iGEM: Wettbewerb für synthetische Biologie

■ 22 Teams aus deutschsprachigen Institutionen nehmen dieses Jahr am Wettbewerb der *International Genetically Engineered Machines* (iGEM) teil. Über den Sommer entwerfen Studierende Systeme aus austauschbaren biologischen Teilen. Wir stellen ihre Lösungen für Probleme unserer Welt in dieser und der nächsten Ausgabe vor. Beim großen Jamboree Mitte November 2026 in Paris hoffen die Teams auf Preise und Auszeichnungen für ihre Ideen.

(stö) ■

iGEM-Team Aachen

Adesonica – ein neuartiges Antibiotikum gegen multiresistente Gram-negative Erreger

© Springer-Verlag GmbH 2026



■ Die meisten Antibiotika wirken, indem sie Bakterien abtöten oder ihr Wachstum hemmen. Aufgrund der hohen Anpassungsfähigkeit von Bakterien und dem übermäßigen Einsatz von Antibiotika stehen Gesundheitssysteme weltweit vor dem Problem zunehmender Resistenzen gegenüber Antibiotika. Zusätzlich fehlt dem Großteil der Gesellschaft das Grundwissen über Antibiotika und deren Einnahme. Resistenzentwicklungen gegen Antibiotika und Reserveantibiotika forcieren die Entwicklung von Antibiotika mit neuen Wirkweisen.

Hier setzt das iGEM-Team Aachen 2026 an. Das Ziel unseres Projekts „Adesonica" ist die Entwicklung eines neuartigen Antibiotikums, das in einen Genregulationsmechanismus von Gram-negativen Bakterien eingreift, um diese abzutöten. Dabei handelt es sich um die Methylierung von Adenosin. Dieser Prozess beschreibt die Methyltransferase-basierte Übertragung einer Methylgruppe eines Donor auf eine Base der DNA. Für unser Projekt haben wir die Dam-Methylase ausgewählt, die primär in γ-Proteobakterien wie *Escherichia coli* vorkommt und essenziell für die Zellteilung ist.

Unsere Hypothese baut darauf auf, dass eine Veränderung in der Expressionsmenge des Proteins zu einer Veränderung in der Menge an methylierter DNA führt. Somit sollte die DNA instabil werden, sodass die Bakterien sich nicht mehr vermehren können und absterben. Dafür wollen wir für Dam-Methylase codierende RNA in die bakterielle Zelle einschleusen. Um die RNA erfolgreich in die bakterielle Zelle zu führen, entwickeln wir ein Deliverysystem basierend auf VLPs (*Virus-like Particles*) bzw. VNPs (*Viral Nanoparticles*) mithilfe des Tabakmosaikvirus (TMVs). Dabei assemblieren sich die Untereinheiten (*Coat Proteins*) der VLPs selbst um die RNA. Ebenso sollen die Untereinheiten mittels *Anti Microbial Peptides* (AMPs) oder anderen *Cell Penetrating Peptides* (CPP) funktionalisiert werden, damit VLPs die bakterielle Membran penetrieren können und den Weg für unsere Fracht eröffnen.

Mit Adesonica möchten wir einen Beitrag zum Gesundheitssystem leisten und der Gefahr von multiresistenten Gram-negativen Erregern entgegenwirken.

Lisa Prinz, Jan Nöh, Kathrina Scheiermann und das iGEM-Team Aachen
team@igemaachen-ev.de ■

iGEM-Team Bonn

Potyguard^{+} – ein Bodyguard, der Nutzpflanzen bewahrt

© Springer-Verlag GmbH 2026



■ Die zunehmende Verbreitung von Pflanzenviren ist eine Herausforderung für die Landwirtschaft. Besonders RNA-Viren wie Potyviren verursachen erhebliche Ernteverluste und gefährden die wirtschaftliche Stabilität landwirtschaftlicher Betriebe. Gleichzeitig nimmt durch Klimawandel und globale Handelsstrukturen die Ausbreitung pflanzlicher Krankheitserreger weiter zu, wodurch der Bedarf an Schutzstrategien steigt.

Bisherige Ansätze gegen virale Pflanzenkrankheiten sind begrenzt: Sie setzen vor allem auf Prävention oder die Kontrolle von Überträgern, bieten jedoch kaum Möglichkeiten, bereits infizierte Pflanzen gezielt zu schützen oder die Ausbreitung innerhalb eines Bestands einzudämmen.

Ziel unseres Projekts ist die Entwicklung eines Systems, das Virusinfektionen früh erkennt und eine zelluläre Antwort auslöst, um weitere Schäden zu verhindern. Unser Konzept basiert auf einem modularen System, das Virus-spezifische Signale erkennt und darauf reagiert. Sobald eine Infektion detektiert wird, aktiviert das System lokal begrenzte Abwehrmechanismen, die die weitere Ausbreitung des Virus einschränken sollen. Durch den modularen Aufbau können einzelne Komponenten flexibel an verschiedene Viren oder Pflanzenarten angepasst werden. Langfristig soll dadurch eine Plattform entstehen, die vielseitig einsetzbar und an unterschiedliche landwirtschaftliche Anforderungen adaptierbar ist.

Im Rahmen des Projekts untersuchen wir Ansätze zur gezielten Aktivierung von Proteinfunktionen in Abhängigkeit viraler zellulärer Signale. Dazu gehören u. a. Intein-basiertes Splicing zur kontrollierten Reassemblierung von Proteinen sowie RNA-erkennende Proteine, die regulatorisch in Translationsprozesse eingreifen können. Dieser breit angelegte Ansatz ermöglicht es, flexibel auf experimentelle Herausforderungen zu reagieren und vielversprechende Strategien gezielt weiterzuentwickeln. Darüber hinaus soll das Projekt neue Erkenntnisse darüber liefern, wie synthetisch-biologische Ansätze zukünftig zur Entwicklung resilienterer und nachhaltigerer Landwirtschaftssysteme beitragen können.

Julia Hodakov, Friedrich Nitschke, Viktoriia Pelin und das iGEM-Team Bonn
igembonn@uni-bonn.de ■

iGEM-Team KIT (Karlsruher Institut für Technologie)

ENCORE – modulares Engineering funktionaler Nanokompartimente

© Springer-Verlag GmbH 2026



Biotechnologie in der Industrie gilt als zukunftsweisend, wodurch auch etablierte Verfahren sich immer wieder wandeln. Vor allem Anwendungen der biologischen Enzymkatalyse bergen weiterhin unausgeschöpftes Potenzial. Ein Hindernis für die Weiterentwicklung ist dabei, dass zelluläre Prozesse wie beispielsweise während der Fermentation noch eine Blackbox darstellen.

Mit ENCORE (*Engineered Nanocompartments for Capture, Optimization and Reactor Engineering*) möchten wir Licht ins Dunkel bringen und eine neue Methode zur Untersuchung von Stressreaktionen in *Saccharomyces cerevisiae* erschließen. Ziel ist es, Nanokompartimente für mRNA-Capture zu funktionalisieren. Nanokompartimente können spezifische Moleküle gezielt einschließen, um sie vom restlichen Zytosol zu isolieren und vor Degradation zu schützen. Wir hoffen, mit der gezielten Capture von mRNA zu einem definierten Zeitpunkt unser Verständnis von zellulären Dynamiken zu verbessern. Damit soll der erste Schritt zur Etablierung von Nanokompartimenten in die moderne Transkriptomik gegangen werden. So können wir industrielle Prozesse mit Hefen durch gezieltes Engineering effizienter gestalten und optimieren.

Über den analytischen Ansatz hinaus dienen die Nanokompartimente als Nanoreaktoren für komplexe enzymatische Kaskaden. Vielversprechende Stoffwechselwege scheitern in der konventionellen Biotechnologie an zwei Hürden: Sauerstoffempfindlichkeit und toxische Zwischenprodukte. Mithilfe eines Nano-Reaktors können Sauerstoffsensible Nitrogenasen für die Stickstofffixierung in einer kontrollierten Umgebung isoliert werden. Durch diese Strategie eröffnen wir eine Möglichkeit der Stickstofffixierung, die bisher in Eukaryoten nicht realisierbar war.

Für die Expression von Nanokompartimenten in Hefe entwickeln wir eine *Golden Gate Toolbox*, die als modularer Baukasten für die Funktionalisierung von Nanokompartimenten dienen soll. Ganz nach dem iGEM-Motto „*Give back to the Community*“ wollen wir unser System bewusst so konzipieren, um anderen Teams den Einstieg in angrenzende Forschungsfragen so simpel wie möglich zu machen.

Jasmin Kesting, Karoline Kaminski, Marina Schreidl und das iGEM-Team KIT
igem@blt.kit.edu

iGEM-Team Uni Zürich

Entwicklung lebender Lösungen zur Stabilisierung alpiner Böden

© Springer-Verlag GmbH 2026



Klimabedingte Naturkatastrophen haben sich in den letzten Jahrzehnten verzehnfacht [1]. Auch in den Schweizer Alpen nimmt die Häufigkeit von Erdrutschen zu und bedroht Gemeinden sowie landwirtschaftliche Flächen zunehmend. Diese Ereignisse sind eng mit dem Klimawandel verbunden, der zu häufigeren und intensiveren Starkniederschlägen führt und damit eine rasche Bodensättigung begünstigt.

Die Instabilität von Hängen ist primär physikalisch bedingt: Niederschlagswasser dringt in den Boden ein, erhöht den Porenwasserdruck und verringert die Reibung zwischen den Partikeln. In den für alpine Regionen typischen dünnen Böden kann bereits ein geringer Verlust an Kohäsion einen Erdrutsch auslösen.

Konventionelle Maßnahmen wie Betonverstärkungen sind teuer, invasiv und in abgelegenen Gebieten schwer umsetzbar. Zudem tragen zementbasierte Materialien zu globalen CO_2-Emissionen bei, wodurch ein Widerspruch zwischen Stabilisierung und Klimaschutz entsteht [2].

Unser Projekt nutzt Mikroorganismen, die Kalziumkarbonat ($CaCO_3$) bilden, das als natürlicher Zement wirkt und Bodenpartikel bindet. Diese mikrobiell induzierte $CaCO_3$-Fällung (MICP) erhöht die mechanische Stabilität, reduziert Erosion und verringert die Wasserinfiltration bei Starkregen. Ein zentraler Mechanismus beruht auf dem Urease-Enzym, dessen Untereinheiten durch ure-Gene wie ureA, ureB und ureC codiert werden. Urease spaltet Harnstoff zu Ammoniak und Kohlendioxid; dadurch steigt der pH-Wert, was die Bildung von Carbonat-Ionen begünstigt. Diese reagieren mit Calcium-Ionen und fallen als Kalziumkarbonat aus [3].

Sporosarcina pasteurii wird häufig als Modellorganismus für MICP eingesetzt, jedoch kann seine enzymatische Aktivität bei niedrigeren Temperaturen nachlassen. Diese Herausforderung ist für uns ein Ausgangspunkt für neue synthetisch-biologische Ansätze, mit denen wir die $CaCO_3$-Bildung auch bei alpinen Temperaturen ermöglichen wollen. Dabei geht es uns um eine kontrollierte und möglichst zuverlässige Mineralbildung.

Insgesamt zielt unser Projekt darauf ab, MICP für alpine Bedingungen weiterzuentwickeln, mit besonderem Fokus auf Kälteanpassung, kontrollierte Mineralbildung und eine möglichst geringe Umweltbelastung.

Literatur

[1] Welthungerhilfe. https://www.welthungerhilfe.de/informieren/themen/klimawandel/naturkatastrophen
[2] Der Bundesrat. Das Portal der Schweizer Regierung. https://www.admin.ch/de/nsb?id=98159
[3] Rajasekar A, Wilkinson S, Moy CKS (2021) MICP as a potential sustainable technique to treat or entrap contaminants in the natural environment: A review. Environ Sci Ecotechnology 6: 100096

Edina Jasari und Elisa Peilin Du und das iGEM-Team Uni Zürich
igemuzurich2026@studentbiolab.ch

iGEM-Team Dresden

MOCHI – Demokratisierung der Antikörperproduktion durch kontrollierte Hefe-Humanisierung

© Springer-Verlag GmbH 2026

■ Therapeutische Antikörper haben die moderne Medizin revolutioniert, doch der Zugang zu diesen lebensrettenden Therapien bleibt weltweit stark ungleich verteilt. Der Hauptgrund sind die Behandlungskosten, die aufgrund der komplexen Produktion in Säugetierzellen sehr hoch sind. Hefen sind eine kosteneffizientere Produktionsplattform, deren Anwendung für die Humanmedizin jedoch bisher nicht möglich ist, da der Mensch auf die Hypermannosylierung der Hefe Immunreaktionen zeigt. Bei der genaueren Betrachtung der Hefe *Komagataella phaffii* wird deutlich, dass ein permanenter Knockout des für die Mannosylierung verantwortlichen Gens *OCH1* zu Zellwanddefekten und Wachstumsstörungen führt, was die industrielle Skalierung verhindert [1].



Unser Projekt MOCHI (*Making OCH1 Controlled Humanization Inducible*) löst dieses Dilemma durch RNA-Interferenz, indem wir zwei zeitlich versetzte Promotoren nutzen. In der Wachstumsphase bleibt *OCH1* aktiv, was eine optimale Fitness gewährleistet. Die Induktion der Produktionsphase triggert die Expression einer Hairpin-RNA, die über den Dicer-Argonaute-Pfad zur sequenzspezifischen Degradation der *OCH1*-mRNA führt. Zur Maximierung der Effizienz integrieren wir eine RNA-abhängige RNA-Polymerase (RDR). Diese etabliert durch die Synthese von dsRNA einen selbstverstärkenden Zyklus.

Als multidisziplinäres Team aus Studierenden der Biologie, Biotechnologie und Informatik entwickeln wir MOCHI als skalierbares System. Unser Ansatz hat das Potenzial, die Kosten für Antikörpertherapien zu senken und die medizinische Versorgung weltweit zugänglicher zu machen, vor allem in Ländern, die momentan nur eingeschränkte Behandlungsoptionen mit Antikörpern aufgrund von hohen Kosten anbieten können.

Literatur

[1] Krainer F, Gmeiner C, Neutsch L et al. (2013) Knockout of an endogenous mannosyltransferase increases the homogeneity of glycoproteins produced in *Pichia pastoris*. Sci Rep 3: 3279

Casiana Forga, Fabian Schmidt und das iGEM-Team Dresden
igem@tu-dresden.de ■

iGEM-Team Berlin

Sense PFASt – das Unsichtbare sichtbar machen

© Springer-Verlag GmbH 2026

■ Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), auch bekannt als Ewigkeitschemikalien, stellen ein zunehmendes globales Umwelt- und Gesundheitsproblem dar. Sie zählen zu einer großen Gruppe künstlich hergestellter Chemikalien, die aufgrund ihrer stabilen Kohlenstoff-Fluor- Bindungen kaum abbaubar sind und sich daher in Umwelt, Wasser und Organismen anreichern. Gleichzeitig finden PFAS breite Anwendung in Alltagsprodukten – wie Pfannenbeschichtungen, wasserabweisender Kleidung oder Lebensmittelverpackungen – sowie in der Medizin und der Industrie, wo sie teilweise unverzichtbar sind.

Der Standardnachweis von PFAS erfolgt derzeit mittels Massenspektrometrie, die zwar hochsensitiv, jedoch teuer und zeitaufwendig ist. Seit Januar 2026 ist der zulässige PFAS-Gehalt im Trinkwasser durch neue EU-Richtlinien auf 0,5 µg/l begrenzt; er soll bis 2028 weiter gesenkt werden [1]. Besonders Wasserwerke, Industrie und kommunale Versorgungsbetriebe stehen vor der Herausforderung, PFAS zuverlässig und zugleich kosteneffizient aus Wasserströmen zu entfernen. Der Bedarf an praktikablen Lösungen wächst somit stetig.

Genau hier setzt unser Projekt an: Durch die Verbindung von synthetischer Biologie und Umwelttechnologie entwickeln wir einen innovativen Ansatz zur gezielten Detektion von PFAS und leisten damit einen nachhaltigen Beitrag zur zukünftigen Wasseraufbereitung. Unser Ziel ist die Entwicklung eines PFAS-Biosensors auf Basis von Hefezellen, der PFAS in Echtzeit, kostengünstig und mit hoher Sensitivität nachweisen kann.

Neben der Entwicklung einer PFAS-Nachweismethode möchte SensePFASt auch zur gesellschaftlichen Sensibilisierung für die PFAS-Problematik beitragen. Langfristig streben wir nachhaltige und kostengünstige



Lösungen an, die sowohl die Detektion als auch die Entfernung von PFAS aus dem Wasserkreislauf ermöglichen.

Literatur

[1] European Commission: Directorate-General for Environment, WSP, Ricardo & Trinomics (2026) The cost of PFAS pollution for our society: final report. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2779/9590509

Zahara Rehan, Melisa Dilara Güler und das iGEM-Team Berlin
igem.berlin@hu-berlin.de ■

iGEM-Team Wien

Algaeneering – Algen als Antwort auf Mikronährstoffmangel

© Springer-Verlag GmbH 2026

Weltweit sind fünf Milliarden Menschen von Mikronährstoffmängel betroffen. Vor allem sozial geschwächte Regionen leiden unter Nahrungsunsicherheit und den Folgen von unzureichender Ernährung [1]. Die prekären aktuellen Weltgeschehnisse, erschwerter Zugang zu leistbaren Lebensmitteln und weit verbreiteter Vitamin-D-Mangel in Europa animierten das iGEM-Team Vienna 2026 zum Projekt Algaeneering.

Das Projekt hat das Ziel, eine niederschwellig zugängliche Versorgung von lebenswichtigen Nährstoffen zu ermöglichen und ein leicht kultivierbares Endprodukt zu entwickeln. Unser Augenmerk liegt besonders auf der ausreichenden Zufuhr von Vitamin D und C, die für einen gesunden Körper mit starkem Immunsystem essenziell ist. Durch ihren hohen Proteingehalt und das einzigartige Nährstoffprofil besitzen Mikroalgen das Potenzial, um Nahrungsunsicherheit und Mikronährstoffmangel entgegenzuwirken [2].

Für unser Projekt wählten wir den Modell-Organismus *Chlamydomona reinhardtii*, der ein vielversprechendes Nährstoffprofil besitzt und die Vitamin-D2-Vorstufe Ergosterol aufweist. Um diese Mikroalge zu einem vielfältigeren Lebensmittel weiterzuentwickeln, planen wir, das Ergosterol photochemisch in Vitamin D2 umzuwandeln. Durch biotechnologische Modifizierungen sollen zentrale Stoffwechselwege optimiert werden, um den Gehalt an Vitamin C und Vitamin D2 zu erhöhen. Zusätzlich soll die allgemeine Mineralstoffzusammensetzung und der Energiegehalt der Alge verbessert und die Eisenkonzentration reguliert werden. Bestandteil unserer Arbeit ist auch die Wissenschaftskommunikation, mit der wir zur Bildung über synthetische Biologie beitragen und für ihre Anwendungsmöglichkeiten begeistern wollen.



Algaeneering ist eine Brücke zwischen Forschung und Gesellschaft und verbindet dabei synthetische Biologie mit den Sustainable Development Goals, die für Nahrungssicherheit, Gesundheit und Nachhaltigkeit stehen.

Literatur

[1] Passarelli S, Free C, Shepon A et al. (2024) Global estimation of dietary micronutrient inadequacies: a modelling analysis. Lancet Glob Health 12: e1590–e1599
[2] Darwish R, Assaye H, Gray DA et al. (2020) *Chlamydomonas reinhardtii* is a potential food supplement with the capacity to outperform *Chlorella* and *Spirulina*. Appl Sci 10: 6736

Angelika Ludwig, Lena Schmiederer, Mena Alla Ahmed und das iGEM-Team Wien
igem.vienna@boku.ac.at

iGEM-Team München

Eine revolutionierte Methode zur Geneditierung in Mitochondrien

© Springer-Verlag GmbH 2026

Mitochondriale Erkrankungen zählen zu den schwerwiegendsten genetischen Krankheiten, für die derzeit keine wirksamen Heilungsmethoden existieren [1]. Sie entstehen durch Mutationen in der mitochondrialen DNA (mtDNA), die essenzielle Funktionen der zellulären Energieproduktion beeinträchtigen und zu multisystemischen Krankheitsbildern führen. Die Gruppe der Betroffenen spiegelt eine sehr heterogene Ausprägung von Krankheitsbildern wider, die individuell mittels Medikamenten und operativen Eingriffen symptomatisch gelindert werden [1].

Obwohl die zugrunde liegenden Mutationen mitochondrialer Krankheiten und klinischer Erscheinungsformen umfassend erforscht sind, bleibt die präzise und effiziente Bearbeitung der mtDNA eine der größten ungelösten Herausforderungen des Feldes, da der Import von Proteinen und Nukleinsäuren, etwa von CRISPR-Cas9 und



der zugehörigen *guide RNA* (gRNA), durch die Kompartimentierung stark eingeschränkt ist.

Unser Ziel ist es, das bereits im Zellkern etablierte Prime Editing mittels Cas9-Nickase, reverser Transkriptase und einer synthetischen *Prime Editing guide RNA* (pegRNA) für mitochondriale Editierung neu zu konstruieren. Dadurch ergeben sich im Vergleich zu Alternativen, wie etwa mitoTALENs, die vorwiegend zur Eliminierung mutierter mtDNA eingesetzt werden, deutlich erweiterte therapeutische Möglichkeiten. Wir wollen zudem systematisch an der Optimierung und Entwicklung mitochondrialer Targeting-Sequenzen für das Prime-Editing-System mithilfe bioinformatischer Pipelines und labortechnischer Screening-Assays forschen. Darauf basierend planen wir das Design einer modifizierten pegRNA, die einen effizienten mitochondrialen Transport über bestehende zelluläre RNA-Transportmechanismen anhand einer konservierten Sekundärstruktur ermöglicht und eine RNase-vermittelte Prozessierung nach dem Import eingeht. Damit ermöglicht unser Designansatz den effektiven mitochondrialen Import eines präzisen Prime-Editing-Systems, das in Zukunft als Werkzeugkasten für mitochondriale Grundlagenforschung und der wirksamen Heilung mitochondrialer Erkrankungen dienen könnte.

Literatur

[1] Ball M, Van Bergen NJ, Compton AG et al. (2025) Therapies for Mitochondrial Disease: Past, Present, and Future. J Inherit Metab Dis 48: e70065

Toplink Li, Laura Topcic, Miriam Ben Kacem, Dimitrios Christoforos Karagiannis, Igor Koop und das iGEM-Team München
team@igem-munich.com