessere Wirksamkeit. Die Absorption mit Aktivkohle zeigte für alle getesteten Anti-

biotika die beste Wirksamkeit. Es besteht ein Bedarf an Standard-Inaktivierungsprotokollen. Basierend auf dieser Arbeit wird empfohlen, antibiotikahaltige Lösungen durch Autoklavieren (121 °C, 15 Min.) zu inaktivieren, sie dann mit 20 g/L Aktivkohle für zwei Stunden zu mischen und nach einer Sedimentation zu dekantieren. Die Aktivkohle wird zur Verbrennung gegeben und das Abfallvolumen somit deutlich reduziert.

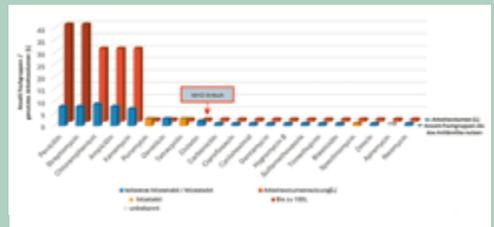


Abb. 1: Überblick der Umfrage zur Antibiotikanutzung durch die Fachgruppen. Anzahl Fachgruppen und Arbeitsvolumen dienen als X-Achse, wobei die vordere Reihe die Anzahl Fachgruppen angibt.

Inaktivierungsverfahren	Getestete Antibiotika und der berechnete MHK-Reduktionsfaktor						
	Chloramphenicol	Cycloheximid	Colistin	Kanamycin	Ampicillin	Penicillin	Streptomycin
Absorption (20g/L, 0.5h)	95.9 ± 45.4	9.0 ± 1.4	320.0	33.0	3.0	0.0	4.0
Absorption (20g/L, 2h) + E.coli, pH	95.9 ± 45.4	48 ± 23.6	320.0	64.0	33.0	33.0	24.0 ± 11.3
UV Bestrahlung, 0.25 h, 0.1000 Watt	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0 ± 0.7	1.0 ± 0.7	1.0
UV Bestrahlung, 0.5 h, 0.1000 Watt	0.0 ± 0.0	48.0 ± 22.8	3.0	37 ± 6.80	2.0	3.0	3.0
UV Bestrahlung + H ₂ O ₂ , 0.1000, 0.5 h	0.0 ± 0.0	48.0 ± 22.8	3.0	6.0 ± 2.00	0.0 ± 0.41	0.0 ± 0.41	0.0
UV Bestrahlung, 1h, Puffer Anlage	18.2 ± 9.1	9.0 ± 6.0	6.0	3.2	3.8	3.2	0.3 ± 0.1
Autoklavieren 121°C, 15 Min.	3.3 ± 0.7	1.0 ± 0.71	19 ± 7.07	8.0	3.0 ± 1.4	4.0	8.0
Autoklavieren 121°C, 30 Min., + E.coli	3.0 ± 1.4	48.0 ± 22.8	90.0	12.0 ± 5.7	250.0	36.0	19 ± 11.81
Autoklavieren 134°C, 15 Min., pH2	3.0 ± 0.6	9.0 ± 6.0	12 ± 11.81	22.0 ± 13.0	33.2	0.4	0.2
Autoklavieren 134°C, 18 Minuten	3.3 ± 0.7	3.0	320.0	12.0 ± 5.7	90 ± 43.26	33.0	24.0 ± 11.81
Autoklavieren 134°C, 18 Min., + E.coli	4.0 ± 0.9	48.0 ± 22.8	320.0	12.0 ± 5.7	250.0	33.0	24.0 ± 11.81

Abb. 2: Wirksamkeitsübersicht (=Reduktionsfaktor) getesteter Verfahren zur Inaktivierung von Antibiotika anhand des Vergleichs der MHK von *E. coli* in behandelten vs. unbehandelten Lösungen.

Intensivierung des Seedtrains in klinischen mAb-Produktionen (vertraulich)



Diplomandin	Fabienne Meier
Korrektorin	Prof. Dr. Regine Eibl-Schindler
Korrektorin extern	Fiona Wüthrich, MSD Werthenstein BioPharma GmbH

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma MSD Werthenstein BioPharma GmbH durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Eine effiziente Herstellung von monoklonalen Antikörpern in CHO-Zellen basiert auf einem optimierten oder intensivierten Seed Train. Ein intensivierter Prozess wird nach McDonnell et al. als Prozess beschrieben, der die Produktivität pro Charge oder Anlage erhöht und/oder die Umweltbelastung, Anlagenfläche, Herstellungskosten, Prozesszeiten oder Engpässe verringert. Die drei gängigsten Methoden zur Seed-Train-Intensivierung sind dabei N-1 Perfusion, One-Step-Inokulation mit *large volume* oder *high seed density* Zellbanken sowie kontinuierliche Produktion. Während diese Intensivierungsmethoden breit erforscht werden und gut dokumentiert sind, konzentrierte sich diese Arbeit auf Seed-Train-Optimierungen, die minimale und einfach zu implementierende Änderungen an einem etablierten Prozess erforderten.

Anaerobe Pilze im Fokus: Konservierungsstrategien und Kultivierungsverbesserungen



Diplomand

Paddy Meier

Korrektoren ZHAW

Dr. Rolf Warthmann, Claudio Kalbermatten

Was, wenn es möglich wäre, schwer abbaubare Biomasse zur Energieproduktion zu nutzen? Dies, indem man beispielsweise linguzellulosehaltige Biomasse mit Hilfe von anaeroben Pilzen zersetzt und die dadurch freigewordenen Monosaccharide (Einfachzucker) mithilfe von Methanogenen zur Gasproduktion nutzt?

In erster Linie muss dafür die Kultivierung und Lagerung dieser Mikroorganismen verbessert werden. Diese Punkte wurden in der Bachelorarbeit untersucht. So wurden die Langzeitlagerung mittels Lyophilisation (Gefriertrocknung) und die Kultivierung in einem Bioreaktor untersucht.

Bei den Versuchen zur Lyophilisation der anaeroben Pilze wurden verschiedene Gefrierschutzmittel ausprobiert, nachdem die Methode in zwei Vorversuchen verfeinert und modifiziert wurde. Beim dritten Versuch während der Testung der fünf Schutzmittel – darunter Kondensmilch,

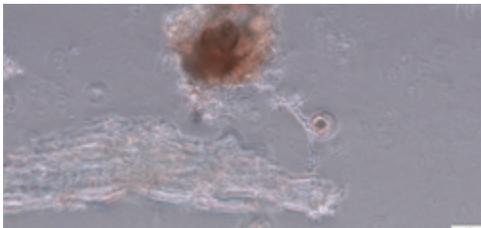


Abb. 1: Aufnahme der Glucoseprobe nach 2 Wochen, Balken 50 µm. Aufgenommen nach 2 Wochen der Wiederbelebung. Zeigt einen Überlebensbeweis für APs selbst nach dem Gefriertrocknen.

Magermilch, Honig, Glucose und Lactose – wurde ein Erfolg erzielt mit der Probe, die zusätzliche Glucose enthielt. Es wurden nach zwei Wochen des wieder Revitalisierens lebende Strukturen aufgefunden (siehe Abb. 1).

Auch beim Reaktorversuch, der zwei Mal durchgeführt werden musste, konnte beim zweiten Versuch unter Verwendung von Antibiotika ein Erfolg erzielt werden. Es gelang nämlich, die anaeroben Pilze für 27 Tage zu züchten. Dies ist in Abbildung 2 zu sehen, welche Lebenszeichen von anaeroben Pilzen nach 27 Tagen zeigt. Somit ist es möglich, die anaeroben Pilze über längere Zeit in einem Reaktor zu kultivieren, was ebenfalls deren Nutzung als Fabriken ermöglicht.

Weitere Versuche wären jedoch in beiden Bereichen nötig, um die Lyophilisierung der Pilze zu verbessern. Zudem müssten die Reaktorprozesse verfeinert werden, um allenfalls ohne Antibiotika arbeiten zu können.



Abb. 2: Mikroskopische Aufnahme Reaktorende vom 24.6.24, Balken 50 µm. Aufgenommen nach 27 Tagen Reaktorbetrieb. Zeigt lebende APs.

Auswahl, Durchführung und Auswertung geeigneter Referenzmethoden zum Vergleich der Offline-Biomassebestimmung mit einem in-situ Cytometer (vertraulich)



Diplomand

Cédric Müller

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Caspar Demuth, Dr. Juan Gualberto Limon Petersen

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit einer Firma durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit werden keine Details zur Arbeit veröffentlicht.

Integration von GFP in das Genom von *Acinetobacter baumannii* mittels CRISPR-Cas9 (vertraulich)



Diplomand

Nico Perez

Korrektor ZHAW

Prof. Dr. Martin Sievers

Das Bakterium *Acinetobacter baumannii* hat in den letzten Jahrzehnten an klinischer Bedeutung gewonnen, da es nicht nur ein grosses Spektrum an Krankheiten (Wundinfektionen, Sepsis, Harnwegsinfektionen und Pneumonie) auslösen kann, sondern auch eine hohe Tendenz hat, Antibiotikaresistenzen auszubilden. Die WHO ordnet Carbapenem-resistente Stämme als kritische Erreger ein, was besonders in medizinischen Umgebungen wie Krankenhäusern eine Bedrohung für Patientinnen und Patienten darstellen könnte.

In dieser Arbeit wurde eine Klonierungsstrategie mit drei Plasmiden erarbeitet, um das Genom mittels CRISPR-Cas9 dieser Bakterien so zu modifizieren, dass diese grün fluoreszieren. Das Ziel dieses Genome Editing war somit der Einbau von GFPuv (grün fluoreszierendem Protein) in das Gen OxyR mittels Homologie-gerichteter Reparatur (HDR). Diese fluoreszierenden Bakterien können zukünftig weiterverwendet werden für die Erforschung von neuen niedermolekularen Inhibitoren (wie z. B. Antibiotika) sowie für das Testen mittels *in vivo* Modellen wie z. B. dem Zebrafischmodell.

Die Integration des GFPuv-Gens mittels HDR konnte aus zeitlichen Gründen in dieser Arbeit nicht vollständig durchgeführt werden. Die Resultate ergaben,

dass der ausgewählte Stamm ATCC 19606 das Plasmid pCasAb-apr nicht aufnahm, jedoch wurden einige wichtige Erkenntnisse für zukünftige Experimente gesammelt. Schlussendlich konnte der Vektor pGFPuv-HDR in das Bakterium transformiert werden, was andere Ansätze ermöglichen könnte, um das Ziel in zukünftigen Versuchen zu erreichen.

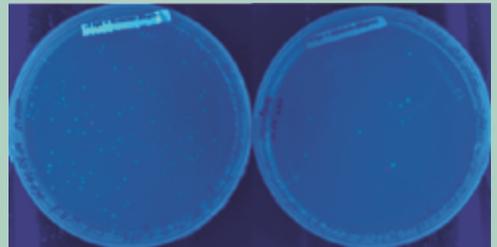


Abb. 1: Selektionierte *E.coli* Kolonien unter UV-Licht (pGFPuv).

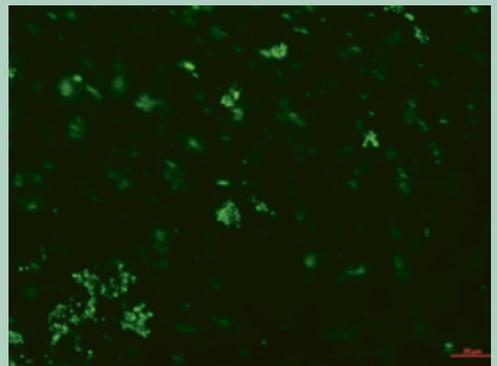


Abb. 2: Grün fluoreszierende *Acinetobacter baumannii* Bakterien (ATCC 19606 mit pGFPuv-HDR).

Optimierung der Raman-Spektroskopie für den Einsatz in Bioprocessen mit Fokus auf lipidproduzierenden Hefen



Diplomandin

Nitharsana Puwaneswaran

Korrektoren ZHAW

Dr. Lukas Neutsch, MSc Stefan Hauer

In der Bachelorarbeit wurde die Anwendung und Optimierung der Raman-Spektroskopie zur Überwachung biotechnologischer Prozesse untersucht. Die Raman-Spektroskopie ist eine Analyseverfahren zur Gewinnung von Informationen über die molekulare Zusammensetzung von Substanzen. Dabei werden die Moleküle über einen Laser zum Schwingen angeregt, und anschliessend wird das abgegebene Streulicht gemessen. Ziel dieser Arbeit war es, diese Analyseverfahren zur Überwachung einer Fermentation einzusetzen, bei der Nährstoffe, wie beispielsweise Glucose, von Hefezellen zu Lipiden umgewandelt werden. Eine der grössten Herausforderungen bei der Anwendung der Raman-Spektroskopie in der Bioprozesstechnologie ist die potenzielle Störung der Messung durch Fluoreszenz. Während jedoch die Raman-Streuung nur wenige Pikosekunden dauert, hält die Fluoreszenzemission deutlich länger an. Das PicoRaman M3 Spektrometer von Timegate kann zeitaufgelöst messen, was eine Trennung der Raman-Signale von der störenden Fluoreszenz ermöglicht. Die Messeinstellungen des Instruments wurden optimiert, um die besten Bedingungen für den Nachweis der Nährstoffe Glucose und Glycerol in der Fermentationssuspension zu ermitteln. Die ermittelten Nachweisgrenzen lagen bei 1.05 g L^{-1} für Glucose und bei 1.41 g L^{-1} für Glycerol. Zusätzlich wurden die spektralen Eigenschaften der Lipide analysiert, um

spezifische Signale für deren Konzentration zu identifizieren und intrazelluläre Lipidtröpfchen in Hefezellen in Echtzeit zu detektieren und quantifizieren. Während herkömmliche Methoden, wie zum Beispiel die Fettextraktion und das anschliessende Auswiegen, bei grossen Probenmengen mehrere Tage Analysezeit benötigen, liefert die Raman-Spektroskopie bereits innerhalb weniger Minuten Ergebnisse. Die Raman-Spektroskopie bietet so möglicherweise eine effektive Methode zur Echtzeitüberwachung solcher Bioprosesse.

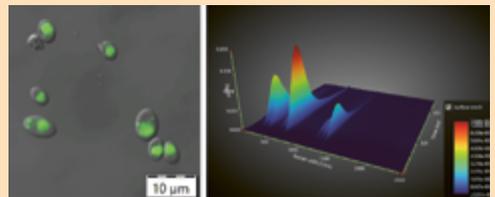


Abb. 1: Rechts Hefezellen, deren Lipidtröpfchen mit einem fluoreszenten Farbstoff eingefärbt wurden. Links die Raman-Spektren, wobei auf der z-Achse die Zeit aufgetragen ist. Hier ist die Trennung des Raman-Signals von der Fluoreszenz durch die zeitaufgelöste Messung zu erkennen.



Abb. 2: Der für die Fermentation der Hefezellen verwendete Bioreaktor. Während der Batch- und Feedingphase wurden der pH-Wert, der Sauerstoffgehalt, die Temperatur sowie die Rührerdrehzahl des Reaktors kontinuierlich überwacht. Die Probenahmen erfolgten vollautomatisch.

Analyse des Fibroblasten – Gedächtnis in 2D- und 3D-Zellkulturen (vertraulich)



Diplomandin

Jill Raimann

Korrektorinnen **ZHAW** Dr. Andrea Baier, MSc Besmira Sabani, Prof. Dr. Steffi Lehmann

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Zürich durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Unter Fibrose versteht man die Überwucherung, Verhärtung und Vernarbung von Gewebe. Sie ist das Ergebnis von chronischen Entzündungen, die zur Anhäufung von Bestandteilen der extrazellulären Matrix führen. Effektorzellen sind dabei kontraktile Myofibroblasten, aktivierte Fibroblasten, ausgezeichnet durch die Expression von *Alpha Smooth Muscle Actin* (α -SMA). Schätzungen zufolge tragen fibrotische Erkrankungen zu einem Drittel aller globalen Todesfälle bei. Daher müssen neue antifibrotische Behandlungen gefunden werden. Die zugrundeliegenden zellulären und molekularen Mechanismen der Fibrose sind jedoch unzureichend verstanden. Ziel dieser Arbeit war es, primäre

Myofibroblasten von Patient*innen mit Kapselselfibrose (Implantat-assoziierte Fibrose) in unterschiedlichen Zellassays zu charakterisieren, um sie für ein Drug-Screening zur Identifikation neuer antifibrotischer Wirkstoffe zu verwenden. Zur Untersuchung der Aktivierung von Fibroblasten wurde die α -SMA-Expression in 2D- und 3D-Zellkulturen via Immunfluoreszenzfärbung quantifiziert. Im Vergleich zu primären Hautfibroblasten zeigten Patient*innen-Fibroblasten eine schnellere Aktivierung, wenn induziert mit dem *transforming growth factor* (TGF)- β 1 (Myofibroblastenregulator) in 2D-Kulturen. Dies deutet darauf hin, dass Fibroblasten eine Gedächtnisfunktion ausbilden und schneller auf bereits bekannte Stimuli reagieren können. In einem unabhängigen Experiment wurde das Migrationsverhalten von Kapselselfibrosezellen mittels Scratch-Assay untersucht. Die Induktion mit TGF- β 1 führt zu einer Senkung der Migration, was durch die Differenzierung in Myofibroblasten erklärt wird, die typischerweise keine Migrationsaktivität zeigen. Insgesamt konnte in dieser Arbeit in verschiedenen Assays bestätigt werden, dass Fibroblasten, die aus Kapseln von Kapselselfibrose-Patient*innen isoliert wurden, im Vergleich zu Hautfibroblasten effizienter in Myofibroblasten umprogrammiert werden. Somit eignen sich diese Zellen als Modell für ein späteres Drug Screening.

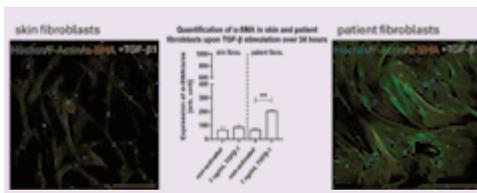


Abb. 1: 2D-Färbung von primären Hautfibroblasten (links) und Patient*innen-Fibroblasten (rechts) nach TGF- β 1-Induktion. Zellkerne in Blau, F-Aktin in Grün und α -SMA in Rot (Skala = 200 μ m). In der Mitte die Quantifizierung von α -SMA.

Entwicklung einer Pilot-Keimanlage für die zelluläre Landwirtschaft



Diplomand

Marco Savic

Korrektoren ZHAW

Prof. Dr. Dieter Eibl, Dr.-Ing. Stefan Seidel,
Msc Lukas Hausherr

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Fenaco Genossenschaft durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die stetig wachsende Weltbevölkerung und der Klimawandel stellen die traditionelle Landwirtschaft schon heute vor das Problem, eine ausreichende Lebensmittelversorgung garantieren zu können. Der Druck, vorrangig essenzielle Lebensmittel anzubauen, gefährdet ausserdem langfristig die Biodiversität, die zusehends in den Fokus rückt. Die zelluläre Landwirtschaft bietet gegenwärtig eine vielversprechende Alternative: Sie eröffnet die Möglichkeit zusätzlich nutzbarer Gebiete zur Entlastung der Agrarwirtschaft, ist unabhängig von Wetterverhältnissen und schützt die Biodiversität. Damit die zelluläre Landwirtschaft ökonomisch von Interesse ist, müssen jedoch die Nährmedienpreise zur Kultivierung durch Etablierung einer kostengünstigen Alternative gesenkt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Herstellung eines Extrakts als Ersatz für die Standardmedien untersucht, unter Verwendung von Nebenströmen aus der Landwirtschaft.

Im ersten Schritt wurde überprüft, unter welchen Bedingungen das bestmögliche Extrakt hergestellt werden kann. In einem weiteren Schritt wurden unterschiedliche Kultivierungssysteme miteinander verglichen, um im Anschluss dazu für das beste System eine Massstabsvergrösserung zu planen. Hierfür wurde detailliert beschrieben, welche Komponenten für die Pilot-Keimanlage benötigt werden und wie sie gegebenenfalls modifiziert werden müssen, um die Anforderungen zu erfüllen. Aufbau und Durchführung sollten dabei möglichst einfach sein. Um die Pilot-Keimanlage fertigen lassen zu können, wurden technische Zeichnungen mithilfe von 3D-Modellierungssoftwares erstellt. Die Pilot-Keimanlage soll zukünftig die Forschung und Etablierung der zellulären Landwirtschaft an der ZHAW fördern und die Zusammenarbeit mit der Fenaco Genossenschaft vorantreiben.

Innovative Zell-Separations-Verfahren für die Bioprozess-optimierung (vertraulich)



Diplomandin

Olivia Schalcher

Korrektor/-in ZHAW

Prof. Dr. Lukas Neutsch, Marco Fluri, Katharina Übelhör

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Die akustische Zellseparation ist eine berührungslose Methode zur Rückhaltung von Zellen in einem biologischen Produktionsprozess. Dabei wird innerhalb einer Resonator-Kammer ein akustisches Feld mit stehenden Wellen generiert. Aufgrund der Kräfte, welche in diesem Feld wirken, aggregieren Zellen in bestimmten Bereichen. Das geklärte Medium kann dabei abgeführt werden und zelluläre Produkte (Viren, Proteine etc.) können gewonnen werden. Überschreiten die Aggregate eine gewisse Grösse, können sie nicht mehr in den Wellen gehalten werden und sie sedimentieren. Diese Zellen werden zurück in den Bioreaktor geleitet. Das System gilt als Alternative zu herkömmlichen Filtermethoden. Vorteile gegenüber solchen Methoden sind die geringere Verstopfungs- und Fouling-Gefahr, tiefere Overall-Kosten und ein einfacheres Scale-up. Das Ziel dieser Arbeit war es, ein solches System zu etablieren und für spezielle Anwendungen zu optimieren. Dafür wurde zuerst die grundlegende Funktion mit «Chinese Hamster Ovary»-Zellen (CHO-Zellen), *Yarrowia lipolytica* (YAL) und *Escherichia coli* nachgewiesen. Mit CHO-Zellen wurde eine Separationseffizienz von >99 % erreicht, mit YAL von bis zu 95 %. Zusätzlich

wurde die Anwendung für YAL weiter optimiert und es wurden verschiedene Ansätze getestet, um die Hefezellen aufgrund verschiedener zellulärer Eigenschaften zu separieren. Dabei konnten die YAL-Zellen nach Zellgrösse und Viabilität aufgetrennt werden. Die Abtrennung von älteren und lipidhaltigen Zellen scheint möglich mit tiefen Leistungseinträgen, dies muss jedoch noch weiter untersucht werden. Das verwendete System ist eine gute Alternative zu herkömmlichen Filtermethoden, jedoch ist der Erfolg vom komplexen Zusammenspiel mehrerer Faktoren abhängig wie Leistung, Durchflussgeschwindigkeiten und Laufzeiten. Deshalb bedarf die Methode fallspezifischer Optimierung.

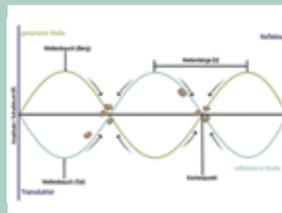


Abb. 1: Akustisches Feld mit generierter und reflektierter Welle, zwischen Transduktor und Reflektor. Die Zellen bewegen sich zu den Knotenpunkten und aggregieren dort.

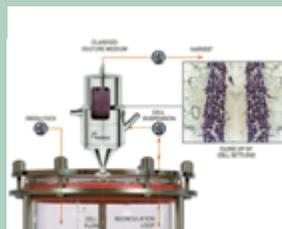


Abb. 2: Aufbau des BioSep im Reaktor-setup für einen kontinuierlichen Bioprozess. Im Close-up sind violett gefärbte Zellen zu sehen, welche sich anhand der stehenden Wellen arrangieren.

Quantitative Bestimmung pflanzlicher Extrakte mithilfe analytischer Marker – Methodenoptimierung mittels analytischer Designraummodellierung (vertraulich)



Diplomandin	Nina Schmit
Korrektoren ZHAW	Dr. Andreas Lardos, Dipl. Chemiker FH Samuel Peter
Korrektor extern	Dr. Alexander Schenk, Max Zeller Söhne AG

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Max Zeller Söhne AG durchgeführt und steht unter Geheimhaltungspflicht. Aus Gründen der Vertraulichkeit werden keine Details zur Arbeit veröffentlicht.

Als Studierende der Biotechnologie konnte ich wertvolle Erfahrungen im Bereich Methodenentwicklung und Hochflüssigkeitschromatographie (HPLC) sowie in der Zusammenarbeit mit dem externen Auftraggeber sammeln.

Rekombinante Herstellung der katalytischen Domäne von MMP-9 und Bestimmung der Aktivität



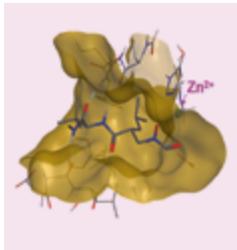
Diplomandin Julia Schüpfer

Korrektoren ZHAW David Frasson, Prof. Dr. Martin Sievers

Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) sind Enzyme, die Zink benötigen und wichtig für den Abbau und Umbau von Gewebe in der extrazellulären Matrix sind. Sie spielen eine Rolle in physiologischen Prozessen sowie in Krankheiten wie Krebs und chronischen Erkrankungen. MMPs sind daher interessante Ziele für die Entwicklung von Medikamenten.

Ein besonders wichtiges MMP ist MMP-9, das in der Krebstherapie vielversprechend ist, da es stark in Melanomen und aggressiven Darmkrebsarten vorkommt. In dieser Bachelorarbeit, die in Zusammenarbeit mit dem Competence Center for Drug Discovery entstand, wurde die katalytische Domäne von MMP-9 hergestellt, um einen *in vitro* Aktivitätstest zur Untersuchung neuer Inhibitoren zu entwickeln.

Die in Abb. 1 gezeigte katalytische Domäne von MMP-9 (MMP-9CD) wurde in *E. coli* BL21(DE3)-Bakterien hergestellt, wobei ein SUMO-Tag als Fusionspartner diente. Zwei Klonierungsstrategien wurden



verwendet, um das MMP-9CD-Gen in den Expressionsvektor pE-SUMOpro Kan zu integrieren. Der erste Ansatz

Abb. 1: In Gelb ist die katalytische Domäne von MMP-9 dargestellt mit NFH (Molekül) als Liganden. PDB-Code: 1GKC (Rowse et al., 2002).

zielte darauf ab, ein Fusionsprotein (MMP-9CD-His-SUMO) zu erzeugen, während der zweite das native MMP-9CD herstellen sollte. Der Vektor enthält den SUMO-Tag, der die Faltung und Löslichkeit des Fusionsproteins unterstützt.

Beide Ansätze wurden im Bakterienstamm *E. coli* BL21(DE3) exprimiert. Nach erfolgreicher Expression wurde das Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie (siehe Abb. 2) gereinigt, während das native Protein durch Anionenaustausch-Chromatographie aufgereinigt wurde. Der SUMO-Tag wurde anschliessend durch eine SUMO-Protease entfernt, und das Protein wurde erneut gereinigt. Die Aktivität der katalytischen Domäne wurde mit einem FRET-Assay getestet, bei dem ein spezifisches Peptid gespalten wurde. Darüber hinaus wurde die Hemmung der MMP-9CD-Aktivität durch den Inhibitor Batimastat untersucht.

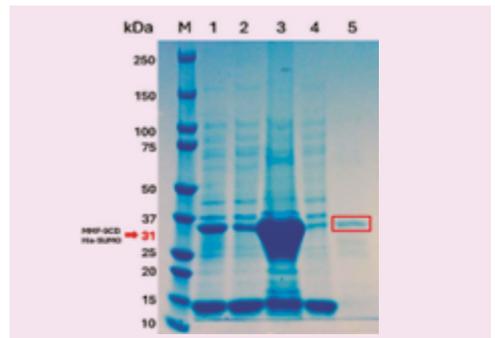


Abb. 2: SDS-Page mit Coomassie-Färbung der Proteinaufreinigung mittels Affinitätschromatographie.

Herstellung von nPMVs mit anti-TfR Antikörper als Carrier-System durch die Blut-Hirn-Schranke



Diplomand

Patric Schwab

Korrektoren ZHAW

Leopold von Balthazar, Prof. Dr. Jack Rohrer

In der vorliegenden Arbeit wurden durch eine etablierte chemische und mechanische Vesikulierung aus HEK-Zellen nPMVs hergestellt, welche mit einem Membran-Staining versehen werden. In der chemischen Vesikulierung wurden durch den Einsatz eines Gemisches von PFA und DTT aus HEK-Zellen apoptotische Körper, sogenannte gPMVs (giant Plasma Membrane Vesicles) generiert. Diese wurden anschliessend durch einen Extrudor verkleinert und homogenisiert, wodurch sogenannte nPMVs (nano Plasma Membrane Vesicles) entstanden. Für die Herstellung dieser nPMVs wurden HEK-Zellen mit einem Fc-Rezeptor-Konstrukt verwendet. Zudem wurden verschiedene Methoden zur

Charakterisierung der hergestellten gPMVs und nPMVs angewandt und es wurden verschiedene Methoden etabliert und angewandt, um diese nPMVs zu funktionalisieren und zu beladen. Ziel dieser Arbeit war es, funktionalisierte nPMVs herzustellen und diese als Carrier-System für die Transfektion in und/oder durch BMECs zu verwenden. Hierfür wurden in einem abschliessenden Versuch aus HEK-293T/17 mit einem FcγRI-Konstrukt nPMVs hergestellt und diese wurden mit einem Anti-TfR Antikörper beladen. Zusätzlich wurden die nPMVs mit einem GFP-Plasmid beladen, um die Transfektion in den BMECs zu überprüfen. Bevor die auf einer 96-Well-Platte ausgesäten BMECs mit den funktionalisierten nPMVs beladen werden konnten, mussten diese durch eine SEC aufgereinigt werden, um freies GFP-Plasmid und Antikörper von den funktionalisierten nPMVs zu trennen. Zum Ende wurde durch eine

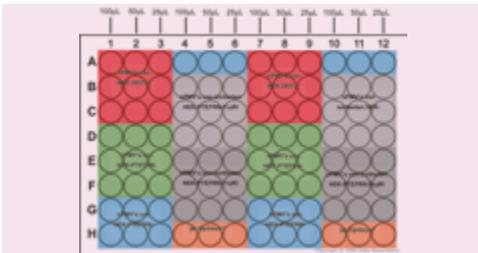


Abb. 1: In den Spalten 1 bis 6 werden jeweils 25'000 BMEC ausgesät und in den Spalten 7 bis 12 75'000 BMEC. Die roten Wells enthalten nPMVs von HEK 293T/17 Zellen mit Antikörpern, die grünen Wells enthalten nPMVs von HEK mit einem FcγRI-Konstrukt, beladen mit Antikörpern. Die blauen Wells enthalten nPMVs von HEK mit einem FcγRI-Konstrukt ohne Antikörper. Die hellgrauen Wells enthalten nPMVs von sortierten HEK mit einem FcγRI-Konstrukt, beladen mit Antikörpern. Die dunkelgrauen Wells enthalten nPMVs von sortierten HEK mit einem FcγRI-Konstrukt ohne Antikörper. Die orangenen Wells enthalten jetOptimus® Transfektionsmischung mit dem GFP-Plasmid.

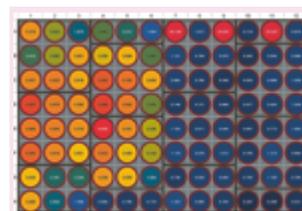


Abb. 2: Schematische Darstellung der 96-Well-Platte mit prozentualem Anteil an Zellen mit GFP-Signal. Die Wells A7, A9 und A11 wurden von der Auswertung ausgeschlossen. In den Wells mit der hohen BMEC-Zelldichte konnte kein signifikantes GFP-Signal erkannt werden. Alle mit jetOptimus® behandelten Wells wiesen ebenfalls kein signifikantes GFP-Signal auf.

FACS-Analyse und ein PKM mit Fluoreszenzlampe die Transfektion überprüft.

Phytochemische Analysen von Cashewapfel-Extrakten als aktive Kosmetikkomponenten (vertraulich)



Diplomandin Sophia Stewart

Korrektoren ZHAW Dr. Andreas Lardos, Dipl. Chemiker (FH) Samuel Peter

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Lipoid Kosmetik durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit werden keine Details zur Arbeit veröffentlicht.

Als Studierende der Biotechnologie konnte ich wertvolle Erfahrungen zu verschiedenen phytochemischen Analyseverfahren sowie in der Zusammenarbeit mit dem externen Auftraggeber sammeln und einen näheren Einblick in die Phyto-pharmazie gewinnen.

«Fragment-to-Lead-Design» durch NMR für onkologische Ziele (vertraulich)



Diplomandin	Suvija Suthakaran
Korrektor ZHAW	Prof. Dr. Martin Sievers
Korrektor extern	Dr. Félix Torres, NexMR AG

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma NexMR AG durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Fragment-basierte Arzneimittelentdeckung (FBDD), kombiniert mit In-silico-Docking und Photo-Chemically Induced Dynamic Nuclear Polarization (Photo-CIDNP) NMR-Spektroskopie, wird eingesetzt, um potenzielle Liganden zu identifizieren, die an Phosphoglyceratkinase 1 (PGK1) binden. PGK1 ist ein Enzym, das eine entscheidende Rolle im Zellstoffwechsel spielt und in die Pathophysiologie von Krankheiten wie Krebs und Parkinson involviert ist. In diesem Projekt wird mittels In-silico-Docking vorhergesagt, wie Liganden mit dem onkologischen Zielprotein PGK1 interagieren. Ausserdem wird PGK1 mit Hilfe der photo-CIDNP NMR Spektroskopie gegen Fragmente untersucht. Mit der Photo-CIDNP NMR Spektroskopie lassen sich schwache Wechselwirkungen zwischen Proteinen und Liganden effektiv nachweisen, wodurch wir besser verstehen, wie sie miteinander verbunden sind und interagieren. Das Ziel ist es, eine Photo-CIDNP/Docking-Pipeline zu etablieren und die im Photo-CIDNP-Screening gewonnenen Informationen in das Docking zu integrieren. Ein Treffer wurde erfolgreich identifiziert, und ein ATP-Assay wurde

durchgeführt, um die Hemmung von ATP durch diesen Treffer zu bestimmen. Mit Hilfe von Docking-Studien kann bestätigt werden, dass der Treffer mit den Bindungsstellen von Terazosin, einem von der FDA zugelassenen Molekül, korreliert und mit PGK1 interagiert. Um diese Ergebnisse zu validieren, sind jedoch weitere In-vitro-Tests erforderlich.

Entwicklung eines wärmenden Sportgels und Validierung einer Analyseverfahren für die enthaltenen Wirkstoffe



Diplomandin	Selina Sheng Hui Tong
Korrektorin ZHAW	Dr. Christin Peters
Korrektorin extern	Marina Kicoranovic, Labor Hartmann GmbH

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Labor Hartmann GmbH durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, eine innovative Formulierung für ein täglich anwendbares wärmendes Sportgel zu entwickeln, welche auf rein natürlichen Rohstoffen basiert. Als Hauptwirkstoffe, die einen wärmenden Effekt auf der Haut erzeugen, wurden L-Menthol und Vanillyl Butyl Ether ausgesucht. L-Menthol erzeugt als Lösung eine Vasodilatation auf der Haut, wodurch sich die Blutgefäße weiten, mehr Blut fließen kann und somit ein wärmendes Gefühl entsteht. Vanillyl Butyl Ether bindet an einen Rezeptor, der dann durch Aktivierung einen wärmenden Effekt produziert. Während Vanillyl Butyl Ether als Einzelkomponente Rötungen und Juckreiz auslöst, fallen jegliche Irritationen durch die Kombination mit L-Menthol weg.

Neben diesen Inhaltsstoffen wurden andere zahlreiche Elemente in das Sportgel mit hineingearbeitet, um zum Beispiel ein angenehmes Hautgefühl zu hinterlassen. Darunter befinden sich Wintergrün-, Cajeput- und Sandelholzöl, welche den Geruch des Sportgels besonders beeinflussen.

Nachdem die finale Formulierung festgelegt wurde, wurden Analysemethoden für die zwei Hauptwirkstoffe etabliert. Es wurden eine Validierung zur Gehaltsanalyse für das L-Menthol und eine Validierung zur Identifikationsanalyse für das Vanillyl Butyl Ether entwickelt. Die L-Menthol Analyse wurde über Gaschromatographie, die Vanillyl Butyl Ether Analyse über Flüssigchromatographie durchgeführt. Geprüft wurden Kriterien, die von den ICH-Guidelines Q2 vorgegeben sind: Spezifität, Präzision, Wiederfindung, Linearität, Robustheit und Range. Diese wurden ohne Komplikationen erfüllt, womit die beiden Methoden für zukünftige Analysen des Sportgels angewendet werden können.

Heisswasserbehandlung und enzymatische Verzuckerung von Lignocellulose für die Herstellung von Hyaluronsäure mittels *E. coli* (vertraulich)



Diplomand

Mike Vögeli

Korrektoren ZHAW

Dr. Thomas Pielhop, MSc Matthias Eckl

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Givaudan durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Klimawandel, CO₂-Ausstoss und Nachhaltigkeit sind aktuelle Themen, die sowohl politisch als auch gesellschaftlich stark diskutiert werden. Insbesondere die chemische Industrie steht vor der Herausforderung, wirtschaftliche beziehungsweise gewinnbringende Geschäftsmodelle mit umweltfreundlichen und nachhaltigen Praktiken zu vereinbaren. Dabei sind erneuerbare Energie und die Verwendung von erneuerbaren Ressourcen entscheidende Faktoren, um vorhandene Klimaziele erreichen zu können. Eine Möglichkeit ist die Verwendung von lignocellulosehaltiger Biomasse (LCB) als erneuerbare Ressource zur Herstellung von Treibstoffen und Chemikalien. Als LCB werden unter anderem Holz und andere nicht essbare Pflanzenbestandteile wie Stängel, Blätter und Samenkapseln zusammengefasst.

Bei der Bachelorarbeit ging es um die Heisswasserbehandlung und enzymatische Hydrolyse von LCB wie Buchen- und Fichtenholz sowie Weizenstroh zur Generierung von fermentierbaren Zuckern zur Produktion von Hyaluronsäure mithilfe

eines genetisch modifizierten *Escherichia coli* Stammes.

Es wurde die Zusammensetzung (Cellulose, Hemicellulose, Lignin) der behandelten Biomasse sowie die Aktivität der zur Hydrolyse der Cellulose zu Glucose verwendeten Cellulase bestimmt. Die hergestellten Zuckerlösungen wurden anschliessend mit verschiedenen Nährmedien kombiniert und mit *Escherichia coli* kultiviert. Die Kulturmedien wurden aufgereinigt und mittels NMR, MALDI-TOF und Turbidimetrie-Assay auf ihren Hyaluronsäuregehalt untersucht. Zusätzlich wurden die Zuckerlösungen auf Nebenprodukte und deren Effekte auf die Fermentation mit GC-MS untersucht.



Abb. 1: Die verwendeten Rohstoffe von links: Fichtenholz, Buchenholz, Weizenstroh.

Discover novel DNA damage response (DDR) based therapeutic vulnerabilities in sarcoma (confidential)



Diplomand

Michael Zehnder

Korrektorin ZHAW

Prof. Dr. Steffi Lehmann

Korrektorinnen extern

Prof. Dr. med. Chantal Pauli and Dr. Lara Planas-Paz,
University Hospital Zurich

The project described is confidential. It was carried out in cooperation with the University Hospital Zurich. For reasons of confidentiality, no details of the work will be published.

Soft tissue sarcomas (STS) represent a rare and heterogeneous group of malignancies, accounting for less than 1 % of all cancers. The low incidence and genetic diversity within STS have hindered the development of personalised therapeutic approaches. In contrast, for several more prevalent cancer types, targeted therapies and specialised drugs are being actively developed, tested, and in some cases, clinically implemented.

Despite the challenges, some STS share genetic alterations with other malignancies, such as ovarian and breast cancers. This genomic overlap suggests the potential utility of repurposing drugs initially designed to target similar mutations in these more common cancer types for the treatment of STS.

In this study, patient-derived sarcoma cell models were utilised in an automated mid-throughput drug screening assay, including over 70 drugs and small molecules. This screening aimed to identify compounds with therapeutic potential against STS. Among the candidates, the mechanistic effect further was validated

through a fibre assay performed on the sarcoma cell models (figure 1).

This approach not only provides insights into the potential repurposing of existing cancer therapies for STS but also underscores the importance of developing targeted treatments for this rare and diverse group of malignancies.

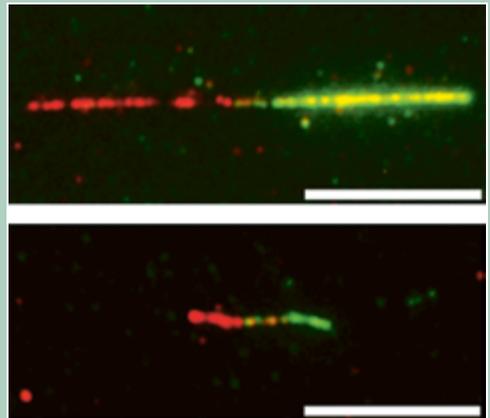


Figure 1: Immunostaining of the DNA fibres after performing the fibre assay. Typical DNA fibre of an untreated cancer cell (top). In comparison the picture below shows the DNA fibre of a treated cancer cell. Scale bars in both pictures represent 10 µm.

Etablierung von *in vitro* und *in vivo* Modellen für die Untersuchung von neuen Anti-Krebs-Immuntherapien



Diplomandin Aurelia Zurkinder

Korrektorinnen ZHAW Prof. Dr. Steffi Lehmann, Dr. Ina Albert

Korrektoren extern Dr. Simon Bredl, Universitätsspital Zürich
Prof. Dr. Stephan Neuhaus, Universität Zürich

Das beschriebene Projekt steht unter Geheimhaltungspflicht. Es wurde in Zusammenarbeit mit dem Universitätsspital Zürich (USZ) und der Universität Zürich (UZH) durchgeführt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird die Arbeit nur summarisch zusammengefasst.

Krebs ist weltweit eine der grössten Herausforderungen im Gesundheitswesen. Obwohl intensiv geforscht wird und immer wieder neue Arzneimittel entwickelt werden, gibt es für viele Krebsarten noch keine effizienten Therapien. Ein Beispiel ist der dreifach-negative Brustkrebs (TNBC), der weder auf Hormontherapie noch auf den HER2-Antikörper anspricht und immer noch mit mässigem Erfolg mit Chemotherapie oder Bestrahlung behandelt wird. Daher wird aktiv nach neuen Therapieformen gesucht, die auch TNBC-Tumore effizient eliminieren. Eine der aktuell untersuchten Therapien ist eine zellbasierte, zielgerichtete Immuntherapie. Dabei werden Immunzellen des eigenen Körpers mit einem chimären Antigenrezeptor (CAR) modifiziert, der spezifische Oberflächenproteine auf Tumorzellen erkennt und ihre Elimination ermöglicht. Die CARs können von unterschiedlichen Zelltypen, wie Makrophagen oder T-Zellen, exprimiert werden. Makrophagen sind besonders attraktiv für die Immuntherapie, da sie in solide Tumore infiltrieren und Tumorzellen phagozytieren oder abtöten können. Ziel

dieser Bachelorarbeit war es, ein 2D- und 3D-Kokulturmodell mit Brustkrebszellen und CAR-Makrophagen zu etablieren, um die Elimination der Krebszellen durch vom USZ entwickelte CAR-Makrophagen zu untersuchen. Zudem wurde ein Xenograft-Tumormodell in Zebrafischlarven etabliert, um künftig die Effizienz der CAR-Makrophagen in einem *in vivo* Modell zu testen. Sowohl im 2D- als auch im 3D-Setting konnte mittels Fluoreszenzmikroskopie gezeigt werden, dass CAR-Makrophagen den Zelltod der Tumorzellen durch Phagozytose oder vermittelte Zytotoxizität induzieren. Die in Zebrafischlarven transplantierten Tumorzellen wurden nach einigen Stunden von den Zebrafisch-Makrophagen phagozytiert und abgebaut. Das Tumormodell könnte somit nur zu frühen Zeitpunkten nach der Tumorzellinjektion zur Charakterisierung von Anti-Tumor-Immuntherapien genutzt werden und muss weiter optimiert werden. Insgesamt suggerieren die erzielten Ergebnisse jedoch, dass CAR-Makrophagen eine effektive personalisierte Behandlungsstrategie für EGFR-positive Tumore darstellen.

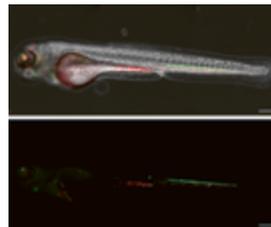


Abb. 1: Zebrafischembryo mit rot-fluoreszierenden fischeigenen Makrophagen und systemisch injizierten CFSE-angefärbten Krebszellen (grün) eine Stunde nach Injektion. Massstab 100 μm .

Enormes biotechnologisches Potenzial: Anaerobe Pilze im Kuhpannen

Fachgruppe Umweltbiotechnologie
und Bioenergie



Unsere Fachgruppe hat sich der Lehre, der Erforschung sowie der Förderung von zukunftsweisenden Konzepten wie der Kreislaufwirtschaft und Bioökonomie verschrieben. Unser Hauptziel ist die Sicherung der Lebensqualität und die verantwortungsvolle Wahrung natürlicher Ressourcen für kommende Generationen. Unsere Arbeit im Forschungsschwerpunkt «Sustainable Solutions» trägt dazu bei, innovative Lösungen für die Bewahrung der ökologischen Integrität zu entwickeln und gleichzeitig die neue biomassebasierte Wirtschaftsweise voranzutreiben.

Unsere Kernkompetenzen beinhalten mikrobiologische Verfahren zur Umsetzung und Verwertung von Biomasse, von organischen Abfällen und von Abwässern zu höherwertigen Produkten. Die Schließung biomassebasierter stofflicher Kreisläufe und die Nutzung erneuerbarer Energien stehen im Fokus unserer Arbeit.

Dominante Pilze aus dem Kuhpannen

Was hat eine Kuh mit einem Pilz zu tun? Die Antwort lautet: Sie leben zusammen in einer Gemeinschaft, die als Syntrophie bekannt ist. Dabei nutzt der eine Organismus die Stoffwechselprodukte des anderen – zum Beispiel organische Säuren – als Nahrung für seinen eigenen Stoffwechsel. Diese syntrophe Beziehung besteht bereits seit Millionen von Jahren und dominiert das Mikrobiom im Pansen der Kuh. Ein weiteres Produkt einer Syntrophie mit Archaeen ist Methangas. Wenn es in die Atmosphäre freigesetzt wird, ist es ein unerwünschtes Treibhausgas. Gleichzeitig ist es jedoch ein wertvoller Energieträger aus Biomasse.

Abb. links: Doktorand Akshay Joshi bei der Arbeit mit anaeroben Pilzen.

Die anaeroben Pilze besitzen nachweislich ein enormes biotechnologisches Potenzial für die Herstellung CO₂-neutraler Treibstoffe und Biomaterialien. Sie sind in der Lage, Lignozellulose biochemisch (enzymatisch) zu zerlegen. Verwertbare Kohlenhydrate werden abgebaut und in Bioenergie umgewandelt, während Lignin als wertvolle Grundstoffchemikalie übrigbleibt.

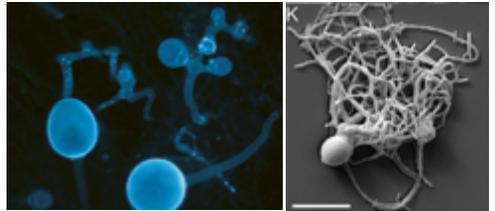


Abb. 1: a) Ein anaerober Pansenpilz (DAPI gefärbt) b) Anaerober Pilz *Neocallimastix* sp. SEM-Aufnahme.

Die Fachgruppe Umweltbiotechnologie und Bioenergie hat sich der Erforschung dieser anaeroben Pilze verschrieben, um Wege zu finden, möglichst viel erneuerbare Energie und biogene Materialien zu gewinnen. In einem angewandten Ansatz sollen die Erkenntnisse bald in die Praxis umgesetzt werden, denn die Zeit für eine Transformation in eine CO₂-neutrale Zukunft drängt.

Kontakt

Dr. Hans-Joachim Nägele



Mehr über die Forschung am ICBT:
www.zhaw.ch/icbt/forschung

Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT)

Das ICBT ist eines der naturwissenschaftlichen Institute der ZHAW. Es betreibt angewandte Forschung zu brandaktuellen Themen rund um Gesundheit, Chemie, Biotechnologie und Umwelt – von Antibiotikaresistenzen oder antiviralen Wirkstoffen über Mikroplastik bis hin zu nachhaltigeren chemischen Prozessen. In drei Bachelorstudiengängen und zwei Studienrichtungen im Master bildet das ICBT junge Menschen für den Wachstumsmarkt Life Sciences aus.



Lehre

Das ICBT bietet drei Bachelorstudiengänge an: den Bachelor in Biotechnologie mit Vertiefung «Bioprozessentwicklung und Bioengineering» oder «Molekular-, Mikro- und Zellbiologie», den Bachelor in Chemie mit Vertiefung «Chemie» oder «Biologische Chemie» und den Bachelor in Biomedizinischer Labordiagnostik.

Im forschungsbasierten Masterstudien-gang «Master of Science of Life Sciences» werden die Vertiefungen «Pharmaceutical Biotechnology» und «Chemistry for the Life Sciences» angeboten.

Weiterbildung

Das ICBT bietet massgeschneiderte Weiterbildungsprogramme an. Individuelle Weiterbildungen für Firmen werden an den spezifischen Kundenbedürfnissen ausgerichtet. Internationale Fachtagungen und die «CAS The Science and Art of Coffee» sowie «CAS in Coffee Excellence» runden das Portfolio ab.

Forschung, Entwicklung und Dienstleistungen

Die naturwissenschaftliche Forschung des ICBT ist am Markt orientiert. Für seine Partner bringt das Institut Produkte und Verfahren voran, die das Potenzial haben, sich schnell am Markt zu etablieren.

Unsere strategischen Schwerpunkte:

- **Sustainable Solutions:** Wir gestalten und optimieren biotechnologische, biokatalytische und chemische Produktionsprozesse, Anlagen und Verfahren.
- **Pharma Innovation:** Wir erforschen und entwickeln innovative Therapeutika und suchen neue Wege zur Herstellung von Gewebemodellen für Testung, Diagnostik und Therapie.
- **Detection and Diagnostics:** Wir wenden instrumentell-analytische und bioanalytische Methoden und Technologien an für den Nachweis von Stoffen und eine sichere und effiziente Labordiagnostik.
- **Smart Materials:** Wir kreieren nanostrukturierte und funktionelle Materialien mit spezifischen Eigenschaften, die in verschiedenen Bereichen der Life Sciences zur Anwendung kommen.



Mehr über unser Institut:
www.zhaw.ch/icbt

Perspektiven: Master und Weiterbildung

Masterstudium

Nach erfolgreichem Abschluss Ihres Bachelors können Sie an der ZHAW in Wädenswil einen forschungsbasierten und praxisorientierten Master of Science in Life Sciences absolvieren. Als Vertiefungsrichtung wird «Pharmaceutical Biotechnology» angeboten.

Der Masterabschluss qualifiziert Sie insbesondere bei internationalen Unternehmen für die höhere Karrierelaufbahn. Machen Sie den nächsten Schritt in Ihrer akademischen Karriere und melden Sie sich für das Masterstudium an.

Weiterbildung

Das Institut bietet auf Anfrage kundenspezifisch ausgerichtete Weiterbildungskurse in den Laboren der einzelnen Forschungsgruppen an.

Selbstverständlich können Sie auch praxisbezogene Weiterbildungskurse oder Weiterbildungsstudiengänge (MAS, DAS, CAS) an einer Fachhochschule oder Universität besuchen. Auch die Teilnahme an Fachtagungen, z. B. am Institut für Chemie und Biotechnologie, bietet Ihnen neues Wissen und fachliche Vernetzung.

Tagungen

Nutzen Sie die Gelegenheit, sich auf den neuesten Stand von Wissen und Technik zu bringen und die eigene fachliche Kontaktpflege voranzutreiben.

Gut zu wissen



Weitere Infos zum
Masterstudium:
www.zhaw.ch/icbt/master-biotechnology



Weitere Infos zur Weiterbildung:
www.zhaw.ch/icbt/weiterbildung



Weitere Infos zu Fachtagungen:
www.zhaw.ch/de/lisfm/weiterbildung/fachtagungen



Arbeitsalltag im «Feld»: Unterwegs bei einer Probenahme

**Internationale
Arbeitserfahrung**

**Bezahlte Praktika
in über
80 Ländern**

«Ich würde jedem ein Auslandspraktikum empfehlen, da man unvergessliche Erlebnisse sammelt und dabei viel Spass hat.

IAESTE hat mir die Möglichkeit geboten unser Nachbarland, Österreich mit interaktiven und gut organisierten Events kennen zu lernen, erste Berufserfahrungen in einem neuen Arbeitsumfeld zu sammeln sowie internationale und anhaltende Freundschaften zu schliessen. Des Weiteren konnte ich erfolgreich mein berufliches Netzwerk ausbauen, welches eine Laufbahn nur positiv beeinflussen kann!»

Kevin Lustenberger, Biotechnologiestudent an der ZHAW Wädenswil.

Er absolvierte im Sommer 2019 ein zweimonatiges Praktikum bei der Linz AG, in Linz, Österreich.

IAESTE Praktika...

- ... richten sich v.a. an Studierende **technischer und naturwissenschaftlicher** Fächer
- ... sind **bezahlt**: der Lohn deckt die Lebenshaltungskosten vor Ort
- ... bieten Dir **viele Vorteile**: Betreuung während der Bewerbungsphase, soziales Netzwerk vor Ort, etc.
- ... haben eine Dauer zwischen **6 Wochen und 12 Monaten**



Alle unsere Praktikumsstellen findest Du hier:
www.iaeste.ch/Students/TraineeshipOffers/



IAESTE
SWITZERLAND

Premium Partner von IAESTE Switzerland



Unterstützt durch

**HASLER
STIFTUNG**

Internationaler Austausch

Sie möchten einen Teil Ihres Studiums im Ausland absolvieren? Die ZHAW bietet Ihnen diese Möglichkeit.

Ein Austauschsemester, ein Auslandspraktikum, der Besuch einer Summer School, eine Studienreise oder ein Sprachaufenthalt bringen Ihnen viele Vorteile: Sie lernen eine andere Kultur und Sprache sowie ein anderes Bildungs- und Forschungssystem kennen und Sie sammeln Erfahrungen für Ihre berufliche Zukunft. Das Departement Life Sciences und Facility Management der ZHAW ist im Rahmen des Swiss-European Mobility Programme SEMP (der Übergangslösung, welche vom Bundesrat für das EU-Bildungsprogramm Erasmus+ eingerichtet wurde) derzeit mit über 70 Partnerhochschulen in 15 europäischen Ländern vernetzt.

Der Studiengang Biotechnologie motiviert die Studierenden darin, ihre Bachelorarbeit an einem ihrer ausländischen Partnerinstitute zu schreiben. Zudem werden jährlich internationale Summer Schools organisiert. Neben den Informationen im Internet gibt die Studienberatung des Studiengangs Biotechnologie oder das International Relations Office (IRO) gerne dazu nähere Auskünfte und unterstützt Sie bei Ihren Fragen.



Mehr über die internationale
Mobilität und Erfahrungsberichte
von Studierenden:
www.zhaw.ch/lsfm/international

ALUMNI ZHAW

Damit Sie sich auch nach Ihrem Studium vernetzen können, steht Ihnen der Verein ALUMNI ZHAW mit den Fachbereichen «Life Sciences» und «Facility Management» zur Verfügung. Diese organisieren Events zu unterschiedlichen Anlässen, fachspezifische Vorträge und Besichtigungen und pflegen den Kontakt zu den Berufsverbänden und weiteren Alumni-Organisationen.



Melde dich gleich an:
www.alumni-zhaw.ch

Geschäftsstelle ALUMNI ZHAW
ALUMNI ZHAW
Gertrudstrasse 15
8400 Winterthur
052 203 47 00
services@alumni-zhaw.ch

ZHAW LSFM

Die ZHAW ist eine der führenden Schweizer Hochschulen für Angewandte Wissenschaften. Sie ist in Lehre, Forschung, Weiterbildung und Dienstleistung tätig – praxisnah und wissenschaftlich fundiert. Mit ihren Standorten in Winterthur, Zürich und Wädenswil ist sie regional verankert und kooperiert mit internationalen Partnern. Die Hochschule umfasst acht Departemente. Derzeit sind über 14 000 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 nahezu 1800 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 sieben Bachelor- und vier 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 eine wichtige Voraussetzung für den beruflichen Erfolg. An der ZHAW gibt es massgeschneiderte Kurse, Tagungen und Weiterbildungsstudiengänge.

Forschung und Entwicklung

Forschungsstarke Institute 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.



Weitere Infos zu ZHAW LSFM:
www.zhaw.ch/lsfm

ZHAW Zürcher Hochschule für
Angewandte Wissenschaften

**Life Sciences und
Facility Management**
ICBT Institut für
Chemie und Biotechnologie

Studiengang Biotechnologie
Grüntalstrasse 14
Postfach
8820 Wädenswil
Tel. +41 58 934 50 00
info.icbt@zhaw.ch
www.zhaw.ch/icbt

Für weitere Informationen
besuchen Sie unsere Webseite:
www.zhaw.ch

