

[INSIDE]⁻⁹

Wir sind Nano

Wissenschaft

Impressum

Felix Erb
Carina Luchsinger
Manuel Kraus
Miriam Stuke
Mischa Meyer
Nair von Mühlönen
Vera Weibel
Gordian Born

Für die Mithilfe beim Lektorieren und Ausarbeiten der Artikel bedankt sich das Redaktionsteam herzlichst bei Melissa Varela, Julia Ludwig, Robin Keller, Sven Imdorf und Sophia Güntert.

Zur hübschen Aufmachung dieses Magazins tragen die wunderschönen Mikroskopiebilder bei, die im Rahmen des Mikroskopieblockkurses von NanostudentInnen aufgenommen wurden. Die Bilder wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Vielen Dank an alle Freunde, Bekannte und Verwandte, die mit Rat und Ideen zu dieser Ausgabe beigetragen haben.

Kontakt: redaktion-nanoletter@unibas.ch

Titelbild: Defekt im Drosophila Auge - Julian Köchlin, Christoph Küng.

Beyond

Fun

How to build an artificial cell - a practical guide

Designing a functional system with a next to life material diversity. This goal is being realised by the NCCR MSE (National Centre of Competence in Research of Molecular System Engineering). Molecular factories, inspired by cellular architecture, can be tailored to have desired properties through application of principles of synthetic biology. Due to their versatility in design, applications of these hybrid systems range from medicine to production of chemicals. Step by step, the researchers of the University of Basel are approaching their long sought goal to build functional micro- and nano-systems which come close to the complexity of cells - artificial organelles and cells.

The groups of Prof. Wolfgang Meier and Prof. Cornelia Palivan succeeded in building catalytic nanocompartments, whose activity is switched on or off depending on environmental conditions such as pH and reduction potential. The goal of one of their particular projects was to build a stimuli-responsive nanocompartment, which could mimic the complexity and functionality of nature's own organelles. The idea breaks down to a nano-sized, synthetic polymer vesicle equipped with biotechnologically produced membrane proteins. Those membrane proteins were both genetically and chemically modified, so that they were stimuli-responsive. Meaning, the membrane proteins respond

to changes in the environment by closing or opening.

Dr. Tomaž Einfalt participated in this project and agreed to chat about his experiences. The scientist in him is thrilled about the possibility to build cell-like system by rational design. The engineering of "test tube" artificial cells and organelles is fuelled by fundamental research of the previous century. By now, most of the molecular building blocks of cells are discovered and it was revealed how they play together to make a functioning cell. The time has come to apply this knowledge and start to build such systems in a test tube from scratch. Of course, promising applications incentivise to conduct research. For in-

stance, catalytic nanocompartments, acting as artificial organelles, could be potentially used as an enzyme replacement therapy. Once a functional synthetic nanocompartment with an encapsulated enzyme is taken up by a cell, it remains in the cytosol, enabling the enzyme to carry out its duties. Upon cell mitosis, those compartments will split and be divided between daughter cells, like regular cellular organelles such as mitochondria.

Here is how it works: By combining the synthetic and the biological world, a hybrid system resembling an artificial cell organelle is created. It is nano-sized,

and can regulate molecular flow through the pores of the membrane protein. An enzyme, namely horseradish peroxidase (HRP), was then encapsulated in the system. First, the free enzymatic activity was studied. Upon exposure to cyclic pH changes between 7.4 and 6.0, the enzymatic activity decreased already significantly in the first cycle, dropping even further in the second cycle. On the other hand, enzymatic activity of HRP encapsulated in the nanocompartment was still at 75 % of its initial activity after the fourth cycle. In short, they showed that enclosing enzymes in their catalytic nanocompartment leads to enhanced enzymatic activity and stability.

Let us take a closer look at the two components of the vesicle: A synthetic polymer membrane and an inserted membrane proteins. The polymer used in the study was chosen because it self-assembles into vesicles. Due to thermodynamic reasoning, the ratio between hydrophobic and hydrophilic parts is critical for self-assembly into vesicles. Moreover, the polymer chain length, or membrane thickness, is such that the membrane proteins were able to insert them-

selves into a synthetic membrane. The membrane proteins, OmpF can do this, modified through two cysteine point mutations and subsequent attachment of an

ionisable peptide linker called Gala3. Depending on the pH and subsequently the protonation state, the peptide linker will change its conformation, closing the pore at pH 6.0 and leaving it open at pH 7.4. Thus, the ability of the substrate of HRP to diffuse through the pores is dependent on local pH conditions.

This project was a collaboration, where a great emphasis was placed on teamwork. Multiple scientists of the NCCR Molecular Systems Engineering shared their experience in polymer synthesis, the membrane protein biology and the expertise in nano-system engineering. This approach led to a more rapid and successful advancement of the project compared

"I think the most important thing that I've learned is that science usually works, you're just missing something."

to an individual scientist working on his own. Each scientist in the collaboration contributed his own part: In Tomaž's case, it was the chemical modification of the membrane proteins, characterisation of the enzymatic activity and the self-assembly of the vesicles. "Of course, the main idea is that all researchers should and do learn all the techniques," commented Tomaž. "However, there is always one person who specialises and spends more time on a specific aspect of the project."

When asked whether there were any challenges and how he and his team coped with them, Tomaž replied: "I guess challenges were the typical trials you encounter as a researcher. Nothing works as planned and then the way you solve the problem is just persistence. It's a continuous process - man made evolution. You see that something is working or is not working, you take notes and then you continue. Learning by doing. I think the most important thing that I've learned is that the fundamental science behind the thing you are building usually works. If your construct doesn't seem to work - you're just missing something." It may come from choosing the wrong measurement technique, not having a high enough detection limit or starting the measurement too late. Hence, it is important to always take the whole picture into consideration, and not to discard unexpected results without further thought.

The great thing in Switzerland, as Tomaž put it, is that you are not re-

stricted in advancing your research. Even if there is nobody in your group with the required know-how, you can find somebody at the D-BSSE or maybe at ETH Zurich, contact them and get their experiences. Moreover, there is no limit by lack of suited devices. When working in Nanotechnology, the mere machine power available opens doors to almost everything. Some of the best (electron) microscopes in the world are here, the best fluorescence characterisation techniques. "For researchers, it is important to know that you just have to approach people. You have to go and ask... and then stuff works." Tomaž pauses for a second and then adds: "Or it doesn't work and then you try to figure out why it doesn't work."

The whole process of publishing a paper takes considerable time. This paper took three years of work, and a year waiting for it to get accepted. Happiness took over once Tomaž heard that the paper was accepted. However, this happiness also fades quite quickly, and this emphasises the importance of enjoying your work. It's not about the goal, it's about how you get there. Being successful in research means always advancing with your research. After finishing a project, you devote yourself to something new. Meaning, the notice of your paper being accepted often is delivered to you when you are already actively involved in another project. Tomaž describes his work as a researcher by quoting the Red Queen from the story of Alice in Wonderland: "Now, here, you see, it takes all the running

you can do, to keep in the same place. If you want to get somewhere else, you must run at least twice as fast as that!"

Asked about his newly finished project, Tomaž reveals that they are in the process of building artificial cells. Together with a recent graduate of the NCCR, Dr. Martina Garni,

they developed a technology to create artificial micro-scale compartments showing metabolic activity and material diversity matching the one found in normal cells. He cannot go on further, of course. He does add, though, that it was successful and they managed to patent the technology. So, stay tuned.



Tomaž Einfalt has studied pharmaceutical sciences in Slovenia, Regensburg and Birmingham. Two weeks after having his licence, he started a PhD here at the Swiss Nanoscience Institute under the supervision of Prof. Cornelia Palivan. His initial project was to develop artificial cell organelles - stimuli-responsive nanocompartments with intracellular functionalities. In his final year, he started working with another graduate of the NCCR - (now Dr.) Martina Garni. She focused on systems to develop artificial cell-like components. By combining the two approaches - the nanoscale nature of cell organelles and the microscale of compartments - they successfully developed and patented a technology to build artificial cells.

T. Einfalt et al. "Biomimetic artificial organelles with in vitro and in vivo activity triggered by reduction in microenvironment". In: Nature Communications 9.1 (Dec. 2018).
Christoph Edlinger et al. "Biomimetic Strategy To Reversibly Trigger Functionality of Catalytic Nanocompartments by the Insertion of pH-Responsive Biovalves". In: Nano Letters 17.9 (Sept. 13, 2017), pp. 5790-5798.
About NCCR MSE. <http://www.nccr-mse.ch/en/about-nccr-mse/>

Vera Weibel



1 - Spinnmilbe - Vera Weibel, Martin Saladin, Semian Detreköy

Ein Ausflug in die Welt der Literatur: „Zugbrücke ausser Betrieb“ - eine Aussenansicht von Hans Magnus Enzensberger

«Nano...was?» ist meist die prompte Reaktion wenn ich erzähle, was ich studiere. Wenn ich dann auch noch erkläre, was für Fächer ich belege, kommt entweder «Wow»; «Das wär nix für mich» oder «ich konnte Physik noch nie leiden». Zum Glück kann ich jeweils manch Vorurteile mit lebensnahen Beispielen aus der Biologie zerstreuen, doch andere Fachrichtungen sind weniger glücklich. Im Aufsatz «Zugbrücke ausser Betrieb» von Hans Magnus Enzensberger wird so ein Graben der Fehlkommunikation zwischen Leuten, die sich hier vielleicht als «Normalsterbliche» sehen würden und Mathematikern beschrieben.

“Bekanntlich ist die Ignoranz eine Himmelsmacht von unbesiegbare Stärke. Die meisten Menschen sind vermutlich überzeugt davon, dass es sich ganz gut ohne mathematische Kenntnisse leben lässt und dass diese Wissenschaft unwichtig genug ist, um sie den Wissenschaftlern zu überlassen.” Angesichts der Reaktionen, die viele an den Tag legen, wenn das Gesprächsthema Mathematik auf den Tisch kommt, ist diese Beobachtung durchaus glaubwürdig. “Es sind immer die gleichen Töne: ‘Hören Sie auf! Mit Mathematik können Sie mich jagen.’ - ‘Eine Qual, schon in der Schule. Keine Ahnung, wie ich damals durchs Abitur gekommen bin.’” Genau so beginnt denn

auch Enzensberger seinen Essay, ein kurzes Schmuckstück der Literatur über die Wahrnehmung der Mathematik in der Gesellschaft. “Ein allgemeiner Konsens hat sich herausgebildet, der stillschweigend, aber massiv die Haltung zur Mathematik bestimmt. Dass ihr Ausschluss aus der Sphäre der Kultur einer Art von intellektueller Kastration gleichkommt, scheint niemanden zu stören.”

In anderen Kulturkreisen, etwa China oder Russland, mag dies nicht zutreffen, doch hierzulande erweckt die Erwähnung von Mathematik oft Frustration und Ärger. Ein weiterer Graben tut sich auf, sobald die Notation in die Beurteilung kommt: Die meisten Leute geraten nahezu in Pa-

nik, sobald sie einer Formel ansichtig werden. Humorvoll vergleicht Enzensberger die Schmähungen: “Wesentlich seltener trifft man Leute, die mit ähnlicher Emphase behaupten, es bereite ihnen schon der Gedanke, einen Roman zu lesen, ein Bild zu betrachten oder ins Kino zu gehen, unüberwindliche Qualen”. In seinen gewundenen, manchmal sprunghaften Gedankengängen, welche dem Essay zu eigen sind, betrachtet Enzensberger anschliessend das Phänomen der geächteten Mathematik aus verschiedenen Blickwinkeln und stellt abschliessend die entscheidende Frage: “Woher kommt es, dass die Mathematik in unserer Zivilisation so etwas wie ein blinder Fleck geblieben ist, ein exterritoriales Gebiet, in dem sich nur wenige Eingeweihte verschanzt haben?”

“Wer sich die Antwort leichtmachen will, wird sagen, daran seien die Mathematiker selber schuld.” Nicht nur sind Mathematiker heute so spezialisiert, dass sie sich häufig untereinander nicht verstehen - es gibt auch Mathematiker, die über sich selber sagen, dass ihre Arbeit in keinsten Weise von gesellschaftlichem Nutzen sei. Kein Wunder also, wenn in manchen Haushalten die Meinung vorherrscht, Mathematik spiele keine Rolle. Diese Idee lässt sich jedoch leicht widerlegen: Die vielen elektronischen Geräte, die uns heutzutage umgeben, sind

Beweis genug. “Die Vermittlungen zwischen reiner und angewandter Mathematik sind oft schwer zu durchschauen; auch das mag ein Grund dafür sein, dass der Stellenwert der mathematischen Forschung in den heutigen Gesellschaften phantastisch unterschätzt wird. Im übrigen dürfte es auch kein zweites Gebiet geben, auf dem der kulturelle Time lag derart enorm ist.”

Enzensberger gelingt es gut, die Abneigung und Vorurteile, die Mathematikern gegenüber vorgebracht werden, darzulegen. “Man stellt sich unter einem Mathematiker einen profanen Hohepriester vor, der eifersüchtig seinen speziellen Gral hütet. Den gewöhnlichen Dingen dieser Welt wendet er den Rücken zu”, malt Enzensberger die Karikatur und geht noch weiter: “Intelligent, wie er nun einmal ist - niemand macht ihm diesen Titel streitig -, betrachtet er die hilflosen Versuche der anderen, den einen oder anderen Gedanken zu fassen, mit geringschätziger Herablassung.” Der Mathematiker, wie er hier gezeichnet, ist zu hochmütig, seine eigene Sache - die Mathematik - zu bewerben. Er ist also selber schuld, dass sich niemand dafür interessiert.

Die greifbare Berufserkrankung des Mathematikers, dessen “Tätigkeit vor allem extreme und lang an-dauernde Konzentration” verlangt, ist dessen

“Die meisten Menschen sind vermutlich überzeugt davon, dass es sich ganz gut ohne mathematische Kenntnisse leben lässt”

Einsilbigkeit, sein Unwille, gewisse Dinge in ihrer Vollständigkeit zu erklären - was ja manchmal auch ein Ding der Unmöglichkeit ist. "Als Gesprächsfähig kann unter Fachleuten nur gelten, für den das Triviale trivial ist, sich also von selbst versteht. Alle, auf die das nicht zutrifft, also mindestens 99 Prozent der Menschheit, sind in diesem Sinn hoffnungslose Fälle, mit denen sich zu unterhalten einfach nicht lohnt." Angesichts dieser Argumente versucht Enzenzberger, den Mathematiker nun doch noch zu entlasten, um ihm nicht die alleinige Schuld an seiner Isolation zuzuweisen.

"Und an diesem Punkt bleibt nur noch ein einziger Sündenbock übrig, nämlich unsere intellektuelle Sozialisation, genauer gesagt: die Schule." Schliesslich werden die Kinder auch heute noch jahrelang fast ausschliesslich mit öden Routinen gepeinigt. Genau hier entsteht auch der Bruch zwischen universitärem Mathematikunterricht und der schulischen Vorbildung: Statt dass Beweise nachgefühlt werden, statt dass Begründungen gegeben werden, werden in den Schulen lediglich trockene Methoden angewandt. Genauso wie rhetorische Waffen wie die Rhetorik in Verges-

senheit geraten sind, so hat auch der Unterricht in den Schulen "mit mathematischem Denken (...) nichts zu tun".

"Aber der übliche Mathematikunterricht langweilt nicht nur, er unterfordert vor allem die Intelligenz der Schüler (...). Wahrscheinlich ist ihre Aufnahmefähigkeit für mathematische Ideen überhaupt grösser als die der meisten Erwachsenen; diese nämlich haben den üblichen Bildungsgang bereits hinter sich gebracht." Damit sind sie bereits vorbelastet. Mit dieser Haltung wird die Mathematik an die nächste Generation weitergegeben. Die Zugbrücke zur Mathematik, die dem Essay seinen Namen gibt, ist also auch für Enzenzberger selbst hochgezogen. "Das hindert mich jedoch nicht daran, den einen oder anderen Blick auf das andere Ufer zu werfen." - Vielleicht gelingt es ja auch dem einen oder anderen Laien, über seinen eigenen Schatten zu springen und der Mathematik eine Chance zu geben. Wünschenswert wäre es und zu seinem Schaden soll es nicht sein. "Es ist der Versuch einer Alphabetisierung, auf den es ankäme; ein langwieriges, aber vielversprechendes Projekt, das im zarten Alter zu beginnen hätte".

Miriam Stuke

Wettbewerb

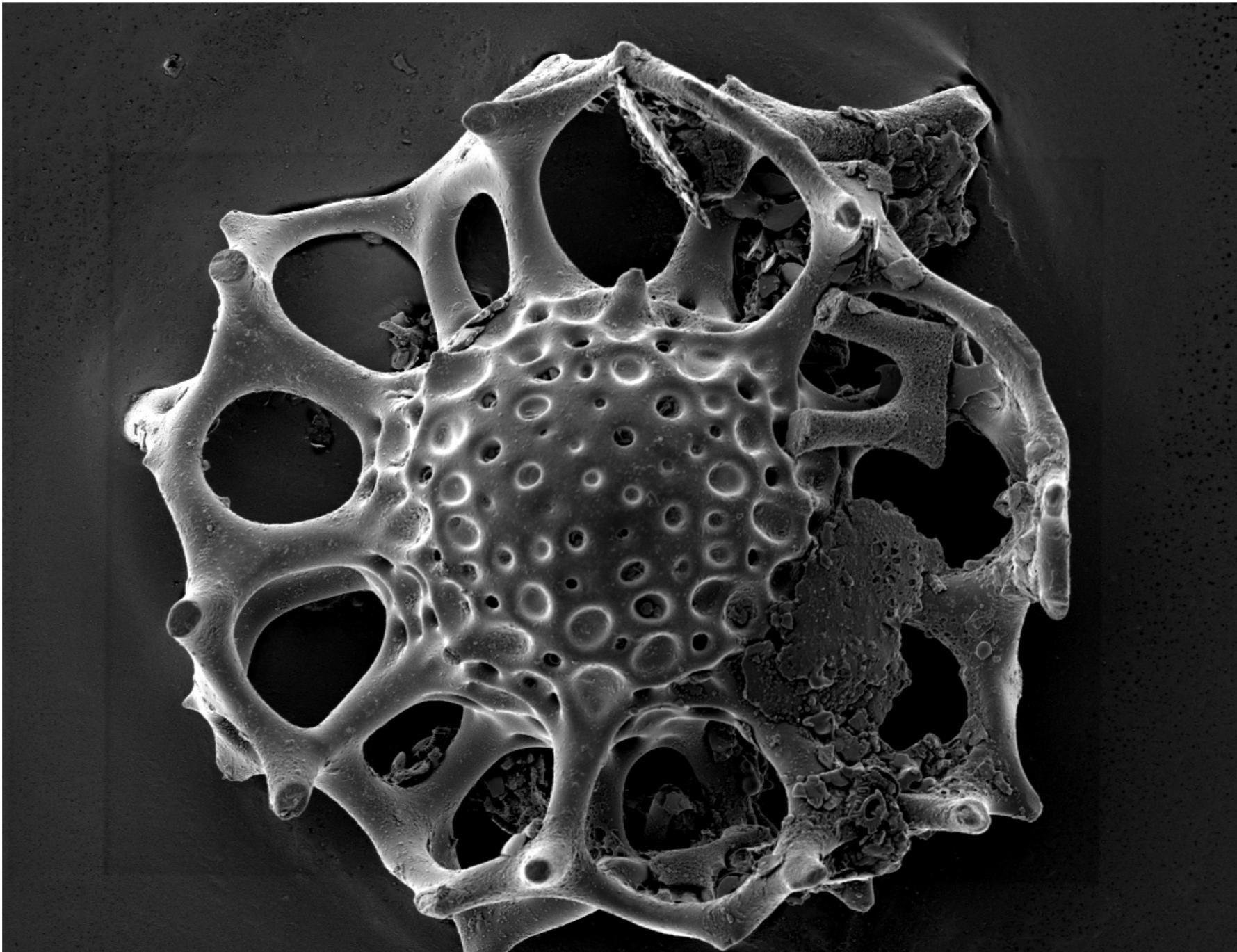
Ich, der **Nanozweg**, laden dich herzlich zu einem Wettbewerb der anderen Art ein. Im ganzen Heft verstreut findet ihr wunderschöne Mikroskopiebilder von verschiedensten Objekten. Ihr wisst sicher alle, um was es sich bei den Bildern handelt. Ziel des Wettbewerbs ist es auch nicht, die Strukturen korrekt zu benennen, denn das wär ja langweilig!

Im Wettbewerb geht es darum die Bilder mit möglichst originellen und lustigen Beschriftungen zu versehen! Schickt mir eure Beiträge zu den Bildern 1-4 auf Seiten 8, 14, 24, 46 an redaktion-nanoletter@unibas.ch.

Für den 1. Platz gibts einen 20.- CHF Pro Innenstadt-Gutschein. Für den 2. und 3. Platz gibts auch was.

Ich und das Redaktionsteam freuen uns schon auf eure Mails!





2 - Diatomeen - Julian Köchlin, Christoph Küng

Tagebuch eines Nanostudenten

Die Spezies Nanostudent/in wird ab dem 3. Lebensjahr mit einer neuen Herausforderung konfrontiert: Blockkurse. Ein Auszug. Schauplatz: das Adolphe Merkle Institute (AMI).

[Montag, 06.02.18]

Liebes Tagebuch. Superbowl-Parties klingen schon toll. Sie sind es ja auch, besonders mit überladenen amerikanischen Hotdogs, Riesenburgern und gaaaanz viel Bier. Bis 3 Uhr morgens. Stöck nur, dass ich um halb 6 wieder aufstehen muss. Eigentlich bin ich überrascht, dass ich das Umsteigen in Bern nicht verschlafen habe...

Das AMI ist echt cool. Die haben einfach topmoderne Labors in renovierte Fachwerkhäuser gestellt. Mega geniale Atmosphäre und man merkt das auch sofort an den Mitarbeitenden. Alle sind völlig offen und gesprächig. Ich denke es macht sicher

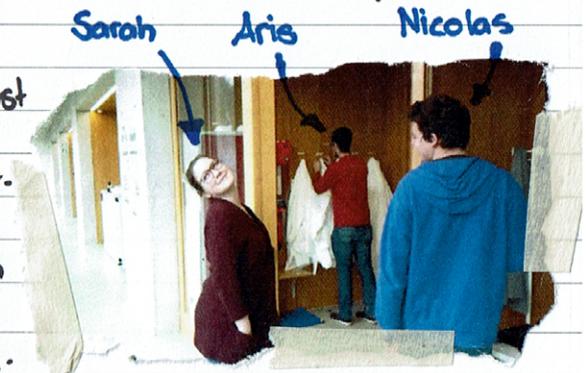
es macht sicher Spass hier zu arbeiten... wir werden es ja sehen ☺



Hier sind wir!

Langsam wird mir klar, dass ein Blockkurs mit dem Betreuer steht und fällt. Wir haben da extrem Glück: Aris der Grieche ist super motiviert und hilfsbereit, das merkt man sofort. Er verlangt erstmal eine Zusammenfassung der von ihm geschickten (und von mir nicht gelesenen) Papers. Natürlich haben wir alle keine Ahnung. Er nimmt's locker und zeigt uns stattdessen sein Labor.

Wir machen etwas völlig Neues, das selbst Aris noch nicht ausprobiert hat. Wie zu erwarten sind wir völlig überfordert und stehen am Ende vor einem klobigen Klumpen kle-



briger Konsistenz. Naja, sicher nicht das, was wir erwartet haben. Also geht's morgen nochmal von vorne los. Aber wenigstens gibt es was zu tun, was schon sehr cool ist. Und nicht selbstverständlich, wenn man an andere Blockkurse denkt.

Danach ab ins Hotel, das uns freundlicherweise gesponsert wird. Die Zimmer sind echt toll und vor allem wichtig: Die Rezeption spricht Deutsch! Uns allen fällt erstmal ein Stein vom Herzen. Die andere Gruppe kommt dann auch bald, bei denen war's wohl nicht so genial. Krass, wie viel ein guter Betreuer ausmachen kann. Wir heitern sie mit Bier, Pizza von gegenüber (echt praktisch!) und einer Runde Brändi® Dog auf.

So! Es ist zwar erst 9, aber ich geh trotzdem schon schlafen. Ein bisschen nachholen ist sicher keine schlechte Idee...

Gute Nacht, liebes Tagebuch, und bis Morgen!

[Dienstag, 06.02.18]

Liebes Tagebuch. Das Frühstücksbuffet ist wohl das Beste am gesamten Hotel. Kaffee schmeckt einfach besser, wenn er serviert wird. Blöd nur, dass erst 7 Uhr ist. Viel zu früh für mich. Einstellige Stundenzahlen sind echt nicht so mein Ding. Zumindest vor dem Schlafengehen. Vorher sind sie mir völlig vertraut...

Okay, Frühstück: Check ✓. Ab zum AMI, zu Fuss sind es knapp 10 Minuten. Yay, Group Meeting. Wohl eher Nay, No Sleeping :-
Ich kapiere gar nichts und wache erst nach dem Besuch der Chocolateria in der Nähe richtig auf.

Danach ist wieder Laborarbeit angesagt. Wegen der gestrigen Ausbeute von nur 10% müssen wir das Experiment wiederholen. Was ich übrigens noch nicht erwähnt habe: Das Labor ist ein Pulverlabor. Heisst, jedes Mal rein in den Schutzanzug, Mundschutz auf und ab durch die Schleuse



ziemlich aufwändig und anscheinend recht unnötig, da die Tür seit Tagen nicht richtig schliesst. Und alle PhDs laufen eh ständig ohne Anzug rum. Blabla Vorschriften. Egal, sollen die an Lungenkrebs sterben, nicht ich.

NB: Mensaessen in Fribourg ist teuer, aber gut!

Am Nachmittag folgt ein Seminar. Ich bin eingeschlafen. Sorry, aber dunkle Räume und ich, das verträgt sich einfach nicht...

Der richtige Spass beginnt dann nach dem Diner als Abendessen. Eine intensive Runde Siedler von Catan, zu viert auf einem Hotelbett, das uns bezahlt wird. Besser geht

es gar nicht! Schade nur, wenn man hoarscharf verliert. Verdammt längste Strasse, und der Räuber ist auch unnötig. Egal. Rache ist süss. Morgen ist auch noch ein Tag. Gute Nacht, liebes Tagebuch!

[Mittwoch, 07.02.18]

Liebes Tagebuch. Boah, schon wieder um 7 Uhr aufgestanden. Wenigstens haben wir genügend Zeit zum



Frühstücken, es geht erst um halb neun los. Trotzdem, heute war es irgendwie eiskalt. Da hilft nicht mal der Kuchen von Baptiste. Morgen bringt Aris Cheesecake mit, hat er gemeint. Wir nehmen ihn selbstverständlich beim Wort :-)

Während unser zweiter Versuch fröhlich vor sich hin rührt, haben wir Zeit, die ersten Analysen zu machen. Schnell stellt sich heraus, dass selbst im relativ neuen AMI die meisten Geräte kaputt sind oder gerade repariert werden. Aris, offensichtlich müde, ist das erste Mal genervt. Seit seine Freundin aus Athen angeheiratet ist gab's wohl nicht viel Schlaf, ne?

Aus Frust sind wir dann Mittagessen gegangen und haben uns prompt in der Grossstadt Fribourg verlaufen. Wenigstens haben wir



einige Ausgangsmöglichkeiten für morgen Abend entdeckt. Und Baguette mit Cantadou und Wienerli ist gar nicht mal so schlecht, besonders wenn zu Nachtisch Oreos auf einem warten.

Am Nachmittag dürfen wir zuerst die Instrumente reparieren, bevor wir die ersten Messungen machen können. Die Analyse findet dann im Konferenzzimmer statt, auf Grossbildschirmen. Fühlt sich schon ziemlich toll an. Die Diskussion hinterlässt irgendwie den Nachgeschmack von wissenschaftlicher Realität, obwohl unsere Resultate im Grunde nichtssagend sind. Trotzdem eine coole Erfahrung. Wir dürfen tatsächlich selber über das weitere Vorgehen entscheiden, Aris lässt uns die Freiheit. Gute Studenten, die wir sind, nehmen natürlich die komplizierte und anstrengendere Variante. Motiviert geht's zurück an die Arbeit im Labor.

Mit der Zeit ist das schon anstrengend. Die Erkältung hilft auch nicht gerade, wenn man ständig eine Atemmaske tragen muss. Endgültig genug hab ich dann, als Aris in einem Nebensatz meint, die Filter wären sowieso nicht gut genug, um die verwendeten Substanzen aufzuhalten. Da muss ich erstmal raus und mir die Nase putzen...

Der Pizzeriaabesuch danach ist dann auch ein Reinfall: Viel zu viel Knoblauch, zu wenig zu trinken und dann auch noch teurer als am Montag. Die anderen haben dann noch eine Runde Brändi[®]Dog gespielt. Gemessen am Lärmpegel wars wohl ziemlich eng!



Es war ein echt anstrengender Tag heute, und wenn ich ehrlich bin auch ein bisschen deprimierend. Es macht müde, wenn viele Dinge nicht so funktionieren wie sie sollen. Gute Nacht, liebes Tagebuch!

[Donnerstag, 08.02.18]

Liebes Tagebuch. Heute war ein sehr guter Tag, obwohl es wieder früh losging.

Heutiges Hauptthema: Die Debatte, ob es für eine gewöhnliche Küche von Vorteil wäre, wenn man in jeder Pfanne einen Magnetrührer installieren könnte. Für Spaghettisauzen u.Ä. Aris meinte, besonders für Crème Brulée wäre das ganz praktisch. Er verlangt prompt eine Erwähnung im eventuell erscheinenden Patent. Wenn ich dadurch reich werde, vielleicht.

Etwas Anderes: In jedem Labor, in das ich meinen Kopf rein-gesteckt habe, sind die meisten Geräte entweder kaputt, besetzt oder nicht einsatzbereit. Beispiel: Gestern haben wir den Flüssigstickstofftank überprüft und er war genügend voll für unsere Messungen. Heute Morgen jedoch war er leer. Irgend-jemand hat ihn geklaut und einen Leeren hingestellt. So eine Frechheit! Wir driften also zuerst eine halbe Stunde in der Kälte stehen und zusehen, wie sich der Tank langsam füllt. Danke dafür! Im Verlauf des Tages weichen wir dann immer wieder unseren lieben Kollegen aus, die sich natürlich genau diesen Tag ausgesucht haben, um noch kurz eine Messung an diesem Instrument zu machen, kurz etwas am Anderen zu überprüfen usw. Laut Aris öder Alltag.

Am Abend suchen wir uns einen Burger-laden in der Altstadt. Das Wenige, das wir von Fribourg sehen ist übrigens recht schön. Egal, Holy Cow heisst der Laden und er nimmt sich wörtlich. Einer der besten Burger, den ich je in einer Kette gegessen habe und die Pommes dazu waren erstklassig.



Dazu noch zwei lustige Gesprächspartner und das Abendessen ist perfekt. Nach einem kurzen Spaziergang verlegen wir unsere Gesprächsrunde in



die nächste Bar, das L'ancienne Gare, wie der Name schon sagt, gleich am Bahnhof. Eine relativ volle Bar, die sich dann allerdings schnell leert, als das Theaterstück auf

der benachbarten Bühne anfängt. Danach ist es ganz angenehm, mit guter Musik und verhältnismässigen Preisen. Besonders beeindruckend ist der einarmige Barkeeper, der hat's echt gut drauf!

Den Abend lassen wir dann an der Hotelbar ausklingen. Der Apérol Spritz eignet sich gut als Schlummertrunk, muss ich wirklich sagen...

Gute Nacht, liebes Tagebuch! Bis morgen



Apérol!

[Freitag, 09.02.18]

Liebes Tagebuch. So, ich bin endlich wieder zu Hause und ziemlich erschöpft.

Intensivkurse machen ihrem Namen alle Ehre, das habe

ich vor allem gegen Ende gemerkt. Aber ich muss tatsächlich sagen, man lernt wohl wirklich mehr, wenn man ein vollgestopftes Programm hat. Auch wenn es anstrengend ist. Heute haben wir deshalb nochmals Vollgas gegeben. Wir mussten unsere Messungen zeitlich aufeinander abstimmen,

damit wir ja fertig wurden, dann noch Labor putzen (schon krass, was sich da in einer Woche alles ansammelt) und zusammen mit Aris die letzten Analysen machen. Die Resultate sehen gar nicht gut aus. Dank einer Zentrifuge aus dem letzten Jahrhundert ist alles null und nichtig, da die Phasentrennung halt nicht gut klappt. Besonders bitter, da gleich daneben eine Brandneue steht, die wir genauso gut hätten benutzen können. Na ja, Aris nennt es Alltag eines PhDs: Probieren bis es geht.

Der Abschluss am AMI wird dann gebührend mit der allwöchentlichen Kuchenpause am Freitagnachmittag gefeiert. Plötzlich steht dann auch die eben erst eingeflogene Freundin von Aris mit dem versprochenen Cheesecake da. Sie wird natürlich freudig begrüsst. So schliesst sich der Kreis...

Leider geht es dann rasch auf den Zug nach Hause. Ich kann mir aber gut vorstellen, dass ich das AMI nicht zum letzten mal gesehen habe.

So, das war's! Spannend, abwechslungsreich, anstrengend. Hotelbuffets sind einfach unschlagbar. Und Brettspiele sehr emotional. Uni ist da meistens zweitrangig. Wenn ich ehrlich bin, freue ich mich aber auch wieder darauf, meine Ruhe zu haben und morgen nicht früh aufstehen zu müssen. Das hat schon ein bisschen gefehlt.

Gute Nacht, liebes Tagebuch! Bis morgen...



Revolutionizing Medical Treatments by Going Back to the Roots

Modern medicine seemingly fights against ever increasing odds. To maintain the highest standards, it may be time to change a fundamental principle of medical treatments: The way we administer drugs.

The discovery of antibiotics has greatly increased the survival rate of otherwise lethal infections; widespread vaccinations are capable of completely extinguishing diseases from the face of this planet. A similar leap forward can be expected from antibody treatments, as soon as they leave the early stages of development. However, while modern medicine has proven to be remarkably successful in combating diseases during the last century, it has also given rise to new challenges. In hospitals, resistant pathogens emerge on a daily basis and threaten the efficacy of antibiotics. A life-saving cancer treatment wreaks havoc on the body, sometimes to the extent, that such a life may not

be worth living. Lastly, the costs of modern medical solutions have increased drastically, rendering many treatments unaffordable for the majority of humankind.

Developing new, improved drugs to combat such problems is the main focus of every pharmaceutical company. However, what tends to be forgotten, is the fact that the way we administer said drug has not changed in decades. Orally ingested medication tends to be degraded and discharged before taking full effect. The higher administered dosages to compensate this often lead to severe side effects. Systemic diseases are fought with similarly systemic, toxic treatments, damaging healthy tissue in the pro-

cess. It is argued, that by changing drug delivery, many of the mentioned problems could be prevented. In the end, it all boils down to one problem: The overall potency of a medicine is dependent on the drug concentration reaching the target site. By spreading a drug throughout the organism, for example by injecting it intravenously, only a small portion arrives at the desired location. By changing the way a substance is delivered to its active site, the performance of even the most commonly used drugs could be significantly improved.

The keyword is targeted drug delivery. The common method of free drug delivery has multiple downsides, ranging from poor solubility and stability of the active agent to unwanted toxic effects on the body. Most of the time, the target is not even reached, since many molecules are unable to cross cell membranes. Recently, new methods of directly transporting a drug to its place of activity have been proposed for targeted drug delivery. Various nanoscale carrier types show promising properties: Biocompatibility, biodegradability, bioinactivity, immune clearance and cell entry, to name a few. Advancements in polymer chemistry and biotechnology now allow for precise manufacturing of drugs and carriers that are both well-matched. Combining the two fields greatly increases the chances of discovering new, highly effective medical treatments.

Drug carriers can be classified into two types: Capsules and nanoparticles. The later usually consist of a

rather large molecule, for example a gold nanoparticle or other organometallic networks. One or more molecules of the active agent are attached to the carrier either via covalent or ionic bonds. The nanoparticle in turn is usually linked to an antibody primed on the target site. Capsules, on the other hand, are mostly built of lipids forming compartments. A hydrophilic substance can be encapsulated into a double-membrane liposome, while a hydrophobic substance is preferably being surrounded by the fatty acid chains of a micelle. For capsule drug carriers, it is crucial to finely tune the release of the drug, since diffusion through the lipid membrane is possible without an external signal. Simply reducing the permeability of the capsule usually results in a prolonged release period, decreasing the overall concentration. For both types, detachment from the carrier can be induced by various factors:

- Bonding to an antigen results in conformational changes, ultimately releasing the active agent.

- Tumors are known to have increased temperature and a lower pH than healthy tissue. Temperature or pH-sensitive vesicles break and release their cargo once in contact with such an environment.

- A purely mechanical stimulus may be used in cardiovascular diseases, where the increased pressure of a clotted blood vessel causes the active agent to be released.

There are no restrictions to the mechanism, as long as a method guarantees the locally circumscribed release of the drug.

On a side note, a field in its earliest stages of development is the use of reverse engineered pathogen patterns. Naturally occurring and highly successful methods like the viral injection complex or bacterial protein delivery systems could be used to deliver drugs efficiently.

Pathogen derived carriers have the innate ability to evade immune responses and are specifically designed to deliver substances inside cells via close contact interactions.

This would instantly resolve the problem of the cell membrane being the last barrier against successful drug delivery.

Probably the most prominent field of application is the targeted delivery of chemotherapeutic substances in cancer treatments. Due to their high toxicity, it is preferable to restrict the distribution of the active agent to the tumor and not expose the whole organism. However, new drug delivery systems are also useful in viral and

bacterial infections. A targeted drug delivery reduces both uptake dosage and treatment time. This is not only beneficial for the patient, but also reduces the risk of resistant pathogen strains since patient compliance is drastically increased. For example, a new malaria treatment using nanoparticles has recently been tested, apparently solving most of the known issues of the classical treatment. Other

"[...] what tends to be forgotten, is the fact that the way we administer said drug has not changed in decades."

treatments combined with new drug carriers have shown great improvements as well.

Fighting diseases will always come at a price.

This will not magically change overnight. The matter of debate is whether to pay with money or with health. Targeted drug delivery may be part of the answer. It is an intuitive solution to a surprising amount of problems in modern medicine. Nevertheless, despite researchers around the globe feverishly looking for the so-called magic bullet, the perfect drug carrier, an ultimate solution may never be found. But it is certainly worth looking for.

Yoo et al. Nature Reviews Drug Discovery [10, 2011]

Manuel Kraus

nanoletter FS 2018



Universität
Basel

Swiss Nanoscience Institute



Viel Erfolg beim Entdecken der Nanowelt

Vom Bachelor über den Master bis zum PhD

Das Swiss Nanoscience Institute an der Universität Basel bietet eine weltweit anerkannte, interdisziplinäre und praxisorientierte Ausbildung in den Nanowissenschaften.

nanoscience.ch

Jedes Jahr zwischen September und Dezember erfolgt die Ausschreibung neuer PhD-Projekte im Rahmen der SNI-Doktorandenschule unter:

phd.nanoscience.ch

Nanotech Solutions to Combat Malaria

With all the advances in medicine and technology, humans should be well placed to fight infections. Unfortunately, new infectious diseases spread quickly and on top of that pathogens have become resistant against several drugs. If we are to win the fight against infectious diseases, we need to completely rethink our approach in finding ways to combat them. Nanotechnology offers new possibilities to deal with pathogens, one focus especially being malaria.

Life Cycle Of Malaria

Malaria belongs to the kingdom of Protista and exhibits three life-cycle

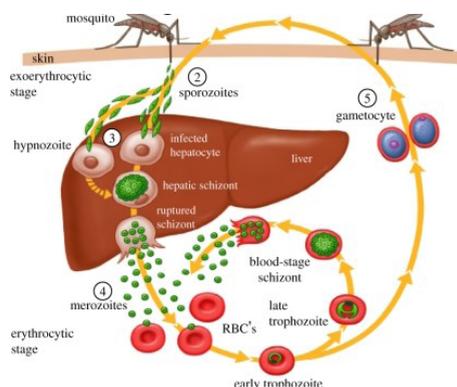


Figure 1 Life cycle of malaria and its three main life stages: gametocyte, sporozoite and merozoite.

stages: gametocytes, sporozoites and merozoites. Only female Anopheles mosquitos are infected with the parasite. The parasite is then transmitted to mammals such as humans, but birds and reptiles are potential incubators too. While feeding on blood, the infected mosquito simultaneously injects sporozoites into the bloodstream of its victim. In the same fashion, a healthy mosquito will take up gametocytes from an infected being. These then develop to sporozoites in the mosquito and are further transmitted to its next victim as soon as the mosquito feeds.

Sporozoites inside a human's bloodstream invade liver cells (hepatocytes). There they reproduce asexually and form merozoites, the extracellular form

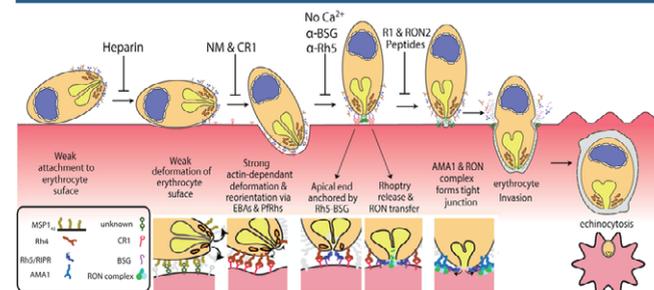


Figure 2 Model of interaction during *P. falciparum* invasion of a RBC.

of the parasite. At this stage, malaria parasites have already begun with the first infection. The real cause of pathogenesis is further infections, though at this stage the disease can still be prevented. Merozoites are quickly released into the bloodstream and infect red blood cells (RBCs) to get access to essential minerals – such as iron – to survive. Merozoites reproduce asexually in infected RBCs and infect new RBCs. The mentioned development takes place in a 48-hour window after the initial insect bite, but clinical symptoms of malaria appear only 10-15 days after the infection. The final cause of death is the blockage of blood circulation which results in multiple organ dysfunction.

Red Blood Cell Invasion Mechanism

Invasion of RBCs by merozoites involves the presence of different receptor-ligand interactions. Merozoite cells

need to dock on the outside membrane of a RBC. The main surface protein involved in RBC interaction is MSP142, which is anchored through a glycosylphosphatidylinositol membrane protein. This protein covers the surface of plasmodium merozoites and can bind to heparan sulfate chains, which are proteoglycans on the outer surface membrane of the RBC. Although this initial interaction has low affinity, it allows reorientation and further ligand-protein interactions. After tight junction formation, the merozoite can finally cross the RBC membrane using an actin-myosin motor complex.

Self-Assembled Amphiphilic Copolymers and Their Medical Applications

The thesis of this report is based on nanotechnological expertise and incorporation of polymer chemistry to create a new method to combat malaria par-

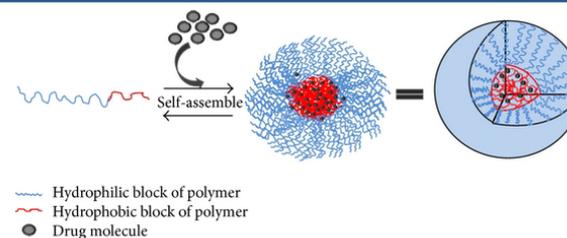


Figure 3 Formation of polymer micelles with drug loading through self-assembly.

asites. This procedure provides an innovative drug, not only against malaria, but against a wide variety of parasites. Polymers are widely used for biomedical purposes. Those composed of more than three different types of repeating units are called Copolymers and can form complex architectures. Because of the high variety of compositions and structures, copolymers have a high potential for biomedical use. One application of polymer chemistry is drug delivery carriers, which are called “inert polymers”. Although inert polymers present no pharmacological function at all, they are useful tools for increasing the circulation time of a drug in vivo or targeting a infected cell specifically.

The formation of copolymer structures is achieved by the simple, yet crucial method of self-assembly. Interestingly, copolymers can assemble in an amphiphilic manner with both hydrophobic and hydrophilic interfaces facing each other. Amphiphilic block copolymers (ABPs) possess two domains which enable stabilization of an interface between two materials. ABPs assemble in an unusual way in which hydrophobic domains pack together with hydrophilic domains and form a stable

structure. Self-assembly of amphiphiles leads to microscopic phase separation and thus to the formation of vesicles.

Polymer vesicles, also called polymersomes, are the main nanostructures used in the thesis. Polymersomes made out of ABPs have a core which can encapsulate a wide variety of molecules e.g. drugs, proteins, or even nucleic acids. The content of a polymersome can be released by a stimuli-response. This principle can be applied in medicine to transport and release certain chemicals at a specific site in the body. Polymersomes have multiple advantageous characteristics, for example they exhibit a higher mechanical stability compared to liposomes. They also show specific functions depending on the environment they are exposed to. Vesicles can be modified to be sensitive to their environment by including biological entities into the block copolymer, either before or after the vesicles have formed.

A potential application for polymersomes in medicine is cancer therapy. As a result of their amphiphilic properties, delivery of hydrophobic drug molecules is possible. The stimuli-response is dependent on pH, temperature, redox-po-

tential, or concentration gradients. Bio-medical uses are also possible because of the long in vivo circulation time and the biodegradability of polymers.

Polymersomes can be put to use for pathogenic bacteria detection and subsequent release of encapsulated drugs. For instance, polymersomes can be engineered with hyaluronic acid blocks. Some bacteria release an enzyme called hyaluronidase which is able to cleave the membrane of the polymersome. The cleavage by hyaluronidase releases the antibacterial content of the polymersome.

Nanotechnological Approach to Combat Malaria

Futuristic outlooks concerning the creation of an artificial cell with inner compartments and a functional metabolism are not as far away as one might think. Artificial cell organelles can already be synthesized by using nanotechnological advances. Stable membranes can be assembled with polymer chemistry. Even proteins or specific enzymes can be assembled into a polymer before or after vesicle formation. With this approach, the potential for innovative forms of medicine is immense.

In order to apply polymer nanostructures to medical purposes, for example as drug carriers, nanoreactors, or artificial organelles, there are several requirements that these engineered structures must fulfill. Characteristics such as material composition, mechanical properties, size, shape and surface chemistry of the polymeric compartments are essential for tracking bio-distribution, targeting strength, cell uptake, drug release and degradation.

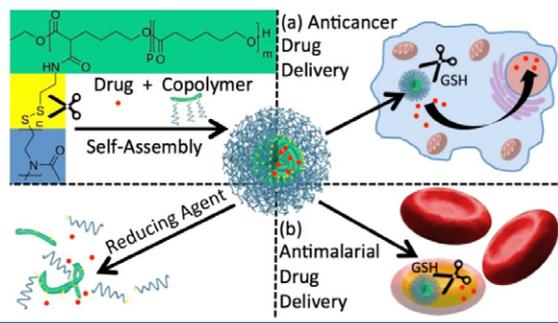
It is of high importance that toxicity and immunological responses are taken into account. Since polymersomes can function as drug delivery systems (DDS), they should possess specific traits in order to target the desired site of action. For instance, engineering a DDS that releases a drug slowly within cells should present opposite characteristics than a DDS, which targets a specific site of action.

Difficulties may arise since nanoreactors need to fulfill certain requirements for medical application. In order to maintain molecular function, organic solvents should be avoided. Nanoreactors are required to be stable especially after cellular uptake. The products of enzymatic reaction, which are encapsulated in the core, must be able to cross the polymer membrane and reach the cells cytoplasm. Biodegradability is another aspect that nanostructure materials should include. Polymer residues ought to be degraded and expelled from the body.

The release of the encapsulated cargo of the DDS is triggered by certain stimuli, which may be of physical, chemical or biological kind. Polymersomes are mostly made up of biohybrid materials. The mixture of inorganic polymers with biological material gives nanovesicles advantageous properties. Even with synthetic contents, vesicles can still be fully degraded, if the inorganic component does not exceed the length of 5.5 nm. By taking inspiration from membrane composition, nanomimicry of RBCs emerges in order to create similar artificial vesicles.

Nanotechnology is a powerful tool

Figure 4 Medical applications of polymer chemistry.



for combating drug resistant pathogens. For example, nanoantibiotics can achieve a high delivery concentration of a drug at a target site. Multiple nanostructures guarantee entry inhibition of viruses and bacteria and therefore block prophylaxis of infections. For this to happen, the inhibitory nanostructure must be smaller than the pathogen.

Blood stage parasites, merozoites, are the major target of antimalarial drug delivery. Increasing drug concentration in intracellular parasites decreases the acquirement of resistance against the drug. Two mechanisms for drug delivery to infected RBCs are proposed. The first model consists of the DDS crossing both host and parasite plasma membrane to reach the inside of the parasite. The second mechanism is bypassing the drug molecule by fusion of polymersome and cell membrane. The drug concentration is released just in infected cells since nanoparticles release their cargo as response to stimuli-response. Intracellular parasites have a highly reducing cytosol which is used as the stimulus to activate drug release. Surprisingly, drug-resistant parasites

tend to have a higher reducing environment in contrast to drug-sensitive strains. The resistance to the drug can be counterattacked by a faster delivery of high local concentration of drugs using the reduction-stimuli response.

Nanostructures offer promising materials for vaccines. They can operate as delivery platforms and transport antigens or adjuvants to stimulate a response of the immune system. On the market, a vaccine named Mosquirix (RTS,S) is quite effective in reducing incidence of malaria. This vaccine consists of a subunit protein inside a nanovesicle. Essentially, this protein is a circumsporozoite protein of the sporozoite *P. falciparum*, which stimulates the immune system to create a defensive response against malaria parasites. But there is still no antimalarial drug on the market, which can avoid the initial infection of the parasite.

Nanomimics of Red Blood Cells' Membrane

Mimicking RBCs membrane of a polymer based vesicle provides the advantage of having a longer half-life in vivo, which decreases the risk of rejection by the body. Parasites can hardly acquire resistances against nanostructures. If the ligand on the parasite's surface responsible for polymersome interaction is modified, the parasite will not be able to bind to the polymersome anymore. Due to its ligand mutation, the parasite will not be able to interact with the RBC anymore. If the pathogen starts using other host cell receptors for interaction, nanomimics can design the corresponding receptor.

The pursued strategy is to create na-

nomimics of RBCs membrane in a polymer vesicle. The pathogens will not be able to distinguish between RBCs and nanovesicles and will end up binding to the vesicles, since this interaction is much stronger than the first RBC interaction.

Heparan sulfate is the main receptor on RBCs responsible for pathogen adhesion. Heparin is a proteoglycan used as the nanomimics receptor.

How is the receptor heparin implemented in the nanovesicle? Amphiphilic block copolymers are synthesized with heparin as the receptor molecule. Afterwards, ABPs self-assemble into polymer vesicles.

Heparin chains are potent inhibitors of merozoite invasions. Soluble free heparin in vitro and in vivo is known to reverse binding in order to hijack eukaryotic cells. However, the concentration for free heparin is required to be 10'000 times higher than that of nanomimics in order to block merozoites from entering fresh RBCs.

Preparation of Nanomimics

Two main block copolymers are the building blocks for these nanovesicles. The

block copolymer PMOXA-b-PDMS-b-PMOXA (ABA) contains the hydrophobic domain and the hydrophilic

domain is PDMS-b-heparin where the receptor is included.

Evaluation results for the best possible performance – depending on composition – yields a mixture of 25% of PDMS-b-heparin with 75% of ABA block copolymer. Additionally, these quantities are crucial for the spherical formation of the vesicles during self-assembly. Since heparin is larger than the PMOXA block in the ABA copolymer, heparin is situated mostly on the surface of the vesicle. Consequently, accessibility for protein-ligand interaction is ensured.

To be certain of vesicle size and membrane structure of the nanomimics, techniques such as Transmission Electron Microscopy (TEM) and Cryo-TEM are used. Quantifying the amount of heparin exposed at the outer surface of the nanomimics is achieved with farndale microassays. This step is necessary since some heparin chains will end up facing towards the vesicle core and others will be hidden within the membrane as a result of irregularities during self-assembly.

The major surface ligand for heparin-like receptors is PfMSP142. Testing heparin-based polymersomes with MSP142 protein results in a multivalent binding of ligand molecules to sever-

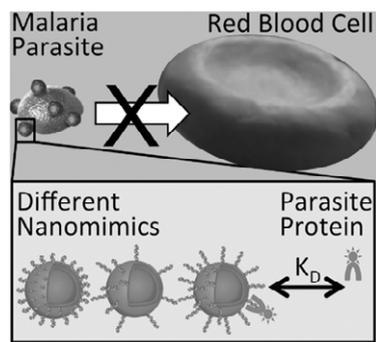


Figure 5 Nanomimics bind quickly to the parasite. Parasite is not able to bind to RBC anymore.

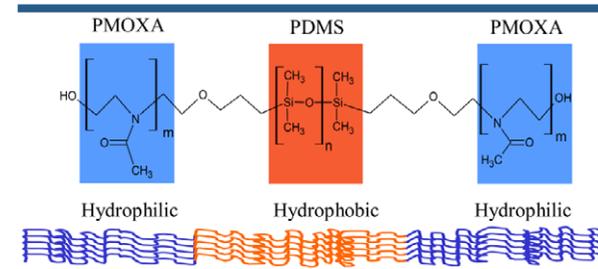
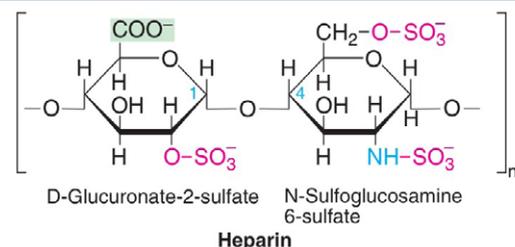


Figure 6 PMOXA-b-PDMS-b-PMOXA, also called ABA, is a building block of the polymer membrane.

Figure 7 Chemical structure of heparin.



al chains of one nanomimic. Furthermore, the binding shows a high-affinity interaction of the ligand of Plasmodium to heparin-based polymersomes. Consequently, merozoites will end up adhering on nanovesicles instead of sequestering freshly RBCs. Thus merozoites lose their capacity to infect new RBCs. Nanomimics present the potential of encapsulating adjuvants, which function as a transporter to enhance antigenicity.

Analysis of Antimalarial Activity of Polymer-Based Nanomimics

Functional polymersomes that prevent malaria parasites from invading RBCs behave as invasion inhibitors and additionally present a “vaccine-like” ac-

tion. The interaction between polymersomes and extracellular merozoites inhibits the parasite from entering new cells. Since the polymersome-merozoite complex stays in the circulatory system, the parasite is exposed to the immune system.

Nanomimics as well as micelles can be made up of the PDMS-b-heparin block. Nanomimics however, showed better performance and were more effective than micelles. The superior performance of heparin-based polymersomes is due to its membranous structure, which allows multivalent interactions.

Evaluation of Nanomimics with Respect to Biomedical Applicability

The procedure of drug approval involves preclinical testing to demonstrate the biological activity of the drug targeting a specific disease. Further tests determine a drug’s safety profile e.g. safe dosage range, drug absorption, distribution, circulation time and finally degradation.

Free heparin has been used to treat severe malaria, but side effects, such as intracranial bleeding, were observed. Hence, nanomimics were tested on anticoagulation properties, since heparin is known to induce bleeding due to its anticoagulation effect.

The outcome shows nanostructures with much reduced anticoagulation activity lower than one percent. Anticoagulation activity of heparin relies on the interaction of antithrombin III with an explicit heparin pentasequence. Fortunately, this specific heparin chain makes up about one third of all heparin chains in the vesicle.

Toxicity of nanomimics can be neglected based on tests carried out on cultured cells. A concentration maximum of 290 µg/mL is observed before intoxication occurs. But concerning the size of the nanostructures, this concentration is well above the dosage necessary for treating malaria infections.

Engineered biomaterials are often not free from pollutants such as endotoxins. Endotoxins consist of lipopolysaccharides and are found in the outer cell membrane of Gram-negative bacteria. Because of the antigenic action of endotoxins the immune system heavily reacts and may cause an endotoxin shock, which in the worst case results in death. The concentration tolerance of endotoxins in biomaterials is set far below 1 ng/mL. Endotoxin impurities emerge from the lack of sterilization during the preparation process of nanomimics. The purity can be improved by proper decontamination of materials and equipment.

Drug activity in vivo was preliminary tested in mice infected with acute malaria. A solution of nanomimics was injected twice a day for four days. How-

ever, parasite tests in mice with acute malaria and control mice show comparable values regarding the amount of parasites found in their bloodstream. The activity of nanomimics in vivo could not yet be proven. On the other hand, the injection of nanomimics gave no evidence of toxic effects. Possibly, this outcome arises from the short circulation time of the nanomimics. Further research is worthwhile to overcome the mentioned obstacle.

Future outlook

Drug delivery systems like nanovesicles are a useful tool for pharmacokinetics, absorption and distribution. This concept has widely been researched for the application in cancer therapeutics.

This technique does not only work against malaria but a wide variety of pathogens, which also use the outer membrane’s protein heparan sulfate for initial attachment. The innovative medical capability of DDS is that the drug can accumulate and distribute at a certain location.

Sophisticated DDS as polymersomes have two types of functions. As a drug action the polymersome interrupts parasites’ life cycles and therefore inhibits pathogenesis. As a vaccine-like action polymersomes expose the pathogen allowing the immune system to react. Application in vivo still needs to be further researched and alternative receptor-like molecules should be considered in order to engineer more specific nanomimics.

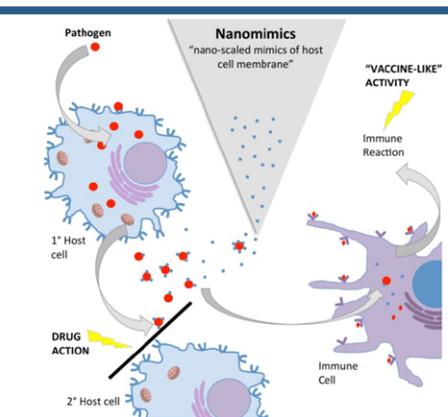


Figure 8 Nanomimics in action.

Najer, Adrian. "Nanotechnological solutions to combat malaria". 2016, Doctoral Thesis. University of Basel, Faculty of Science. 166 p.

Carina Luchsinger

“peep peep...Die gewählte Rufnummer ist imaginär. Bitte drehen Sie Ihr Telefon um 90 Grad und probieren Sie es erneut!”

Math and alcohol don't mix, so... Please, don't drink and derive.

Am Strand stehen ein Chemiker, ein Physiker und ein Biologe in Gedanken versunken.

Der Biologe denkt sich: „Hach, all die schönen Pflanzen und Tiere unter Wasser. Die will ich sehen!“, schwimmt raus und verschwindet.

Der Physiker denkt sich: „Hach, Ebbe und Flut sind schon was Tolles. Wie das so einfach funktioniert mit Hilfe des Mondes. Das will ich mir genauer ansehen!“, schwimmt raus und verschwindet.

Da nimmt der Chemiker sein Notizheft hervor und notiert: „Merke: Biologen und Physiker lösen sich in Wasser!“

*Was hat man, wenn man eine Avocado in $6 \cdot 10^{23}$ Teile schneidet?
GuacaMOLe*

Witze

*Was macht ein Mathematiker, wenn er einen Baum fällen will?
Er quadriert ihn. So verschwindet die Wurzel und der Baum fällt um.*

Ist schon gebratenes λ ? Nein, das φ ist noch ρ .

Das Leben ist nicht nur #000000 #ffffff.

*Wie klingt ein Mathematiker beim Essen?
„Polynomnomnomnom!“*

Do you have a joke you cannot stop laughing about?

Submit your Witz to us and spread the laugh:

redaktion-nanoletter@unibas.ch

Rätsel

Treppenrätsel

“Wie viele Stufen hat diese Rolltreppe?”

Ein Mann möchte die Anzahl der Stufen einer laufenden Rolltreppe zählen. Geht er die Rolltreppe entgegen der Fahrtrichtung hoch, so zählt er 90 Stufen. Geht er die Treppe im gleichen Tempo hinab, so zählt er noch 60 Stufen.

Wie viele Stufen müsste er steigen, wenn die Rolltreppe still stehen würde?”

Brückenrätsel

“Vier Menschen müssen bei Nacht möglichst schnell eine ramponierte Brücke überqueren. Für die gefahrlose Überquerung ist eine Lampe notwendig, ausserdem kann die Brücke nicht mehr als zwei Menschen gleichzeitig tragen. Wie ist dies innerhalb von 17' unter folgenden Voraussetzungen möglich?”

1. Es ist nur eine Lampe vorhanden.
2. Aufgrund von mangelnder Kondition kann Person 1 die Brücke in 1', Person 2 in 2', Person 3 in 5' und Person 4 in 10' überqueren (Ja, Person 4 ist scheintot).
3. Jede Person braucht nach zwei Überquerungen eine Pause und kann nicht sofort weiterrennen.”

		3					
		7				5	4
			9	8	6		1
		1	5		3		
7	8			6			2
				2			6
		6					
4						8	7
			7			4	5

			5				9
	3	7			6		2
	4		7	8			6
	2						
1			9				
9					8		4
3		1					
		2	8	1	3		
			6		7	8	

Dr. Annette A'Campo-Neuen:

Ein Gespräch

Im Bachelorstudiengang «Nanowissenschaften» begleitet eine Professorin die Studenten ganz besonders: Privatdozentin Dr. Annette A Campo-Neuen hält den Vorlesungszyklus Mathematische Methoden, von welchem mindestens drei Semester bestanden werden müssen. In den Physikvorlesungen fällt manchmal eine Bemerkung wie: «Mathematiker würden das jetzt so formulieren» oder «das überlassen wir dann den Mathematikern». Haben Physiker also andere Prioritäten? Hier werden einige Fragen an die Professorin gerichtet.

Was ist für Sie der Reiz an der Mathematik?

Man sagt ja manchmal, dass Mathematik schrecklich abstrakt ist, aber das ist für mich ein positiver Wert, ich schätze Abstraktion sehr. Das heisst nicht, dass ich denke, dass Mathematik nichts mit dem Leben zu tun hat, im Gegenteil. Man kann, inspiriert durch sehr einfache Beobachtungen, faszinierende Entdeckungen machen, zum Beispiel über Grössen-verhältnisse, Ähnlichkeiten von Figuren und mögliche oder unmögliche Konfigurationen. Hinter vielen mathematischen Konzepten steckt eine lange Entstehungsgeschichte. Man hat zum Beispiel viel über unendlich kleine Grössen nachgedacht, und erst mit

der Entwicklung der Epsilontik ist es gelungen, den intuitiven Begriff der Konvergenz befriedigend zu definieren. Solche Leistungen finde ich grossartig. Und die Schönheit eleganter Beweisführungen fasziniert mich. In diesem Sinn hat Mathematik für mich einen grossen künstlerischen Reiz und es ist für mich erst in zweiter Linie von Bedeutung, wo man mathematische Methoden nutzbringend anwenden kann. Ich verstehe, dass Leute Mathematik als Werkzeug anwenden, ist ja auch in Ordnung, aber das macht für mich nicht den Reiz aus, sondern eigentlich die Schönheit der Argumentation selber. Das pure Denken.

Wie kamen Sie dazu, Mathematik zu studieren?

Das war nicht ganz so geradlinig, in meiner Familie gab es keine Mathematiker. Ich hatte in der Schulzeit ziemlich viele parallele Interessen. Ich mochte auch Sprachen sehr gern, und am Ende habe ich geschwankt zwischen Jura einerseits und Mathematik andererseits. Dann habe ich mich intensiver mit Mathematik beschäftigt und immer mehr gemerkt, dass mich das sehr interessiert. Ich hatte auch einen sehr guten Mathematikunterricht in der Schule. Unser Lehrer liess uns sehr früh Beweise machen, unter anderem auch vollständige Induktion, was ich toll fand. Dann fing ich einfach mal an und probierte es und es hat mir gleich gefallen.

Wenn Sie sagen, Sie hatten viele Interessen, hatten sie dann auch keine klaren Berufsvorstellungen?

Nein, gar nicht. Ich habe gedacht, ich studiere jetzt erstmal und suche mir ein Gebiet aus, das mir Spass macht. In welchen Beruf das dann mündet, wird sich finden.

Sie sind jetzt seit 14 Jahren an der Universität Basel. Welche Vorlesungen haben Sie in dieser Zeit unterrichtet?

Anfangen habe ich mit einer Vorlesung, die wirklich nur für Nanostudierende gedacht war. Es ging darum, die mathematischen Grundlagen für die Quantenmechanik zu ergänzen (im Rahmen des vierten Teils eines Vorlesungszyklus). Damals waren die

Nanostudenten im ersten Studienjahr noch zusammen mit allen anderen Naturwissenschaftlern und erst seit 2006 gibt es die Vorlesung Mathematische Methoden. Ursprünglich unterrichtete ich nur das 1. und 2. Semester, im dritten Semester hat es ein Physiker weitergeführt und im 4. Semester war ich dann wieder zuständig. Ich habe jetzt die Jahreszahl nicht mehr genau im Kopf, aber irgendwann durfte ich dann den ganzen Zyklus machen. Das fand ich sehr gut, weil ich dann die Struktur des Ganzen planen konnte und von Anfang an einbaute, was ich für sinnvoll hielt. In der letzten Zeit habe ich nicht mehr so viel verändert. Aber ich versuche trotzdem immer, von einem Jahr zum nächsten irgendetwas Neues aufzunehmen, damit die Sache lebendig bleibt.

Gibt es ein typisches Mathematiker-Verhalten? Irgendwelche Macken?

Ja, ich glaube, die gibt es. Eine Eigenart habe ich bei vielen Kollegen festgestellt; die meisten haben bestimmte ungelöste Fragen im Kopf, die im Alltag zwar zurückgestellt sind, aber eigentlich immer noch im Kopf herumspuken. Es kann dann sein, dass plötzlich jemand dazu eine Idee bekommt und sich irgendwie ausklinkt aus dem Gespräch. Man hat dann den Eindruck, die Person ist gar nicht mehr da, die hört nicht mehr zu, ist einfach geistig weggewandert. Ich glaube, das passiert Nichtmathematikern nicht so häufig. Weil ich das von mir selber auch kenne, macht mir

das gar nichts aus, aber ich stelle fest, dass Leute, die das nicht gewohnt sind, das sehr befremdlich finden. Es wirkt natürlich unhöflich. Und eine gewisse Art Humor ist vielleicht auch etwas unverständlich für Aussenstehende, es gibt so Insider-Witze.

Sie kennen ja das Nanostudium einigermassen. Gibt es dabei Veränderungen, die sie in Bezug auf ihre Vorlesung vornehmen würden, um es zu optimieren?

Ich habe den Zyklus Mathematische Methoden eigentlich vor allem auf die Bedürfnisse der Nanostudierenden hin konzipiert und gestaltet und bin im Wesentlichen damit zufrieden. Es fehlt ein bisschen an der Zeit, es wäre gut, wenn ich, sagen wir, im zweiten Semester nochmal drei Stunden extra bekommen könnte. Gar nicht, um mehr zu machen, sondern ich würde es eigentlich lieber ruhiger angehen lassen. Damit die Studierenden selbst vielleicht mehr Übungsaufgaben lösen und denselben Stoff mit etwas mehr Ruhe aufnehmen könnten.

Wenn ich jetzt zurückdenke, dann habe ich manchmal den Eindruck gehabt, dass die Physikvorlesungen sehr schlecht abgestimmt sind auf die Mathematikvorlesung. Manchmal kommen Sachen in Physik ein Jahr nachdem wir es in Mathe hatten, manchmal kommen sie ein Jahr davor. Woran liegt das genau?

Ab und zu habe ich versucht, Absprachen zu treffen mit einzelnen Physikprofessoren und das wirkte sich dann ein, zwei Jahre lang aus, bis wieder eine neue Person kam, die alles wie-

der anders machte. Ich denke aber, es ist vor allem ein grundsätzliches Problem. Denn die Physiker beginnen damit, einen Überblick zu geben über alle Phänomene, die es so gibt in der Physik und brauchen deshalb die gesamte Differential- und Integralrechnung von Anfang an. Man könnte sich also dazu entschliessen, die Analysis in einer Variablen einfach als aus der Schule bekannt vorauszusetzen und sofort mit Funktionen in mehreren Variablen zu beginnen. Klaus Jänich geht in seinem Mathematikbuch für Physiker so vor und verschiebt die subtileren Themen wie etwa Fragen der Konvergenz auf später.

Ich habe mich aber dagegen entschlossen, weil ich es auf lange Sicht sinnvoller finde, zuerst auch scheinbar einfache Konzepte nochmal gründlicher anzuschauen. Man muss ja auch berücksichtigen, dass diejenigen, die mit dem Nano-Studium anfangen, enorm unterschiedliche Vorkenntnisse haben. Für jemanden, der aus einer Mathematikklasse kommt, würde es vielleicht funktionieren, sehr schnell schon mit komplizierten Dingen anzufangen, aber für die aus den Sprachklassen gilt das sicher nicht. Die würden etliches nie richtig lernen. Ich hoffe, auch wenn einige Themen jetzt zeitlich versetzt kommen, dass es zumindest nachträglich Aha-Effekte und Klick-Momente gibt und sich beide Vorlesungen dann am Schluss gut ergänzen.

Mathematiker und Physiker. Was sind die typischen Fehlkommunikationen, die Sie so feststellen?

Ich glaube, der grundsätzliche Zugang zu Problemen ist anders. Die Mathematiker sind daran gewöhnt, Aussagen auf ihren Geltungsbereich hin genau abzuklopfen und misstrauen gelegentlich der Intuition. Sie fragen sich auch, wenn man irgendwelche Annahmen macht: »Wieso werden die gemacht? Wie kommt man dazu?«

Die Physiker dagegen würden sich vielleicht erst mal einen Ansatz vornehmen und damit losrechnen und schauen, wie weit sie kommen. Sie sind zufrieden, wenn sie am Schluss der Rechnung ein Ergebnis finden, das irgendwie passt zu dem, was sie beschreiben möchten. Wir fragen uns dann öfter: »Existiert zum Beispiel der Grenzwert einer gewissen Reihe oder darf man gewisse Grenzprozesse einfach vertauschen?«

Aber in der Physik geht man einfach davon aus, dass wohl alles gut gehen wird.

Auch die typischen Fragestellungen sind verschieden. Die Mathematiker suchen zum Beispiel manchmal nur nach der Existenz von Lösungen gewisser Gleichungen, und einen Phy-

siker würde die pure Existenz natürlich nicht zufriedenstellen. Er würde dann schon wissen wollen, wie die Lösung genau aussieht. Das ist eine unterschiedliche philosophische Einstellung.

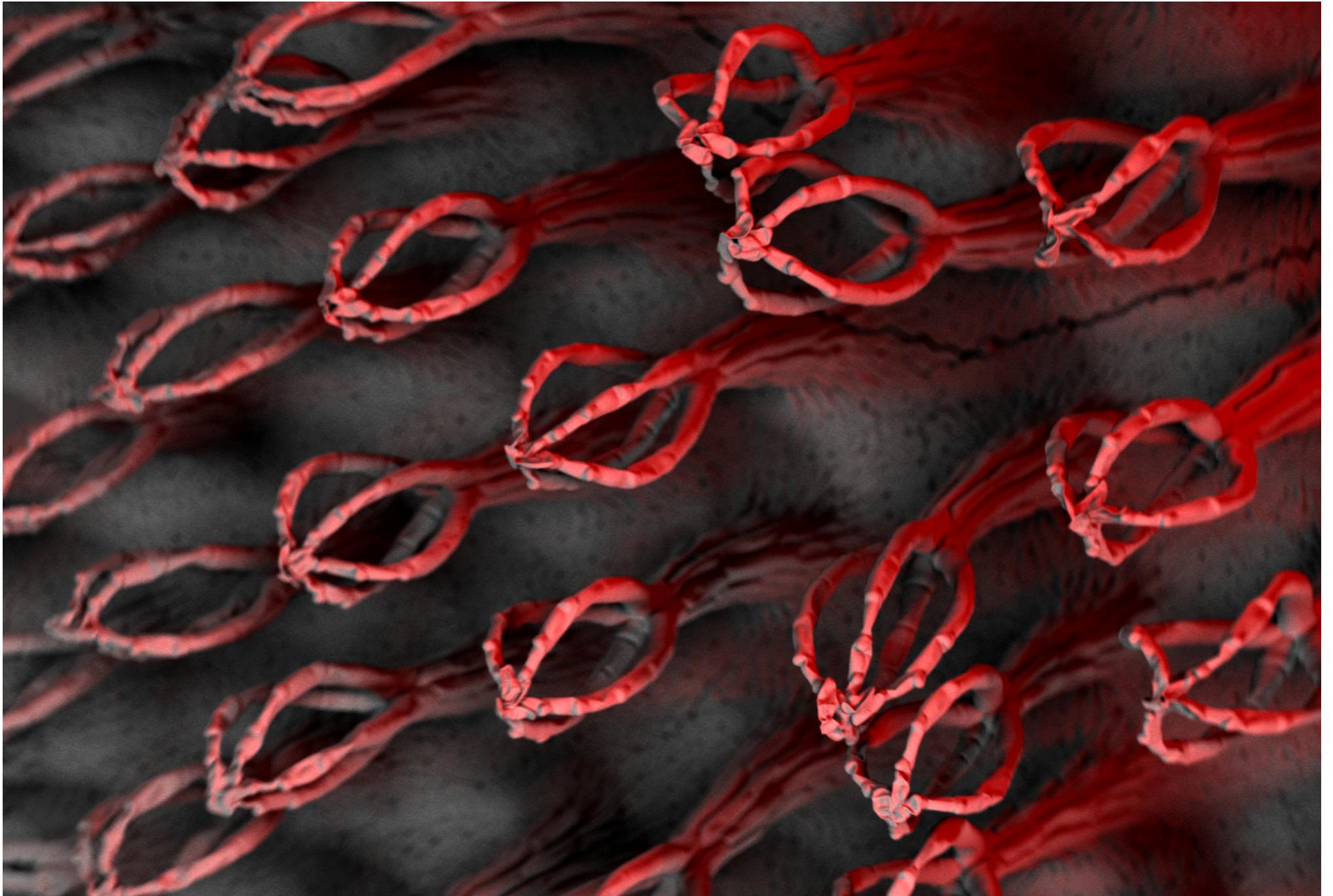
Aber von den unterschiedlichen Grundeinstellungen kann man auch wechselseitig profitieren. Die Physiker, die eher nach einer Verankerung in der wirklichen realen Welt suchen,

werfen sehr interessante mathematische Fragen auf. Sehr viele Konzepte aus der Mathematik sind eigentlich dadurch entstanden, dass man versucht hat, irgendein physikalisches Phänomen zu beschreiben.

Der Begriff der Ableitung geht zurück auf das Konzept der Momentangeschwindigkeit. Oder zum Beispiel die Idee der Raumzeit hängt eng mit der Minkowskigeometrie zusammen und die allgemeine Relativitätstheorie lässt sich nur mit Begriffen aus der Differentialgeometrie wie etwa der Raumkrümmung formulieren.

Allerdings hat jedes Fach eine eigene Sorte Sprache und manchmal ist es für einen Mathematiker, wenn er ein Physikbuch aufschlägt, sehr schwierig, die Dinge überhaupt wiederzuerkennen und umgekehrt.

“[...] aber in der Physik geht man einfach davon aus, dass wohl alles gut gehen wird.”



4 - Schwimmpfarn - Vera Weibel, Martin Saladin, Semian Detreköy

NanostudentInnen im Interview:

Battist Uttinger



Alter: 26

Ausbildungsstufe: Master fertig, PhD am Anfangen.

Arbeitsort: Cambridge/Basel

Heimatort: Basel

Liebblingsbeschäftigung: Singen (Chor [ziemlich richtig], unter der Dusche [ziemlich falsch]), Sport (Badminton, Ultimate Frisbee, Slackline), Outdoor (Wandern, Skifahren, Rheinschwimmen), Fasnacht, Essen (viel und immer).

Weshalb hast du das Nanostudium gewählt?

Wie wohl die meisten konnte ich mich nicht zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern und auch allen anderen entscheiden. Bei einem Bier (oder wohl auch mehr oder vielleicht auch bei einem Glas Milch) mit zwei Freunden haben wir beschlossen, Nano zu studieren. Wir haben irgendwo gehört, dass nur jeder Dritte es schafft, also dachten wir uns, dann fangen wir zu dritt an, dann schafft es sicher einer! Und so war es dann auch...

Würdest du es wieder wählen?

Ja, ich würde es wieder wählen, weil ich sehr viel gelernt habe und es eine

super Zeit hatte mit meinen Mitstudenten.

Wie erklärst du, was du studierst?

Interdisziplinäre Naturwissenschaften (Physik, Bio, Chemie) bei allen wo ich weiss, dass sie bei diesen Wörtern geistig schon das Weite suchen. Das reicht dann meistens schon und ich muss sie nicht länger langweilen. Bei allen Interessierten, dass was ich im Moment mache.

Was war das Hilfreichste, was du im Studium gelernt hast?

Durchhaltewillen oder den Residuensatz, ich bin mir noch nicht so sicher, was ich im späteren Leben mehr gebrauchen kann.

Weshalb würdest du das Nanostudium (nicht) weiterempfehlen?

Ich würde es allen Leuten weiter empfehlen, die nach der Matura noch nicht so genau wissen, in welche Richtung es gehen soll, aber trotzdem bereit sind, einen grossen Aufwand zu betreiben. Der Hauptweiterempfehlungspunkt ist aber, dass die Jahrgänge klein sind, man sich kennt und helfen kann. Ich hätte das Nanostudium sonst wohl nie bestanden. Danke Freunde und Nanoserver!

Was wolltest du werden, als du klein warst?

Buddhistischer Mönch (wegen den tollen farbigen Gewändern)

Von welchem Traum hast du dich schon verabschiedet?

Ewig jung zu bleiben! (Der Morgen am Freitag ist nicht mehr so einfach wie anfangs Studium nach einer durchzechten Nacht in der Skubar [Verso]).

Was kannst du besser als alle anderen?

Nichts, dafür vieles nicht schlecht. Klassisch Nano halt.

Ist dein Ehrgeiz genauso gross wie dein Talent?

Ehrgeiz > Talent

Aus welchem Grund tust du das, was du gerade tust? Was hat dich in deine jetzige Situation geführt?

Irgendetwas muss man ja machen und dann macht man sonst nichts Dümmeres, weil es gibt wohl sehr viele Sachen, die dümmer wären. In meine jetzige Situation hat mich wohl viel Zufall und Glück gebracht und ein wenig Planung und Geschick.

Wie unordentlich ist dein Zimmer?

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik sagt doch, dass die Entropie in einem geschlossenen System nie kleiner werden kann. Dies bedeutet also, dass es nicht von alleine ordentlich werden kann. Um Ordnung zu schaffen, bräuchte man also Energie von aussen. Aber Energie sollte man ja bekanntlich sparen.

Was hast du immer dabei, brauchst es aber nie?

Organspenderausweis. Zum Glück.

Was hast du nie dabei, wenn du es brauchst?

Irgendwelche Gutscheine und Kundenkarten.

Womit solltest du anfangen? Womit solltest du aufhören?

Krankenkassenprämien vergleichen. Prokrastinieren.

Würdest du einem Fremden eine Niere spenden?

Obligate «WTF-Frage» für den Schluss aufgespart, aber immer gut ;-)
Wenn ich tot bin, dann ja, sonst wohl eher nein.

Melissa Osterwalder



Alter: 24

Ausbildungsstufe: Master (Schwerpunkt Physik)

Arbeitsort: Uni Basel (Projektarbeit)

Lieblingsbeschäftigung: Nicht nur die Aktivität ist entscheidend, sondern auch die Gesellschaft. Am liebsten verbringe ich Zeit mit meinen Freunden und draussen in der Natur.

Weshalb hast du das Nanostudium gewählt?

Eigentlich bin ich eher zufällig durch eine Google-Suchanfrage auf das Nanostudium gestossen. In meiner Schulzeit war mir nämlich noch nicht klar, dass mein Ausbildungsweg mich in Richtung Naturwissenschaften führen sollte, sondern ich habe zuerst mit dem Medizinstudium begonnen. Obwohl mich die Funktionsweise des menschlichen Körpers sehr faszinierte, war ich nicht recht zufrieden mit meinem Studium, da ich mir mich nicht als Ärztin vorstellen konnte, und da mich die wissenschaftlichen Aspekte der Medizin oft mehr interessierten als die praktische Anwendung. Deshalb begann ich mich nach

Alternativen umzusehen und suchte nach interdisziplinären naturwissenschaftlichen Studiengängen, wobei ich per Zufall auf das Nanostudium in Basel aufmerksam wurde, das sehr auf meine Interessen abgestimmt zu sein schien.

Wie erklärst du, was du studierst?

Teilweise fällt es mir etwas schwer, Leuten die keinen naturwissenschaftlichen Hintergrund haben, näher zu bringen, was das Nanostudium ist. Oft erkläre ich einfach, dass es ein vielseitiges, interdisziplinäres Studium mit den Schwerpunkten in Biologie, Chemie und Physik ist. Dabei mit dem Ziel, dass wir dann später in Forschungsbereichen arbeiten können, wo Wissen auf mehreren natur-

wissenschaftlichen Bereichen gefragt ist. Und ausserdem versuche ich das Vorurteil zu entschärfen, dass Nanowissenschaftler sich ausschliesslich mit Nanopartikeln oder ähnlichem beschäftigen, ein Eindruck der teilweise aufgrund der Medien verbreitet ist. Leuten, die sich etwas spezifischer interessieren, erkläre ich dann auch gerne ausführlicher, was die Studienschwerpunkte sind und welche Berufsaussichten man mit dem Nanostudium hat.

Von welchem Traum hast du dich schon verabschiedet?

Ich denke mehr, dass sich meine Träume verändert haben, als dass ich aktuelle Träume schon verabschiedet habe. Aber beispielsweise Musikerin zu werden ist definitiv kein Traum mehr von mir. Als Kind wollte ich auch unbedingt später dauerhaft im Ausland leben. Heute möchte ich zwar gerne noch berufliche Erfahrungen im Ausland sammeln, sehe meine Zukunft aber langfristig schon eher in der Schweiz.

Was kannst du besser als alle anderen?

Das kann ich aus meiner eigenen Perspektive schwer beantworten, da müsste man wohl besser mein Umfeld fragen. Aber ich denke, ich habe ein recht hohes Durchhaltevermögen, wenn ich etwas erreichen möchte und kann mich sehr leicht für etwas begeistern und motivieren.

Aus welchem Grund tust du das, was du gerade tust? Was hat dich in deine jetzige Situation geführt?

Ich habe das Gefühl, es gibt den einen Grund nicht, das sind viele kleine Zufälle und teilweise auch absichtliche Handlungen, die mich in meine jetzige Situation geführt haben. Aber ich bin eher ein Gefühlsmensch, lasse mich in die Richtung treiben, wo es mich gerade hinzieht und habe keine sehr konkrete Vision von meiner Zukunft, die ich verfolge.

Was hast du immer dabei, brauchst es aber nie?

Ich weiss selber oft nicht mehr so genau, was alles noch so in meinem Rucksack ist. Eine Zeit lang hatte ich eine Formelsammlung meistens dabei, brauchte die aber fast nie. Und auch Handcreme und Schminksachen habe ich oft dabei, brauche es aber kaum.

Was hast du nie dabei, wenn du es brauchst?

Mein Geodreieck und meinen Spitzer. Keine Ahnung wieso, aber irgendwie stresst es mich sehr, wenn ich diese Sachen nicht dabei habe, obwohl ich dann irgendwie auch über mich selbst lache, weil ich nicht recht weiss, wieso mir das so wichtig ist. Gute Frage. Anfangen wollte ich schon lange mit einem Tanzkurs, was ich aber jetzt gemacht habe. Und ich sollte meinen Kaffeekonsum reduzieren, ich finde Kaffee trinken zwar nicht schlimm, aber es nervt mich, davon abhängig zu sein.

NanostudentInnen im Interview:

Ludovit Zweifel



Alter: 32

Ausbildungsstufe: PostDoc

Arbeitsort: Biozentrum

Liebblingsbeschäftigung: Segeln und Snowboard fahren

Weshalb hast du das Nanostudium gewählt?

Nach einem Semester Psychologie hab ich ziemlich schnell gemerkt, dass mir die Naturwissenschaften fehlen. Da ich mich aber nicht auf Chemie, Biologie oder Physik festlegen konnte, hat sich das damals neue Nanostudium angeboten.

Würdest du es wieder wählen?

Ja. Die Bachelorjahre waren zwar im Vergleich zu anderen Studiengängen sehr zeitintensiv. Es gibt aber wohl kaum ein anderes Studienfach das eine so freie Gestaltung des Masters ermöglicht wie die Nanowissenschaften. Ich selbst habe eine Projektarbeit und die Masterarbeit im Ausland durchgeführt, während ich an der Uni

Basel eingeschrieben war. Dies waren prägende Erfahrungen und ich kann heutigen und angehenden Nanos wärmstens empfehlen, von diesen Möglichkeiten Gebrauch zu machen.

Wie erklärst du, was du studierst?

Das kommt natürlich sehr darauf an, mit wem ich gerade spreche. Das Schöne am Nanostudium ist ja, dass man das Vokabular erlernt, um mit jeglichen Naturwissenschaftlern zu kommunizieren. Falls jemand absolut fachfremd ist, fange ich damit an zu erklären, dass es in der Natur Effekte gibt, die nur auf bestimmten Grössenordnungen beobachtbar sind - halt eben nano.

Was war das Hilfreichste, was du

im Studium gelernt hast?

Fächerübergreifendes Denken sowie selbständiges und effizientes Arbeiten. Man kann nie alles wissen, deswegen ist die Kategorisierung in Wesentliches und Unwesentliches nicht nur während des Studiums essentiell, sondern auch Grundlage, um später erfolgreich zu sein. Durch das vielseitige Nanostudium lernt man, wo die gesuchten Antworten zu finden sind oder an wen man sich dafür wenden kann. Die Interdisziplinarität hilft einem dabei, die richtigen Fragen zu stellen und sie überhaupt zu formulieren.

Weshalb würdest du das Nanostudium (nicht) weiterempfehlen?

Ich empfehle das Nanostudium allen, die durch Wissbegierde geleitet sind und sich dabei möglichst viele Türen offen halten wollen. Für diejenigen, die konkrete Vorstellungen über ihren künftigen Arbeitsplatz haben, gibt es wohl meist zielführendere Wege.

Was wolltest du werden, als du klein warst?

Das ist schon länger her... Aber ich hatte immer schon viele Interessen, was ja schliesslich auch zum Nanostudium geführt hat. Wie die meisten Jungs wollte ich ganz bestimmt mal Fussballer oder Astronaut oder beides zusammen werden.

Von welchem Traum hast du dich schon verabschiedet?

Nun zum Fussballer reicht es wahrscheinlich nicht mehr. Aber Astronaut liegt je nachdem zu meiner Leb-

zeit noch drin - wenn auch nur als zahlender Tagestourist.

Was kannst du besser als alle anderen?

Ich kann mit gestreckten Beinen mit der Stirn fast meine Knie berühren.

Ist dein Ehrgeiz genauso gross wie dein Talent?

Fangfrage: Nein.

Aus welchem Grund tust du das, was du gerade tust? Was hat dich in deine jetzige Situation geführt?

Ich bin Forscher an der Uni, was ich ohne akademische Grundbildung und Promotion nicht sein könnte. Mein Job ist spannend und abwechslungsreich und ich lerne täglich Neues dazu. Solange das so ist, bin an der richtigen Stelle.

Wie unordentlich ist dein Zimmer?

Das hat sich graduell verbessert von «katastrophal» über «organisiertes Chaos» zu «ganz ok» bis «schnecke».

Was hast du immer dabei, brauchst es aber nie?

Einen Gutschein für das Urban Nomad (ein sehr leckeres afghanisches Restaurant am Erasmusplatz) trage ich jetzt schon länger mit mir herum und sollte ihn endlich einlösen.

Womit solltest du anfangen? Womit solltest du aufhören?

Mit der Theorie zum internationalen Segelschein und Rauchen.

Würdest du einem Fremden eine Niere spenden?

Ich denke schon, hoffe aber, diese Entscheidung nie treffen zu müssen.

Das neue Nanologo:



Wir gratulieren dem Gewinner **Christoph Küng**

Euer Redaktionsteam



Von oben links nach rechts, dann mittig, dann untern, von links nach rechts:
Manuel Kraus Carina Luchsinger, Vera Weibel, Mischa Meyer, Miriam Stuke,
Felix Erb, Nair von Mühlennen

FUCK SCIENCE

by VJ

