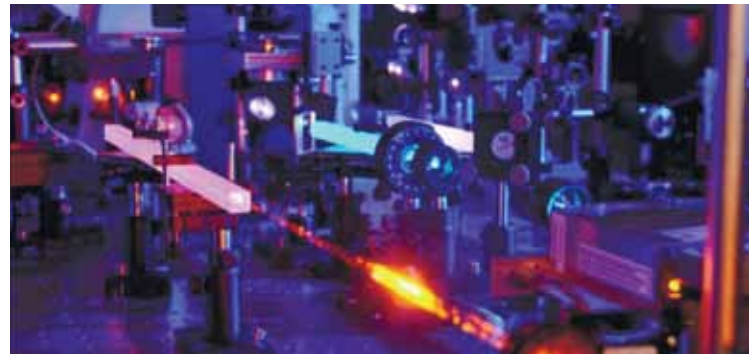


iq journal



Ingenieur- und naturwissenschaftliche Koproduktion:

So machen wir Medikamente sicherer, wirksamer, besser



12

Im Interview:

Pharmaingenieur
Patric Siefermann



13

Young Engineers:

Unser Rückblick auf ein
besonderes Jahr



14

Symposium

Elektrische Propulsoren
in der Luftfahrt

ZUR SACHE



*Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade,
geschäftsführender Leiter des
Instituts für Partikeltechnik und
Vorstandssprecher des Zentrums
für Pharmaverfahrenstechnik
der TU Braunschweig*

2 editorial

Zur Sache

3 titel

Mehr Wissen für mehr Wirkung
Aus dem Labor in die Anwendung
Gesundheit berechnen
Tabletten per 3D-Druck, geht das?
Verfahrenstechnik trifft Biologie
Im Kampf gegen COVID-19
Gefriertrocknung – ein Multitalent
Rückenwind aus vielen Richtungen

13 vdi young engineers

Kein Jahr wie jedes andere

14 intern

Elektrische Propulsoren in der Luftfahrt

15 ingenieurregion.de

Bereitmachen zum Abheben

16 termine & gratulationen

Unsere neuen Mitglieder
Herzlichen Glückwunsch!
Veranstaltungen: Hier geht's hin

Liebe Leserinnen und Leser,

die Entwicklung neuer Wirkstoffe und daraus erzeugter Arzneimittel erfordert für diese Produkte maßgeschneiderte Produktionsprozesse, häufig erlauben neue Verfahrenstechniken erst die Darstellung neuer innovativer Medikamente. Ingenieure sind daher heute nicht nur für die Planung und den Betrieb der Produktionsanlagen und Fabriken in der pharmazeutisch ausgerichteten Industrie verantwortlich, sondern zunehmend auch in der Forschung und Entwicklung tätig, wobei dies in anderen Ländern wie den USA schon deutlich ausgeprägter ist.

Pharmazie und Verfahrens-, Mikro- und Produktionstechnik forschen heute in einer in Deutschland einzigartigen Konstellation gemeinsam am Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik mit dem übergreifenden Ziel, neuartige Arzneimittel mit höherer Wirksamkeit oder gezielter Wirkstoffabgabe nicht nur kostengünstig, sondern insbesondere auch individualisiert herzustellen. Vorreiter für diese Zusammenarbeit ist die bis 2016 an der TU Braunschweig laufende DFG-Forscherguppe MikroPart, in der unter anderem die Emulgierung und Dispergierung von Wirkstoffträgern in Mikrosystemen erforscht wurde – ein Verfahren, welches heute bei der Herstellung der mRNA-Impfstoffe große Bedeutung erlangt hat. Durch eine individualisierte Herstellung von Arzneimitteln insbesondere in Apotheken sollen in Zukunft die Medikamente wieder stärker auf die Patienten zugeschnitten werden.

Die folgenden Beiträge zeigen in vielfältiger Weise, wie ingenieur- und naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung nicht nur eine kostengünstige Herstellung der Arzneimittel mit gleichbleibend hoher Qualität ermöglichen, sondern auch die Realisierung von Arzneimitteln mit ganz neuen Eigenschaften. Entscheidend hierfür ist nicht nur die Entwicklung neuartiger Wirkstoffe, sondern auch das Maßschneidern der inneren Struktur der Arzneiformen: Die innere Struktur, die ihrerseits durch die eingesetzten Prozesse bestimmt wird, definiert zahlreiche wichtige Eigenschaften der Medikamente wie das Freisetzungsverhalten und die Bioverfügbarkeit der Wirkstoffe.

Ihr

Mehr Wissen für mehr Wirkung

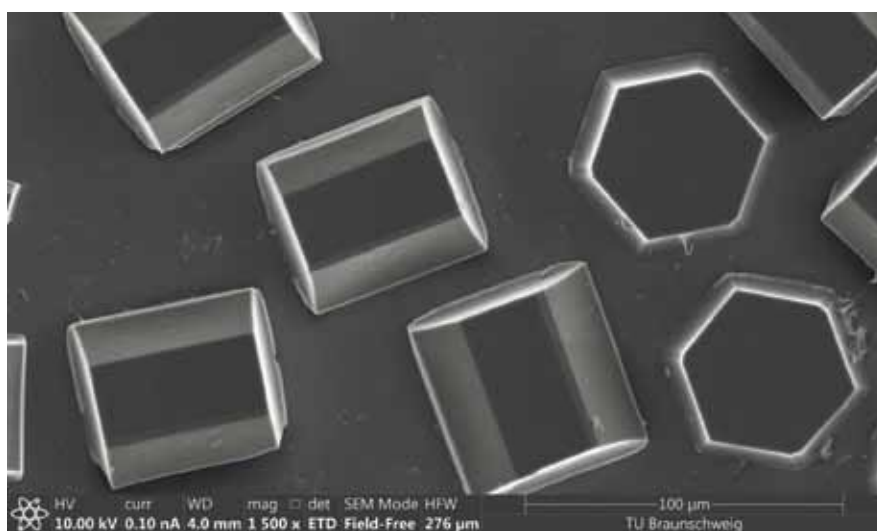
Wie Braunschweig das DFG-Programm DiSPBiotech beflügelt

Die Qualität und Ausbeute von biotechnologisch hergestellten Produkten wie insbesondere pharmazeutisch wirksamen Proteinen wird entscheidend durch die Beanspruchung komplexer biogener Systeme aus Zellen und Proteinen sowie der Proteine selbst im Herstellungs- und Formulierungsprozess bestimmt. Über die Wirkung der thermischen, stofflichen und insbesondere mechanischen Beanspruchungen in den einzelnen Prozessschritten auf die Struktur, Dispersität und Qualität der Proteine und weiteren komplexen biogenen Systeme (Bioagglomerate) ist bislang aber nur wenig bekannt. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat daher beschlossen, von 2016 bis 2022 zu diesem Thema ein unter Federführung der TU Braunschweig beantragtes Schwerpunktprogramm DiSPBiotech (SPP 1934) mit Sprecher Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade, Leiter des Instituts für Partikeltechnik, für sechs Jahre zu fördern.

Gemeinsame Proteinstandards

Innerhalb von DiSPBiotech werden derzeit 17 Forschungsprojekte mit teilweise mehreren Promovierenden aus ganz Deutschland gefördert, davon drei am Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik der TU Braunschweig. In einem der drei Projekte werden für viele Teilprojekte des SPP aus ganz Deutschland mikromechanische Messungen durchgeführt und gemeinsame Proteinstandards hergestellt, um einen standortübergreifenden Ergebnisvergleich zu ermöglichen.

Im Braunschweiger Projekt „Struktur-Eigenschaftsbeziehung von Proteinpartikeln hinsichtlich Aufarbeitung und Formulierung“ werden die Erzeugung und Eigenschaften von quervernetzten Enzymkristallen (crosslinked enzyme crystals, CLECS) untersucht. Enzyme werden häufig zur gezielten chemischen



Quervernetzte Enzymkristalle (crosslinked enzyme crystals, CLECS).

Modifikation von Wirkstoffen eingesetzt. Im Vergleich zu gelösten Enzymen können quervernetzte Enzymkristalle einfacher aus einem Prozess abgetrennt und wiederverwendet werden. Werden die Kristalle beispielsweise durch Filtration separiert, können mechanische Beanspruchungen aber einen Bruch derselben nach sich ziehen, und eine Wiederverwendung wäre nur eingeschränkt möglich. Zur Steigerung der Einsatzfähigkeit werden daher Aminosäuresequenzen von den Instituten für Mikrobiologie und Biochemie/Biotechnologie mit Blick auf die Aktivität, den Herstellungsprozess und dessen Skalierung sowie die mechanischen Eigenschaften verändert. Am Institut für Partikeltechnik erfolgt anschließend die Kristallisation, Vernetzung und mechanische Charakterisierung der vernetzten Enzymkristalle.

Forschung am Antibiotikum

Ein weiteres Braunschweiger Projekt befasst sich mit der Herstellung des Antibiotikums Rebecamycin in einem filamentös wachsenden Mikroorganismus.

Bei diesen Organismen ist die Produktivität stark von der sich bildenden Struktur während des pelletförmigen Wachstums abhängig. Die Pelletstruktur kann hierbei durch verschiedene Kultivierungsparameter (zum Beispiel pH-Wert) verändert werden. Es zeigte sich aber auch eine deutliche Steigerung der Produktivität durch Zugabe von Partikeln: Bei größeren Partikeln wird die Pelletstruktur durch die Kollisionen mit Partikeln aufgelockert, bei kleinen Partikeln durch Oberflächeneffekte. Das Institut für Bioverfahrenstechnik führt die Kultivierungen in Anwesenheit verschiedener Partikel durch, um den Effekt unterschiedlicher Partikeleigenschaften zu untersuchen. Am Institut für Partikeltechnik werden diese Untersuchungen durch numerische Simulationen begleitet, um eine gezielte Vorhersage der Partikelzugabe auf die Erhöhung der Antibiotikaproduktion zu ermöglichen.

Dr.-Ing. Ingo Kampen (Geschäftsführer SPP) und Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade (Sprecher SPP), Institut für Partikeltechnik, TU Braunschweig

TITEL

Aus dem Labor in die Anwendung

Wie das PVZ die Entwicklung von Arzneien beschleunigt

Die Entwicklung und Produktion innovativer Arzneimittel gewinnt bei wachsendem Kostendruck im Gesundheitssystem kontinuierlich an Bedeutung für die pharmazeutische Versorgung. Einer der Treiber ist der demographische Wandel, der mit einer Zunahme von Volkskrankheiten wie beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebserkrankungen verbunden ist. Aber auch das Auftreten neuer Infektionskrankheiten, wie die globale Covid-19-Pandemie, verdeutlicht den dringenden Bedarf an neuen Medikamenten und höheren Entwicklungsgeschwindigkeiten. Fortschritte bei der Entwicklung diagnostischer Tools und Methoden, die sich auf molekulare und zelluläre Eigenschaften

von bestimmten Patienten-gruppen fokussieren, verstärken die Forderung nach maßgeschneiderten, exakt dosierten Medikamenten. Diese individualisierten Versorgungskonzepte mit passgenauen Arzneimitteln sind einem standardisierten

wirtschaftliche Marktstellung von Unternehmen im internationalen Wettbewerb zu stärken und auszubauen.

Diese Einflussfaktoren prägen die gesamte pharmazeutische Wertschöpfungskette – von der Identifizierung potenzieller Substanzen bis hin zur Markteinführung neuer Produkte und Medikamente. Besonders dabei: Der Entwicklungsprozess eines neuen Medikaments dauert in der Regel zwischen zehn und 14 Jahren und kann bis zur Markteinführung Kosten bis zu einer Milliarde Euro verursachen.

„Gerade für die global agierende Pharmaindustrie und deren Zulieferer kann die Bedeutung eines beschleunigten Transfers von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die industrielle Praxis nicht hoch genug bewertet werden.“

Therapieansatz *One Size fits all* überlegen und erlangen einen immer höheren Stellenwert. Gleichzeitig leisten neue Verfahren, Produkte und Prozesse in der Arzneimittelproduktion einen wesentlichen Beitrag, um die technologische und

Im Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik (PVZ) forschen seit 2017 etwa 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Bereichen Pharmazie, Verfahrenstechnik, Mikrotechnik, Produktionstechnik sowie Messtechnik experimentell und theore-



Automatisiertes Liquid-Handling-System am PVZ zur Aufarbeitung flüssiger Proben im Hochdurchsatz.



Charakterisierung von hochwirksamen Wirkstoffen am PVZ unter hohen Sicherheitsstandards.

tisch an neuen Produkten und Verfahren zur kosteneffizienten Arzneimittelentwicklung und -herstellung. Mit den strategischen Forschungszielen Wirkstoffentwicklung, Pharmaproduktion sowie individualisierte Arzneimittel bildet das interdisziplinär ausgerichtete PVZ einen Forschungsknoten, um die pharmazeutische Wirkstoff- und Produktforschung mit der Entwicklung von verfahrenstechnischen Produkten und Methoden enger zu verzahnen. Dabei werden pharmazeutische Prozesse aus dem Labor hin zu einem skalierbaren, industriellen Produktionsverfahren weiterentwickelt.

Hauptforschungsfelder des PVZ sind Biomolekül-Engineering, Optimierung, Miniaturisierung und Parallelisierung von Produktionsprozessen, digitale Zwillinge, individualisierte Produktion sowie der Einsatz von Mikrosystemen, zum Beispiel Organ-on-a-Chip-Systemen in der Pharmaproduktion und -testung.

Bei allen Forschungsaktivitäten steht der Transfer von Erkenntnissen aus dem Labor in die industrielle Anwendung im Vordergrund. Denn was hilft die beste Forschung, wenn Forschungserkenntnisse den Weg in die Praxis nicht finden? Die Schlagkraft eines vorwiegend regionalen Netzwerks nutzen, um in der Arzneimittelentwicklung und -produktion durch die Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungsinstituten Innovationen zu generieren – dieser Ansatz wird im PVZ mit dem Innovationsnetzwerk Pharmaproduktionstechnologie (ProPharm) verfolgt. Das Netzwerk wurde 2020 auf Initiative von acht kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit acht

Forschungsinstituten der TU Braunschweig und einem Forschungsinstitut der Leibniz Universität Hannover gegründet und wird vom Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert.

Viel Innovationskraft aus Niedersachsen

Im Mittelpunkt stehen kooperative Forschungs- und Entwicklungsprojekte für neue und/oder verbesserte Produkte, Prozesse und Dienstleistungen der industriellen Partner. Dabei orientieren sich die im Netzwerk bearbeiteten Tätigkeitsfelder an den Akteuren entlang der Wertschöpfungskette der Arzneimittelentwicklung und -produktion:

- Wirkstoffproduktion & Produktionsverfahren,
- pharmazeutische Formulierungen,
- apparative Technologien,
- Testmethoden und -devices sowie
- techn(olog)ische Dienstleistungen.

ProPharm bindet neben Pharmaka auch Wirkstoffe, Kosmetika und Nahrungsergänzungsmittel in sein Portfolio ein, da deren Herstellungsprozesse technologisch vergleichbar sind. Aus Niedersachsen beteiligen sich die Unternehmen AMINO (Frellstedt), Beauty Science Intelligence (Langenhagen), DEWA Engineering und Anlagenbau (Goslar), IBA Lifesciences (Göttingen) und Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen (Osterode am Harz) an dem Innovationsnetzwerk. Weitere beteiligte Unternehmen sind FLAVEX Naturextrakte (Rehlingen), MH medical hemp (Düsseldorf) sowie Wilk Graphite (Lörrach).

TITEL

Begleitet werden die Projekte durch das ProPharm-Netzwerkmanagement, welches die Projekte und Partner von der Projektidee bis zum Abschluss organisatorisch unterstützt. Dieser Service umfasst die Suche nach und die Beratung zu geeigneten Förderoptionen, um kooperative Forschungs- und Entwicklungsprojekte aufzusetzen. Das Netzwerk bietet darüber hinaus eine Plattform für projektspezifische ProPharm-Konsortien, um innovative Projektideen mit finanzieller Unterstützung durch die öffentliche Hand umsetzen zu können.

Gerade für KMU – von 669 Pharmaunternehmen in Deutschland sind laut Bundesverband der pharmazeutischen Industrie (BPI) 93 Prozent kleine, mittlere und mittelgroße Unternehmen – sind risikoreiche Innovationsprojekte oft nur im Rahmen öffentlicher Förderprogramme realisierbar.

Erste Ideen aus dem Netzwerk stehen nach der Aufbauphase kurz vor dem Projektstart. Beispiele sind die Entwicklung optimierter Extraktionsverfahren und neuartiger Formulierungskonzepte zum Einsatz von Naturstoffen für die kosmetische Anwendung, die Entwicklung, Charakterisierung, Skalierung und Markteinführung eines neuen Screening-Tools für kontinuierliche Kristallisationen sowie die Entwicklung neuartiger Verfahren zur Wasseraufbereitung in pharmazeutischen Unternehmen.

Gerade für die global agierende Pharmaindustrie und deren Zulieferer kann die Bedeutung eines beschleunigten Transfers von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die industrielle Praxis nicht hoch genug bewertet werden. Netzwerke, die diesen Transfer von *Lab to Market* antreiben und Synergien aus Wirtschaft und Wissenschaft als Win-win-Situation nutzen, leisten für KMU einen wichtigen Beitrag für eine wettbewerbsstarke Arzneimittelproduktion. Das Netzwerk ProPharm wächst kontinuierlich und ist offen für neue Partner.

*Dr. Gerlinde Benninger,
Geschäftsführerin Zentrum für
Pharmaverfahrenstechnik,
TU Braunschweig*

TITEL

BRICS – Gesundheit berechnen

Enge Kooperation von Natur- und Ingenieurwissenschaften

Das Braunschweiger Zentrum für Systembiologie (BRICS, Braunschweig Integrated Centre of Systems Biology) der TU Braunschweig ist ein gemeinsames Forschungszentrum mit dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, dem Leibniz-Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH und der Physikalisch Technischen Bundesanstalt. Es bündelt alle systembiologischen Aktivitäten in der Region und hat aktuell 35 Mitglieder. Das Ziel des BRICS besteht darin, Fragen aus der Gesundheitsforschung in enger Kooperation der Fachgebiete der Biologie, Biotechnologie, des Bio- und Chemieingenieurwesens, der Informatik, Chemie und der Physik mithilfe von Methoden der Systembiologie ganzheitlich (holistisch) zu erfassen, zu verstehen und mathematisch zu formulieren, um damit das „Leben berechenbarer“ zu machen und so einen Beitrag zur Gesundheit des Menschen zu leisten. Die holistische Datenerhebung umfasst die Aufklärung des Gesamtterbguts, der kompletten Genaktivität einer Zelle oder Zellgemeinschaft, des gesamten Proteininventars und dessen Wechselwirkung sowie

die Erfassung der Stoffwechselfeldynamik. Die dazu angewandten, oft Massenspektrometrie-basierten Methoden sind geräte- und rechenintensiv. Nach der Bestimmung der jeweiligen Omics-Daten erfolgt die bioinformatische Datenintegration zu einer ganzheitlichen Modellbildung. Dazu werden genregulatorische, proteomische und metabolische Netzwerke entwickelt. Gleichzeitig erfolgt eine hochauflösende mikroskopische und spektroskopische Charakterisierung der im Fokus stehenden zellulären Prozesse. Diese werden schließlich in mathematische Modelle gefasst und können so für Simulationen zum spezifischen Verhalten des untersuchten biologischen Systems genutzt werden. Mit der leistungsstarken Ausstattung werden aktuell unterschiedlichste interdisziplinäre Verbundprojekte mithilfe der Systembiologie bearbeitet, darunter: Infektionsmodelle für die Organismen *Clostridioides difficile*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila*, *Streptococcus pneumoniae*; Wirt- und Pathogen-Interaktionen; Neurodegenerationen; Protein/Protein-Wechselwirkungen.

Parallel wird in der BRICS-Infektionsforschung das Screening und die Wirkstoffproduktion durchgeführt. Weiterhin unterstützt die weltweit umfassendste und wichtigste Online-Biochemie-Datenbank BRENDA – BRAunschweiger ENzym-Datenbank – biochemische und molekularbiologische Daten über Enzyme und Stoffwechselwege. Darüber hinaus stehen auch methodische Entwicklungen im Mittelpunkt der Forschungsprojekte, etwa für die Messtechnik biologischer Vorgänge, zum Einfluss der Gehirnentwicklung durch das Darm-Mikrobiom sowie zur Untersuchung von Infektionen im Mikrobiom-Kontext. Ein Beispiel für diese interdisziplinären Forschungsarbeiten an der Schnittstelle Biologie/Bioingenieurwesen ist die Entwicklung eines In-vitro-Systems zur Kultivierung des humanen Darmmikrobioms am Institut für Bioverfahrenstechnik. Der menschliche Darm und insbesondere das intestinale Mikrobiom sind aufgrund des komplexen und bedeutsamen Einflusses auf den Gesundheitszustand des Wirts immer stärker in den Fokus der Wissenschaft gerückt. Aufgrund der Komplexität des Verdauungstrakts und der (ethischen) Limitierung von Versuchen in vivo wächst der Bedarf an geeigneten In-vitro-Modellen, die die physiologischen Bedingungen realitätsnah abbilden. Einmal etabliert, bietet sich ein derartiges System zur Untersuchung von Probiotika, verschiedenen Ernährungsweisen, dem Einfluss von Medikamenten wie Antibiotika oder den Auswirkungen von Krankheitserregern an. Das Projekt ist Teil des vom BRICS koordinierten Verbundprojekts CDInfect, in dem die Systembiologie des Krankenhauskeims *C. difficile* erforscht wird.



In unserer Region koordiniert das BRICS alle systembiologischen Aktivitäten.

*Prof. Dr. Rainer Krull, Prof. Dr. Dieter Jahn und Dr. Anita Remus,
Braunschweiger Zentrum für
Systembiologie, TU Braunschweig*

Tabletten per 3D-Druck, geht das?

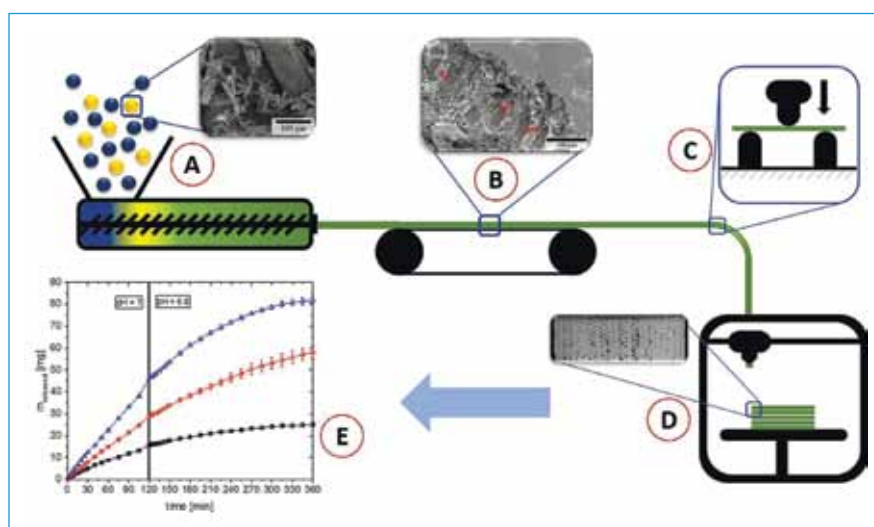
Wie patientenzentrierte Versorgung funktionieren kann

Durch den demographischen Wandel und die damit einhergehende Zunahme mehrfach erkrankter Patienten wächst der Bedarf an individualisierten Arzneimitteltherapien stetig. Darüber hinaus leiden heutzutage noch viele Patienten, insbesondere Kinder, Ältere und nicht in eine „Norm“ passende Menschen, unter Nebenwirkungen oder der Unwirksamkeit von Arzneimitteln durch eine unpassende Dosierung. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, bedarf es Technologien, welche in der Lage sind, Tabletten mit auf das Individuum abgestimmter Dosis und Freisetzung von Wirkstoffen herzustellen. Zusätzlich verbessert dabei die Kombination mehrerer Wirkstoffe in einer Tablette die Therapieakzeptanz und -sicherheit.

Verschiedene 3D-Drucktechnologien werden bereits erfolgreich hinsichtlich der Anwendbarkeit für die Herstellung von Tabletten untersucht. Beim Fused Deposition Modeling (FDM) wird ein Polymerdraht – das Filament – durch eine heiße Düse gepresst, selektiv abgelegt und so zu einer beliebigen Form schichtweise aufgebaut. Für den Druck von Tabletten mit diesem Verfahren werden zumeist wasserlösliche Polymere mit Wirkstoffen kombiniert als Filament vorgelegt. Durch dieses „Einfrieren“ der Formulierung vor der finalen Formgebung können die benötigten Filamente zukünftig großindustriell hergestellt, die Tabletten jedoch dezentral, beispielsweise in Apotheken, gedruckt werden.

Forschen für den Tablettendruck

Damit die gedruckten Tabletten sicher sind, werden unter anderem am Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik der TU Braunschweig Materialien und Verfahren für den 3D-Druck von Tabletten mittels FDM entwickelt (siehe



Schematische Prozesskette zur Materialentwicklung 3D-gedruckter Tabletten.

Abbildung). Hierfür werden verschiedene Wirkstoffe mit Polymeren und Additiven über ein Schmelzcompoundingverfahren zu Filamenten verarbeitet (A). Die Filamente werden hinsichtlich des Einflusses der im Polymer eingebetteten Wirkstoffpartikel (B) auf Eigenschaften wie die Biegefestigkeit (C) untersucht. Ist das Filament geeignet, können im 3D-Drucker Tabletten hergestellt (D), welche wiederum hinsichtlich verschiedener Eigenschaften wie der Wirkstofffreisetzung (E) charakterisiert werden.

Mehr Tempo für den Wirkstoff

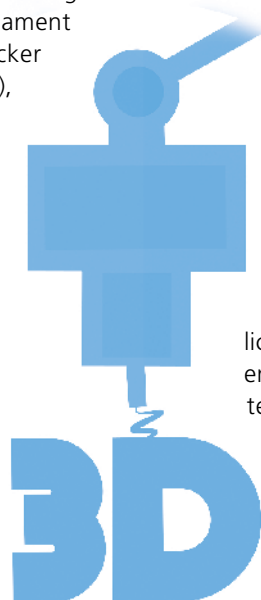
Bisherige Untersuchungen zeigen, dass durch die Wahl des Polymers sowie die Form der gedruckten Tablette die Geschwindigkeit der Wirkstofffreisetzung gezielt manipuliert werden kann. Darüber hinaus lassen sich auch verschiedene Materi-

alien durch einen Drucker mit mehreren Düsen zu einer Tablette kombinieren.

Grundsätzlich nimmt die individuelle Arzneimittelherstellung mittels 3D-Druck dadurch eine Sonderstellung ein, dass industrielle Zwischenprodukte wie Filamente auf eine traditionell apothekengebundene

Herstellungsweise der Rezeptur automatisiert verarbeitet werden. Hier gibt es noch regulatorische Hürden. Viele positive Forschungsergebnisse zeigen jedoch das immense Potenzial, sodass eine Verwirklichung der Vision der patientenzentrierten Arzneimittelversorgung in greifbare Nähe rückt.

Marius Tidau VDI,
M.Sc., Institut für
Partikeltechnik,
TU Braunschweig



TITEL

Verfahrenstechnik trifft Biologie

Über die Herstellung von Tabletten mit Mikroorganismen

Der Absatz von funktionalisierten Lebens-, Nahrungsergänzungs- und Arzneimitteln mit lebenden Mikroorganismen wächst stetig. In diesen Präparaten werden Mikroorganismen mit ganz speziellen Eigenschaften eingesetzt, sogenannte probiotische Mikroorganismen. Dies sind überwiegend Bakterien der Gattungen *Lactobacillus* und *Bifidobacterium*, aber auch spezielle Hefen. Oral eingenommen, leben die probiotischen Mikroorganismen im Patienten und unterstützen seine Gesundheit – zum Beispiel durch die Konkurrenz mit Pathogenen um Nährstoffe, das Verhindern derer Adhäsion oder die Bildung sogenannter Bacteriocine, die selektiv auf einzelne Stämme oder ähnlich wie Breitbandantibiotika wirken können.

Um einen signifikanten positiven Effekt auf die Patientengesundheit zu erzielen,

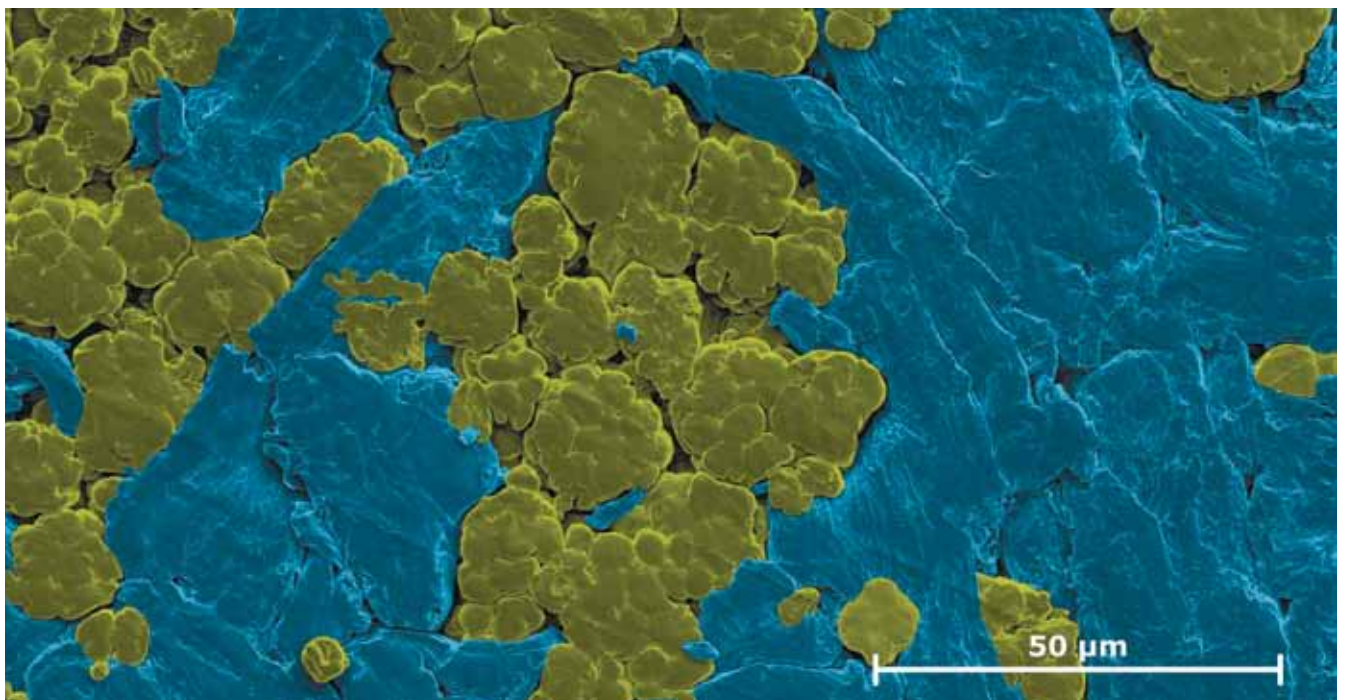
muss eine ausreichende Anzahl lebender Mikroorganismen aufgenommen werden. Üblicherweise werden tägliche Dosen von mindestens einer Milliarde und besser zehn Milliarden lebender Mikroorganismen angestrebt. Diese Zahl mag zunächst hoch erscheinen, ist verglichen mit den schätzungsweise 100 Billionen mikrobiellen Zellen, die der menschliche Körper beherbergt, jedoch gering.

Zu den bekanntesten Möglichkeiten, um probiotische Mikroorganismen zu verabreichen, zählen noch immer funktionalisierte Lebensmittel, nicht zuletzt aufgrund der intensiven Marketingkampagnen für Joghurtgetränke. Solche Präparate weisen jedoch nur eine geringe Lagerstabilität der enthaltenen Mikroorganismen auf. Deutlich besser geeignet sind hier klassische feste pharmazeu-

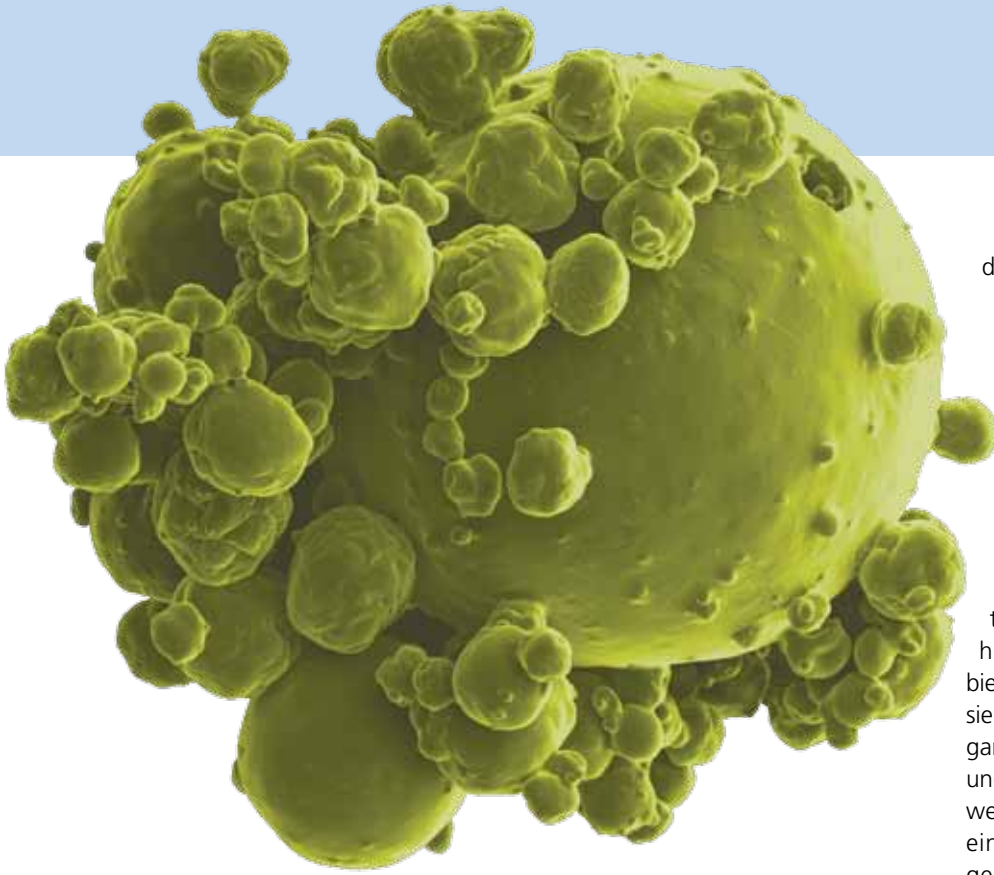
tische Darreichungsformen wie Pulver in Sachets bzw. Kapselform oder Tabletten. Die Mikroorganismen liegen in diesen getrocknet und damit temporär inaktiv vor. Sind Trocknungsprozess und Formulierung auf den Mikroorganismus angepasst, wird dessen Lebensfähigkeit bei der Trocknung jedoch konserviert, und nach Kontakt mit Wasser liegen wieder lebende Zellen vor.

Getrocknete Hefezellen

Mikroorganismen können auf verschiedenste Arten getrocknet werden. Das bekannteste Produkt ist hier die Trockenbackhefe. Hierfür werden die Mikroorganismen zunächst zu kleinen Pellets extrudiert, die dann in einer Wirbelschicht bei relativ geringen Temperaturen getrocknet werden. Auf diesem Weg überleben ausreichend viele Hefe-



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Tablette aus sprühgetrockneten Hefezellaggregaten (grün) und mikrokristalliner Cellulose (blau) als Füll- und Bindemittel.



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme sprühgetrockneter Hefezellaggregate. Die Hefezellen sind mit einer Schicht aus Schutzadditiven überzogen.

zellen den Prozess, sodass der Hefeteig auch mit dem getrockneten Pendant zur Frischhefe sicher gelingt.

Gerade der Erhalt der Lebensfähigkeit während der Trocknung probiotischer Mikroorganismen stellt eine besondere Herausforderung dar. Zum einen geht der Wasserentzug selbst oft mit letalen Schädigungen der Zellen einher; zudem sind die Trocknungsverfahren gekennzeichnet durch weitere Beanspruchungen insbesondere thermischer Art, etwa bei der Sprühtrocknung.

Im Bund mit Schutzadditiven

Hohe Temperaturen hat man bei der als besonders schonend geltenden Gefriertrocknung zwar nicht, da hier dem Produkt bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt unter Vakuum das Wasser durch Sublimation entzogen wird, gleichzeitig ist aber das Einfrieren der Zellen problematisch. Neben einer potenziell toxischen Konzentrationserhöhung während des Ausfrierens des Wassers können die entstehenden Eiskristalle die Hülle der Mikroorganismen mechanisch zerstören. Da jeder Stamm auf die verschiedenen Beanspruchungen unterschiedlich reagiert, existiert bisher kein universelles Trocknungsproto-

koll. Gelingt es jedoch durch Zugabe spezieller Schutzadditive und Optimierung der Prozessführung die Zellen so zu trocknen, dass der Großteil dieser seine Lebensfähigkeit behält, nimmt sie während der Lagerung nur langsam ab. Eine direkte Einnahme der getrockneten Mikroorganismen wird wegen ihres meist schlechten Geruchs und Geschmacks vermieden. Stattdessen werden Pulver entweder direkt vor der Einnahme einem Getränk hinzugefügt oder in Kapseln verpackt. Deutlich interessanter ist die Weiterverarbeitung zu Tabletten, der häufigsten Darreichungsform zur oralen Applikation. Die allgemein hohe Akzeptanz, die einfache Einnahme und der Schutz der enthaltenen Mikroorganismen sind nur einige der Vorteile der Tabletten.

Gleichzeitig stellt die Tablettierung aufgrund der hohen mechanischen Beanspruchung der Mikroorganismen eine große Herausforderung dar. Daher gilt es auch hier die Formulierung so zu optimieren, dass die mechanische Beanspruchung der Zellen minimal ist. Es müssen also geeignete Hilfsstoffe eingesetzt werden, die bereits bei geringen Kompaktierungsdrücken mechanisch stabile Tabletten bilden und gleichzeitig

TITEL

die mikrobiellen Zellen durch Einbettung in einer gerüstbildenden Matrix vor den Kräften abschirmen.

Nach der Kompaktierung bietet die Einbettung der Mikroorganismen in die Tabletten eine Schutzwirkung vor Umwelteinflüssen. Beispielsweise ist die verfügbare Oberfläche im Vergleich zu Pulvern deutlich reduziert und die Angriffsfläche für Sauerstoff und damit oxidative Schäden geringer. Auch vor den harschen Bedingungen im Magen bietet die Tablette einen Schutz. Zerfällt sie jedoch zu früh, werden die Mikroorganismen freigesetzt und liegen wieder ungeschützt vor. Um dies zu verhindern, werden magensaftresistente Filme auf einer Polymerbasis auf die Tabletten gesprüht. Sie stellen sicher, dass der Tablettenzerfall und die Freisetzung der Mikroorganismen bis zum Erreichen des Darms als Zielwirkort verzögert werden.

Forschungsprojekt zur Trocknung und Tablettierung

Im Rahmen eines Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird im Bereich Pharma- und Biopartikeltechnik des Instituts für Partikeltechnik der TU Braunschweig der Einfluss verschiedener Trocknungsverfahren und deren Prozess- und Formulierungsparameter auf das Überleben von Mikroorganismen untersucht. Dabei wird unter anderem eruiert, welche Bedeutung die spezifischen Produktstrukturen der verschiedenen Trocknungsverfahren bei der anschließenden Tablettierung haben. Neben der Generierung des fundamentalen und mechanistischen Verständnisses der Beanspruchungsmechanismen und ihrer Wirkung auf die Zellen soll eine Prozessoptimierung die effiziente Herstellung effektiver probiotischer Tabletten ermöglichen. Wird zukünftig dann ein neuer probiotischer Mikroorganismus identifiziert, kann die Markteinführung eines entsprechenden Präparates beschleunigt werden.

*Karl Vorländer, M.Sc.,
Institut für Partikeltechnik,
TU Braunschweig*

TITEL

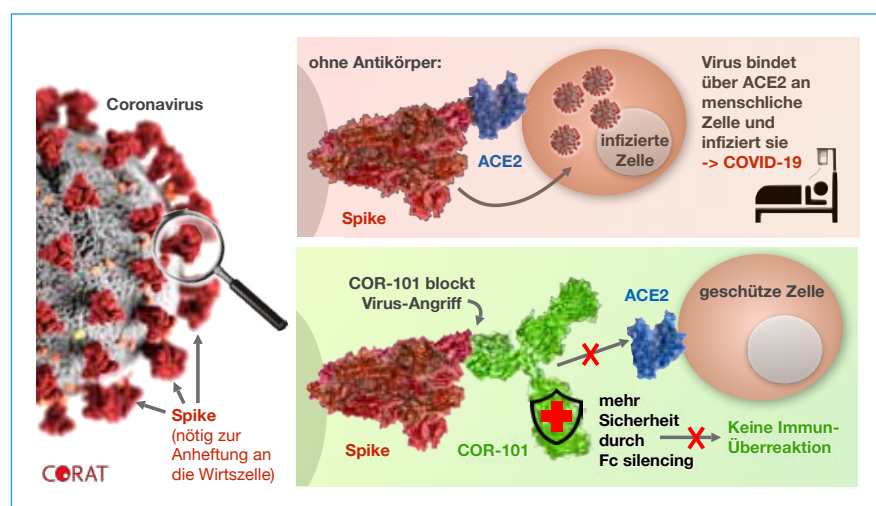
Im Kampf gegen COVID-19

CORAT entwickelt Virus-spezifisches Medikament

COR-101 ist ein biotechnologisch hergestellter menschlicher Antikörper, welcher das Eindringen von SARS-CoV-2 Viruspartikeln in unsere Zellen blockiert. Er wurde in Rekordzeit in Braunschweig bis zur klinischen Prüfung entwickelt. Die Entdeckung eines ganz neuen, virusspezifischen Medikaments gegen eine bis dahin unbekannte Krankheit wie auch die Produktion, Entwicklung und Anwendung am Patienten erfolgten dabei wesentlich schneller, als es vor der Pandemie üblich war. Impfungen können COVID-19 nicht heilen. Forschungsministerin Anja Karliczek bringt das dadurch entstehende Problem auf den Punkt: „Neben der Verfügbarkeit von Impfstoffen ist die erfolgreiche Entwicklung wirksamer Therapeutika entscheidend, um die Corona-Pandemie langfristig bewältigen zu können. Selbst bei einer hohen Impfquote müssen wir leider damit rechnen, dass Menschen weiter an COVID-19 erkranken.“

Neue Antikörper füllen Lücke

Impfstoffe schützen Gesunde vor der Infektion, aber es dauert einigen Wochen, um eine Immunantwort aufzubauen – typischerweise durch die Bildung von Antikörpern. Impfstoffe haben auch keine hundertprozentige Erfolgsrate, und viele Menschen mit Vorerkrankungen sprechen auf Impfungen gar nicht an. Auch lässt sich nicht jeder impfen. Schließlich wirken die momentan verwendeten Impfstoffe offensichtlich unterschiedlich effizient gegen die neu auftretenden Varianten. Die Antikörper, die das Corona-Antikörper-Team (CORAT) der TU Braunschweig zusammen mit der Braunschweiger Biotechnologiefirma YUMAB GmbH entdeckten und die mittlerweile von deren Ausgründung CORAT Therapeutics GmbH klinisch entwickelt werden, können diese Behandlungslücke füllen und somit Impfstoffe genau dort ergänzen, wo diese nicht wirken. Durch diese Antikörper-Immun-



Wie wirkt der menschliche monoklonale Antikörper COR-101 gegen SARS-CoV-2? Das Coronavirus benötigt für die Infektion Andockstellen auf den menschlichen Zellen (ACE2, blau). Diese bindet er mit seinem Spike-Protein (rot), um so in die Zelle eindringen zu können. Der biotechnologisch hergestellte menschliche Antikörper COR-101 (grün) blockiert die Andockstelle der Viren an unsere Zellen und verhindert so die Infektion. Dabei wird durch „Fc-Silencing“ verhindert, dass die für COVID-19 typische Überreaktion des Immunsystems verstärkt wird.

therapie können auch bereits infizierte Patienten mit den fehlenden Antikörpern versorgt werden. Vorhandene Viren werden dadurch unmittelbar bekämpft (siehe Abbildung).

Klinische Studien in den USA haben die Wirksamkeit von neutralisierenden Antikörpern gegen SARS-CoV-2 bereits belegt: Antikörper sind sogar bisher die derzeit einzigen zugelassenen Wirkstoffe, welche effektiv direkt gegen SARS-CoV-2 sind. Der CORAT-Antikörper COR-101 nutzt den gleichen Wirkmechanismus, hat aber darüber hinaus einen Vorteil gegenüber normalen Antikörpern. Aufgrund seiner modifizierten Fc-Signalregion stimuliert er die bei COVID-19-Patienten bereits problematische überschießende Immunreaktion nicht zusätzlich und wurde daher für die klinische Erprobung zur Behandlung von hospitalisierten COVID-19-Patienten

mit mittelschwerer bis schwerer Erkrankung zugelassen, bei denen die bisher in Deutschland aus den USA beschafften Antikörper-Produkte nicht eingesetzt werden dürfen.

COR-101 wurde durch die molekularbiologische Technik des Antikörper-Phagen-Displays hergestellt, die bei uns entwickelt wurde. Sie erlaubt es, die Baupläne für menschliche Antikörper sehr schnell aus dem Blut zu gewinnen. Dadurch entsprechen diese auch unseren körpereigenen Molekülen, was sehr geringe Nebenwirkungen verspricht. Neueste Ergebnisse zeigen, dass COR-101 auch die sich schnell verbreitende Delta-Variante des Virus effizient blockiert.

Prof. Dr. Stefan Dübel, Leiter
Abteilung Biotechnologie am Institut
für Biochemie, Biotechnologie und
Bioinformatik, TU Braunschweig

Gefriertrocknung – ein Multitalent

Wie man Medikamente lange haltbar machen kann

Gefriertrocknung – dahinter steckt viel mehr, als der technische Begriff vermuten lässt: Emotionen, Hoffnungen und Wünsche sind damit verbunden. Sie ist ein Hidden Champion, unersetzlich und ein Multitalent.

Medikamente für schwer an Krebs erkrankte Menschen bleiben mit Gefriertrocknung lange haltbar. Opfer von Verbrennungen können mit künstlicher Haut geheilt werden. Ebenso hilft die Gefriertrocknung bei der Synthese verschiedenster Substanzen in der chemischen Industrie oder ermöglicht Analysen zum Umweltschutz.

Gefriertrocknung folgt einfachen Gesetzmäßigkeiten

Das Prinzip der Gefriertrocknung ist relativ einfach. Am Beispiel eines Medikaments, das haltbar gemacht werden soll, lässt sich die Technik gut erklären: Das flüssige Medikament wird zunächst gefroren. Dann wird ein Vakuum erzeugt und der gasförmige Wasserdampf verlässt das Produkt. Übrig bleibt in den Gefäßen das Medikament als Feststoff. Der Arzt kann es dann mit Wasser wieder auflösen.



Aus einem flüssigen Medikament wird mit Hilfe der Gefriertrocknung ein Medikament als Feststoff. Der Vorteil: Es ist länger haltbar, kann besser transportiert und gelagert werden.



Im Pharma-Gefriertrockner ist Platz für Tausende Vials. Die Be- und Entladung übernimmt ein drahtloser Roboter, der die Glasfläschchen sicher transportiert.

Mit über 70 Jahren Erfahrung ist Martin Christ der führende Hersteller von Labor-, Pilot- und Produktionsgefriertrocknern. Die Gefriertrocknungsanlagen werden weltweit in unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Einer der Schwerpunkte in der Produktrange sind pharmazeutische Anwendungen mit maßgeschneiderten Lösungen für optimale Prozesssicherheit. Ein SCADA-System (Supervisory Control and Data Acquisition) gewährleistet Prozesskontrolle und -dokumentation.

Drahtloser Roboter

Pharma-Unternehmen benötigen die großen Produktionsgefriertrockner, die am Standort Osterode gebaut werden. In diesen sorgt der sogenannte Lyo-Shuttle für ein sicheres Be- und Entladen der Glasfläschchen (Vials). Der von Christ entwickelte drahtlose Roboter fährt unermüdlich und präzise und bietet den größten Vorteil bei Produktqualität und Produktionssicherheit. Bis zu 20.000

Vials werden innerhalb kürzester Zeit hineingebracht – ohne dass ein Mensch sie anzufassen braucht. Im LyoShuttle steckt Hochtechnologie, an der Christ-Ingenieure jahrelang getüftelt haben. Ergänzend zu den Anlagen gibt es eigens entwickelte Software-Lösungen und PAT-Tools (Process Analytical Technology), die die Gefriertrocknungsprozesse mit innovativer Technik beobachten, optimieren und unterstützend begleiten. Software sowie Techniken sind selbst entwickelt und perfekt aufeinander abgestimmt.

In die Planung von Großprojekten und auch in die der etwas kleineren Pilotanlagen werden die Kunden eingebunden. In der Branche ist Christ bekannt für Qualität und Flexibilität – von der Projektidee des Kunden über das Design und die Montage bis zur Inbetriebnahme vor Ort und dem späteren Service.

*Jessica Grote, Martin Christ
Gefriertrocknungsanlagen GmbH*

TITEL

Rückenwind aus vielen Richtungen

Im Interview: Pharmaingenieur Patric Siefermann

Im Ingenieurwesen sind Maschinenbau, Mechatronik und Elektrotechnik allseits bekannte Studiengänge. Wer dagegen Pharmaingenieurwesen studiert, muss sich auf die eine oder andere Nachfrage gefasst machen, verrät Patric Siefermann. Im Interview gibt der Studierende einen Einblick, was an der TU Braunschweig die Inhalte seines Studiums sind und wie seine Karrierepläne aussehen. Und er spricht darüber, wie er mit der digitalen Lehre zurechtkommt.

Herr Siefermann, müssen Sie häufig Fragen zu Ihrem Studium beantworten nach dem Motto: „Pharmaingenieure – was machen die eigentlich?“

Ja, das ist tatsächlich so. Viele denken, dass wir Arzneimittel erfinden würden, doch das ist nicht der Fall. Pharmaingenieure beschäftigen sich zum Beispiel damit, wie Arzneiformen hergestellt werden und auf welche Art und Weise die Produktion die gesetzlichen Anforderungen erfüllt. Und darüber hinaus wirken wir natürlich auch an der Formulierung von Arzneimitteln mit.

Was gefällt Ihnen am Masterstudiengang Pharmaingenieurwesen besonders gut?

Dass wir Ingenieure so eng mit den Pharmazeuten zusammenarbeiten können und einige ihrer Vorlesungen besuchen dürfen. Meine Kommilitonen kommen aus vielen verschiedenen Richtungen und haben im Bachelor beispielsweise schon Biotechnologie oder auch Pharmazie studiert. Ich bin von Hause aus Chemieingenieur.



Patric Siefermann studiert Pharmaingenieurwesen an der TU Braunschweig.

Dieser fächerübergreifende Ansatz ist wesentlicher Bestandteil meines Studiums und trägt zu einem sehr interessanten Austausch bei.

Was sind Schwerpunkte Ihres Studiengangs?

Unter anderem lernen wir die Grundlagen der Medizin, welche verschiedenen Arzneimittelprodukte es gibt und wie Wirkstoffe wirken. Im Mittelpunkt stehen die Verfahrenstechnik, die Planung von Produktionsanlagen und wie man Prozesse für die Herstellung von Arzneimitteln optimal auslegt. Auch das Qualitätsmanagement, beispielsweise die Anforderungen der Good Manufacturing Practice, spielt eine wichtige Rolle, sowie statistische Methoden, mit denen man die Qualität von Pharmaprodukten und Prozessen erfassen kann.

Wie hoch ist der Praxisbezug?

Es wird in allen Vorlesungen darauf geachtet, dass die Theorie immer anhand von Praxisbeispielen erläutert wird. Projektarbeiten orientieren sich an den Aufgaben von Pharmaingenieuren, beispielsweise die Validierung von Messgeräten oder die Auslegung von Produktionsstätten mit verschiedenen Reinraumklassen.

Was planen Sie nach dem Studium?

Es gibt zwei Möglichkeiten. Vielleicht gehe ich in die Forschung, um meinen Doktor zu machen. Oder ich starte direkt in der Industrie – dann am besten im Ausland, vielleicht in den USA oder in Irland. Dort hätte ich die Chance, noch ein bisschen mehr über den Tellerrand zu schauen.

Das vergangene Semester bestritten sie abermals nicht im Vorlesungssaal, sondern vor dem heimischen Rechner.

Wie haben Sie die digitale Lehre erlebt?

Mit der Umstellung bin ich gut klargekommen. Ich glaube sogar, dass ich viel mehr geschafft habe. In der Pandemie konnte ich mich voll und ganz aufs Studium konzentrieren und war nicht von anderen Dingen abgelenkt. Die Videos mit den Lehrinhalten konnte ich mir zu jeder Zeit anschauen und flexibel arbeiten. Aber klar: Nach drei digitalen Semestern in Folge wäre es jetzt schon schön, nicht mehr zu Hause sitzen und alleine lernen zu müssen.

Interview: Stefan Boysen

Foto: PS

IMPRESSUM

HERAUSGEBER & REDAKTION

Verein Deutscher Ingenieure
Braunschweiger Bezirksverein e.V.
Vertretungsberechtigter Vorstand:
Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt, Markus Mejauschek M.Sc.,
Dr.-Ing. Martin Bartschat, v.i.S.d.P.: Stefan Boysen (boy)
E-Mail: redaktion@vdi-bs.de

Anschrift: Brabantstraße 11,
38100 Braunschweig
E-Mail: kontakt@vdi-bs.de
Tel: 0531 - 473 76 76, Fax: 0531 - 473 75 67

TITELFOTO

Frank Bierstedt/TU Braunschweig

FACH- UND REDAKTIONSBEIRAT

Bernd-Christian Hölscher M.Sc. (Schriftleiter)
Prof. Dr. techn. Reinhard Leithner
Markus Mejauschek M.Sc.
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtschaftsing. Peter Peckedraht
Dipl.-Ing. Mario Schlömann
Dipl.-Ing. Josef Thomas (Schriftleiter)
Tjark Tiesler
Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt

LAYOUT

Ilka Isensee, isidesign

DRUCK

Maul-Druck GmbH & Co. KG

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion nicht übernommen werden. Mit Übergabe von Manuskripten und Abbildungen an die Redaktion oder den Verlag erteilt der Verfasser dem Verlag das Recht zur Veröffentlichung. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos oder Grafiken keine Gewähr. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

VDI YOUNG ENGINEERS

Kein Jahr wie jedes andere

Young Engineers schauen zurück und nach vorne

Nachdem bei uns Studierenden die Sommerpause – unter anderem als Klausurenphase bekannt – begonnen hat, neigt sich wieder ein Studienjahr dem Ende entgegen. Passend zu solch einem Abschluss wollen auch wir eine Bilanz des doch sehr besonderen vergangenen Jahres ziehen.

Neuer Name, neue Satzung

Passiert ist tatsächlich eine ganze Menge. Wir haben ein Werbevideo gedreht und es kam zur Namensänderung unseres Netzwerkes, was uns inklusiver und moderner werden ließ. Aus den Studenten und Jungingenieuren wurden die VDI Young Engineers >>. Damit verbunden ist auch die neu verabschiedete Satzung. Bei den Wahlen wurden gleich mehrere aus dem Kreis der Young Engineers in den Vorstand unseres Bezirksvereins gewählt.

Wir haben lernen müssen, mit neuen digitalen Werkzeugen unsere Teamtreffen und Events zu organisieren. Der digitale Charakter fast aller Veranstal-

tungen erlaubte es, dass unsere Events eine höhere Reichweite besaßen. So konnte unserem Kaminabend ein Young-Engineers-Mitglied von der anderen Seite der Erde beiwohnen. Nach dem erfolgreichen Online-(Ersatz-) Kongress der Young Engineers wurden der Deutsche Ingenieurtag und damit verbunden der Kongress der Young Engineers in diesem Jahr von vornherein als digitale Veranstaltung konzipiert und waren ein voller Erfolg.

Büffeln allein zu Hause

Wie erkennbar ist, haben die Beschränkungen zur Bekämpfung der Pandemie erheblichen Einfluss auf das Vereinsleben. Aber sie prägen auch unseren Alltag. So gibt es Studierende, die seit über einem Jahr studieren und noch nie die Universität von innen gesehen haben. Gleichzeitig gab es keine Studierendenfeiern, und viele Kneipen, Clubs und Cafés hatten lange zu. Es ist für alle Studierenden, aber auch für diejenigen, die neu im Beruf sind, schwierig

gewesen, nicht den Anschluss zu verlieren. Insbesondere jene, welche ihren neuen Lebensabschnitt in einer neuen Stadt starten, wurden vor erhebliche Probleme gestellt.

Digitale Werbetrommel

Als umso wichtiger empfanden wir es, unsere regelmäßigen Teamtreffen weiter stattfinden zu lassen. Trotz der momentanen Situation versuchten wir, darin auch eine Chance zu sehen. Events wie Spielerunden oder Netzwerkabende konnten regionsübergreifend gestaltet werden. Da jedwede Kommunikation mit der Universität digital abläuft, waren die Ankündigungen zu unseren Teamtreffen und Events auf den Organisationstools der Universitäten mindestens genauso erfolgreich wie vorherige Werbemaßnahmen. So gewannen wir auch einige neue Mitglieder, die bestimmt genauso froh sind, Teil unseres Teams zu sein, wie wir alle es sind.

Unser erstes nicht digitales Teamtreffen in diesem Jahr haben wir schließlich zum Abschluss des Semesters durchgeführt. Es war ein Abend mit vielen neuen Gesichtern, was ihn umso schöner machte. Gleichzeitig ließ er wieder deutlich werden, dass ein Treffen in der realen Welt digital nicht zu kompensieren ist.

Auch werden wir einiges aus dem Erlebten mitnehmen. Die neuen Fähigkeiten und Möglichkeiten, die wir gelernt haben, werden wir auch in Zukunft anwenden können. Es gibt jetzt schon Pläne für Hybrid-Veranstaltungen. Und die neuen Wege der Mitgliedergewinnung werden wir auch in Zukunft beibehalten. Bei steigenden Impffzahlen schauen wir positiv in die Zukunft und hoffen, dass wir, alle zusammen, möglichst bald diese Pandemie besiegen werden.



Meetings per Video-Chat bestimmten das Jahr 2021, das auch einige Präsenzveranstaltungen für die Young Engineers bereithielt.

Tjark Tiesler, Teamleiter
VDI Young Engineers

INTERN

Auf Kurs zur Klimaneutralität

Symposium: Elektrische Propulsoren in der Luftfahrt

Ob Treibhausgase, Schadstoffe oder Lärm – die Gesellschaft erwartet, dass die Luftfahrtindustrie ihre Emissionen reduziert. Nach den Zielen im *Flightpath 2050* der Europäischen Kommission sollen die CO₂-Emissionen bis 2050 um 75 Prozent im Vergleich zum Jahr 2000 gesenkt werden. Herkömmliche Luftfahrzeuge und Antriebe sind zwar mit den Jahren immer effizienter geworden und haben maßgeblich zur CO₂-Einsparung beigetragen. Eine derart starke Reduktion der Emissionen können sie jedoch nicht erreichen. Dies kann nur mit neuen Konzepten und innovativen Flugantrieben gelingen. Die Möglichkeiten hierfür sind vielfältig und reichen von Hybridantrieben über Batteriespeicher bis hin zu Brennstoffzellensystemen. Diese Ansätze haben jedoch eine Gemeinsamkeit: Die Antriebsenergie wird elektrisch bereitgestellt.

Was genau sind elektrische Propulsoren?

Die elektrische Energie wird genutzt, um mittels eines Elektromotors einen Propulsor anzutreiben. Der Sammelbegriff Propulsor umfasst dabei alle Schub-erzeuger, vor allem Propeller und Fans. Neben der Möglichkeit zur klimaschonenden Vortriebserzeugung haben elektrische Propulsoren noch einen weiteren großen Vorteil: Im Gegensatz zu Gasturbinen haben Elektromotoren auch bei kleiner Baugröße einen guten Wirkungsgrad. Hierdurch ist es möglich, viele verteilte Elektromotoren mit kleinen Propellern synergetisch in die Flugzeug-aerodynamik zu integrieren.

Zwei große Nachteile der elektrischen Propulsoren sind ihre geringere Leistungsdichte und die anspruchsvolle Kühlung. Auch für die Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit müssen noch einige Hürden genommen werden. Bis zum Einsatz elektrischer Propulsoren



Künstlerische Darstellung eines elektrisch angetriebenen Propellers.

in der Passagierluftfahrt wird es daher noch etwas dauern. Airbus und das Bauhaus Luftfahrt rechnen damit, dass elektrische Flugzeuge erst 2035 die Marktreife erreicht haben.

Neue Technologien brauchen neue Netzwerke

Um das Ziel des klimaneutralen Fliegens in näherer Zukunft erreichen zu können, muss die Entwicklung nun schnell vorangebracht werden. Belastbare Netzwerke der Expertinnen und Experten auf diesem Gebiet sind hierfür ein wichtiger Baustein. Allerdings ist das Feld der elektrischen Propulsoren noch sehr jung und die Vernetzung gerade erst im Aufbau. Der VDI hat dies erkannt und möchte die Netzwerkbildung mit einer Fachkonferenz unterstützen. Dazu veranstalten der Fachbeirat Luft- und Raumfahrttechnik gemeinsam mit den Bezirksvereinen Braunschweig, Bremen und Hamburg am 14. Oktober das Symposium „Elektrische Propulsoren in der Luftfahrt“. Die Schirmherrin der Veranstaltung ist Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla, Vorstandsvorsitzende des DLR. Gemeinsam mit ihr

werden 50 Expertinnen und Experten die aktuellen Entwicklungen diskutieren und Kontakte und Ideen austauschen.

Das Symposium hat auch ein Angebot für alle, die noch keine Expertinnen oder Experten für elektrische Propulsoren sind: Dank eines Sponsorings durch Rolls-Royce Electrical werden alle Fachvorträge kostenlos auf dem YouTube-Kanal des Braunschweiger Bezirksvereins gestreamt. Alle Interessierten sind herzlich eingeladen, am 14. Oktober den QR-Code auf dieser Seite zu scannen oder unter https://youtu.be/BVLlrE3_xYI vorbeizuschauen.

*Tim Wittmann VDI, Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen, TU Braunschweig,
Nerea Meinicke, VDI Young Engineers Braunschweig*



Fertigmachen zum Abheben

Neu auf ingenieurregion.de: Stories und Interviews



Guru-Talk: Wo geht's zum Berufseinstieg?

Raus aus der Uni, rein ins Berufsleben. Doch wie knüpft man Kontakte zu guten Arbeitgebern? Wie verhält man sich beim Gehaltspoker richtig? Gut, wenn man einen reichen Erfahrungsschatz wie Mario Schlömann hat und auf vieles eine Antwort weiß. Auf ingenieurregion.de spricht er mit den Young Engineers Catherine Rau, Nerea Meinicke und Bernd-Christian Hölscher über Job und Karriere.



Gute Tipps für Bewerbung und Job-interview

Bücher über Bewerbungsstrategien zu lesen, schadet sicher nicht. Noch besser ist es, aus erster Hand von den Personalerinnen und Personalern zu erfahren, wie Absolventen Anschreiben, Lebenslauf und Job-Interview erfolgreich meistern können. Im Skill-Thrill-Interview bat ingenieurregion.de Anja Gerson (IAV), Sarah Feister (Bertrandt) und Markus Rottwinkel (Salzgitter AG) um gute Tipps.



Von Fantasie und Wirklichkeit

Wer war schon einmal zu Gast im Fliegenden Theater? Niemand? Dann wird's höchste Zeit zum Abheben. Auf ingenieurregion.de gibt's zu lesen, wie die Simtec Systems GmbH zu einem der erfolgreichsten Hersteller von Bewegungssimulationssystemen wurde. Und es wird verraten, wie die Simulatoren des Braunschweiger Unternehmens Fantasie und Wirklichkeit miteinander verschmelzen.



Leuchttürme der Luftfahrt

Was sind die Leuchttürme der Luftfahrt? Nicht nur das beantwortet die Story auf ingenieurregion.de über die Aerodata AG und deren Messsysteme. Sie offenbart auch den beeindruckend hohen Marktanteil des am Flughafen Braunschweig-Wolfsburg beheimateten Unternehmens. Und sie erklärt, wie Ingenieurinnen und Ingenieure für den Erfolg verantwortlich zeichnen.



NEUZUGÄNGE/GRATULATIONEN/ TERMINE

NEUZUGÄNGE

Wir begrüßen herzlich unsere neuen Mitglieder (bis 15. September) in unserem Bezirksverein. Schön, dass Sie da sind. Wir wünschen Ihnen viele neue Kontakte und einen interessanten Erfahrungsaustausch mit Kolleginnen und Kollegen.

Niklas Böde, Braunschweig,
Shubham Dhard, Braunschweig
Julius Gerck, Lutter am Barenberge
Andre Gieschen, Wolfsburg
Ann-Sophie Gnisa, Wolfenbüttel
Daniel Hintz, Braunschweig
Marie-Christin Neumann, Peine

Nicolas Nickel, Clausthal-Zellerfeld
Katja Peters, Braunschweig
Antonia Pieper, Braunschweig
Bernd Rech, Bokensdorf
Daniel Sukhman, Braunschweig
Andreas Wilhelm, Wolfsburg



Alle Veranstaltungen finden online per Videokonferenz statt. Für mehr Infos zu diesen und weiteren Terminen scannen Sie einfach den QR-Code oder besuchen Sie unsere Internetseite www.vdi-bs.de, wo Sie sich auch zu den Veranstaltungen anmelden können.

TERMINE

OKTOBER

7. Oktober, 17.30 bis 19 Uhr

VDI.TECHNIK.TALK.ONLINE, Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Braunschweig. **Smarte Vertriebstools in Pandemie-Zeiten nutzen – neue Erfolge im Vertrieb schaffen.** Referent: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Lars Zimmermann (kommunikationsoptimierer.de). Moderation: Dipl.-Ing. Mario Schlömann (VDI Braunschweig).

14. Oktober, 8.15 bis 20 Uhr

VDI-Symposium, Organisation: VDI Bezirksvereine Braunschweig, Bremen und Hamburg sowie VDI-Fachbeirat Luft- und Raumfahrttechnik. **Elektrische Propulsoren in der Luftfahrt.** Veranstaltungsort: Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF) in Braunschweig. Mehr Informationen zur Teilnahme an der hybriden Veranstaltung gibt's auf Seite 14.

14. Oktober, 17.30 bis 19 Uhr

VDI.TECHNIK.TALK.ONLINE, Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Hannover. **Die Baustelle 4.0_BIM mit Hilti.** Referentin: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Heike Kling (Hilti Deutschland AG). Moderation: Prof. Dr. rer. pol. Uwe Groth (Vorsitzender Landesverband Niedersachsen).

21. Oktober, 17.30 bis 19 Uhr

VDI Start-up Innovation Forum. Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Hannover. **Innovationskraft und technischer Fortschritt – mit dem Besten aus Industrie und Start-up-Welt.** Moderation: Prof. Dr. rer. pol. Uwe Groth (Landesverband Niedersachsen) und Serge Enns (Nexster).

25. Oktober, 19 bis 20 Uhr

Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt, Leitung: Dipl.-Ing. Josef Thomas. Vortragsreihe „Luftfahrt der Zukunft“ in Zusammenarbeit mit DLR, DGLR und NFL: **Drohnen im Bevölkerungsschutz – Neue Konzepte der Malteser.** Referent: Karl Kümlehn (Leiter Drohnengruppe Malteser Hilfsdienst e.V., Braunschweig).

28. Oktober, 17.30 bis 19 Uhr

VDI.TECHNIK.TALK.ONLINE, Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Hannover. **Biogas als Kraftstoff.** Referent: Dipl.-Ing. Michael Kramann (3N-Kompetenzzentrum, Niedersachsen Netzwerk Wachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V.). Moderation: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lüdersen (VDI Hannover).

GRATULATIONEN

OKTOBER

85 Jahre: Dipl.-Ing. Friedrich Rüsck, Braunschweig • **80 Jahre:** Ing. Gerhard Ege, Braunschweig • **75 Jahre:** Dipl.-Ing. Hans-Peter Schmidt, Schwülper • **70 Jahre:** Dipl.-Ing. Egon Zühlsdorf, Salzgitter • **65 Jahre:** Dipl.-Ing. Peter Lichtenstein, Meine • Dipl.-Ing. Bernhard Fischer, Cremlingen

NOVEMBER

70 Jahre: Dipl.-Ing. Rolf Reinke, Sassenburg • Ing. Knut Toppel, Ilsede • Dipl.-Ing. (FH) Jürgen von Keßinger, Heiningen • Ing. Gerhard Krüger, Meinersen • **65 Jahre:** Dipl.-Ing. Milan Davidovic, Clausthal-Zellerfeld • Dipl.-Ing. (FH) Dieter Wagner, Langelsheim • Dipl.-Ing. Eugen Kretschmer, Braunschweig • Dipl.-Ing. Klemens Senkowski, Braunschweig

DEZEMBER

75 Jahre: Dipl.-Ing. Jörg Wehmeyer, Adenbüttel • Dipl.-Ing. (FH) Günter Sängler, Osterode • **70 Jahre:** Dipl.-Ing. Günter Mönch, Braunschweig • Dr. rer. nat. Bernd Stoffregen, Braunschweig • **65 Jahre:** Dipl.-Ing. Bernd Rabe, Leiferde • Dipl.-Ing. Wolfgang Kottsieper, Wolfsburg

NOVEMBER

4. November, 17.30 bis 19 Uhr

VDI.TECHNIK.TALK.ONLINE, Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Hannover. **Design for Recycling – Für eine bessere Rezyklatqualität.** Referentin: Dr. Ina-Maria Becker (Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland GmbH). Moderation: Kai Hendrik Höltje, M.Sc. (VDI Hannover).

11. November, 17.30 bis 19 Uhr

Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt, Leitung: Dipl.-Ing. Josef Thomas. Vortragsreihe „Luftfahrt der Zukunft“ in Zusammenarbeit mit DLR, DGLR und NFL: **Automatischer Luftfrachttransport in niedrigen Flughöhen – Konzepte für preiswerten Gütertransport mit Drohnen.** Referenten: Johann C. Dauer und Dr. Sven Lorenz (Institut für Flugsystemtechnik, DLR Braunschweig).

29. November, 19 bis 20 Uhr

VDI.TECHNIK.TALK.ONLINE, Organisation: Landesverband Niedersachsen und VDI Hannover. **Thermochemische Reststoffbehandlung und Wertstoffgewinnung.** Referent: Dr. Hannes Herzel (BAM Berlin). Moderation: Dr. Ernst Mehrhardt (VDI Hannover).

Alles rund ums Studium und Bierbrauen

In diesem Wintersemester startet die TU Clausthal im Bachelor- und Masterstudiengang Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen ein neues Erstsemesterprojekt. Dabei lernen die Studierenden in Form einer Projektarbeit und Experimenten gleich zu Beginn des Studiums wesentliche Inhalte und Ziele der Verfahrenstechnik kennen. Ein dafür besonders gut geeignetes Beispiel ist das Bierbrauen, für das viele verfahrenstechnische Grundoperationen wie das Zerkleinern, Mischen, Regieren oder Filtrieren erforderlich

sind. Auf diese Weise können die Studierenden schon zu Beginn des Studiums besser erkennen, zu welchen praktischen Anwendungen die Studieninhalte führen und warum das anspruchsvolle Studium der Grundlagenfächer so wichtig ist. In der Vorbereitung wurde ein neues Bierbraulabor im Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum (CUTEC) eingerichtet. Im CUTEC-Labor können alle erforderlichen Arbeitsschritte der Bierherstellung durchgeführt werden. Darüber hinaus wird die Verzuckerung der Stärke analysiert und

das hergestellte Bier bei Bedarf filtriert. Die Studierenden werden vom Team des Instituts für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik (ICVT) mit Unterstützung durch das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik (IMVT) und das Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik (IEVB) betreut. Verantwortlich für das Erstsemesterprojekt sind Professor Gregor Wehinger und der Studienfachberater Professor Thomas Turek. Übrigens: Das CUTEC-Labor ist offiziell als Brauerei der Stadt Goslar registriert worden.