ZUKUNFTSFORSCHUNG:
DIE SPIELREGELN VON MORGEN

TESTSTRECKE
FÜR LACKREZEPTUREN

ELEMENTS

MÄRZ 2017
#58

DIE NEUE DARMBEWEGUNG*

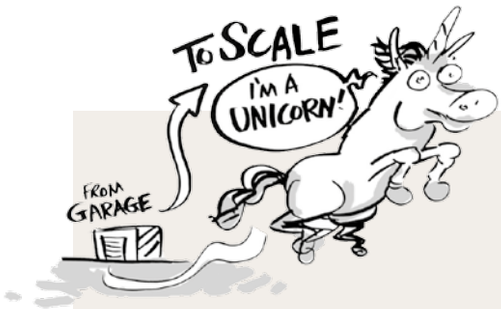
DAS INNOVATIONSMAGAZIN

EVONIK
KRAFT FÜR NEUES

Unsere Zukunftsexperten beherrschen das Ideen-Kamasutra: in 43 Stellungen zur besten Idee.

Evonik ist der kreative Industriekonzern. Mit Leidenschaft und Know-how entwickeln unsere Experten die Lösungen von morgen – von Leichtbau bis Medizintechnik. Unsere strategische Innovationseinheit Creavis eröffnet als Impulsgeber unseren Kunden neue Märkte und schafft so die Grundlage für eine langfristig erfolgreiche Partnerschaft. Besuchen Sie die Zukunft unter **www.creavis.de.**

EVONIK
KRAFT FÜR NEUES



Bringt die Zukunft mehr milliardenschwere Start-ups, sogenannte Unicorns? **Seite 12**

INHALT

4 **Probiotika**
Wie Evonik den Einsatz von Antibiotika in der Hühnermast zurückdrängen will

9 **Gastkommentar**
Jun.-Prof. Dr. Jana Seifert zur Macht des Mikrobioms

12 **Zukunftsforschung**
Welche Trends ökonomische und soziale Spielregeln völlig verändern könnten

20 **Grüner Reifen**
Womit sich der Rollwiderstand von Reifen noch weiter senken lässt

24 **Coatings**
Warum Kunden von Evonik neue Lacke nun schneller auf den Markt bringen können

32 **CIO Award**
Wie Prof. Dr. Robert Franke Kompetenzen wertsteigernd verknüpft

34 **Contract Manufacturing**
Warum Pharmaunternehmen ihre Wirkstoffe von Evonik fertigen lassen

10 **Data Mining** Mikrobiota
17 **Company News**
28 **Professionals**
Dr. Stephanie Wohlgemuth
30 **Corporate Foresight**
Age of Genomics
38 **Wunschzettel**
Joachim Müller-Jung
39 **Lesetipps** | **Impressum**

Dr. Stephanie Wohlgemuth arbeitet mit an der Strategie hinter der Chemie: **Seite 28**

Titel und Rücktitel: Foto: istockphoto | Grafik: C3 Visual Lab | Fotos: Frank Preuß, Evonik | Illustration: Chris Shipton

EDITORIAL

Offenheit

Dr. Ulrich Küsthardt
Chief Innovation Officer
Evonik Industries AG
ulrich.kuesthardt@evonik.com

Wenn eine Maschine Aufgaben übernimmt, bei denen Erfahrung und optische und taktile Fähigkeiten bislang als unverzichtbar galten, wird der Mensch dann überflüssig? Die neue Hochdurchsatzanlage von Evonik, die vollautomatisch Lacke formuliert und testet, beweist das Gegenteil: Während die Maschine präzise und reproduzierbar Routinearbeiten ausführt, steuert der Mensch die Experimente und sorgt für die notwendige Kreativität bei der Entwicklung neuer Lösungen. Evonik kann so die Formulierungsentwicklung verkürzen und das Innovationstempo beschleunigen.

Auch bei anderen Innovationsthemen waren wir 2016 erfolgreich unterwegs. Etwa bei einem Verfahren zur Herstellung thermoelektrischer Generatoren, die Abwärme in Strom umwandeln. Unsere strategische Innovationseinheit Creavis erhielt dafür den renommierten Deutschen Nachhaltigkeitspreis in der Kategorie Forschung. Andere Erfolge wurden mit dem Evonik-Innovationspreis 2016 ausgezeichnet: ein intelligentes Konzept, mit dem wir unser Produktionsnetzwerk für Polyester nachhaltig optimieren können, und ein neues Produkt, das den Rollwiderstand von Reifen und so den Spritverbrauch weiter senkt.

Alle diese Innovationen schaffen Mehrwert – ökologisch, ökonomisch und gesellschaftlich. Die Forscher dahinter haben sich unvoreingenommen auf Neues eingelassen und intensiv mit anderen Geschäftsgebieten, Firmen und Wissenschaftlern kooperiert. Diese Offenheit ist für mich zentral im Innovationsprozess. Unser CIO Award 2016 ging deshalb an einen Mitarbeiter, der sich sehr erfolgreich für Open Innovation engagiert: an Prof. Dr. Robert Franke, dessen Bereitschaft, sein Wissen zu teilen, sich auch an der Zahl seiner Veröffentlichungen mit externen Forschern ablesen lässt.

Feedback
Sagen Sie uns Ihre Meinung zu elements:
elements@evonik.com

DIE NEUE DARM-BEWEGUNG

Welche Probiotika im Futter sind gut für Nutztiere? Wie lässt sich ihre Wirkung im Verdauungstrakt analysieren und belegen? Evonik entwickelt mit Partnern ein dynamisches Simulationsmodell für den Hühnerdarm. Die Erkenntnisse daraus sollen helfen, Gesundheit und Effizienz im Stall zu steigern und den Einsatz von Antibiotika in der Hühnermast zurückzudrängen.

Fotos: shutterstock

Von Peter Freisler, Dr. Christoph Kobler und Prof. Dr. Stefan Pelzer

Der Bedarf der Welt an Fleisch wächst stetig: Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und verbesserter Lebensstandard treiben den Verbrauch an tierischen Proteinen. Die weltweite Fleischproduktion wird im Jahr 2050 um rund 40 Prozent höher sein als heute, schätzt die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO). Eine Effizienzsteigerung durch moderne Futtermittelzusatzstoffe ist laut FAO daher ein zentrales Element für eine nachhaltige Tierproduktion.

Funktionale Additive wie Probiotika, Präbiotika, organische Säuren, Enzyme, pflanzliche Extrakte und mineralische Zeolithe sind bereits weit verbreitet. Ihnen werden vielfältige positive Effekte auf Futterverwertung, Gesundheit und Wachstum der Tiere zugeschrieben. Die Aufklärung der Wirkmechanismen steht für manche dieser Futtermitteladditive allerdings noch aus. Bei den Probiotika liegt das vor allem daran, dass die Rolle der Mikrobiota – der Gesamtheit der Darmbakterien – noch nicht gut verstanden ist.

Viele Krankheiten haben ihren Ursprung im Darm, das ist seit Jahrtausenden bekannt. Pathogene Keime im Verdauungstrakt können zu Symptomen und Beschwerden fast überall im Organismus führen. Die Darmschleimhaut erfüllt vielfältigste Funktionen: Sie enthält Drüsen zur Bildung von Enzymen für die Spaltung von Nährstoffen, Zellen zum Transport von Stoffen aus dem Darm ins Blut und das größte Arsenal des Körpers an Lymphozyten, also Zellen zur Abwehr von Krankheitserregern.

Gesund oder krank entscheidet sich im Darm

Die Gesundheit von Nutztieren wird durch Interaktion zwischen Futtermittelinhaltsstoffen, Darmschleimhaut und Darmflora bestimmt. Diese Interaktion ist in weiten Teilen weder wissenschaftlich untersucht noch im Detail verstanden. Sicher ist nur: Wenn diese stofflichen Wechselwirkungen aus der Balance geraten, erkrankt das Tier.

Zusatzstoffe für Tierfutter wie Probiotika wurden bisher in der Regel empirisch entwickelt, da es an geeigneten Modellen zur Wirkanalyse fehlt. Diese Wissenslücke will Evonik schließen. Das Geschäftsgebiet Animal Nutrition im Segment Nutrition & Care hat gemeinsam mit Partnern ein Projekt gestartet, um ein neuartiges Darmsimulationsmodell zu entwickeln, mit dem sich die Vorgänge im Darm von Nutztieren wissenschaftlich untersuchen und analysieren lassen. Die auf sechs Jahre angelegte Innovationsallianz GOBI („Good Bacteria and Bioactives in Industry“) hat ein Projektvolumen ➜

Was geht im Darm von Hühnern vor? Wie lässt sich die Darmflora positiv beeinflussen? Ein neues Darmsimulationsmodell von Evonik soll die Antwort liefern.

➜ von bis zu neun Millionen € und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Dieser Allianz gehören neben Evonik (GOBI Feed) das Biotech-Unternehmen Organobalance und die Firma Bionorica an. Organobalance geht es um das menschliche Verdauungssystem (GOBI Health GI), Bionorica um die Rolle des Mikrobioms bei Atemwegserkrankungen (GOBI Health RT). Synergien zwischen den Projektpartnern gibt es vor allem bei den methodischen Ansätzen.

In der ersten Phase bis 2018 geht es für Evonik um die Etablierung und Validierung des Darmsimulationsmodells für Masthühner und die *In-vitro*-Analyse von Futtermittelzusatzstoffen. Phase 2 hat zum Ziel, neue Probiotika und Futtermittelzusatzstoffe zu entwickeln, die die Futterverwertung und den Gesundheitszustand von Hühnern verbessern. Dabei arbeiten die Evonik-Forscher aus Halle-Künsebeck eng mit der Firma ProDigest BVBA aus dem belgischen Gent zusammen. Die Experten dort sind spezialisiert auf biologische und chemische Prozesse im Darm und haben bereits vor Jahren ein Simulationsmodell für den Verdauungstrakt des Menschen entwickelt.

Futtermitteladditive sind für Evonik kein neues Geschäftsfeld. Der Konzern produziert seit vielen Jahren wichtige Aminosäuren für Nutztiere, die die Verwertung des Futters verbessern und begrenzte Rohstoffe schonen. Im Markt für Probiotika dagegen war Evonik bisher nicht mit eigenen Produkten aktiv. Probiotika sind keine definierten, chemischen Substanzen, sondern lebende Bakterienzellen. Sie sind in der Lage, Stoffe zu bilden, die die Verdauung unterstützen, den Stoffwechsel fördern, das Wachstum pathogener Keime hemmen, die Immunabwehr stärken oder die Darmflora stabilisieren.

In der Geflügelmast werden vorwiegend *Bacillus*-Stämme und Milchsäurebakterien eingesetzt. Bakterien der Gattung *Bacillus* sind für ihre Fähigkeit zur Produktion diverser Enzyme und antimikrobieller Substanzen bekannt; zudem können ihre Sporen die hohen Temperaturen bei der Futterpelletierung unbeschadet überleben. Milchsäurebakterien produzieren im Darm Milchsäure, die das Wachstum anderer Bakterien hemmt und die von anaeroben Bakterien im unteren Darmtrakt in Buttersäure umgewandelt wird. Buttersäure nutzt das Huhn als zusätzliche Energiequelle. Schon diese kurze Aufzählung macht deutlich: Die Analyse probiotischer Wirkmechanismen erfordert einen systemischen Ansatz und lässt sich nicht durch wenige, eindeutige Reaktionsgleichungen beschreiben.

Die Analyse probiotischer Wirkmechanismen erfordert einen systemischen Ansatz.

Simulationsmodell schlägt Brücke vom Labor in den Stall

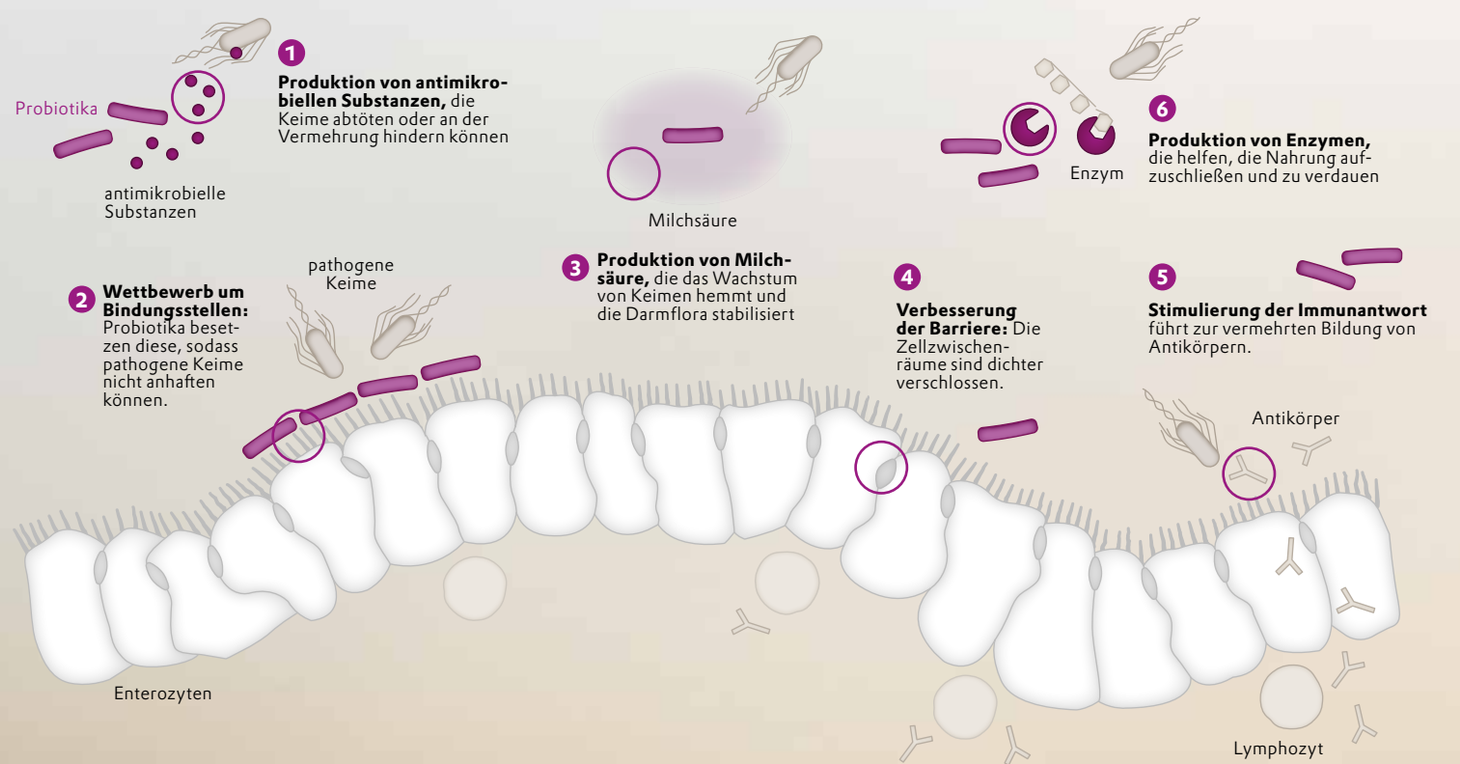
Das Darmsimulationsmodell will erstmals am Beispiel des Huhns mit wissenschaftlichen Methoden die vielfachen Wechselwirkungen zwischen Nahrung, dem Immunsystem des Huhns und der intestinalen Mikrobiota *in vitro* abbilden. Es erfasst wesentliche Teile der metabolischen und physiologischen Vorgänge im Darm. Die Forscher können damit grundlegende Fragen zu Stoffwechselvorgängen und Immunprozessen klären, aber auch neue Probiotika testen und unter verschiedenen Kandidaten die wirksamsten herausfiltern.

Allerdings wird auch das beste Modell die Realität immer nur näherungsweise abbilden. Daher folgen auf die *In-vitro*-Experimente Fütterungsversuche *in vivo*, die die Ergebnisse aus dem Labor validieren. Das Darmsimulationsmodell von GOBI Feed schlägt damit eine Brücke zwischen der *In-vitro*-Welt im Labor und der *In-vivo*-Welt der Anwendung in der Tiermast.

Beim Schlagwort Modell denkt man heute vielfach an computersimulierte, vir-

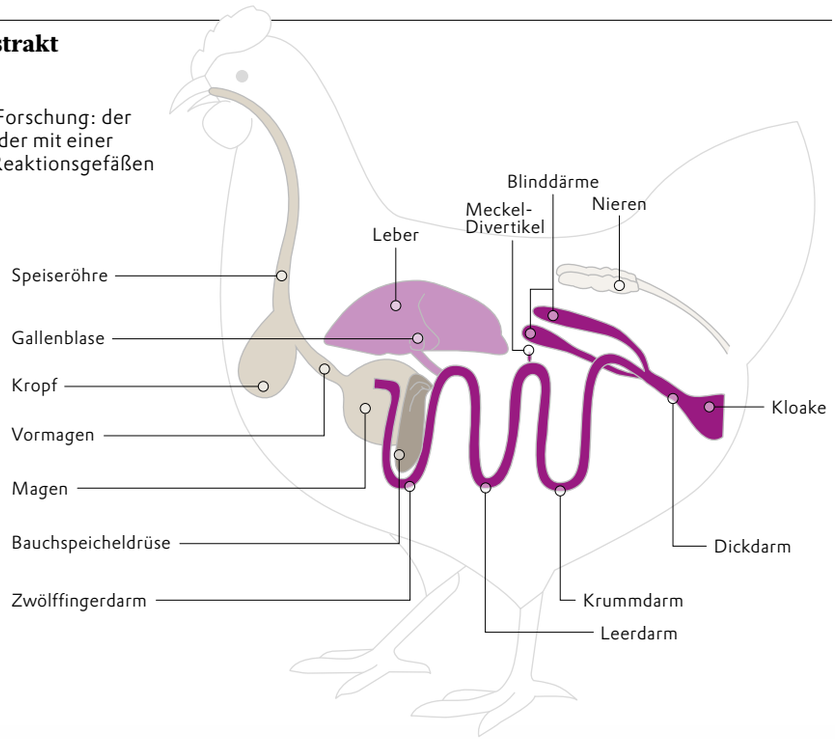
Wie Probiotika im Darm wirken

Probiotika können die Mikrobiota im Darm auf sehr unterschiedliche Weise positiv beeinflussen, indem sie zum Beispiel verhindern, dass pathogene Keime an der Darmwand anhaften, oder indem sie die Immunantwort stimulieren. Die Grafik zeigt schematisch die wichtigsten Wirkmechanismen.



Verdauungstrakt des Huhns

Im Fokus des Forschung: der Hühnerdarm, der mit einer Kaskade von Reaktionsgefäßen simuliert wird



tuelle Darstellungen. Das ist beim Darmsimulationsmodell nicht der Fall. Es besteht vielmehr aus einer Kaskade gläserner Reaktionsgefäße, die in bestimmter Reihenfolge miteinander verbunden sind. Jedes einzelne ahmt ein bestimmtes Verdauungssegment des Hühnerdarms nach, indem es dessen physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Bedingungen abbildet. Die Wissenschaftler nutzen die Erfahrungen von ProDigest auf dem Gebiet der humanen Darmsimulation und berücksichtigen die Spezifika des Masthähnchens zur Entwicklung des neuen Modells. Das Huhn verdaut beispielsweise bei anderen Temperaturen und pH-Werten im Darm, und statt eines langen Dickdarms besitzt es zwei Blinddärme. Zudem hat seine Mikrobiota eine andere Zusammensetzung als die des Menschen.

Um sich der Realität der Mast so weit wie möglich zu nähern, simuliert das Modell die natürliche Nahrungsaufnahme des Tiers in mehreren Zyklen und die für das Huhn spezifische Zusammenarbeit einzelner Darmabschnitte. Wie effizient werden Nährstoffe verdaut und in den einzelnen Segmenten absorbiert? Welche Zusammensetzung hat ein standardisierter Bakterienmix, mit dem die Reaktoren beimpft werden können und der möglichst präzise die Darmflora abbildet? Grundsatzfragen dieser Art wird das Forscherteam in den kommenden Monaten untersuchen.

Eine Herausforderung im Projekt ist insbesondere die Immunmodulation: Welche biologischen Faktoren bestimmen über die Immunabwehr des Tieres? Hierfür setzen die Forscher Zellkulturen ein; in diesen Zellen findet die Pathogen-Wirt-Wechselwirkung statt, und hier wird die Immunantwort des Wirts stimuliert. Solche Zellkulturen sind für das Huhn allerdings bisher nur im Ansatz verfügbar. Eine wichtige Aufgabe ist es daher, bessere Zelllinien zu finden und zu entwickeln, um damit Fragen zur Immunmodulation bei An- und Abwesenheit von Additiven und Pathogenen zu untersuchen. Im Herbst 2017 wird das Darmsimulationsmodell vom bisherigen Standort beim Partner ProDigest in Gent zu Nutrition & Care nach Halle-Künsebeck umziehen. Hier wurde durch Umbau des Labors die erforderliche Infrastruktur für die immunologischen, physiologischen und mikrobiologischen Untersuchungen geschaffen.

Wer Bescheid weiß, kann gezielt vorbeugen – diese Prämisse ist zentral für das GOBI-Feed-Projekt. Das Darmsimulationsmodell soll dazu beitragen, den Einsatz von Antibiotika in der Tierernährung spürbar zu senken. Antibiotika werden in vielen Ländern der Welt nicht nur zur Behandlung akuter Krankheiten, sondern vor allem auch als Wachstumsförderer und Keimprophylaxe dem Futter beigemischt. Die negativen Konsequenzen dieser Praxis: Resistente Keime werden angereichert, multiresistente Keime breiten sich schneller aus, und das produzierte Fleisch ist häufig mit Antibiotikarückständen belastet. Die Gabe sogenannter antibiotischer Wachstumsförderer (Antibiotic Growth Promotors, AGP) ist seit 2006 in der EU verboten. In anderen Regionen der Welt werden sie aber nach wie vor in großen Mengen dem Futter zugesetzt.

Allerdings wächst beispielsweise auch in den USA der Wunsch der Verbraucher nach möglichst unbelastetem Fleisch. Die Geflügel-Fastfood-Kette Chick-fil-A hat 2014 kundgetan, in ihren nordamerikanischen Restaurants nur noch AGP-freies Hühnerfleisch zu verkaufen. McDonald's folgte 2015 mit einer ähnlichen Ankündigung, allerdings beschränkt auf solche Antibiotika, die auch in der Humanmedizin vorkommen.

Hilfreiche Bakterien statt Antibiotika im Futter

Ein Ziel von GOBI Feed ist es, Probiotika zu entwickeln, die ähnliche Wirkung und vergleichbaren Nutzen wie AGP haben. Dazu muss deren Wirkung erst einmal besser verstanden werden – mithilfe des Darmsimulationsmodells. Doch wo mit der Suche beginnen? Für die Tierernährung existiert eine Vielzahl von Stämmen mit ganz unterschiedlich großem Nutzen. Bereits vor Beginn des GOBI-Projekts haben die Experten von Nutrition & Care mit einem gut ausgewählten Set von weniger komplexen Methoden ein erfolgreiches Screening mit *Bacillus*-Bakterien durchgeführt, die nachweislich die Fähigkeit besitzen, pathogene Keime zu hemmen – zum einen durch die Produktion hemmender Substanzen, zum anderen durch die Stimulierung der lokalen Immunität im Darm von Hühnern.

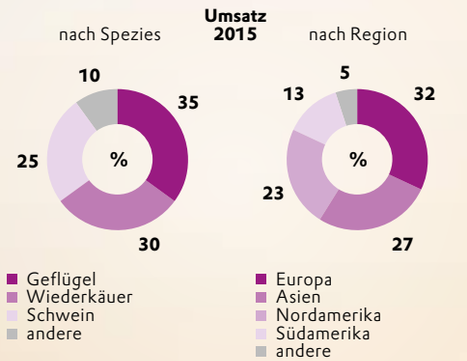
Um die wirksamsten Kandidaten zu finden, wurden rund 500 verschiedene *Bacillus*-Stämme anhand von zwei Dutzend Merkmalen miteinander verglichen. Wichtige Kriterien waren beispielsweise, ob der Stamm in Anwesenheit von Gallensäure und saurem pH-Wert überhaupt im Darmmilieu auskeimen und wachsen kann oder ob er bestimmte antimikrobielle und verdauungsfördernde Stoffe erzeugt.

Zwei der untersuchten Kandidaten erwiesen sich in den Laborversuchen als besonders potent. Aus einem davon entstand das neue Probiotikum GutCare® PY1 für die Hühnerzucht. In Fütterungsversuchen war das neue Additiv überzeugend: Es hatte auf das Wachstum und den Allgemeinzustand der Masthühnchen auch in Anwesenheit von Pathogenen eine vergleichbare Wirkung wie die bisher eingesetzten Fütterungsantibiotika. Die Ausprägung der ➜

Umsatz mit Probiotika bei Nutztieren

Rund 900 Millionen US-$ wurden 2015 in der Nutztierhaltung umgesetzt. Die Geflügelzucht war der größte Abnehmer, Europa der größte Markt.

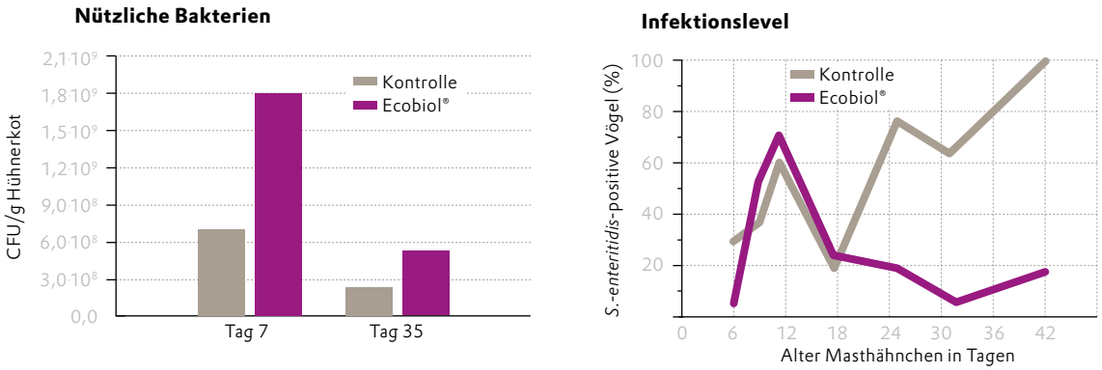
Quellen: MarketsandMarkets, Evonik



Grafik: C3 Visual Lab

Wirksames Probiotikum

Ecobiol®, ein schnell wachsender *Bacillus-amyloliquefaciens*-Stamm, fördert im Hühnerdarm unter anderem das Wachstum nützlicher Milchsäurebakterien (links; CFU steht für koloniebildende Einheit) und verringert die Infektion mit *Salmonella enteritidis* (rechts).



➜ subklinischen nekrotischen Enteritis – einer Krankheit, die in der Hühnermast häufig auftritt – war deutlich gemildert.

Der Fleischkonsum der Welt wächst und mit ihm der Markt für Futtermitteladditive. Der Weltmarkt für Probiotika liegt derzeit bei rund 950 Millionen US-$ und wird nach Einschätzung von Marktbeobachtern um sechs bis zehn Prozent jährlich zunehmen. Europa umfasst derzeit rund ein Drittel des Umsatzes, der Anteil der USA und Asiens beträgt je etwa ein Viertel. Der Markt birgt noch viel Potenzial, gleichzeitig ist er kein einfaches Feld. Neue Produkte müssen in der Mast ähnlich positive Effekte entfalten wie AGP und genauso wirtschaftlich sein. Zusätzlich müssen sie für Mensch und Tier sicher im Umgang, einfach zu verabreichen und zu lagern sein und die Rentabilität der Mast nach Möglichkeit weiter steigern.

Bedeutende Wissenslücken schließen

Das sind viele Ansprüche auf einmal. Mit dem Darmsimulationsmodell hat Evonik ein modernes, multifunktionales Werkzeug geschaffen, das diese Ansprüche adressiert. Das Modell ist Grundlage für die Analyse und Darstellung der Wirkmechanismen von Probiotika und schließt bedeutende Wissenslücken. Es rationalisiert die Suche nach neuen Zusatzstoffen. Es öffnet einen Weg hin zu einer Tierzucht, die effizient arbeitet und zugleich mit weit weniger oder ganz ohne Antibiotika im Futter auskommt. Nicht zuletzt wird Evonik das Modell als Plattform nutzen, um vergleichbare Systeme und weitere funktionale Additive auch für andere Nutztiere wie Schweine oder Fische zu entwickeln.

Mit der Entwicklung neuer Probiotika für die Fleischproduktion verändert Evonik als Unternehmen der Spezialchemie seinen Platz in der Wertschöpfungskette und rückt dem Markt der Endverbraucher deutlich näher. Anfang 2017 hat Nutrition & Care das neue Probiotikum GutCare® PY1 in den USA und in China eingeführt.

Probiotika können helfen, Masthähnchen ohne Antibiotika gesund zu halten.

Auch in Europa hat Evonik ein erstes Standbein im Markt. Im Juli 2016 kaufte der Konzern das Probiotikageschäft der spanischen Firma Norel. Damit übernahm er Produkte ins Portfolio, die bereits eine behördliche Zulassung haben und die sich sowohl als Zusätze im Futter als auch im Trinkwasser bewährt haben. Eines dieser Produkte ist Ecobiol®, ein schnell wachsender Stamm von *Bacillus amyloliquefaciens*. Er dämpft die Wirkung pathogener Keime im Hühnerdarm und fördert das Wachstum nützlicher Laktobazillen. Durch den Einstieg bei Norel kann Evonik von der dynamischen Entwicklung des europäischen Marktes kurzfristig profitieren.

Züchter und Mäster müssen effizient und wirtschaftlich arbeiten, um konkurrenzfähig zu bleiben. Zugleich wächst der Druck von Endverbrauchern und Tierschutzorganisationen, Ernährungs-, Haltungs- und Zuchtbedingungen gesünder und tiergerechter zu gestalten. Daher stellt das Geschäft mit Probiotika nicht zuletzt Herausforderungen an Kommunikation und Kooperation mit ganz neuen Akteuren. Das Segment Nutrition & Care wird dafür angepasste Marketing- und Kommunikationsstrategien entwickeln und sich umfassende neue Kompetenzen erarbeiten, um in einem erklärungsbedürftigen Markt die richtigen Antworten zu geben.

Im Zentrum steht dabei der Dreiklang aus Wissen, Produkt und Service – ein vitaler Ansatz, mit dem sich Evonik vom Wettbewerb abheben wird. Schon lange gilt das Unternehmen den Kunden im Bereich Tierernährung als ein wissenschaftlich orientierter, zuverlässiger Partner. Als solcher will es sich auch im Probiotikageschäft positionieren – indem es genau erklären und belegen kann, wie seine Produkte wirken. ●

Die Experten

Peter Freisler ist verantwortlich für die Wachstumsinitiative Gut Health Solutions im Marketing des Geschäftsgebiets Animal Nutrition.

peter.freisler @evonik.com

Dr. Christoph Kobler ist Leiter des Produktbereichs Sustainable Healthy Nutrition im Geschäftsgebiet Animal Nutrition.

christoph.kobler @evonik.com

Prof. Dr. Stefan Pelzer leitet den Innovationsbereich Gut Health & Diagnostics im Geschäftsgebiet Animal Nutrition.

stefan.pelzer @evonik.com

Die Innovationsallianz „Good Bacteria and Bioactives in Industry" (GOBI) wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt „Industrielle Bioökonomie" unter dem Förderkennzeichen 031B0074 A–C gefördert.

Gastkommentar

Die Macht des Mikrobioms

Jun.-Prof. Dr. Jana Seifert ist an der Universität Hohenheim Inhaberin der Stiftungs-Juniorprofessur „Feed-Gut Microbiota Interaction" am Institut für Nutztierwissenschaften. Zudem ist sie Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Good Bacteria and Bioactives in Industry" (GOBI).

von Jun.-Prof. Dr. Jana Seifert

Das Mikrobiom im menschlichen und tierischen Verdauungstrakt bildet eine einzigartige Symbiose mit dem Wirtsorganismus. Als zentrale Einheit erhält es die Stoffwechselleistung und den Gesundheitszustand des Wirts aufrecht, kann jedoch auch negative Effekte hervorrufen. Veränderungen des Mikrobioms haben Auswirkungen sowohl auf die Interaktion der Mikroorganismen untereinander als auch zwischen Mikroorganismen und Wirt – und somit auf die Gesundheit.

Bakterien, Archaeen, Pilze, Protozoen und Viren sind die wichtigsten Gruppen des gastrointestinalen Mikrobioms. Diese Vielfalt ist wichtig, um Nährstoffe effizient verwerten, nützliche mikrobielle Stoffwechselprodukte herstellen und die Bildung unerwünschter Stoffe (wie etwa Methan beim Wiederkäuer) minimieren zu können.

Die Besiedlung des Verdauungstrakts mit Mikroorganismen beginnt während der Geburt und bleibt lebenslang ein dynamisches Geschehen. Die Zusammensetzung des Mikrobioms unterscheidet sich von Individuum zu Individuum. Neben der Genetik des Wirts stellen die Ernährung und die zur Verfügung gestellten Nährstoffe die wichtigsten Einflussgrößen auf das intestinale Mikrobiom dar. Nicht alle Mikroorganismen im Darm spielen eine positive Rolle; es gibt auch unerwünschte, potenziell pathogene Spezies.

Erst die Entwicklung neuer Sequenzierverfahren und bioanalytischer Methoden erlaubt es nun, das Mikrobiom detaillierter zu untersuchen. So geben nukleinsäurebasierte Verfahren Einblick in seine Zusammensetzung und potenziellen Funktionen. Proteinbasierte Analysen ermöglichen zusätzlich Aussagen zur Expression der mikrobiellen Proteine und Stoffwechselwege. Die Analyse von

»Wollen wir probiotische Stämme gezielt einsetzen, müssen wir die Auswirkungen mikrobieller Aktivität auf den Wirt besser verstehen.«

Metaboliten zeigt die Stoffwechselprodukte, ohne jedoch Aussagen zum Produzenten treffen zu können.

Gegenüber der anfänglichen rein beschreibenden Erforschung des Mikrobioms lässt die Verknüpfung dieser neuen Methoden eine immer bessere funktionelle Charakterisierung des Mikrobioms zu. Einzelne Spezies und ihre mikrobiellen Partner können umfassend typisiert und die tatsächlichen Auswirkungen mikrobieller Aktivitäten auf den Wirt betrachtet werden (Stichwort Darm-Hirn-Schranke). Dieses Wissen ist erforderlich, wenn bestimmte Mikroorganismen im Verdauungstrakt gezielt stimuliert beziehungsweise probiotische Stämme gesundheitsfördernd eingesetzt werden sollen.

Ein verbessertes Verständnis des Mikrobioms und seiner internen und externen Einflussfaktoren ist somit von hoher Relevanz für die Gesundheit von Mensch und Tier. Um dies möglichst effektiv zu erreichen, sollten Forscher des Human- und des Veterinärbereichs eng zusammenarbeiten.

Fotos: shutterstock, Roland Grün, Stefan Wildhirt, Evonik | Grafik: C3 Visual Lab

DATA MINING

Billionen von Leibwächtern

Im menschlichen Darm siedeln Billionen von Bakterien. Durch ihre Stoffwechselprodukte stärken sie die Immunabwehr und können sogar Stimmungen beeinflussen. Probiotische Lebensmittel können helfen, das mikrobielle Gleichgewicht zu stärken. Sie enthalten lebende Mikroorganismen, die im Darm ihre positive Wirkung entfalten. Ein Einblick in das Geschehen im menschlichen Darm und den Markt der Probiotika.

Rund um den Darm

Der Darm eines Erwachsenen ist **7–9 m lang** und das wichtigste Verdauungsorgan.

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Mukosale Immunologie und Mikrobiom

Wir essen heute rund **75 % weniger Ballaststoffe** als noch vor 100 Jahren.

Der Oberfläche des Darms beträgt **300 m²**.

Im Laufe des Lebens nehmen wir im Durchschnitt **40 t Nahrung** und **50.000 l Flüssigkeit** auf.

Im Darm sitzt der größte Teil des **menschlichen Immunsystems**.

Die Bakterien im menschlichen Darm wiegen insgesamt **etwa 1,5 kg.**

Japan führt

Für funktionelle Lebensmittel, zu denen auch probiotische Lebensmittel gehören, geben Japaner mit 126 US-$ pro Jahr am meisten aus.

Quelle: Dixit Y. et al., J. Food Microbiol. Saf. Hyg., 1 (111), 2016

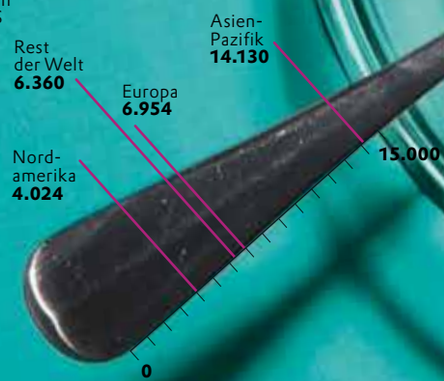
Ausgaben pro Kopf in US-$

Starkes Wachstum

2014 umfasste der Markt für probiotische Lebensmittel 31,5 Mrd. US-$. Größter regionaler Markt ist Asien-Pazifik, vor allem Japan. Laut Prognosen wird er bis 2020 auf mindestens 46 Mrd. US-$ anwachsen.

Quelle: Dixit Y. et al., J. Food Microbiol. Saf. Hyg., 1 (111), 2016

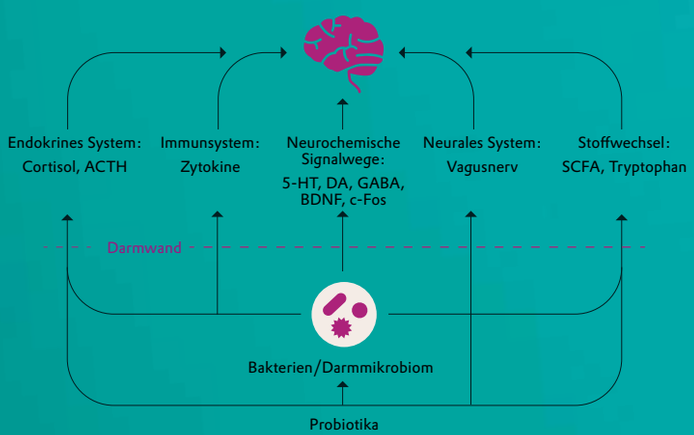
Angaben in Mio. US-$



Der Bauch beeinflusst den Kopf

Die Bakterien im Darm interagieren über ihre Stoffwechselprodukte nicht nur mit dem Immunsystem, sondern über verschiedene Signalwege wie den Vagusnerv auch mit dem Gehirn. Sie können dort Stimmungen wie Wohlbefinden oder Ängstlichkeit beeinflussen.

Quelle: Wang et al., J. Neurogastroenterol. Motil. 2016, 22 (4), 589–605



Blick in den Warenkorb

An einer Umfrage „Wie oft kaufen Sie folgende Lebensmittel, die mit gesundheitlichen Vorteilen werben?“, beteiligten sich 14.059 Europäer.

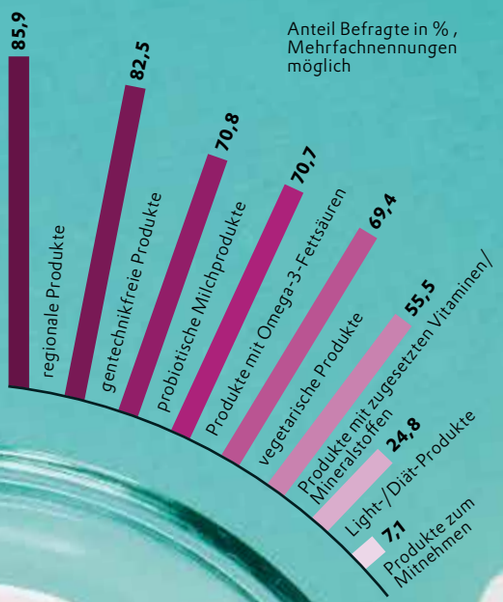
Quelle: Nielsen, © Statista 2016

Foto und Infografik: C3 Visual Lab

„Regional“ gilt als gesund

„Inwiefern erachten Sie die folgenden Produkte als gesund/gesundheitsfördernd?“ wurden 500 deutsche Konsumenten gefragt. Auf Platz 1 landeten regionale Produkte.

Quelle: KPMG, IfH Köln, © Statista 2015



Wo Probiotika eingesetzt werden

Funktionelle Lebensmittel und Getränke sind das größte Einsatzgebiet für Probiotika.

Quelle: Dixit Y. et al., J. Food Microbiol. Saf. Hyg., 1 (111), 2016

Pro und Prä

Probiotika: lebende Mikroben wie Bakterien und Hefen, die über Nahrung in den Darm gelangen und dort positiv auf die Gesundheit wirken sollen

Präbiotika: unverdauliche Kohlenhydrate, die Anzahl oder Aktivität erwünschter Darmbakterien steigern

Quelle: Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland

Wichtige Helfer

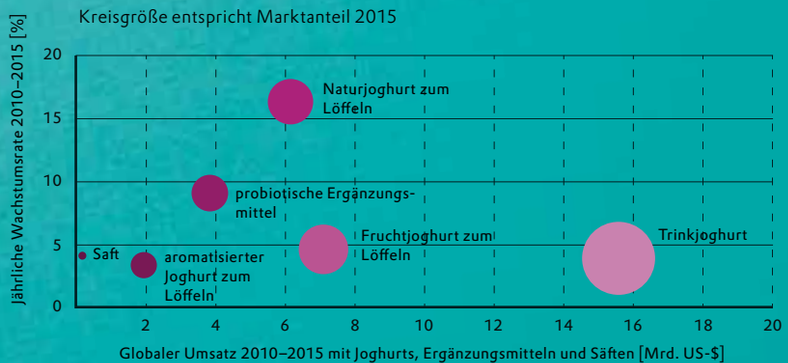
Die Bakterien im Darm beeinflussen wesentlich die biologischen Vorgänge im Körper. Sie helfen bei …

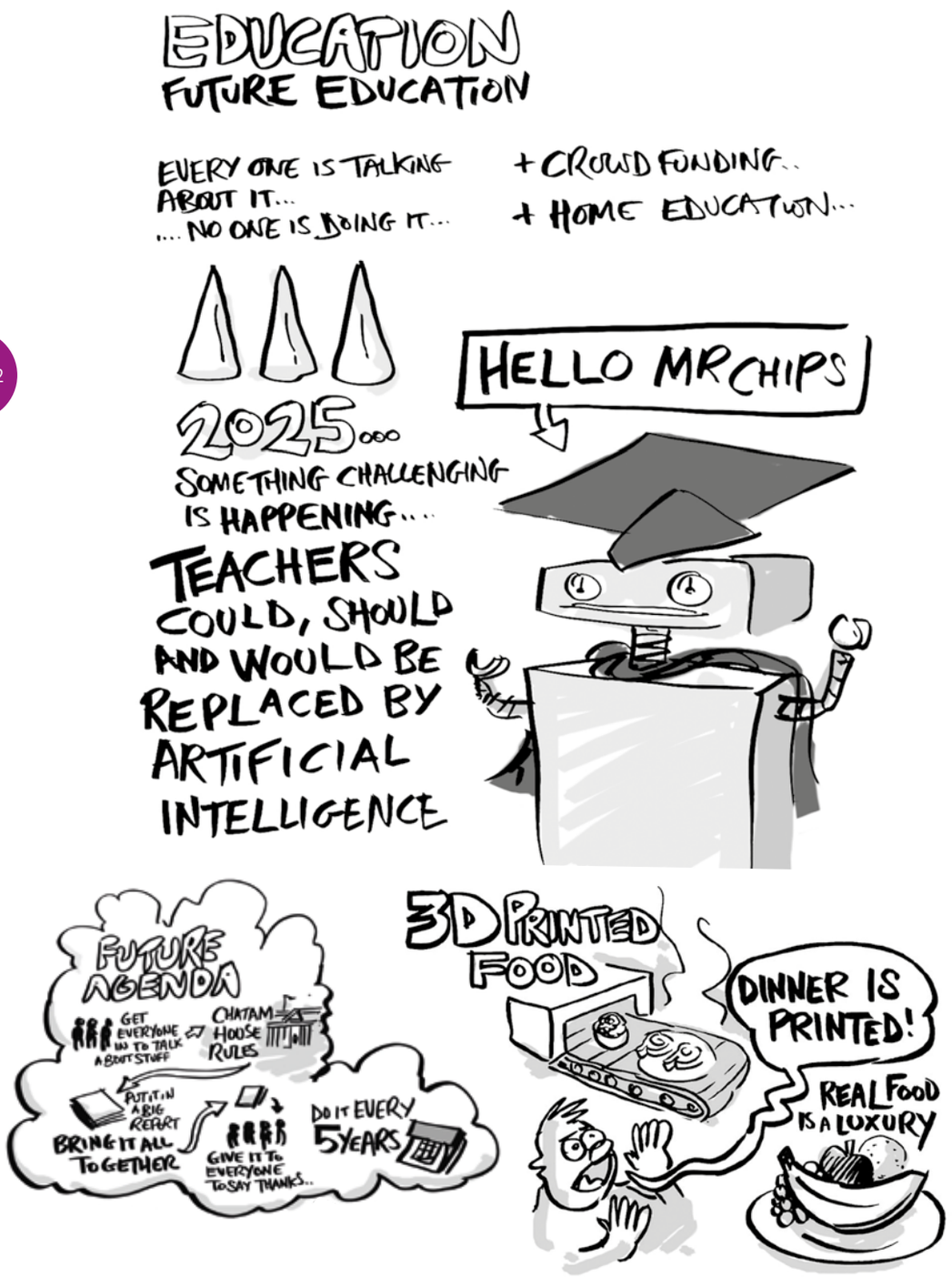
Quelle: Seres Therapeutics

Probiotische Trinkjoghurts am beliebtesten

Joghurt gehört zu den wichtigsten probiotischen Lebensmitteln. Zwischen 2010 und 2015 verzeichneten Trinkjoghurts den höchsten Umsatz und Naturjoghurts zum Löffeln die höchste Wachstumsrate.

Quelle: © Euromonitor International





von Björn Theis

Was ist Zukunftsforschung? Nutzt das Corporate-Foresight-Team der Creavis Glaskugeln und Kaffeesätze, um die Zukunft vorherzusagen? Die Antwort ist natürlich ein klares Nein. Die Zukunftsforschung kann die Zukunft nicht vorhersagen; vielmehr erforscht sie gegenwärtige Vorstellungen von der Zukunft auf Basis der Tatsache, dass Zukunft gemacht wird – von jedem Menschen, an jedem Tag. Es sind aktuelle politische Entscheidungen, akademische Forschungsvorhaben, technische oder soziale Visionen und auch die kleinen Alltagsentscheidungen des Einzelnen – zum Beispiel, welche Partei er wählt oder ob er vegetarische Kost oder Fleisch bevorzugt –, die die Weichen für das Morgen stellen.

Um diese Weichenstellungen in ausgesuchten Feldern frühzeitig zu erkennen, bearbeitet das Corporate-Foresight-Team sogenannte Fokusthemen und veranstaltet dazu jährlich ein Foresight-Event. Bei diesen Events kommen Experten aus unterschiedlichsten Branchen und Ländern zusammen, um aktuelle Entwicklungen und Trends in einem ausgesuchten Feld zu diskutieren. So hatte das Team bei der Bearbeitung des mittlerweile abgeschlossenen Fokusthemas „Digital Futures“ einen der ersten Soft-Robotics-Workshops weltweit durchgeführt.

„GameChanger“ lautet das derzeitige Fokusthema. Das Foresight-Team versteht darunter Innovationen und Ereignisse, die in den kommenden 20 Jahren das Potenzial haben, bestehende Märkte, Industrien oder sogar ganze Gesellschaften nachhaltig zu verändern – man denke an die Dampfmaschine, das Internet oder den Brexit. Das Ziel: erwartbare Game Changer frühzeitig identifizieren und analysieren, um entstehende Chancen und Risiken für Evonik evaluieren zu können.

Um die Aufgabe zu meistern, lud Corporate Foresight im Herbst 2016 rund

Welche Entwicklungen werden unser Leben künftig prägen? Diese Frage stand im Fokus des Workshops.

DIE SPIEL-REGELN VON MORGEN

Bezahlen Patienten die Behandlung künftig mit ihrer Privatsphäre? Wie sieht eine Zukunft mit kostenloser Energie aus? Und kann uns die Zukunft auch genommen werden? Beim „GameChanger"-Workshop der Creavis in Antwerpen diskutierten 50 namhafte Zukunftsforscher mit Konzernvertretern.

50 internationale Zukunftsforscher aus Unternehmen, NGOs (Nichtregierungsorganisationen), Wissenschaft und Politik zum ersten „GameChanger"-Workshop ins belgische Antwerpen. Unter den Gästen waren Zukunftsforscher von Audi, Covestro, VW, Innogy, Nestlé, dem Joint Research Center der EU-Kommission, der Fraunhofer-Gesellschaft sowie Vertreter verschiedener Universitäten.

Gegenseitige Abhängigkeiten aufzeigen

Das Foresight-Team verfolgte mit dieser Veranstaltung zwei Ziele. Zum einen wollte es eine „Game Changer Map" erstellen, die das gesamte Wissen der Teilnehmer über mögliche spielverändernde Entwicklungen abbildet und Interdependenzen zwischen den einzelnen Game Changern aufzeigt. Zum anderen stand die Bildung eines internationalen Foresight-Experten-Netzwerks im Fokus der Veranstaltung.

Eröffnet wurde die Veranstaltung mit einer Keynote von Dr. Tim Jones, dem Gründer und Leiter der Future Agenda, des weltweit größten Open-Source-Foresight-Programms. Future Agenda führte 2015 rund 120 Workshops in 45 Städten und 35 Ländern durch, um zukünftige Veränderungen zu antizipieren. Als Ergebnis präsentierte Future Agenda die sechs wirkstärksten Game Changer, die einen Einfluss auf die gesamte Menschheit nehmen könnten.

Einer dieser Game Changer ist Food Waste, die Verschwendung von Nahrungsmitteln. 30 bis 50 Prozent aller produzierten Lebensmittel werden weggeworfen, weil sie bereits in der Lieferkette etwa durch mangelnde Kühlung verderben oder weil die Verbraucher sie zwar kaufen, aber nicht verwenden. Könnte diese Verschwendung durch eine optimierte Verteilung und Lagerung verhindert werden, ließen sich sämtliche Hungersnöte weltweit ausmerzen.

Den zweiten Game Changer sieht Future Agenda im Entstehen von Handelsplätzen für Daten: Im Zeitalter von Big Data ➜

Fotos: Sebaastian ter Burg, Cecilia Svennberg | Illustration: Chris Shipton

Spielerische Auseinandersetzung mit der Zukunft: Wie könnte zum Beispiel die Energieversorgung von morgen aussehen?

→ werden Daten zu einer harten Währung. Aber nicht immer können die Besitzer der Daten sie auch nutzen beziehungsweise monetarisieren. Ein Handelsplatz für Daten könnte dieses Problem lösen und gleichzeitig zu einem Boom in Wissenschaft und Forschung führen, da Primärdatensätze eine Quelle für neue Geschäftsideen, Produkte oder Dienstleistungen sein können.

Internet katalysiert Bildung und Wachstum

Der dritte Game Changer der Future Agenda beschäftigt sich ebenfalls mit dem Zugang zu Wissen – laut Jones ist eine „Education Revolution" in vollem Gange. Für ihn ist das Internet ein Katalysator für die globale Bildung. Insbesondere in den Ländern der Dritten Welt nutzen immer mehr Menschen das Netz, um Zugang zu Bildungsressourcen zu erhalten. Diese Entwicklung wird mittelfristig gerade in jenen Ländern die Nutzer befähigen, den Wissensvorsprung der Menschen in den westlichen Ländern zu verkleinern. Das wird letztendlich auch das ökonomische Wachstum in den Ländern der Dritten Welt stärken.

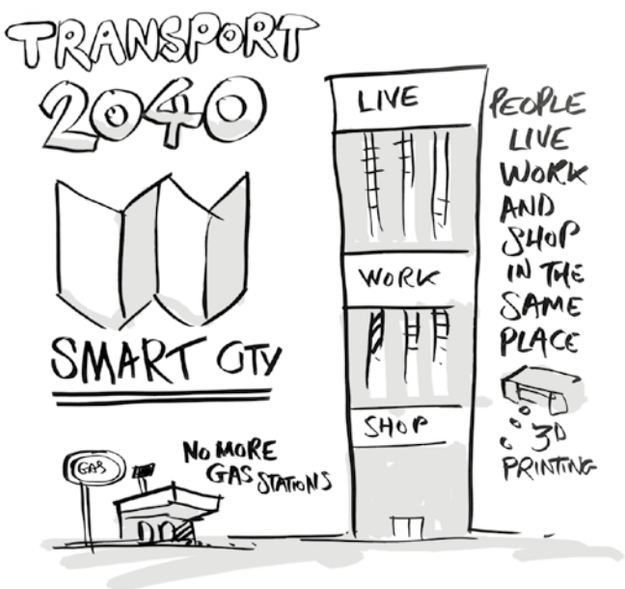
Um ein Land, das die westlichen Länder in vielen Belangen bereits überflügelt hat, geht es beim vierten Game Changer: Schon bald, so Jones, werde China das Land sein, das globale Standards in Wirtschaft, Ökologie und Kultur setzt und ihre Einhaltung einfordert. Durch das anhaltende ökonomische Wachstum und den steigenden kulturellen, politischen und militärischen Einfluss sei China zu einer globalen Macht avanciert. Die Regierung wisse diese Macht zu nutzen, um ihre Interessen global zu vertreten.

Energie (fast) gratis oder Nearly Free Energy – so lautet der Titel des fünften globalen Game Changers. Durch die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energiequellen, etwa der Solarenergie, und die fallenden Preise für diese Technologie nähern wir uns einer Zukunft, in der die Energieproduktion fast nichts mehr kostet. Mögliche Auswirkungen dieser Entwicklung? Beispielsweise eine rasante Verbreitung von E-Mobilität sowie schnell sinkende Preise bei der Entsalzung von Meerwasser.

Als sechsten Game Changer stellte Jones das Thema „Deeper Collaboration beyond IP" vor. Unternehmer würden oder müssten zunehmend strategische Partnerschaften mit anderen Unternehmen und sogar mit direkten Konkurrenten eingehen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dies betrifft nicht nur gemeinsame Innovationsprozesse, sondern auch das Errichten gemeinschaftlich genutzter Logistikketten oder gar den gemeinsamen Bau von beiderseits benötigten Infrastrukturen.

Bildung, Energie, Ernährung, Verkehr, Gesundheit: Diese Systeme sind auf Dauer nicht so stabil und sicher, wie allgemein angenommen wird.

Graphic Recording
Ob bedrohliche Gesundheitssysteme, künftige Lebensstile oder der große Kollaps: Kein Thema war tabu. Alle Ergebnisse wurden grafisch festgehalten.



Der zweite Tag der Veranstaltung begann mit einer Warnung: „Die Zukunft kann Ihnen weggenommen werden!“, so Anders Kreuger, Kurator des Museums für zeitgenössische Kunst in Antwerpen, in seiner Keynote „Game Changing Synergies – What Foresight Can Learn from the Arts“.

Das Entstehen der Zukunft bringt Konflikte

Kreuger zeigte auf, dass die wünschenswerte Zukunft einer Gruppe durchaus den Zukunftsvorstellungen anderer Akteure widersprechen kann, wie das Beispiel Brexit verdeutlicht. Das macht das Entstehen der Zukunft zu einem sehr konfliktreichen Prozess. Daher ist es bei der Analyse möglicher Zukünfte nicht nur lohnenswert, sondern sogar erforderlich, auch die Zukunftsvorstellungen zu betrachten, die in der Peripherie zwischen den einzelnen Disziplinen wie etwa Chemie und Kunst liegen.

Inspiriert durch diese Aufforderungen, begaben sich die Teilnehmer dann an die eigentliche Arbeit: Nach der Vorstellung der 21 Game Changer, die das Corporate-Foresight-Team im Vorfeld identifiziert hatte, teilten sich die Teilnehmer in fünf Arbeitsgruppen entlang der STEEP-Sektoren auf. Die Abkürzung STEEP steht in der Zukunftsforschung für die englischen ➜

6
Game Changer können laut Future Agenda einen Einfluss auf die gesamte Menschheit haben.

Fotos: Sebastian ter Burg | Illustration: Chris Shipton

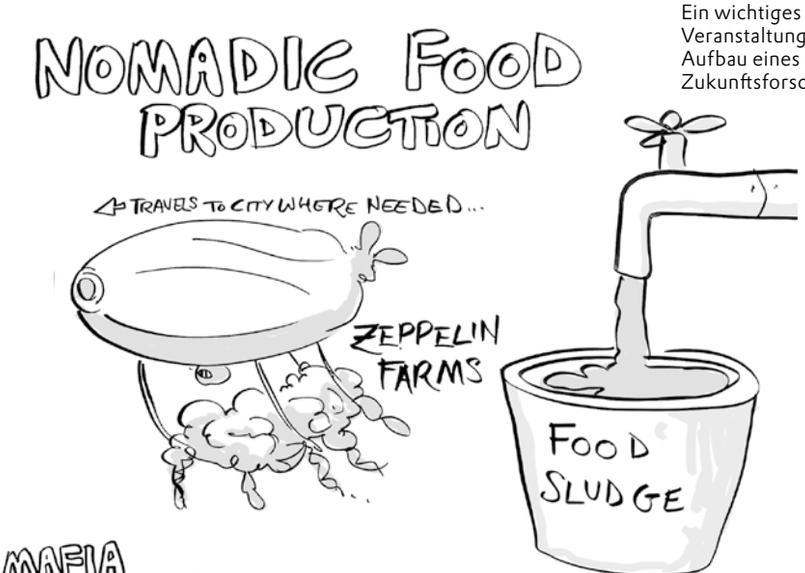
Ein wichtiges Ziel der Veranstaltung war auch der Aufbau eines internationalen Zukunftsforscher-Netzwerks.

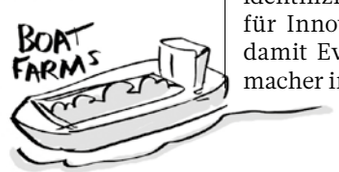
➔ Begriffe Society, Technology, Economy, Ecology und Politics. Diese Aufteilung soll gewährleisten, dass bei einer Zukunftsanalyse alle Aspekte, die die menschliche Gesellschaft prägen, in die Überlegungen einfließen.

Die fünf einzelnen Arbeitsgruppen sollten die für den jeweiligen Sektor relevantesten Game Changer identifizieren, beschreiben und bewerten – sowohl hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit als auch hinsichtlich des Schweregrads ihrer möglichen Auswirkungen auf die Gesellschaft. Mit dieser Übung stellte das Foresight-Team sicher, dass das umfangreiche Zukunftswissen aller Teilnehmer berücksichtigt wurde und ein robuster Überblick über mögliche Game Changer in den einzelnen STEEP-Sektoren entstand.

Einen spielerischen Perspektivwechsel ermöglichte die zweite Gruppenarbeit. In einem Spiel, das das Foresight-Team eigens für die Veranstaltung entwickelt hatte, galt es, blinde Flecken bei der Identifikation möglicher Game Changer zu beseitigen. Betrachtet wurden die fünf Systeme Bildung, Energie, Gesundheit, Ernährung und Verkehr, deren einzelnen Unterpunkte jeweils durch einen Spielbaustein repräsentiert wurden. Beispielsweise gab es für alle Energiequellen – fossile Brennstoffe, Solar- oder Nuklearenergie – einen eigenen Spielbaustein. Ein Wurf mit dem Würfel bestimmte, welcher Baustein des Systems betrachtet werden sollte. Stand der Baustein fest, mussten die Spieler spielverändernde Innovationen, Ergänzungen und Alternativen dafür finden.

So setzten sich die Spieler damit auseinander, was es für die etablierten Gesundheitssysteme heißen könnte, wenn zum Beispiel Google mit Pfizer kooperieren würde – wenn Google in eigenen Krankenhäusern Patienten kostengünstig behandeln und im Gegenzug sämtliche Patientendaten erhalten würde. Oder welche Auswirkungen im Energiesystem zu erwarten wären, wenn eine CO_2-Steuer auf Beton und Stahl erhoben würde.





Die Ergebnisse überraschten, faszinierten und machten an mancher Stelle auch ein wenig Angst. Vor allem verdeutlichten sie aber, dass die ausgewählten Systeme – Bildung, Energie, Gesundheit, Ernährung und Verkehr – langfristig nicht so stabil, sicher und unveränderbar sind wie allgemein angenommen. Eine Erkenntnis, die auch für die Spezialchemie durchaus wichtig ist. Das Event endete mit der Präsentation der Ergebnisse – der möglichen spielverändernden Innovationen und Ereignisse.

Das Foresight-Team hat die Ergebnisse mittlerweile in die eigenen Aktivitäten einfließen lassen. Im Vorfeld hatte das Team 21 potenzielle Game Changer identifiziert. Durch die Diskussionen und neuen Perspektiven während des Kongresses konnte es dieses Set an vielen Stellen korrigieren, präzisieren und erweitern. Das Ergebnis: eine finale Sammlung aus 24 potenziellen Game Changern, die Evonik in Zukunft betreffen könnten, etwa das Age of Genomics (siehe Seite 30). Jetzt gilt es, anhand der identifizierten Game Changer Ableitungen für Innovation und Strategie zu machen, damit Evonik auch in Zukunft der Spielmacher in der Spezialchemie bleibt. ●

Der Experte

Björn Theis ist im Corporate-Foresight-Team der Creavis verantwortlich für das Fokusthema „GameChanger". *bjoern.theis @evonik.com*

Fotos: Sebastian ter Burg (3), Lichtbildwerke Thomas Schaekel, Evonik | Illustration: Chris Shipton

CompanyNews

MEHR SILICA FÜR MEHR MÄRKTE

Evonik übernimmt das Silicageschäft der amerikanischen J. M. Huber für 630 Millionen US-$. Das Unternehmen stärkt damit vor allem in Nordamerika und Asien seine Position in einem profitablen und wenig zyklischen Geschäft.

Der Markt für Silica weist ein überdurchschnittliches Wachstum von jährlich vier bis sechs Prozent auf. Huber ist insbesondere auf Anwendungen in der Konsumgüterindustrie, etwa im Dentalbereich, ausgerichtet. Evonik hat sein Silicageschäft bisher stärker auf industrielle Anwendungen fokussiert, etwa in der Reifen- und Lackindustrie. „Durch die Kombination der komplementären Silicageschäfte von Evonik und Huber stärken wir unser Wachstumssegment Resource Efficiency“, sagte Christian Kullmann, Strategievorstand von Evonik.

Für das Geschäftsjahr 2016 erwartet Huber Silica einen Umsatz von nahezu 300 Millionen US-$ und ein bereinigtes EBITDA von rund 60 Millionen US-$. Das entspricht einer attraktiven EBITDA-Marge von über 20 Prozent. Durch die optimale Ergänzung der beiden Geschäftsfelder rechnet Evonik mit Synergien in Höhe von etwa 20 Millionen US-$. Alle Maßnahmen zur Realisierung dieser Synergien sollen im Jahr 2021 implementiert sein. Der Kaufpreis liegt demnach inklusive der Synergien und sich ergebender Steuereffekte beim Siebenfachen des jährlichen EBITDA, vor Synergien und Steuereffekten beim 10,5-Fachen.

Die Transaktion soll in der zweiten Jahreshälfte 2017 abgeschlossen werden und steht unter dem üblichen Vorbehalt der Zustimmung der zuständigen Behörden.

Evonik nimmt im Silicageschäft als Lieferant für die Reifenhersteller und für die Farb- und Lackindustrie eine führende Position ein. Silica von Evonik finden zudem Anwendung als Fließhilfsmittel und Träger in der Lebensmittel-, Kosmetik- und Arzneimittelherstellung sowie bei der Produktion von Silikonen.

Mehr über Silica: https://youtu.be/HcyzTWONLL8

Silica von J. M. Huber kommen zum Beispiel in Zahnpasta zum Einsatz.

Foto: Shutterstock

Mehr ROHACELL® ➜ **Mehr Reifenkieselsäure ➜** **Mehr Biomaterialien ➜**

Ausbau bei ROHACELL®

Das Segment Resource Efficiency von Evonik baut am Standort Darmstadt sein Geschäft mit Hochleistungsschaumstoffen aus. Die Leistung der dortigen Anlage für Hochleistungsschaumstoffe der Marke ROHACELL® soll in einem ersten Schritt um 20 Prozent gesteigert werden. Evonik wird den Betriebs-

Eishockeyschläger mit ROHACELL®-Kern ermöglichen eine hohe Beschleunigung des Pucks.

komplex mit zusätzlichem Equipment für die Produktion ausstatten. Die Inbetriebnahme ist für die zweite Jahreshälfte 2017 geplant.

ROHACELL® hat in den vergangenen Jahren ein Wachstum im zweistelligen Bereich verzeichnet. Der extrem leichte Strukturschaum kommt als Kernmaterial in Sandwichbauteilen in der Luftfahrt, in Automobilen, Schiffen, Sportausrüstung, Elektronik und der Medizintechnologie zum Einsatz. Da sich die Bauteile dadurch schnell und effizient produzieren lassen, reduzieren sich auch die Produktionszeiten und -kosten für den Hersteller.

SEPAWA Innovation Award für Biotensid

Beim diesjährigen SEPAWA-Kongress in Fulda wurde Evonik mit dem Innovation Award 2016 in der Kategorie Tenside ausgezeichnet. Die Jury prämierte die herausragenden Reinigungseigenschaften und das ökologische Profil

Das Biotensid REWOFERM® zeichnet sich durch hervorragende Reinigungsleistung aus.

des Biotensids REWOFERM®. Das Sophorolipid ist ein leistungsstarkes Tensid und dabei außergewöhnlich mild auf der Haut. Es ist es sowohl unter aeroben als auch anaeroben Bedingungen leicht biologisch abbaubar und erfüllt alle Anforderungen des EU Ecolabel.

REWOFERM® wird von Hefen in einem ökologisch freundlichen Fermentationsprozess nur aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt (siehe elements 55). Mit einem Renewable Carbon Index (RCI) von 100 Prozent ist es das wohl nachhaltigste Sekundärtensid, das auf dem Markt erhältlich ist.

Reckanlage für Fliegwerkstoffe

Am hessischen Standort Weiterstadt errichtet Evonik eine Reck- und Polieranlage für PMMA-Fliegwerkstoffplatten. Damit komplettiert das Unternehmen sein Portfolio an gegossenen und gereckten PMMA-Platten für die Luftfahrtindustrie.

PLEXIGLAS® GS 249 gereckt für Passagierkabinenfenster

Gereckte PMMA-Platten weisen hohe Schlagzähigkeit und chemische Beständigkeit auf, was diesen Werkstoff für die hohen Anforderungen der Luftfahrtindustrie besonders geeignet macht. Die neue, weltweit modernste Anlage zur Herstellung gereckter PLEXIGLAS®-Fliegwerkstoffe wird in unmittelbarer Nähe zur bestehenden Produktion für gegossene PMMA-Blöcke errichtet, die als Vorprodukte des Reckprozesses dienen.

Die Investition ermöglicht es Evonik, als einziger Hersteller weltweit Platten in einem mehr als doppelt so großen Format wie bisher üblich zu produzieren. Diese werden unter anderem für größere Flugzeugfenster benötigt.

Professur für Karl Kuhmann

In Würdigung seiner langjährigen Lehrtätigkeit am Lehrstuhl für Kunststofftechnik (LKT) wurde Dr.-Ing. Karl Kuhmann zum Honorar-

Dr.-Ing. Karl Kuhmann (rechts) mit dem Präsidenten der FAU, Prof. Dr. Joachim Hornegger

professor der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg ernannt. Kuhmann ist bei Evonik im Geschäftsgebiet High Performance Polymers in Forschung und Entwicklung für die Verarbeitungstechnik verantwortlich. In der Lehre übernahm er an der FAU zunächst Vorlesungseinheiten mit dem Schwerpunkt der Spritzgießtechniken und etablierte anschließend gemeinsam mit Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer, Inhaber des Lehrstuhls für Kunststofftechnik, eine Vorlesung über „Werkstoffverbunde mit Kunststoffen".

Technologiepaket für Methionin

Evonik und das französische Unternehmen METabolic EXplorer (METEX) haben vereinbart, dass Evonik ein Technologiepaket von METEX übernehmen wird, um seine Biotechnologieplattform für Aminosäuren zu stärken. Das Paket umfasst die gesamte Technologie von METEX zur fermentativen Herstellung von Methionin inklusive der Patente, der wesentlichen Bakterienstämme und der Marke inoLa™.

Die Transaktion beinhaltet darüber hinaus eine Rücklizenzvereinbarung, die METEX die weitere Nutzung bestimmter Patente, die an Evonik zu transferieren sind, für Aktivitäten jenseits von Methionin erlaubt. Die Unternehmen wollen außerdem eine F&E-Kooperation für die Entwicklung biotechnologisch hergestellter Aminosäuren prüfen. Fermentativ hergestellte Aminosäuren sind eine wichtige Säule des Produktportfolios von Evonik für eine nachhaltige Tierernährung.

Baubeginn in Singapur

Mit einem symbolischen ersten Spatenstich markierte Evonik den offiziellen Baubeginn der zweiten World-Scale-Anlage zur Herstellung der Aminosäure DL-Methionin in Singapur. Der Anlagenkomplex soll eine Produktionskapazität von 150.000 Tonnen pro Jahr haben und 2019 in Betrieb gehen.

Mit dem neuen Produktionskomplex steigt die Jahreskapazität an DL-Methionin in Asien auf insgesamt rund 300.000 Tonnen, weltweit auf rund 730.000 Tonnen. Außer-

Spatenstich für den zweiten Methioninkomplex von Evonik in Singapur

dem wird die neue Anlage nicht nur Methionin, sondern alle strategisch wichtigen Vorprodukte herstellen. Damit sollen Produktqualität und Versorgungssicherheit garantiert werden.

Kooperation beim 3D-Druck

Evonik und HP Inc. intensivieren ihre Zusammenarbeit in der Entwicklung neuer Kunststoffpulver für den 3D-Druck. Das Spezialchemieunternehmen platziert mit VESTOSINT® 3D Z2773 als erster Materialhersteller ein zertifiziertes Produkt im „Open Platform Program“ von Hewlett Packard.

Die neuen Kunststoffpulver von Evonik überzeugen durch sehr gute mechanische Eigenschaften und sind FDA-geeignet. Das heißt, die auf Basis von VESTOSINT® gedruckten Bauelemente können von der Food and Drug Administration für den Kontakt mit Lebensmitteln zugelassen werden. Damit ist zum Beispiel der Einsatz additiver Fertigungstechnologien in der Lebensmittelproduktion denkbar, die aufgrund kleiner oder limitierter Mengen stets angepasst werden muss.

Der Deutsche Nachhaltigkeitspreis gilt als einer der renommiertesten Preise seiner Art in Europa.

FORSCHUNG FÜR NACHHALTIGKEIT

Für die Entwicklung eines neuen Produktionsverfahrens für thermoelektrische Generatoren (TEG) wurde Evonik mit dem „Deutschen Nachhaltigkeitspreis Forschung“ ausgezeichnet.

TEG wandeln überschüssige Abwärme in Strom um. Einem Team aus der Creavis, der strategischen Forschungseinheit von Evonik, und der Verfahrenstechnik ist es gelungen, die Herstellungskosten für TEG um bis zu 70 Prozent zu senken. Bei Kraftfahrzeugen können sie helfen, Lichtmaschinen zu entlasten und damit den Kraftstoffverbrauch zu senken.

Evonik wurde zudem in der Kategorie „Deutschlands nachhaltigste Großunternehmen 2016“ in die Top 5 nominiert, da Evonik – so die Begründung der Jury – durch die Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leiste.

Leichter, robuster, komfortabler

Gemeinsam mit seinem Partner Mentor Optical Limited, einem Brillenhersteller aus Hongkong, hat Evonik auf Basis des Hochleistungskunststoffs VESTAKEEP® PEEK ein neues Markenmodell Plasteel entwickelt.

VESTAKEEP® PEEK ermöglicht ein leichtes und hoch belastbares Brillengestell mit einem einzigartigen patentierten Kunststoff-Fassungsverschluss: Die Brille wiegt neun Gramm gegenüber 23 Gramm bei herkömmlichen Gestellen.

Plasteel-Brillen aus VESTAKEEP® PEEK

Die Stärke der Plasteel-Fassung kann bis auf 1,6 mm verringert werden, während sich die Dicke des Bügels bis auf 0,9 mm reduzieren lässt. Die Gestelle sind außerordentlich hoch belastbar und überstehen sogar einen 360°-Biegetest ohne Bruch, was die Brille vor allem im Sportbereich schützt und volle Konzentration auf den Sport ermöglicht.

Neue Anlage für Reifenkieselsäure

Evonik baut in South Carolina (USA) eine Anlage zur Herstellung von gefällter Kieselsäure für die Reifenindustrie. Die Kieselsäure wird für die Herstellung spritsparender Reifen mit gutem Nassrutschverhalten benötigt. Die Anlage im Weltmaßstab mit einem Investitionsvolumen von rund 120 Millionen US-$ soll 2018 fertiggestellt werden.

„Mit dem Bau der Anlage und der geplanten Akquisition des Silicageschäfts von Huber bauen wir unsere führende Marktposition als Anbieter für Kieselsäure weiter aus“, sagt Klaus Engel, Vorsitzender des Vorstandes von Evonik.

Durch den Einsatz von Kieselsäuren in Kombination mit Silanen können Reifen produziert werden, die durch einen deutlich geringeren Rollwiderstand im Vergleich zu herkömmlichen Pkw-Reifen zur Einsparung von Kraftstoff führen. Evonik bietet als einziger Hersteller beide Komponenten an.

Erweiterung für Biomaterialien

In Birmingham (Alabama, USA) und Darmstadt erweitert Evonik seine Produktionsstätten für die Herstellung biologisch abbaubarer Polymere, die weltweit unter den Marken RESOMER® und RESOMER® SELECT vertrieben werden. Diese Copolymere auf Milchsäurebasis (poly-lactic-glycolic-acid copolymers, PLGA) werden primär für die Herstellung bioabbaubarer Medizinprodukte sowie für parenterale Formulierungen mit kontrollierter Wirkstofffreisetzung verwendet.

In Birmingham beginnt Evonik 2017 mit dem Bau eines neuen Gebäudes neben der bestehenden Produktionsanlage. Dort entstehen außer zusätzlichen Fertigungskapazitäten auch Reinräume für die Produktion und ein Labor für die Polymerauftragsforschung. In Darmstadt wird die Fertigungskapazität um eine neue Produktionslinie erweitert.

Evonik-Labor in Birmingham

Fotos: Dirk Bannert, istockphoto, Evonik (3), Frank Fendler, Mentor Optical Limited, Universität Erlangen-Nürnberg

Die Auflagefläche eines Reifens ist ungefähr so groß wie eine Postkarte. Das reicht, um Fahrzeuge sicher auf der Straße zu halten.

SPAREN BEIM FAHREN

POLYVEST® ST senkt den Rollwiderstand von Reifen deutlich. Seine Entwickler wurden dafür mit dem Evonik-Innovationspreis 2016 ausgezeichnet.

Von Dr. Niko Haberkorn, Dr. Jürgen Herwig, Dr. Kai-Steffen Krannig, Dr. Caren Röben und André Wehmeier

Aufkleber zur Energieeffizienzklasse gehören für die Verbraucher heute zu Kühlschränken und Waschmaschinen wie der Hammer zum Nagel. Die Effizienzklassen A bis G charakterisieren in dieser Reihenfolge Geräte mit steigendem Energieverbrauch. Doch das Schema mit den sieben farblich abgestuften Pfeilen unterschiedlicher Länge ist nicht auf Haushaltsgeräte beschränkt. Seit Inkrafttreten einer EU-Verordnung Ende 2012 findet es im übertragenen Sinne auch bei der Klassifikation von Autoreifen Verwendung. In diesem Fall charakterisiert das Label auf getrennten Skalen die Kraftstoffeffizienz und die Nasshaftung der Reifen sowohl für Personenkraftwagen als auch für Nutzfahrzeuge. Ein drittes Kriterium des noch jungen EU-Labels, das Rollgeräusch, ist als Dezibelwert ausgewiesen.

Außer in Europa gibt es bereits vergleichbare Kennzeichnungen in Brasilien, China, Japan und Südkorea; auch in den USA ist eine ähnliche Klassifizierung in Vorbereitung. Experten gehen davon aus, dass in den kommenden Jahren weitere Länder nachziehen werden.

Seit der Einführung des Labels ist für die Käufer auf einen Blick klar, wie sich ein bestimmtes Reifenmodell auf den Kraftstoffverbrauch auswirkt. Und das ist gut so, denn die Reifen sind laut dem französischen Reifenhersteller Michelin für bis zu 20 Prozent der Energieverluste eines durchschnittlichen Pkw verantwortlich.

Weniger Rollwiderstand, mehr Nachhaltigkeit

Michelin hat hochgerechnet, dass der Rollwiderstand der Reifen deshalb die Ursache für erstaunliche vier Prozent der weltweiten Kohlenstoffdioxidemissionen bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe ist. Weniger Rollwiderstand bedeutet also mehr Nachhaltigkeit. Wobei der Reduktion natürliche Grenzen gesetzt sind. Schließlich sind die jeweils ungefähr postkartengroßen Auflageflächen der vier Reifen die einzige Verbindung des Fahrzeugs zur Straße.

Die Reifenhersteller, gerade die großen, international aufgestellten, haben daher ein großes Interesse daran, Reifen mit der höchsten Energieeffizienz anzubieten, ohne unnötige Kompromisse eingehen zu ➜

Grafik: C3 Visual Lab

➜ müssen. Das ist alles andere als trivial, wie das bereits stark vereinfachte magische Dreieck der Reifentechnologie zeigt: Die Eigenschaften Rollwiderstand, Nasshaftung und Lebensdauer beziehungsweise Abriebbeständigkeit lassen sich nicht gleichzeitig verbessern; vielmehr geht die Verbesserung einer der drei Eigenschaften in der Regel zulasten mindestens einer der anderen.

Zum Glück ist das Prinzip kein Naturgesetz, sondern nur Erfahrungswissen. Dass sich eine Eigenschaft verbessern lässt, ohne wesentliche Nachteile für die beiden anderen zu erzeugen, zeigte Michelin im Jahr 1992: Damals ersetzte das Unternehmen in den Laufflächen seiner „grünen" Reifen neben dem traditionellen Polymersystem den aktiven Füllstoff Carbon Black durch das Silica-Silan-System. Michelin konnte so den Rollwiderstand verringern, ohne dass Nasshaftung oder Lebensdauer darunter litten. In den vergangenen zwei Jahrzehnten sank durch diese Innovation der Rollwiderstand von Reifen um bis zu 30 Prozent.

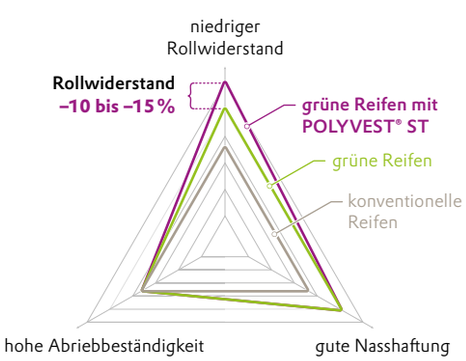
Dieser Durchbruch beruhte nicht einfach auf einem Austausch einiger Substanzen, sondern war eine grundsätzliche technologische Neuentwicklung. Während nämlich der als Matrixmaterial dienende Kautschuk und der Füllstoff Carbon Black beide unpolar sind, ist gefällte Kieselsäure polar. Daher interagiert sie nur relativ schlecht mit dem Kautschuk, sodass es zu unerwünschten Unverträglichkeiten kommt.

Deshalb sorgt ein Kopplungsreagenz dafür, dass sich die polare Oberfläche der Silicapartikel besser mit der unpolaren Kautschukmatrix verträgt. Dabei handelt es sich um organische Silane, die während der Herstellung der Reifengummimischung mit den polaren Gruppen an der Oberfläche der Silicapartikel reagieren. Dank dieser Hydrophobierung bildet sich bei der anschließenden Vulkanisierung eine chemische Verbindung zwischen Silica und Kautschuk. Solche Silica-Silan-Systeme sind heute der Standard für Reifen mit möglichst geringem Rollwiderstand bei gleichzeitig hoher Nasshaftung und langer Lebensdauer. Die Kunden haben diese Entwicklung begeistert aufgenommen: Allein seit 2010 ist der Anteil der grünen Reifen am gesamten Reifenmarkt um jährlich etwa 30 Prozent gewachsen.

Das magische Dreieck der Reifentechnologie

Reifen mit POLYVEST® ST können dank ihres geringeren Rollwiderstands den Kraftstoffverbrauch um bis zu zwei bis drei Prozent senken.

Quelle: Evonik



Die Kunst bei der Entwicklung energiesparender Reifen besteht darin, den Rollwiderstand zu senken, ohne Nasshaftung und Lebensdauer zu beeinträchtigen.

Weiterhin starke Nachfrage nach dem grünen Reifen

In einer 2015 veröffentlichten Analyse zum Weltmarkt für High-Performance-Pkw-Reifen kommt das Test- und Beratungsunternehmen Smithers Rapra zu dem Schluss, dass das Wachstum im besagten Segment weiterhin höher ausfallen wird als das Wachstum des gesamten Reifenmarkts. Hätten die Verbraucher High-Performance-Reifen früher allein wegen der Größe und der höheren erlaubten Geschwindigkeit gekauft, so gehe es inzwischen um Fahrkomfort, Fahrgeräusch und Kraftstoffeffizienz, notiert Smithers Rapra weiter.

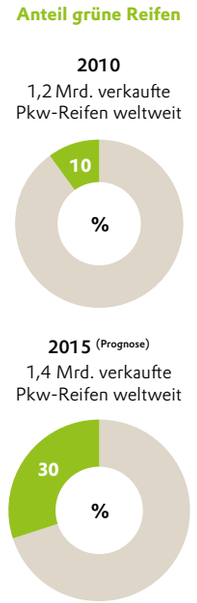
Evonik ist weltweit das einzige Unternehmen, das für die Kautschuk verarbeitende Industrie sowohl Silica (ULTRASIL® und AEROSIL®) als auch Silane (zum Beispiel Si 69®, Si 266® und Si 363™) produziert. Doch den Mitarbeitern des Spezialchemieunternehmens waren die Silica-Silan-Systeme nicht Fortschritt genug. In einem geschäftsgebietsübergreifenden, regelmäßig stattfindenden Workshop zur Zukunft des Reifens kam 2012 eine Idee auf, wie sich der Rollwiderstand noch weiter verringern ließe. Der Ansatz: Von Evonik produzierte flüssige Polybutadiene finden bereits in Reifen Verwendung, um andere Eigenschaften maßzuschneidern; könnten die Polymere nicht so modifiziert werden, dass sie auch die Eigenschaften der Silica-Silan-Systeme weiter verbessern? Dank der Kompetenz von Evonik in Sachen Reifentechnologie und Polymerdesign lautete die Antwort schon bald: ja. Das Resultat der Entwicklungsarbeiten ist nun als POLYVEST® ST verfügbar.

Der Name steht für ein flüssiges Polybutadien, dessen Funktionalitäten mit Silanen vergleichbar sind und an die Oberfläche der Silicapartikel binden können. Damit lässt sich die Polarität der Silicapartikel verringern, sodass sie gleichmäßig in der Matrix

Hohes Wachstum

Der Anteil von grünen Reifen am Gesamtumsatz der Reifenhersteller stieg in den vergangenen Jahren von zehn auf 30 Prozent.

Quelle: Evonik



Fotos: shutterstock, Evonik (3) | Grafik: C3 Visual Lab

verteilt werden. POLYVEST® ST erhöht so noch einmal die Verträglichkeit des Silica-Silan-Systems mit den Reifenkautschuken.

Das hat Evonik auch mit Materialtests belegt. In Verbindung mit dem Polybutadien sinkt der Rollwiderstand um etwa zehn bis 15 Prozent, was einer Kraftstoffersparnis bei einem typischen Pkw von bis zu zwei bis drei Prozent entspricht. Gleichzeitig bleiben Nasshaftung und Abriebbeständigkeit auf vergleichbarem Niveau wie bei Formulierungen auf der Basis von Silica-Silan-Systemen ohne POLYVEST® ST.

Von der Idee bis zum nun vorliegenden Produkt ist vergleichsweise wenig Zeit vergangen: 2012 begann das Evonik-Team mit den Voruntersuchungen, zu denen das Polymerdesign und die anschließende Herstellung und Prüfung der Vorprodukte im Labor gehörten. Dadurch wurde klar, dass der eingeschlagene Weg in die richtige Richtung führte. Es folgten weitere Modifikationen und Materialprüfungen, sodass die Entwickler 2015 das Produkt zum Patent anmelden konnten. Mithilfe von Schutzrechten ist Evonik in der Lage, das erworbene Know-how effektiv zu schützen.

Noch im selben Jahr begann die Bemusterung von Kunden, die innerhalb kurzer Zeit bereits zu einem positiven Feedback führte. Daraufhin wurde POLYVEST® ST auf Technikumslevel übertragen, um den Kunden weitere Test zu ermöglichen. Die Übertragung in den Produktionsmaßstab gelang zügig, da Evonik über geeignete Anlagen und die spezifische Produktionskompetenz verfügt. Das hohe Tempo spricht für das neue Produkt, denn in den meisten Fällen vergehen zwischen Bemusterung und der Produktion kommerziell relevanter Mengen mehrere Jahre.

Die Tests laufen nun parallel weiter, da die Formulierungen je nach Kautschukmischung der Kunden noch angepasst werden müssen. Denn in der Reifenindustrie hat jeder Hersteller seine eigenen Rezeptformulierungen und Mischprozesse, die sich im Detail unterscheiden. Wechselnde Anforderungen entstehen auch durch die angestrebten Reifenmodelle, die sich zum Beispiel in den Reifengrößen unterscheiden.

Reifen mit POLYVEST® ST in der Lauffläche werden in absehbarer Zeit auf den Markt kommen.

Reifenlauffläche bietet größtes Einsparpotenzial

Derzeit positioniert Evonik POLYVEST® ST als Produkt für die Reifenlauffläche, da diese den Rollwiderstand am stärksten beeinflusst. In den Richtformulierungen des Unternehmens hat POLYVEST® ST als Additiv einen Anteil von wenigen Gewichtsprozenten am Materialgemisch der Reifenlauffläche. Prinzipiell ist die Verwendung des flüssigen Polybutadiens in anderen Bereichen des Reifens denkbar, die ebenfalls – wenn auch in geringerem Maße – den Rollwiderstand beeinflussen.

Darüber hinaus könnte das Prinzip von POLYVEST® ST auch für andere Märkte interessant werden, etwa für den Bereich Mechanical Rubber Goods. Ein Vorteil ist zudem, dass das Produkt flüssig ist: Flüssigen Polymeren kommt im Gummimarkt eine wachsende Bedeutung zu, weil sie eine weich machende Wirkung auf die Mischung haben und dadurch aus Umweltgesichtspunkten unerwünschte Öle als Weichmacher teilweise ersetzen können.

Das Marktpotenzial des funktionalen Moleküls ist also verheißungsvoll. Zunächst konzentriert sich Evonik jedoch auf die Anwendung in der Lauffläche. Hier geht das Unternehmen davon aus, dass die Zusammenarbeit mit mehreren führenden Reifenherstellern in absehbarer Zeit Früchte tragen wird, sprich: entsprechende Produkte auf den Endkundenmarkt kommen.

Die Experten

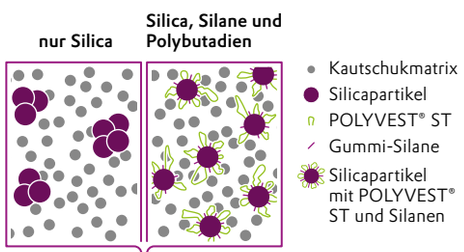
Dr. Kai-Steffen Krannig ist Laborleiter im Polybutadiene Competence Center von Evonik Resource Efficiency.
kai-steffen.krannig@evonik.com

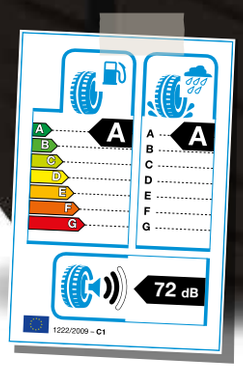
Dr. Niko Haberkorn ist im Geschäftsgebiet Coating & Adhesive Resins verantwortlich für die Anwendungstechnik von flüssigen Polybutadienen wie etwa POLYVEST® ST.
niko.haberkorn@evonik.com

André Wehmeier ist im Geschäftsgebiet Silica verantwortlich für die Rubber-Technology-Gruppe der Anwendungstechnik.
andre.wehmeier@evonik.com

Wie POLYVEST® ST in der Reifenlauffläche wirkt

Das neue Polybutadien verbessert die Kompatibilität von Kautschuk und Silica, sodass sich die Silicapartikel gleichmäßig in der Kautschukmatrix verteilen.





Kraftstoffverbrauch, Nasshaftung, Rollgeräusch – das EU-Reifenlabel macht diese Reifeneigenschaften für Verbraucher leicht vergleichbar.

TEST-STRECKE FÜR LACKE

Mit einer neuen, vollautomatischen Anlage zur Testung von Lackrezepturen kann Evonik die Suche nach der optimalen Formulierung deutlich verkürzen. Das Spezialchemieunternehmen beschleunigt so nicht nur das eigene Innovationstempo, sondern auch das der Kunden.

Durch die gesamte, 120 Quadratmeter große Anlage zieht sich ein Schienensystem zum Transport von Panels und Behältern.

Foto: Dirk Bannert

Von Claudia Bramlage und Ellen Reuter

Jedes Jahr kommen weltweit rund 40 Millionen Tonnen Lacke zum Einsatz: Sie schützen Oberflächen vor Korrosion, verleihen ihnen besondere Merkmale wie elektrische oder thermische Leitfähigkeit und verlängern die Langlebigkeit von Konsumgütern. Dabei steigen die Ansprüche an Beschichtungen ständig, und die Kunden müssen sich angesichts der stetig wachsenden Komplexität und des zunehmenden regulatorischen Drucks immer wieder neuen Anforderungen stellen.

Die Formulierung eines Lacks bewegt sich irgendwo zwischen Handwerk, Wissenschaft und Kunst. Denn neben der Hauptkomponente Bindemittel enthalten sie organische Lösungsmittel oder Wasser, häufig Pigmente und Füllstoffe, Katalysatoren und Co-Lösungsmittel sowie Additive; zudem stehen für jede Komponente unterschiedliche chemische Vertreter zur Verfügung. Die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Inhaltsstoffe ist deshalb gigantisch: Sollen bei der Entwicklung einer Lackrezeptur nur zehn Härter, zehn Bindemittel, zehn Pigmente und zehn Additive betrachtet werden, ergeben sich bereits 10^4 oder 10.000 Kombinationen. Variationen der Mengenverhältnisse sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.

»Unsere Kunden können ihre Lackrezepturen nun deutlich schneller entwickeln und optimieren.«

Ellen Reuter

Diesen Raum der Möglichkeiten vollständig abzudecken und alle Kombinationen und Mengenverhältnisse auf ihre Eigenschaften hin zu testen, ist in der Praxis ausgeschlossen. Umgekehrt setzt die systematische Suche nach der optimalen Lackrezeptur aber voraus, genau diesen Raum mit vertretbarem finanziellen und personellen Aufwand zumindest weitgehend zu erkunden – nur so bleibt nichts dem Zufall überlassen. Einen Ausweg aus diesem Dilemma haben die Lackexperten von Evonik nun mit dem Aufbau einer Hochdurchsatzanlage am Standort Essen gefunden, die exakt auf die Anforderungen bei Entwicklung und Formulierung eines Lacks abgestimmt ist.

Schneller zur perfekten Formulierung

Mit der Anlage hat sich Evonik zusätzliche Freiheitsgrade geschaffen, um treffsicher das Additiv oder Spezialbindemittel zu finden, das perfekt zu den anderen Komponenten und zum Einsatzzweck eines Lacks passt. Keine leichte Aufgabe: Additive zum Beispiel machen nur einen geringen Prozentsatz in der Formulierung aus, beeinflussen aber wesentlich die Eigenschaften eines Lacks. Sie beseitigen Schaum beim Auftragen der Beschichtung, verhindern, dass Farbpigmente verklumpen, und bewirken, dass sich Lacke thixotrop verhalten – dass sie sich gut applizieren lassen, aber beim Trocknen an senkrechten Flächen keine „Nasen“ bilden. Wieder andere erhöhen die Kratzfestigkeit einer Beschichtung. Damit steht eine Vielzahl von Additiven zur Verfügung, um eine Rezeptur zu perfektionieren. Erschwert wird die Suche nach optimalen Additiven auch dadurch, dass sie sich je nach chemischer Zusammensetzung gegenseitig in ihrer Wirkung beeinflussen.

Das erklärt den Wert der neuen Anlage: Sie ermöglicht es, systematisch in der gleichen Zeit viel mehr Formulierungen als bisher zu testen. Für die Kunden heißt ➜

➜ das, dass sie Lackrezepturen schneller optimieren und schneller entwickeln können. Damit sparen sie wertvolle Zeit bei der Markteinführung neuer Produkte.

Die Anlage ist gut zwei Meter hoch und nimmt eine Fläche von etwa 120 Quadratmetern in einem klimatisierten Raum ein. Sie dosiert Rohstoffe vollautomatisch und formuliert sie im ersten Schritt auf der sogenannten Formulierungsinsel zu Lacken. Im zweiten Teil der Anlage werden die Substrate, auch Panels genannt, mit den zuvor formulierten Lacken beschichtet, getrocknet und dann zur Prüfinsel transportiert. Dort werden die Eigenschaften der Formulierungen charakterisiert, sobald die jeweilige Lackformulierung ausgehärtet ist. Alle Schritte laufen vollautomatisch nach einem exakt definierten, jederzeit reproduzierbaren Programm ab – das ist die Stärke der Anlage.

Komplexe Arbeitsschritte voll automatisiert

Formulieren, beschichten, charakterisieren: Was einfach klingt, verlangt der Maschine eine Vielzahl komplexer Arbeitsschritte ab. Die Anlage besteht aus 52 Elementen, die zu 30 Funktionalitäten zusammengefasst sind. Jede Funktionalität steht dabei für das Lösen einer bestimmten Aufgabe, zum Beispiel eine Lackformulierung auf ein Panel auftragen. Verbunden sind die 52 Elemente über ein Schienensystem, das sich durch alle Anlagenteile zieht und auf dem per Shuttle Behälter und Panels transportiert werden. Hinzu kommen 13 Roboter, die verschiedene Tätigkeiten durchführen, wie Shuttle bestücken oder Panels in den Ofen legen.

Innerhalb von 24 Stunden können durchschnittlich 120 Proben auf der Anlage formuliert werden. Während sie auf ein Panel aufgebracht und charakterisiert werden, können die Experimente für ein neues Projekt gestartet werden. Daher auch die Bezeichnung Hochdurchsatzanlage oder High Throughput Equipment (HTE).

Das Dosieren und das Mischen der Rohstoffe sind besondere Herausforderungen für die Anlage. Ein Beispiel ist die Viskosität der eingesetzten flüssigen Rohstoffe, die stark differieren kann. Die Spanne reicht von extrem dünnflüssig bis zu so zähflüssig, dass die Stoffe erst erhitzt werden müssen, damit sie sich überhaupt dosieren und einfüllen lassen. Manche Flüssigkeiten können zudem Behälter- und Werkzeugmaterialien angreifen, indem sie sie lösen. Und auch pulverförmige Pigmente und Füllstoffe haben ihre Tücken: Sie unterscheiden sich in Schüttdichte und Rieselfähigkeit, was je nach Pulver korrektes Wiegen und Dosieren erschweren kann.

Während sich ein gut ausgebildeter Techniker schnell auf die jeweiligen Rohstoffe einstellt, ist das für eine vollautomatische Anlage eine schwierige Aufgabe. Die HTE-Anlage meistert sie vor allem dank einer gut durchdachten Software. Damit lassen sich alle notwendigen Parameter für die Dosierung einstellen. Bei Flüssigkeiten sind das unter anderem Druck, Temperatur und die Öffnungszeiten der Ventile, bei Pulvern dagegen die Geschwindigkeit der Dosierschnecke bei der Grobdosierung, der Bereich der Feindosierung und die Feindosierungsamplitude. In der übergeordneten Software RaceLab, die Evonik entwickelt hat, werden alle In- und Outputdaten, die für das Betreiben der Anlage benötigt werden, in einer Datenbank zusammengeführt.

120

Proben pro Tag kann die neue Hochdurchsatzanlage formulieren und testen.

Pluspunkte bei der Reproduzierbarkeit

Dank optimierter Technik dosiert die HTE-Anlage ausgesprochen zuverlässig und jederzeit reproduzierbar. Sie registriert eventuelle Abweichungen vom Sollwert und speichert sie. Damit lässt sich bei auffälligen Ergebnissen leicht nachvollziehen, ob es Unregelmäßigkeiten in den Arbeitsabläufen gab.

Die Stärken der Anlage zeigen sich auch bei Herstellung und Prüfung von Pigmentkonzentraten. Normalerweise müssen die Pigmente zeitaufwendig durch Mahlkörper zerkleinert werden. In der HTE-Anlage ist dafür ein spezieller Mischer im Einsatz, bei dem die doppelte Rotation des Mischbechers für eine deutlich schnellere Zerkleinerung und Dispergierung sorgt. Eine spezielle Luftkühlung verhindert überdies eine zu starke Hitzeentwicklung, die die Lackrohstoffe zerstören könnte. Die anschließende, im Labor bisweilen recht mühsame Abtrennung der Mahlkörper aus den zum Teil sehr viskosen Mischungen übernimmt in der HTE-Anlage eine Zentrifuge. Ein speziell entwickelter Filteradapter lässt das Lack-

Fertige Formulierungen aus unterschiedlichen Projekten

Präzise und sorgfältig: Ein eigens dafür konstruierter Roboter nimmt den Lack in einer Pipette auf, tropft ihn auf ein Panel und erzeugt durch Rakeln Lackschichten mit exakt definierter Dicke.

material durch und hält die Mahlkörper zurück; ein Roboter führt die notwendigen Bewegungen aus.

Um anschließend die Lagerstabilität eines Pigmentkonzentrats zu bewerten, verraten im Labor eine optische Kontrolle und der Einsatz eines Spatels, ob sich ein Bodensatz gebildet hat. Entsprechende optische und taktile Fähigkeiten auf eine Maschine zu übertragen erfordert enormen Aufwand. Die Entwickler der HTE-Anlage fanden eine andere Lösung: Ein Messkopf ermittelt, auf welchen mechanischen Widerstand er beim Absenken in die Probe trifft. So ersetzt ein objektiver Parameter die eher subjektive menschliche Beurteilung.

Ein weiterer Arbeitsschritt, der eine vollautomatische Anlage besonders herausfordert, ist das Aufrakeln einer Lackformulierung: Das Panel darf beim Auftragen nicht verrutschen, die Lackmenge muss der gewünschten Schichtdicke entsprechen, und die Umgebung darf nicht verschmutzt werden, um das nächste Panel nicht zu kontaminieren. Diese Aufgaben übernimmt ein eigens dafür konstruierter Roboter. Panel für Panel trägt er die exakt gleiche Lackmenge in der exakt gleichen Schichtdicke auf und reinigt die Rakel in unterschiedlichen Waschlösungen, bevor er die Prozedur wiederholt.

Vorteile bietet die HTE-Anlage auch beim Rub-out-Test zur Beurteilung der Pigmentstabilisierung. Im Labor wird dazu mit dem Finger über die frisch applizierte Lackschicht gerieben. Sind die Pigmente nicht ausreichend stabilisiert, führen die eingebrachten Scherkräfte zu einer sichtbaren Farbveränderung der geriebenen Fläche. Die Kunst bei diesem Test besteht darin, beim Reiben kein Material zur Seite zu schieben oder gar Fehlstellen in der Lackschicht zu verursachen. Bei der HTE-Anlage tritt an die Stelle dieses Fingerspitzengefühls eine genau abgestimmte Steuerung, deren Parameter per Software für jedes Lacksystem individuell einstellbar sind.

Die Stärken der HTE-Anlage

1
Arbeitet vollautomatisch, liefert **reproduzierbare Ergebnisse**, ist flexibel einsetzbar

2
Formuliert Lacke aus einer großen Vielfalt **verschiedener Rohstoffe**

3
Charakterisiert die **flüssigen Formulierungen** vor Applikation

4
Beschichtet **präzise** die Panels und trocknet bzw. härtet den Lack

5
Charakterisiert die fertigen Beschichtungen

6
Erzeugt stetig wachsenden **Datenpool** als Basis für künftige Analysen per Data Mining

Insgesamt entlastet die Anlage die Labormitarbeiter, weil sie langweilige Routinearbeiten übernimmt. Die Mitarbeiter können sich so auf die Planung der Experimente und die Auswertung der Daten konzentrieren.

Rund um die Uhr flexibel einsetzbar

RaceLab ermöglicht es, alle Arbeitsabläufe im Detail zu planen. Mit bis zu 600 Parametern lassen sich 40 verschiedene Arbeitsschritte in der HTE-Anlage genau definieren. Evonik kann so die einzelnen Schritte frei zu einem Arbeitsablauf kombinieren und unterschiedlichste Wünsche der Kunden bearbeiten. Die HTE-Anlage ist also extrem flexibel einsetzbar – und zwar rund um die Uhr.

Zudem erfasst RaceLab auch alle Messdaten und erlaubt die Auswertung komplexer Untersuchungsreihen – ein enormer Vorteil, da in der HTE-Anlage in deutlich kürzerer Zeit wesentlich mehr Daten produziert werden als bislang im Labor. Damit entsteht auch ein stetig wachsender Datenpool, der sich künftig mit Methoden des Data Mining analysieren ließe. Als Folge könnte vielleicht sogar die Zahl der notwendigen Experimente wieder reduziert werden. Denn dann würde Rechnerintelligenz anhand der bereits vorhandenen Daten extrapolieren, was im Raum der Möglichkeiten angetroffen wird oder zumindest, wo eine nähere Erkundung lohnt. Die Kunden können so mithilfe von Evonik und der HTE-Anlage das Innovationstempo noch einmal erhöhen.

Die Experten

Claudia Bramlage
claudia.bramlage@evonik.com

Ellen Reuter
ellen.reuter@evonik.com

Claudia Bramlage und **Ellen Reuter** sind im Innovation Management des Segments Resource Efficiency gemeinsam verantwortlich für den Betrieb der neuen HTE-Anlage.

Fotos: Evonik (2), Dirk Bannert (5)

DR. STEPHANIE WOHLGEMUTH

Die Strategie hinter der Chemie

Eigentlich wollte Dr. Stephanie Wohlgemuth nach der Promotion an der Universität bleiben. Jetzt arbeitet sie bei Evonik in der Konzernstrategie und stellt sich täglich neuen Herausforderungen.

Dr. Stephanie Wohlgemuth in der Konzernzentrale von Evonik in Essen

Abwechslung gehörte schon immer zum Leben von Dr. Stephanie Wohlgemuth: Bis zu ihrer Promotion in Chemie in Potsdam hatte die in Saudi-Arabien geborene Tochter eines Deutschen und einer Indonesierin schon in fünf Ländern gelebt. „Mein Vater musste für seine Arbeit bei einem deutschen Automobilhersteller viel reisen. Wir haben ihn bei jeder Station begleitet und so immer wieder neue Menschen und Kulturen kennengelernt“, erklärt Wohlgemuth. „Eine Vielfalt, die ich nicht aufgeben wollte – auch nicht im Beruf.“

Daher tauschte sich die Chemikerin während ihrer Promotion am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung stets mit internationalen Forschern aus und nahm regelmäßig an Konferenzen und Workshops teil – ursprünglich mit dem Ziel, eine Wissenschaftskarriere an einer Universität in den USA zu beginnen. „Dass Chemie in der Industrie so spannend sein kann, konnte ich mir nicht vorstellen“, sagt Wohlgemuth.

Vom Gegenteil konnte Prof. Stefan Buchholz, bei Evonik verantwortlich für die strategische Innovationseinheit Creavis, sie bei einer Konferenz zum Thema nachhaltige Chemie überzeugen: „Wir kamen ins Gespräch, und ich war begeistert, wie viele Bereiche und Aufgabengebiete Evonik vereint“, erinnert sich die 30-Jährige. „Rund 4.000 Produkte und Aktivitäten in mehr als 100 Ländern rund um den Globus – das hat mich beeindruckt.“

Kurz darauf begann sie 2013 bei der Creavis ihre berufliche Laufbahn mit einem Trainee-Programm. „Für mich der perfekte Einstieg“, findet Wohlgemuth. Denn dort hatte sie durch zahlreiche Projekte die Möglichkeit, an der Schnittstelle zwischen langfristig orientierter Forschung und Geschäft mit den Segmenten von Evonik zusammenzuarbeiten und viele Kollegen kennenzulernen. Sie konzipierte unter anderem den ersten Workshop „Science to Business“, übernahm Verantwortungen im Projekthaus Composites sowie im strategischen Controlling und engagierte sich in der Weiterentwicklung der Creavis im Projekt Creavis 3.0.

Entscheidungen immer wieder hinterfragen

„Ich habe gelernt, wie spannend es ist, strategische Entscheidungen zu treffen“, sagt Wohlgemuth. „Die Frage, in welche Aktivitäten wir künftig investieren, stand bei der Creavis immer im Mittelpunkt: Womit bleiben wir marktfähig und können unsere Kunden weiterbringen?“ Keine leichte Aufgabe: Immer wieder mussten Entscheidungen hinterfragt und an das schnelllebige Marktumfeld angepasst werden. „Dadurch war kein Tag wie der andere“, sagt Wohlgemuth. „Die vielfältigen Themen und die Zusammenarbeit mit kreativen, hochtalentierten Kolleginnen und Kollegen haben mich sehr motiviert und inspiriert.“

Nach einem projektbezogenen Aufenthalt in Taiwan übernahm sie als Business Analyst bei der Creavis die marktseitige Betreuung diverser strategischer Forschungsprojekte. Aufgrund der engen Kooperation mit den Segmenten hätte als nächster Schritt die Arbeit in einem Segment nahegelegen. Doch für die Chemikerin tat sich eine andere Option auf – der Wechsel in die Konzernstrategie. Diese berät den Vorstand in Hinblick auf die übergreifende strategische Ausrichtung des Konzerns: Wie soll das Portfolio langfristig aufgestellt werden? Passt das Vorgehen der Segmente zur Gesamtstrategie des Unternehmens? Was ist nötig, um Evonik nachhaltig erfolgreich zu positionieren?

In dem Zentralbereich kümmert sich Wohlgemuth als Strategiereferentin der Abteilung Konzernstruktur & Funktionsstrategie unter der Leitung von Peter Friesen-

»Meine Arbeit soll auch weiterhin so spannend und abwechslungsreich bleiben wie bisher.«

hahn schwerpunktmäßig um die konzernstrategische Betreuung der Technology & Infrastructure GmbH (TI). „TI bündelt Infrastruktur- und Technologiedienstleistungen und leistet mit rund 8.000 Mitarbeitern einen elementaren Beitrag zum Unternehmenserfolg“, betont Wohlgemuth. „Als Rückgrat der operativen Chemiesegmente unterstützt TI durch verlässliche Services und innovative Technologien.“

In ständigem Dialog bleiben

Als Ansprechpartnerin und Schnittstelle zum Vorstand informiert Wohlgemuth diesen regelmäßig über Entwicklungen innerhalb TI, gibt Einschätzungen und spricht Empfehlungen aus. Gegenüber TI hat sie außerdem eine „Check & Balance“-Funktion, das heißt, sie tauscht sich regelmäßig mit den Kollegen aus und unterstützt beim Dialog mit dem Vorstand.

Dazu gehört auch einmal im Jahr der Strategiedialog von TI. Bei diesem Treffen diskutieren Vertreter von TI mit dem Vorstand, wie sie ihre Leistungen noch besser an den Kundenbedürfnissen ausrichten können und wie TI konzernübergreifend zum Erfolg beitragen kann. Die zentrale Herausforderung: Die Services müssen ihre Wettbewerbsfähigkeit und Effizienz ständig weiterentwickeln und verbessern.

Ein strategisches Thema des Dialogs ist unter anderem Digitalisierung. Ein Beispiel im Bereich technische Services: vorausschauende Instandhaltung, auch Predictive Maintenance genannt. Hier geht es darum, Betriebs- und Maschinendaten zur Überwachung des übergeordneten Funktionszustands intelligent zu nutzen. Das Ziel: Anomalien, die kurz- oder mittelfristig zu ungeplanten Ausfällen führen könnten, erkennen und beheben. „Das erhöht die Anlagenverfügbarkeit, was zu geringeren Kosten und vor allem zu höherer Kundenzufriedenheit führt“, so Wohlgemuth.

Wenn die Chemikerin an ihre Auffassung während der Promotion zurückdenkt, muss sie schmunzeln. „Jetzt weiß ich, dass Chemie in der Industrie nie langweilig wird“, sagt Wohlgemuth. „Es gibt so viele Felder und Aufgaben, dass sich immer wieder neue, vielfältige Möglichkeiten ergeben.“ Wohin ihr Weg sie führt, weiß sie noch nicht; sie könnte sich einen Auslandsaufenthalt an einem anderen Standort von Evonik gut vorstellen. Nur eins steht für sie fest: „Meine Arbeit soll auch weiterhin so spannend und abwechslungsreich bleiben wie bisher.“

Foto: Frank Preuß

Die DNA-Doppelhelix: Basis für Kontinuität und Veränderlichkeit aller Lebensformen

FORSCHEN AM ERBGUT

Die Vermessung der Gene

Dass der Mensch in den Genpool von Flora und Fauna eingreift, ist nicht neu: Bereits vor 10.000 Jahren domestizierte er den Auerochsen und züchtete aus den wilden Tieren die diversen Hausrindrassen. Durch Auslese und Kreuzung verwandelte er Wildweizen in ertragreichere Nutzpflanzen und machte aus Wölfen Möpse. Aber ein exaktes Verständnis, was bei diesen Kreuzungen vor sich geht, hatte er nicht. Das entstand erst durch die junge Wissenschaft der Genomik: So wurde 1953 die DNA-Doppelhelix entdeckt, die erste vollständige Genomsequenz einer eukaryotischen Organelle 1981 publiziert, und die Kartierung des menschlichen Genoms gelang erst im Jahr 2003.

Diese Grundlagenforschung verschlang Hunderte Millionen €, brachte einige Nobelpreisträger hervor und bestellte das Feld für eine Revolution, die die Menschheit verändern wird: die gezielte Veränderung des Genoms. Die ersten Früchte dieser Arbeit: rasant fallende Preise für die Gensequenzierung. Kostete die Sequenzierung eines menschlichen Genoms 2007 noch rund zehn Millionen US-$, so ist sie heute schon für 1.000 US-$ zu haben. Die Preise könnten in den nächsten fünf bis zehn Jahren sogar auf unter zehn US-$ fallen. Der mögliche Nutzen: Durch den Vergleich dieser individuellen Baupläne des Lebens erhoffen sich die Forscher Erkenntnisse über das Zusammenspiel von genetischen Dispositionen.

Aber damit nicht genug: Mit der Entdeckung der CRISPR/Cas-Methode steht seit 2012 ein Werkzeug bereit, um die Genausstattung von Lebewesen gezielt zu verändern. Mit dieser Genschere lassen sich DNA und RNA einfach, genau und kostengünstig modifizieren. Damit steht die Tür offen, neue Arten von Arzneimitteln zu entwickeln, genetisch bedingte Krankheiten zu heilen oder synthetische Organismen zu entwickeln.

Mit den weitreichenden Veränderungen im Zeitalter der Genomik beschäftigt sich bei Evonik das Corporate-Foresight-Team der strategischen Innovationseinheit Creavis im Rahmen seines Fokusthemas „GameChanger". Das Ziel: Innovationschancen, aber auch Risiken für Evonik zu identifizieren. Eines steht jetzt schon fest: Die Genomik hat enormes disruptives Potenzial. Wo ihre Grenzen liegen und wo Grenzen gezogen werden müssen, wird sich in den kommenden Jahren zeigen, und die weitere Entwicklung wird einhergehen müssen mit einer intensiven ethischen Debatte.

Foto: shutterstock

Verknüpft Grundlagenwissenschaft und Anwendung zu erstklassiger Forschung: Prof. Dr. Robert Franke

FORSCHER UNTER FORSCHERN

Auch mit begrenztem Budget erstklassige Forschung betreiben? Prof. Dr. Robert Franke, Leiter der Hydroformylierungsforschung bei Evonik, beherrscht die Kunst: Er versteht es, interne und externe Kompetenzen wertsteigernd zu verknüpfen, und erhielt dafür als Best Open Innovator den CIO Award 2016 des Konzerns.

Forschung ist ein People Business“, sagt Prof. Dr. Robert Franke, „sie steht und fällt mit den beteiligten Personen.“ Soll die Zusammenarbeit zwischen Industrie- und Hochschulforschern gelingen, müssen die Partner auf Augenhöhe wissenschaftlich diskutieren können. Aber auch das Zwischenmenschliche muss stimmen. Sonst leiden Motivation, Engagement und Effektivität, so Frankes Erfahrung. „Allein mit einer Projektmanager-Attitüde kommt man nicht weit“, sagt der Chemiker, der seit 2009 die Forschung zu Hydroformylierung im Segment Performance Materials von Evonik verantwortet.

Das erfordert auch großen persönlichen Einsatz. Schon die Menge der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die es zu verfolgen und teilweise auch zu begutachten gilt, sprengt den Rahmen eines normalen Arbeitstages. Bei Frankes Aufgabengebiet sind das immerhin 100 bis 200 Veröffentlichungen pro Jahr.

Gerade diesen Veröffentlichungen kommt jedoch eine Schlüsselrolle zu. „Für uns als Unternehmen ist eine Kooperation erfolgreich, wenn sie uns hilft, unser Chemiegeschäft intelligent zu gestalten. Für unsere Partner drückt sich der Erfolg in Veröffentlichungen in renommierten Journals aus“, so Franke. Das gelte es zu akzeptieren und zu unterstützen. „Dass wir das tun, macht uns als Industriepartner attraktiv.“ Franke selbst ist für dieses Engagement jetzt mit dem Chief Innovation Officer (CIO) Award 2016 belohnt worden. Er hält innerhalb von Evonik derzeit den Rekord bei Veröffentlichungen mit Universitäten in renommierten Fachblättern.

Erst vor rund 20 Jahren – Jahrzehnte später als große Wettbewerber – ist Evonik in die Forschung zum Thema Hydroformylierung eingestiegen. Die Reaktion ist eine der wichtigsten industriellen Anwendungen der homogenen Katalyse. Sie wird eingesetzt, um aus Olefinen und Synthesegas Aldehyde zu gewinnen – Vorprodukte zum

Fotos: Bernd Thissen, Evonik, PR

»Für unsere Partner drückt sich Erfolg in Veröffentlichungen in renommierten Journals aus. Das zu akzeptieren, macht uns attraktiv.«

Prof. Dr. Robert Franke

Beispiel für Weichmacheralkohole. Jährlich werden mittels Hydroformylierung mehr als zehn Millionen Tonnen Produkte hergestellt, meist in riesigen Anlagen mit Kapazitäten von einigen Hunderttausend Tonnen. Evonik ist der größte Hersteller von C9-/C10-Weichmacheralkoholen in Europa.

„Wir hydroformylieren heute nur mit eigenen, unkonventionellen Prozessen und spielen auch wissenschaftlich in der ersten Liga", so Franke. Langjährige Forschungspartner sind das Leibniz-Institut für Katalyse e. V. (LIKAT) unter der Leitung von Prof. Dr. Matthias Beller in Rostock, Prof Dr. Dieter Vogt, University of Edinburgh, Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel von der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz sowie Prof. Dr. Peter Wasserscheid und PD Dr. Marco Haumann von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Viele explorative Forschungsprojekte waren nur durch öffentliche Förderung finanziell machbar.

Sie haben sich für Evonik ausgezahlt, erklärt Franke: „In Projekten wie ‚Nano' oder ‚Multi-Phase' wurden wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet. Anschließend haben wir intern entsprechende Produktionsprozesse entwickelt." So war beispielsweise „Nano" die Grundlage für die Nanofiltrationstechnologie des Geschäftsgebiets Performance Intermediates, „Multi-Phase" die Basis für einen neuen Versuchsreaktor, mit dem Evonik aktuell mögliche Prozessverbesserungen durch geänderte Reaktionsbedingungen untersucht. Aktuell laufen drei große Forschungsprojekte im Bereich Hydroformylierung.

Wissen zum Nachlesen

Die Einbindung in viele interne und externe Forschungsaktivitäten hat ein anderes Projekt Frankes ermöglicht: Zusammen mit Prof. Dr. Armin Börner, Professor für Organische Chemie an der Universität Rostock und Bereichsleiter Hydrierungen und Hydroformylierungen am LIKAT, hat er die zweibändige Monografie „Hydroformylation" verfasst. Das 2016 erschienene Werk soll die Brücke zwischen akademischer Forschung und industrieller Anwendung schlagen. Die letzte Monografie zum Thema stammte aus dem Jahr 2000.

Damit hat sich Franke schon jetzt ein Denkmal im Bereich Hydroformylierung gesetzt. Dabei hatte er gar nicht noch einmal „so tief schürfen wollen", als er 2008 die Leitung der Prozessentwicklung und des Technikums für Hydroformylierungsforschung in Marl übernahm. Der Forscher aus Passion hatte sich im Studium an der Ruhr-Universität Bochum der theoretischen Chemie zugewandt, weil er von dieser „Fundamentaldisziplin mit starkem mathematischen Aspekt" fasziniert war – ebenso wie von Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Werner Kutzelnigg.

Parallel belegte Franke auch Veranstaltungen in technischer Chemie, denn sein Ziel stand früh fest: eine Tätigkeit in der Industrie. Er wollte seine Wissenschaft konkret anwenden. Auch für technische Chemie gab es eine starke Forscherpersönlichkeit in Bochum: Prof. Dr. Manfred Baerns. „Beide Forscher waren Aushängeschilder der Uni", sagt Franke.

Obwohl es seine Jobchancen in der Industrie aus damaliger Sicht nicht gerade förderte, entschied sich Franke, die Diplomarbeit und anschließend auch die Dissertation bei Kutzelnigg anzufertigen. Als „totale Grundlagenforschung ohne jeden praktischen Bezug" bezeichnet er sein Dissertationsthema: die Berechnung relativistischer Korrekturen von Molekülen mit der direkten Störungstheorie. Es ging darum, Moleküleigenschaften mit extremer Genauigkeit auszurechnen. Dazu mussten Quantenmechanik und Relativitätstheorie unter einen Hut gebracht werden. Eine bis heute in Teilen ungelöste Aufgabe.

Faszination vor Karriereplanung

Nach seiner Promotion herrschte wieder einmal Flaute am Arbeitsmarkt für Chemiker. Kutzelniggs Angebot, bei ihm zu habilitieren, kam gerade recht. „Eigentlich darf man das nicht machen, es sieht im Lebenslauf unvorteilhaft aus", so Franke. „Aber es fiel mir schwer, mich der Faszination am Lehrstuhl zu entziehen." Und dann passierte das schier Undenkbare: Die Verfahrenstechnik der ehemaligen Hüls AG suchte einen theoretischen Chemiker mit technischem Hintergrund – etwas, was es eigentlich nicht gibt. So begann 1998 Frankes Laufbahn im späteren Evonik-Konzern mit dem Aufbau eines Labors für Computational Chemistry. Seine Lieblingsstation im Konzern: drei Jahre im Projekthaus Prozessintensivierung. Hier konnte er theoretische und technische Chemie verknüpfen und sich darin üben, Prozesse durch unkonventionelle Maßnahmen zu verbessern.

Heute kann er all seine Leidenschaften verbinden – Grundlagenwissenschaft und Anwendung, Forschung und Lehre. Denn Franke habilitierte 2002 in theoretischer Chemie an der Uni in Bochum und lehrt dort seitdem, erst als Privatdozent, seit 2011 als außerplanmäßiger Professor. 2015 kam ein Lehrauftrag an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster dazu. Sein Thema dort: Forschungsstrategien. Das gibt ihm die perfekte Gelegenheit, über das zu reflektieren, was seine Hauptaufgabe als Director Innovation Hydroformylation ist. Und zugleich die nächste Generation Industrieforscher zu prägen. ●

Forschen im Netzwerk

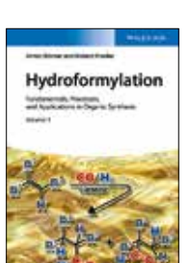
109

Partner – Universitäten, Forschungsinstitute und Firmen – umfasst das Evonik-Netzwerk Hydroformylierung.

>100

wissenschaftliche Publikationen hat Prof. Dr. Robert Franke bislang geschrieben.

Innovationspreis für eine starke Einzelleistung: der CIO Award



Armin Börner, Robert Franke: Hydroformylation. Fundamentals, Processes, and Applications in Organic Synthesis
Wiley-VCH, Weinheim 2016

ISBN 978-3-527-33552-7

UNTER FREMDER FLAGGE

Im amerikanischen Tippecanoe fertigt Evonik pharmazeutische Produkte für Mensch und Tier. Aber keines davon ist ein Produkt von Evonik.

Der US-Standort Tippecanoe von Evonik schreibt eine Erfolgsgeschichte in Sachen Auftragsfertigung von Pharmawirkstoffen.

Foto: Frank Preuß

Dieser Standort ist durch und durch typisch Evonik: höchster Standard in den Laboren, in der Produktion, bei der Sicherheit und an allen anderen Stellen, überall effiziente und moderne Fertigung. Und dieser Standort ist so überhaupt nicht Evonik: Hier wurde noch nie ein Produkt des Konzerns gefertigt. Tippecanoe in Lafayette im US-Bundesstaat Indiana arbeitet als CMO, als Contract Manufacturing Organization. Im Herzen der USA, des weltgrößten Markts für Medikamente, stellt das Werk im Auftrag der Kunden pharmazeutische Wirkstoffe her – unter Einsatz der Entwicklungs- und Herstellungskompetenzen von Evonik, einem der führenden Spezialchemieunternehmen der Welt.

Evonik übernahm das Werk 2010 von Eli Lilly, einem namhaften Arzneimittelhersteller. Eli Lilly wurde vom Besitzer zum ersten Kunden des Standorts und ist bis heute ein wichtiger Auftraggeber. Die Zahl der Kunden stieg innerhalb der vergangenen sechs Jahre von einem auf 20, Flexibilität und Agilität des Standorts wurden auf internationale Standards angehoben. Der Standort Tippecanoe gehört zum Geschäftsgebiet Health Care des Segments Nutrition & Care von Evonik.

Clive Whiteside, Vice President und seit 2013 Leiter des Standorts Tippecanoe, beschreibt die heutigen Stärken von Evonik auf dem CMO-Markt: „Wir haben viel mehr zu bieten als andere Anbieter – wir sind technisch vielseitiger, global breiter aufgestellt und finanzstärker als andere CMOs.“ Das resultiert daraus, dass Evonik eben kein Unternehmen ist, das typischerweise im Auftrag fertigt. „Unsere Stärke ist, dass Evonik Experten für alles hat. Unsere Kunden müssen sich nie sorgen, dass wir einen neuen Aspekt eines Auftrages nicht bewältigen können. Es gibt immer Fachleute im Unternehmen, die weiterhelfen können. Das unterscheidet uns vom Wettbewerb.“

20
Pharmaunternehmen lassen in Tippecanoe Wirkstoffe für ihre Arzneimittel fertigen.

»Wir tragen Verantwortung für die Menschen, die auf die Arzneien angewiesen sind.«

Todd T. Wetli, Leiter Qualität am Standort Tippecanoe

Qualität ist entscheidend

Viele Faktoren sind in diesem Wettbewerb wichtig, und einer ist unverzichtbar: Qualität. Qualität beim Produkt, Qualität bei der Fertigung, Qualität bei der Sicherheit. Alles andere als der höchstmögliche Standard wäre zu wenig. Dieser Qualitätsstandard unterliegt einer kontinuierlichen unabhängigen Überwachung: Nicht nur die strenge Food and Drug Administration (FDA) der USA führt regelmäßig Inspektionen am Standort durch, auch andere nationale und internationale Zulassungsbehörden kontrollieren vor Ort die Einhaltung der jeweiligen Vorschriften. Im Managementteam des Standorts ist dafür Todd T. Wetli zuständig, Qualitätsleiter in Tippecanoe. „Wir haben ein kompetentes und erfahrenes Team, das sich ausschließlich der Qualitätssicherung widmet“, sagt Wetli. Und er erläutert auch den Grund für diesen hohen Aufwand: „Wir tragen Verantwortung für die Menschen, die auf die Arzneien angewiesen sind. Das fängt bereits in der Produktion an.“

Die Fähigkeit, die Herstellung komplexer Moleküle verlässlich auf einen industriellen Maßstab zu übertragen, ist eines der Pfunde, mit denen Evonik auf diesem hart umkämpften Markt wuchern kann. Eine Reihe von Kunden sind mehr oder weniger hauptsächlich Forschungs- und Entwicklungseinheiten. Sie sind also in der Lage, ein innovatives Präparat im Labor herzustellen. Für die Überführung in den industriellen Maßstab nutzen sie dann die Kompetenzen von Evonik.

Verlässlichkeit schafft Vertrauen

Bryce A. Hufford, Director of Small Molecule Manufacturing, erläutert: „Wir arbeiten mit großen Pharmakonzernen zusammen, aber auch mit kleineren Forschungsunternehmen.“ Für jedes Molekül wird ein Verfahren entwickelt – und zwar von Anfang an. „Wenn Kunden kommen und wollen, dass wir ein spezielles Molekül für sie produzieren“, so Hufford, „dann arbeiten wir vom ersten Moment an daran, Vertrauen aufzubauen, dass wir das Projekt rechtzeitig und mit exakt den Spezifikationen liefern, die sie und schließlich auch die Patienten benötigen.“ ➜

Mithilfe modernster Analytik wird sichergestellt, dass die in Tippecanoe hergestellten Wirkstoffe den jeweiligen Spezifikationen entsprechen.

Seit dem Jahr 2000 werden am Standort Tippecanoe ausschließlich pharmazeutische Produkte hergestellt; seit 2010 unter der Flagge von Evonik.

➜ Zu den in Tippecanoe gefertigten niedermolekularen Wirkstoffen gehören hochpotente Wirkstoffe gegen Krebs. Standortleiter Clive Whiteside beschreibt die Verantwortung, die daraus erwächst: „Wir stellen Krebsmedikamente her, die Menschen Tag für Tag am Leben halten. In einem Fall sind wir im Moment sogar der einzige Produzent des Wirkstoffs. Das bedeutet, wir dürfen auf keinen Fall irgendwelche Produktionsprobleme haben. Niemals."

Zwar ist das Geschäft mit niedermolekularen Substanzen erst seit einigen Jahren ein attraktives Wachstumsfeld für Tippecanoe, doch die Fermentation ist hier ein Geschäftsfeld mit langer Historie. Bereits seit mehr als 50 Jahren wird am Standort fermentiert, alle Prozesse laufen nach den Richtlinien der Good Manufacturing Practices (GMP). Etwa 1.000 Fermentationen werden jedes Jahr durchgeführt. Die größten Fermenter fassen 250 Kubikmeter.

Kundenwissen wird geschützt

So selbstbewusst die Verantwortlichen in Tippecanoe mit den Leistungen ihres Standorts auftreten, so wortkarg werden sie, wenn es um die Namen und Produkte ihrer Kunden geht. Lediglich Eli Lilly wird genannt, da das Unternehmen als Vorbesitzer dem Standort treu geblieben ist und dort seit vielen Jahren unter anderem sein Krebsmedikament Gemzar produzieren lässt. „Alle Mitarbeiter haben verinnerlicht, dass wir die vertraulichen Informationen und das Know-how unserer Kunden schützen müssen", sagt Clive Whiteside. „Die Produkte, die wir hier herstellen, und die Produktionsmethoden, die wir anwenden, entsprechen dem aktuellen Stand der Forschung. Sie sind Schlüsselkomponenten in den Geschäftsmodellen unserer Kunden."

Evonik schützt das Wissen seiner Kunden ebenso sorgfältig wie das eigene. Für jedes Projekt gibt es ein festes Team. Dieses enge Verhältnis zu den Auftraggebern ist essenziell für den Erfolg: „Pharmaunternehmen sind sehr konservativ. Wenn du deinen Job gut machst, dann vertrauen sie dir und werden sich keinen neuen Partner suchen", so Whiteside. Und das Vertrauen ist groß. Die Faustregel lautet: Je komplizierter ein Projekt ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass Evonik den Auftrag bekommt. ●

Daten und Fakten

Standort: Lafayette im US-Bundesstaat Indiana

Mitarbeiter: rund 600

Gesamtfläche: 9,5 Quadratkilometer (1 Quadratkilometer Fabrikgelände, 4,5 Quadratkilometer Farmland, 4 Quadratkilometer Naturschutzgebiet)

Tippecanoe ist der Name des Landkreises, in dem das Werk liegt.

Fotos: Frank Preuß (3), Evonik

»ALLES ANDERE ALS DER HÖCHSTMÖGLICHE STANDARD WÄRE ZU WENIG«

Interview mit Dr. Andreas Meudt, der bei Evonik im Geschäftsgebiet Health Care den Produktbereich Exklusivsynthese leitet

Herr Meudt, fast überall gilt: Wo Evonik draufsteht, ist Evonik drin. In Tippecanoe produziert Evonik CMO im Auftrag Dritter. Ein Widerspruch?
Unser Standort Tippecanoe produziert Wirkstoffe und Vorprodukte für Pharmafirmen rund um den Globus. Es ist richtig, dass wir genau die Produkte herstellen, die die Kunden von uns haben möchten, aber der Mehrwert, den wir den Kunden bieten, geht weit über den spezifischen Wirkstoff hinaus: Evonik steht weltweit für überlegene Chemiekompetenz, höchste Qualität, absolute Liefertreue und hundertprozentige Zuverlässigkeit. Insofern ist auch in unseren Tippecanoe-Produkten Evonik „drin", und das ist auch der Hauptgrund, warum wir am Standort aktuell ein so starkes Wachstum verzeichnen.

Warum ist Evonik nicht mit eigenen Wirkstoffen am Markt?
In Tippecanoe haben wir uns auf die Herstellung von Substanzen spezialisiert, die unsere Kunden als Wirkstoffe in innovativen Medikamenten einsetzen. Um eine Zulassung zu erreichen, müssen die Sicherheit und die Wirksamkeit dieser Medikamente in aufwendigen klinischen Prüfungen nachgewiesen werden. Diese Testprogramme sind sehr, sehr teuer – eine komplette Arzneimittelentwicklung kostet durchschnittlich rund eine Milliarde US-$ –, und sie haben eine sehr geringe Erfolgsquote. Die Entwicklung von Pharmazeutika kann im Erfolgsfall sehr profitabel sein, ist aber mit einem sehr viel höheren Risiko behaftet als die Herstellung von Wirkstoffen im Auftrag der Kunden. Evonik hat aus guten Gründen entschieden, kein Pharmaunternehmen zu sein. Diese klare Botschaft an den Markt hilft uns auch, enge, vertrauensvolle Beziehungen zu unseren Kunden aufzubauen. Wir stehen nicht im Wettbewerb mit ihnen.

Welche Rolle spielt Tippecanoe in der Zusammenarbeit der Health-Care-Standorte?
Tippecanoe ist sehr gut mit anderen Standorten von Health Care vernetzt. Bei neuen Projekten entscheiden üblicherweise Evonik und der Kunde gemeinsam und abhängig von Kompetenzen und vorhandenen Anlagen, welcher Evonik-Standort der jeweils beste ist. Es gibt sogar eine Reihe von Produkten, die teilweise in Tippecanoe und teilweise an anderen Standorten, etwa in Hanau, hergestellt werden. Grund dafür ist, dass bestimmte Technologien nur in Tippecanoe und andere nur oder besser an anderen Standorten etabliert sind. Es wechseln auch immer mehr Mitarbeiter zwischen den verschiedenen Standorten, sodass unsere Organisation zu einem wirklich internationalen Team zusammenwächst. Nach nur wenigen Jahren bei Evonik ist Tippecanoe ein sehr wichtiger Teil der Organisation von Health Care geworden.

»Das Vertrauen unserer Kunden ist ein ganz zentraler Pfeiler unseres Erfolgs.«

Dr. Andreas Meudt

Know-how-Schutz im Sinne der Kunden wird großgeschrieben. Profitiert Evonik dennoch von den Erfahrungen, die in Tippecanoe gemacht werden?
Das Vertrauen unserer Kunden ist ein ganz zentraler Pfeiler unseres Erfolgs. Genau deshalb kehren immer mehr Kunden von asiatischen „Low-Cost"-Produzenten zurück zu verlässlichen Anbietern wie Evonik, die in jeder Hinsicht Qualität und Zuverlässigkeit garantieren. Dazu gehört natürlich auch der äußerst wichtige Schutz des Know-hows des Kunden. Daraus entstehen langfristige, bevorzugte Partnerschaften; sie sind die Grundlage für den gemeinsamen Erfolg von Pharmakunden und Evonik. In jedem Projekt, das wir übernehmen, klären wir frühzeitig, welches Know-how uns und welches dem Kunden gehört. So schützen und erweitern wir unser Know-how mit jedem Auftrag. Die enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden gibt uns auch Einblicke in ihre Bedürfnisse und Ziele. Dadurch sehen wir neue Trends und können sie umsetzen.

Woran arbeitet der Produktbereich Exklusivsynthese aktuell?
An vier Schwerpunkttechnologien. Beispiele sind hochpotente Wirkstoffe (High-Potency Active Pharmaceutical Ingredients, HPAPI) gegen Krebs und die Übertragung der einzigartigen Kompetenz von Evonik bei kontinuierlichen Verfahren auf die Pharmawelt. Speziell in diesen Bereichen ist das Interesse der Kunden sehr hoch.

Gibt es Berührungspunkte zwischen dem CMO-Geschäft und der übrigen Produktion?
Zu den Gemeinsamkeiten gehören auf jeden Fall die Exzellenz in Upscaling und Produktion sowie unsere Fähigkeit, nichtpharmazeutische Prozesse und Produkte auf Pharmaqualitätsniveau zu bringen. Hier gibt es auch gemeinsame Aktivitäten mit anderen Geschäften. Daraus entstehen immer wieder neue Ideen für unsere Kunden – wie hochreine Polyethylenglykole, die Evonik schon lange für nichtpharmazeutische Anwendungen herstellt und die wir nun auf den Pharmabereich ausweiten. Ein anderes Beispiel ist die Übertragung von kontinuierlichen Prozessen auf unser CMO-Geschäft.

Joachim Müller-Jung
(53) leitet seit 2003 das Ressort Natur und Wissenschaft der Frankfurter Allgemeinen Zeitung. Müller-Jung absolvierte in Heidelberg und Köln ein Biologiestudium, das er nach einem Forschungsaufenthalt in den Urwäldern Madagaskars mit einer Diplomarbeit über die Reptilienfauna der Insel abschloss. Parallel zum Studium forcierte er seine wissenschaftsjournalistische Berichterstattung für Agenturen, Zeitschriften und insbesondere als freier Mitarbeiter für die Kölnische Rundschau. Dort durchlief er ab 1993 ein zweijähriges Volontariat; anschließend wechselte er zur Frankfurter Allgemeinen Zeitung.

WAS ICH MIR VON DER WISSENSCHAFT WÜNSCHE

Joachim Müller-Jung

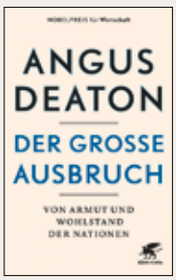
INTERVENTIONEN

Unsere Wissensvorräte wachsen Tag für Tag. Das ist eine wunderbare Sache, und sie könnte endlos so weitergehen. Aber der Fortschritt zum Besseren ist in diesem exklusiven Menschheitsunternehmen nicht programmiert. Und er ist nicht zum gesellschaftlichen Nulltarif zu haben, auch wenn die Steuermittel reichlich fließen. Wahre Größe könnte die Wissenschaft zeigen, wenn sie die soziale Verantwortung übernähme, die sie nach innen wie selbstverständlich für sich beansprucht. Deshalb wünsche ich mir, dass die Community ihre ausgetretenen Pfade des Dialogs öffnet und sich um die unüblichen, nicht im naturwissenschaftlichen Sinne wissbaren Belange stärker kümmert. Der sittliche Fortschritt darf dem Spezialisten nicht egal sein. Die Studienpläne aber tun noch immer so, als ob.

Jeder Fortschritt hat seinen Preis. Das gilt für die Wissenschaft, erst recht aber für ihren schwierigen „Sprössling", wie Hans Jonas die Technik trefflich beschrieb. Beide stehen heute an der Schwelle, gigantische kulturelle Brüche in gigantisch kurzer Zeit zu bewirken. Die Herrschaft über Daten, Gene und Köpfe, die sie damit auch dem ökonomischen Druck aussetzen, bringt epochale Veränderungen. Die Gesellschaft aber, die bei uns auch ein Wahlvolk ist, verunsichert das. Jetzt ist es an der Zeit, zum eigenen Schutz die Isolation zu überwinden. Wissen ist der Impfstoff der Demokratien gegen Populisten und Verschwörer. Er gehört nicht in die Hände einer kleinen Elite.

SACHBÜCHER

über Ungleichheit, die Grenzen der Entscheidung und das Bewusstsein des Oktopus



Wieso Fortschritt Ungleichheit erzeugt

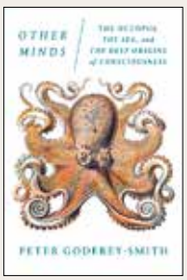
Healthy, wealthy and wise? Dass Wohlstand mit Wohlbefinden und sogar mit Weisheit einhergeht, wie es im englischen Sprichwort heißt, stellt Princeton-Professor Angus Deaton infrage. Für seine Forschung über den Zusammenhang von Konsum und Wohlstand erhielt der schottische Ökonom 2015 den Wirtschaftsnobelpreis. Heute sind die Menschen im Durchschnitt gesünder, wohlhabender, und sie leben länger als früher. Dennoch nimmt die soziale Ungleichheit zu. Deaton beschreibt, was notwendig ist, um mehr Fairness in die globale Wirtschaft zu bringen.

Angus Deaton:
Der große Ausbruch. Von Armut und Wohlstand der Nationen
Klett-Cotta, Stuttgart 2017

Warum das Bauchgefühl oft irrt

Vor fast 40 Jahren publizierten die israelischen Psychologen Daniel Kahneman und Amos Tversky Studien darüber, wie wir Entscheidungen fällen. Ihre Prospect Theory, für die Kahneman später den Wirtschaftsnobelpreis erhielt, zeigt, wie wenig wir in unbekannten Entscheidungssituationen unserer Intuition vertrauen können. Die daraus entstandene Verhaltensökonomie revolutionierte unter anderem die Umfrageforschung. Der amerikanische Wirtschaftsjournalist Michael Lewis beschreibt die Freundschaft zweier ungewöhnlicher Männer, die gemeinsam die Welt verändert haben.

Michael Lewis: Aus der Welt. Grenzen der Entscheidung oder Eine Freundschaft, die unser Denken verändert hat
Campus, Frankfurt am Main 2017



Was im Hirn des Kraken vorgeht

Wozu kosmische Welten erobern, um andere Formen der Intelligenz zu treffen? Der Philosoph Peter Godfrey-Smith meint, es reiche, einem Oktopus ins Auge zu schauen. Das ähnelt zwar dem des Menschen, doch den größten Teil ihres Gehirns tragen die tausendmal so alten Wesen auf ihren acht Armen. Die Tiere sind intelligent, verspielt und sozial, erinnern sich und können planen – all das ohne Sprache. Der Ursprung des Bewusstseins, so der Autor, liege im Meer, und seine Erforschung könnte Anstöße für die künstliche Intelligenz geben.

Peter Godfrey-Smith:
Other Minds. The Octopus, the Sea, and the Deep Origins of Consciousness
Farrar, Straus and Giroux, New York 2016

DAS COVER #58

Dass Hühner jemals probiotische Joghurts zu sich nehmen werden, ist eher unwahrscheinlich. Aber Probiotika könnten ein Baustein sein, um den Einsatz antibiotischer Wachstumsförderer in der Hühnermast zu reduzieren. Evonik entwickelt mit Partnern ein Simulationsmodell für den Hühnerdarm, um die Wirkung von Probiotika zu untersuchen.

Fotos: Wonge Bergmann, PR (3)

Impressum

Herausgeber
Evonik Industries AG
Dr. Ulrich Küsthardt,
Christian Schmid
Rellinghauser Str. 1–11
45128 Essen

Objektleitung
Urs Schnabel

Beratung und Konzept
Manfred Bissinger

Chefredaktion
Dr. Karin Aßmann
(V. i. S. d. P.)

Redaktion
Annette Locher
Dr. Bernd Kaltwaßer

Redaktionelle Mitarbeit
Christoph Bauer
Dr. Frank Frick
Christa Friedl
Nadine Nösler
Björn Theis
Michael Vogel

Chef vom Dienst
Dr. Sebastian Kaiser

Redaktionelle Beratung
Tom Rademacher
Dr. Edda Schulze
Dr. Petra Thorbrietz

Wissenschaftlicher Beirat
Dr. Felix Müller
Dr. Joachim Venzmer

Bildredaktion und Layout
C3 Creative Code and Content GmbH

Agentur
BISSINGER[+] GmbH
Medien und Kommunikation
An der Alster 1
20099 Hamburg
info@bissingerplus.de

Druck
Griebsch & Rochol Druck GmbH, Oberhausen

Copyright
© 2017 by Evonik Industries AG, Essen. Nachdruck nur mit Genehmigung der Agentur. Der Inhalt gibt nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers wieder.

Kontakt
elements@evonik.com

*** … WIE EVONIK DIE GESUNDHEIT IM HÜHNERSTALL FÖRDERN WILL**