


DIE JURY:

Dr. Helmut Schönenberger: CEO Unternehmung Venture Capital Partners GmbH und UnternehmerTUM GmbH.

Prof. Dr. Marion A. Weissenberger-Eibl: Leiterin Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.

Prof. Dr. Orestis Terzidis: Leiter Institut für Entrepreneurship, Technologiemanagement und Innovation (EnTechnon) am Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

Prof. Dr. Tobias Kraus: Leibniz-Institut für Neue Materialien INM, Leiter Strukturbildung, stv. Leiter Innovationszentrum INM.

Unsere **Visionäre**

Niemand muss jung sein, um innovativ zu sein. Aber wer jung ist, sieht die Zukunft anders. Der Blick auf die Welt ändert sich schon allein deshalb, weil man weiß, dass man das Jahr 2050 mit einiger Wahrscheinlichkeit noch erleben wird.

Seit sechs Jahren veranstalten wir daher den **Wettbewerb „Innovatoren unter 35“**, um die besten Ideen dieser Menschen zu finden. Hier sind die Gewinner. Von Anlagen, die Kohlendioxid in Sprit verwandeln; über Software

für Quantencomputer, um bessere Medikamente und umweltfreundlichere Materialien zu finden; bis hin zu Raketentriebwerken aus dem 3D-Drucker – auf den folgenden Seiten stellen wir sie vor.

Sie können alle Gewinner zur Preisverleihung am **6. September in Berlin** treffen. Sie findet auf der StartupNight statt, der Eintritt ist kostenlos.

Anmeldung und weitere Informationen: **www.heise-events.de/tr35**

Europas SpaceX

Ganze Satelliten-Schwärme sollen künftig die Erde umkreisen. Daniel Metzler (27) entwickelt die Rakete dazu – in München.

Als Start-up tut man gut daran, große Ziele zu haben – und diese auch entsprechend selbstbewusst zu verkünden. Isar Aerospace, ein junges Raumfahrtunternehmen, Anfang 2018 von Daniel Metzler gemeinsam mit zwei Studienfreunden gegründet, ist da keine Ausnahme. Folglich behauptet Isar Aerospace auch nichts Geringeres als: „Wir sind Europas SpaceX.“

Aber eine gewisse Portion Größenwahn ist bestimmt nicht hinderlich, will man ein Raumfahrtunternehmen aufbauen. Wie das kalifornische Vorbild wollen auch Metzler & Co. eine Rakete entwickeln, bauen und startbereit machen – nur nicht von Los Angeles aus, sondern von Gilching. Dort, vor den Toren Münchens, unweit des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen, soll Spectrum entstehen, eine Trägerrakete für kleine Nutzlasten. „Made in Munich“, wie Isar Aerospace stolz betont. Der Markt für Satelliten ist in Bewegung – und damit auch die Nachfrage nach passenden Transportmöglichkeiten ins All. Bis vor wenigen Jahren waren Satelliten meist Spezialanfertigungen: groß, schwer, teuer. Die Ariane 5, Europas Vorzeigerakete, kann 16 Tonnen in eine niedrige Erdumlaufbahn wuchten – oder knapp elf Tonnen in den sogenannten geostationären Orbit, wo die dicken Brummer unterwegs sind, die Fernseh- und Telekommunikationssatelliten.

Solche Kolosse gibt es zwar noch immer, deren Starts sind zuletzt aber deutlich zurückgegangen. Stattdessen sind kleine Satelliten im Kommen, die in deutlich geringeren Höhen um die Erde kreisen sollen. Weil ihr Blickwinkel geringer ist, sind entsprechend mehr Exemplare für eine breite Abdeckung nötig. Bis zu ein paar Tausend wollen Anbieter daher in sogenannten Konstellationen betreiben. Das Start-up Planet aus dem Silicon Valley verfügt zum Beispiel über eine Flotte aus gut 140 Erdbeobachtungssatelliten, von denen keiner schwerer als 150 Kilogramm ist. SpaceX hat gerade mit dem Aufbau einer Konstellation begonnen, die das Internet aus dem All in jeden Winkel der Erde bringen soll.

Das Unternehmen Oneweb, an dem unter anderen Airbus beteiligt ist, versucht das Gleiche. Seine Satelliten, etwa 150 Kilogramm schwer, sollen schon bald in Florida wie Autos vom Band rollen. Ein bis zwei Stück pro Tag. „Wenn man Satelliten hat, die nur noch 500 oder 1000 Kilogramm wiegen, braucht man keine Trägerrakete für 20 Tonnen, sondern eine, die dafür maßgeschneidert ist“, sagt Metzler. „Genau daran arbeiten wir: der perfekten Rakete für Satellitenkonstellationen.“

Bis zu eine Tonne soll Spectrum, das schlanke, 27 Meter lange Geschoss von Isar Aerospace, in eine niedrige Erdumlaufbahn bringen. Die Gilchinger Ingenieure sind damit nicht allein: Knapp hundert Raketenprojekte für kleine Satelliten, die allermeisten noch in der Entwicklung, hat die amerikanische Wagniskapitalgesellschaft SpaceFund zusammengetragen und bewertet. Überwiegend peilen die Unternehmen aber geringere Nutzlasten an. In der 1000-Kilogramm-Klasse von Isar Aerospace sieht es dünn aus. „In Europa haben wir in unserem Nutzlastsegment überhaupt keine Konkurrenten, da bespielen wir einen aktuell unbedienten Markt“, sagt Metzler. Als Investor an Bord ist unter anderem der ehemalige SpaceX-Manager Bulent Altan. „Sie bauen nicht einfach nur eine weitere Mikro-Rakete, sondern – was ich für ein viel relevanteres und ehrgeizigeres Ziel halte – eine Trägerrakete mittlerer Größe“, erklärt er.

Dennoch muss sich IsarAerospace strecken. Denn aus den USA gibt es durchaus Konkurrenz, darunter die Start-ups Firefly und Relativity Space. Relativity versucht, seine Rakete beinahe komplett im 3D-Drucker herzustellen. Und Firefly hat das eigene Triebwerk bereits auf dem Teststand gezündet – ein Ziel, auf das die Gilchinger Entwickler noch hinarbeiten. Die Analysten des SpaceFunds, die Technik, Team und finanzielle Ausstattung untersuchen, sehen die US-Konkurrenten

daher vorn. Im hauseigenen „Reality Rating“, bei dem Raketenbauer mit bis zu neun Punkten bewertet werden, erhalten Firefly sieben Punkte und Relativity sechs Punkte – obwohl der 3D-Druck einer gesamten Rakete sehr komplex ist. Isar Aerospace kommt nur auf drei Punkte. Bei jungen Firmen sei dies allerdings nichts Ungewöhnliches, heißt es



Foto: Handout/Metzler, Isar Aerospace

beim SpaceFund. Sie hätten noch die Chance, ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis zu stellen.

Auch die großen Raketenbauer versuchen, sich auf den Markt der Mini-Satelliten einzustellen. Europas Ariane 6, die derzeit entwickelt wird, soll einen Adapter erhalten, mit dem sie bis zu 100 kleine Satelliten auf einmal transportieren kann. SpaceX wiederum hat im vergangenen Dezember im Zuge einer Mission namens SmallSat Express 64 Satelliten auf einen Schlag ausgesetzt.

Metzler hält insbesondere solch bunt zusammengewürfelte Missionen für keine überzeugende Idee. „Der Aufwand bei so etwas steigt enorm“, sagt er. Denn einzelne Satelliten einer Konstellation sind nicht unbedingt in ähnlichen Orbits unterwegs. Damit schrumpft der Vorteil des Massentransports. Die Logistik wird komplizierter, Satellitenbetreiber müssen unter Umständen lange warten, bis genügend Mitflieger zusammenkommen, und sie müssten bei ihrer gewünschten Umlaufbahn Rücksicht auf die anderen Satelliten nehmen, was gegebenenfalls zusätzlichen Treibstoff erforderlich macht.

Der Raumfahrtingenieur setzt daher auf Kunden, die schneller und flexibler starten möchten, und die dafür gern etwas mehr Geld ausgeben. Wobei der Unterschied groß ist: Etwa 55 Millionen Euro kostet die Falcon 9 von SpaceX laut Preisliste – macht pro Satellit weniger als eine Million Euro. Ein Start der Spectrum, die bei einer vergleichbaren Mission zwei oder drei Satelliten mitnehmen könnte, soll hingegen 10 bis 15 Millionen Euro kosten.

Während Metzler ausführlich über das Geschäftsmodell plaudert, hält er sich beim Thema Technik – auch das gehört bei Start-ups wohl dazu – äußerst bedeckt. Welcher Treibstoff im Triebwerk zum Einsatz kommen soll, dem Herzstück von Isar Aerospace und Kernkompetenz der Gründer, die bereits als Studenten an der TU München Triebwerke entwickelt haben, will Metzler nicht verraten. Es sei ein „leichter Kohlenwasserstoff“,

der gemeinsam mit flüssigem Sauerstoff verbrannt werden solle. Alles Weitere werde zu gegebener Zeit veröffentlicht.

Methan, das zu dieser Stoffklasse gehört, gilt derzeit als angesagter Kandidat unter Raketenbauern. Es ist leichter zu handhaben als flüssiger Wasserstoff, der auf minus 253 Grad Celsius gekühlt werden muss, bietet aber fast gleich viel Schub. Verglichen mit Kerosin, das unter anderem bei SpaceX zum Einsatz kommt, ist es sogar leistungsfähiger. Methan braucht wegen seiner geringeren Dichte allerdings größere Tanks und somit mehr Startmasse. Um das Problem des höheren Tankgewichts wettzumachen, will Isar Aerospace die Dichte mit „stark unterkühlten Treibstoffen“ nach oben treiben.

Weite Teile des Triebwerks sollen zudem aus dem 3D-Drucker kommen. „Durch die additive Fertigung können wir die Bauzeit – verglichen mit konventionellen Anlagen – von mehreren Monaten auf zwei Wochen reduzieren“, sagt Metzler. Das spare Zeit. Und Geld. Dass so etwas prinzipiell möglich ist, haben Ingenieure des DLR Anfang des Jahres gezeigt. Ihr experimentelles, vollständig 3D-gedrucktes Triebwerk konnte fast zehn Minuten lang erfolgreich auf dem Teststand betrieben werden.

In Gilching soll das komplette Triebwerk Anfang 2020 auf einem Teststand Feuer spucken. Auf welchem? Verschlussache. Ende 2021 ist dann der Jungfernflug der Rakete geplant. Von wo? Irgendwo in Europa. Anfang 2022 soll es schließlich losgehen mit Flügen für Kunden, von denen nach Angaben des Start-ups schon Absichtserklärungen über 230 Millionen Euro vorliegen.

Es ist ein ambitionierter Plan, bei dem noch viel dazwischenkommen kann. Doch auch SpaceX, das große Vorbild, ist für mitunter unrealistische, mehrfach verschobene Zeitpläne bekannt. Insofern passt das selbstbewusste Motto von Isar Aerospace dann irgendwie doch wieder.

ALEXANDER STIRN



Foto: Angiolutions

Stütze für die Schlagader

Gefäßweiterungen der großen Bauchschlagader sind lebensbedrohlich, aber bisher nur schwierig zu behandeln. Isabel Schellinger (31) entwickelt mit ihrem Start-up Angiolutions einen Stabilisator für das Blutgefäß.

TR: Bauchorten-Aneurysmen kennt man lange und eigentlich gut – was haben Sie gesehen, was andere Ärzte nicht gesehen haben?

ISABEL SCHELLINGER: Die Schlüsselbeobachtung haben mein Kollege Uwe Raaz und ich bei Ultraschalluntersuchungen gemacht. Es hat uns irritiert, dass das Aneurysma hart und prall ist. Am Ende ist das banale Physik, aber sie hat uns näher hinsehen lassen. Wir haben festgestellt, dass dort, wo das Aneurysma beginnt, ein „Bordstein“ ist. Davor ist das Gefäß sehr viel weicher. Wir glauben, dass diese Steifigkeitsunterschiede das Wachstum begünstigen, weil starke mechanische Kräfte an dem Übergang wirken.

Weshalb sind Bauchorten-Aneurysmen so gefährlich?

Die Bauchorta ist unsere Hauptschlagader, und Aneurysmen können

dazu führen, dass sie platzt. Es überleben nur um die 10 bis 20 Prozent der Leute, die ins Krankenhaus kommen. Vor dem Platzen verursachen die Aus-sackungen keine Beschwerden und sind oft Zufallsbefunde.

Wie wollen Sie dem entgegenwirken? Ihr Adapter sieht aus wie die bekannten Gefäß-Stents.

Ein Stent funktioniert wie eine Art Röhre, um ein Gefäß aufzuhalten. Diese Funktion spielt für uns keine Rolle. Unseren Adapter schmiegen wir von innen an die Gefäßwand, sodass die Steifigkeitsunterschiede ausgeglichen werden. Er sieht wie ein flexibles Gitter aus, die Materialeigenschaften stabilisieren das Gefäß im Bereich des Aneurysmas. Über das Material darf ich leider aus patentrechtlichen Gründen keine genauen Auskünfte geben.

Die bisherige Therapie ist, gefährlich große Aneurysmen durch Gefäßprothesen zu ersetzen. Wäre es nicht das Beste, das bei allen zu tun?

Nicht jedes kleine Aneurysma wird gefährlich. Sie werden erst kritisch, wenn sie eine Größe von etwa fünf Zentimetern erreicht haben. Solange wird nicht behandelt, sondern nur beobachtet. Das bedeutet aber, dass Patienten mit kleinen Aneurysmen um ihre potenziell lebensbedrohliche Erkrankung wissen – aber nicht, wann sie bedrohlich wird. Diesen Patienten wollen wir helfen.

Wie weit sind Sie?

Wir sind noch im Tierversuch. Die Endergebnisse werden uns sagen, ob wir es in Menschen verwenden können. Wir sind zuversichtlich, dass in wenigen Jahren unser erster Adapter eingesetzt wird.

Entwicklungen im Medizinbereich sind sehr teuer. Wie finanzieren Sie das?

Wir haben großes Glück gehabt, dass viele Leute sich in der Idee wiedergefunden haben. Wir haben Förderungen des Deutschen Zentrums für Herz-Kreislauf-Forschung bekommen und sind letztes Jahr als erstes deutsches Unternehmen in den Texas Medical Center Accelerator aufgenommen worden. Das Texas Medical Center ist das größte Krankenhaus der Welt, zehnmal so groß wie die Charité, mit zehn Millionen Patienten pro Jahr.

Worin sehen Sie künftig Ihre Rolle?

Wir wollen kein Unternehmen mit einem Produkt bleiben. Ich bezeichne mich gern als „Clinical Inventor“. Ich glaube, dass eigentlich jeder, der im Medizinsystem arbeitet und die Augen offenhält, ein toller Erfinder sein kann und man diese Ideen nur umsetzen muss.

INTERVIEW: JO SCHILLING

Greenwashing – aber richtig

Tim Böltken (34) verwandelt klimaschädliche Abgase in wertvolle Rohstoffe.

Economy of scale – die Masse macht's. Dieses Mantra der Industrie hat Tim Böltken bewusst durchbrochen. „Natürlich macht es Sinn, chemische Produktionsanlagen möglichst groß zu planen, wenn ausreichend Rohstoffe vorhanden sind“, sagt er. Doch gerade in der petrochemischen Industrie gibt es unzählige Stellen, an denen Abgase in so kleinen Mengen anfallen, dass sich die Verwertung nicht lohnt. Deshalb lässt man sie entweichen oder abfackeln, wodurch sie den Klimawandel anheizen. Böltken will die Abgase mit Wasserstoff zu nützlichen Kohlenwasserstoffen machen – Sprit für Autos und Flugzeuge, synthetisches Erdgas oder Wachse für die Kosmetikindustrie. Am Karlsruhe Institute of Technology hat er dazu mit seinen Partnern Paolo Piermartini und Philipp Engelkamp das großindustrielle Fischer-Tropsch-Verfahren miniaturisiert, das 1925 zur Verflüssigung von Kohle entwickelt wurde. Die Reaktoren besitzen dazu hochaktive Katalysatoren mit einer speziellen Mikrostruktur, die eine große Reaktionsfläche bietet. Sie lassen sich in einen Schiffscontainer einbauen – optimal für den Transport und den dezentralen Einsatz. 2016 gründeten Böltken und seine Partner die Firma Ineratec. Inzwischen beschäftigen sie 27 Mitarbeiter und haben neun Module ausgeliefert. Kunden sind Betreiber von Chemieparcs oder Versorger wie die schweizerische Energiedienst AG, die in Laufenburg gerade eine Ineratec-Anlage installiert. Mit einer elektrischen Leistung von gut einem Megawatt wird sie bis zu 500 000 Liter E-Diesel pro Jahr herstellen. „Sinnvoll ist das aber nur, wenn der Wasserstoff mit erneuerbaren Energien gewonnen wird“, erklärt Böltken. In Laufenburg stammt der Strom dazu aus dem lokalen Wasserkraftwerk, das Kohlendioxid aus Biogasanlagen. „Dieser E-Diesel ist quasi flüssiger Strom, der mit wesentlich höherer Energiedichte gelagert und transportiert werden kann als mit Batterien“, sagt Böltken. Weil die Anlagen modular sind, lässt sich ihre Kapazität gut anpassen. So könnte Ineratec zu einem maßgeblichen Baustein der Energiewende werden. Ab 2021 will es die Module in Serie produzieren.

WOLFGANG RICHTER



Foto: dpa Picture-Alliance/Marjjan Murat

Daniel Leidner (im Hintergrund) mit „Rollin' Justin“.



Foto: DLR

Roboter für All und Altenpflege

Daniel Leidner (32) hat Robotern beigebracht, selbstständig zu handeln – etwa auf Raumfahrtmissionen.

Der Job von Daniel Leidner klingt wie ein wahr gewordener Jungentraum. Der 32-Jährige arbeitet mit menschenähnlichen Maschinen, die groß und stark sind, schlau und feinfühlig. Und er hat mit Astronauten zu tun, die zur Internationalen Raumstation ISS fliegen, sich von dort bei Leidner melden und seine Wünsche erfüllen.

Meteron heißt das Forschungsprojekt, mit dem Leidner Robotik und Astronautik zusammenbringen will. Die Idee des Informatikers vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt: Wenn Menschen eines Tages auf dem Mars landen, sollen sie dort die nötige Infrastruktur wie Behausungen, Nahrungsquellen und Solargeneratoren bereits vorfinden – aufgebaut von Robotern. Bei Signallaufzeiten zwischen Erde und Mars von etwa 20 Minuten ist an eine Fernsteuerung der Maschinen allerdings nicht zu denken – und komplett autonom arbeitende Roboter sind angesichts der Aufgaben und der Umgebung überfordert. Astronauten sollen die humanoiden Maschinen deshalb aus der Marsumlaufbahn anleiten und überwachen – nicht Schritt für Schritt, sondern mit komplexen Aufgabenstellungen wie: „Montiere ein Solarpaneel“.

„Die große Herausforderung besteht darin, dass unsere intelligenten Roboter diese abstrakten Befehle verstehen und umsetzen müssen“, sagt Leidner. Zur Montage von Solarzellen muss der Roboter mit seinen Kameras und anderen Sensoren etwa das Paneel und den Standfuß erkennen. Er muss sich zur richtigen Position bewegen, seine Finger und Arme koordiniert bewegen und einen Plan entwickeln, wie die Aufgabe zu lösen ist. Im vergangenen August konnte der deutsche Astronaut Alexander Gerst all das bereits ausprobieren – wenn auch nicht auf den Mars: Während Gerst mit 28 000 Kilometern pro Stunde in der ISS um die Erde raste,

kurvte ein Roboter, „Rollin' Justin“ getauft, durch eine simulierte Marslandschaft in Oberpfaffenhofen. Gerst war dabei mindestens so sehr Versuchsobjekt wie Justin. Auf einem Tablet an Bord der ISS sah er, was der Roboter mit seinen Kameraaugen erfasste. Er konnte Justins Kopf bewegen, den Roboter mittels eines Klicks zu einer anderen Position beordern. Tippte Gerst auf das Bild des Standfußes, wurden ihm genau jene Befehle gezeigt, die er dort an Justin übermitteln konnte – zum Beispiel „Strom einschalten“ oder „Status überprüfen“.

„Um die Steuerung möglichst intuitiv zu gestalten, sehen Nutzer immer nur die drei oder vier wichtigsten Aktionen, die gerade zur Verfügung stehen“, sagt Leidner. Das erinnert an die in den 1990er-Jahren beliebten grafischen Abenteuerspiele, die sogenannten Point-and-Click- Adventures wie „Monkey Island“ oder „Space Quest“ – mit dem Unterschied, dass sich keine virtuelle Figur bewegt, sondern ein echter Roboter. Die Technik soll allerdings nicht auf den Weltraum beschränkt bleiben. „Wir wollen das System auch dort einsetzen, wo es in naher Zukunft von Nutzen für die Gesellschaft sein kann – in der Altenpflege“, sagt Leidner. In Garmisch-Partenkirchen haben die Forscher dazu ein Pilotprojekt zum Einsatz von Servicerobotern gestartet. Ähnlich wie Gerst könnten eines Tages Angehörige über das Smartphone einen Roboter in der Wohnung ihrer pflegebedürftigen Verwandten anleiten und ihn zum Beispiel Wasser oder Tabletten bringen lassen. Während auf dem Mars Ethik und Akzeptanz allerdings kaum Probleme bereiten, sieht das in Pflegeheimen ganz anders aus. „Viele Leute wünschen sich solche Roboter, viele Leute haben aber auch Bedenken“, sagt Leidner. „Hier müssen wir zusammen mit der Gesellschaft eine Lösung finden.“

ALEXANDER STIRN

Geleitschutz für Gewebeproben



Foto: inveox

Bei im Labor vertauschten Gewebeproben kann es für Patienten schnell um Leben und Tod gehen. Maria Sievert (29) verhindert die fatalen Irrtümer.

Manche Marktlücke ist fast schon schmerzhaft naheliegend: Schicken Ärzte heute Gewebeproben an Histologie-Labore, um einem Krebsverdacht nachzugehen, geschieht das weitgehend analog. Der Arzt füllt Zettel aus und legt sie der Probe bei, Labormitarbeiter übertragen die Daten vom Zettel auf ihr System – ein fehlerträchtiges Verfahren, das über Leben und Tod von Patienten entscheiden kann. Allein in Deutschland kommen jährlich auf etwa 500 Labore rund 100 Millionen Proben – Tendenz steigend.

Das muss besser gehen, dachte sich Maria Sievert, als sie ein Labor besuchte. Der Wirtschaftsingenieurin schwebte ein automatisiertes Probenmanagement vor. „Pathologen sind Ärzte, die sich auf die Diagnostik fokussieren. Sich zudem noch mit logistischen Themen zu befassen, ist oft aus Zeitmangel schlicht unmöglich“, hat sie beobachtet. 2017 gründeten sie und Dominik Sievert Inveox. Das Ergebnis bisher: Die Gewebeprobe wird in der Arztpraxis digital erfasst, die Daten sind mit dem Code des Probengefäßes verknüpft und werden direkt an das Labor übertragen. Dort steht ein Automat, der Formalin entfernt, die Probe fotografiert und für die nächsten Schritte vorbereitet, ohne dass Gefäße vertauscht und Codes verwechselt werden können.

Rund 90 Mitarbeitende sind mit der Weiterentwicklung des Automaten beschäftigt, der künftig noch mehr Schritte übernehmen soll. Die Labore, die das System einsetzen, kommen aus der DACH-Region, und es gibt Anfragen aus der ganzen Welt, sagt Sievert. JO SCHILLING

Lang lebe die Batterie

Michael Baumann (30) hat einen Weg gefunden, die Akkus von Elektroautos haltbarer zu machen.

Batterien, insbesondere in Elektroautos, sind eine Art Blackbox. Niemand weiß, wie es in ihnen aussieht, wie lange die Stromspeicher noch durchhalten, was sie wert sind. Dabei sind diese Informationen entscheidend, um Elektroautos wirtschaftlich zu betreiben.

„Batterien stellen einen sehr großen finanziellen Wert dar“, sagt Michael Baumann, einer der Gründer des Münchner Softwareunternehmens Twice. „Je nachdem, wie man sie handhabt, können sie in einem Jahr schon kaputt sein oder erst nach zehn Jahren.“ Das Start-up hat sich daher zum Ziel gesetzt, die chemischen und physikalischen Prozesse in den Akkus besser zu verstehen. Am Ende will Twice die Leistungsfähigkeit und den Wert der Batterien vorhersagen.

Möglich machen soll das ein Computermodell, dessen Grundzüge Baumann während seiner Promotion an der Technischen Universität München entwickelt hat. Dieser, wie der Forscher es nennt, „digitale Zwilling“ ist online mit der realen Batterie verbunden, weiß also immer, wie diese gerade belastet wird.

Das Modell berücksichtigt elektrische Vorgänge wie Laden und Entladen, Temperaturverläufe und Alterungsprozesse. Daraus errechnet es den Gesundheitszustand der Batterie. Falls nötig, gibt es Tipps, wie sich die Lebenszeit verlängern lässt. Selbst eine Restwertberechnung für den Gebrauchtwagenmarkt ist möglich. Bislang kommt die Software nur in einer kleinen Flotte mit etwa 20 Elektrofahrzeugen zum Einsatz. Sollten eines Tages aber Hunderte Autos überwacht werden, könnten die dabei gewonnenen Erfahrungswerte rund um die Nutzung sowie die Alterung der Batterien zusätzlich ins Modell einfließen – und die Prognosen dank künstlicher Intelligenz verbessern.

„Viele Start-ups denken, mit dieser Art des maschinellen Lernens alles voraussagen zu können“, sagt Baumann. „Wir glauben das nicht und setzen daher primär auf unser Batteriewissen mit seinem analytischen Modell – nur punktuell ergänzt um maschinelles Lernen.“

ALEXANDER STIRN



Foto: TWICE

Zähmung der Quanten

Quantencomputer sind die große Hoffnung für die Suche nach neuen Materialien, vom Katalysator bis zum Supraleiter. Sebastian Zanker (31) schreibt die Software dafür – erste Unternehmen nutzen sie bereits.

Als „Vaporware“ bezeichnet man in der IT ein Produkt, das es – noch – gar nicht gibt, das dafür aber mit umso größerer Verve angekündigt wird. Ob die Versprechungen jemals eingelöst werden können, bleibt oftmals mehr als ungewiss.

Verkaufen Sebastian Zanker und seine Kollegen von HQS Quantum Simulations also Vaporware? Schließlich ist der Physiker Zanker CTO eines Unternehmens, das Software für Quantencomputer entwickelt – Geräte, die zwar eines Tages schneller sein sollen als die stärksten Supercomputer der Welt, die es aber noch gar nicht gibt. Bestenfalls geben Laborprototypen und eingeschränkt nutzbare Spezialrechner einen Vorgeschmack auf die Möglichkeiten dieser Technologie.

Doch Zanker macht nicht nur Versprechungen: Quasi aus dem Stand heraus arbeitet das junge Start-up mit namhaften Kunden wie Merck, Bosch und BASF zusammen. Woran die Kunden von HQS interessiert sind, kann und will Zanker zwar nicht verraten. „Da sind mir die Hände gebunden“, sagt er. Aber die Funktionsweise von Quantencomputern gibt Anhaltspunkte: Dass sie sich hervorragend dafür eignen müssten, die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Materialien vorherzusagen, davon war Physik-Nobelpreisträger Richard Feynman bereits 1982 überzeugt. Medikamente, Katalysatoren oder Energiespeicher könnten quasi am Schreibtisch entworfen werden, indem man ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften zunächst simuliert und Experimente nur mit den vielversprechenden Kandidaten durchführt. Mithilfe von Quantencomputern ließen sich also neue Katalysatoren für die Kraftstoff- und Düngerherstellung suchen oder neue Supraleiter, die bei Raumtemperatur keinerlei elektrischen Widerstand mehr aufweisen.

Feynman schlug vor, analoge Quantencomputer zu entwickeln, die ähnlich wie im Windkanal Modellsysteme bilden – ein Ansatz, den heute beispielsweise Forscher am Institut für Quantenoptik in Garching und an der Universität Innsbruck verfolgen (siehe TR 3/2019). Das Verfahren hat allerdings einen großen Nachteil: In digitalen, universellen Quantencomputern kann man auftretende Fehler korrigieren, indem man mehrere physikalische Qubits zu logischen Qubits zusammenfasst. Das ist bei analogen Simulatoren nicht möglich. Im Unterschied dazu setzt HQS deshalb auf frei programmierbare Quantencomputer, wie sie zum Beispiel von Google und IBM

entwickelt werden. Dabei benutzen die Karlsruher etablierte quantenchemische Verfahren, die heute bereits auf klassischen Rechnern laufen, die aber zu rechenintensiv sind, um praktisch anwendbar zu sein. Diese Verfahren setzen Zanker und Kollegen jetzt auf Quantencomputern um, denn deren Rechenkapazität soll zukünftig auch die Simulation größerer Moleküle oder gar Festkörper ermöglichen. Das Vorgehen von HQS habe mehrere Vorteile, sagt Zanker: Man finde die Lösung „exakter und schneller“ als mit der analogen Methode. Außerdem soll die HQS-Software zukünftig auch Reaktionsraten mit anderen Stoffen liefern. Vor allem aber setzen die Karlsruher darauf, dass ihre Software-Bausteine, einmal entwickelt, voll und ganz vom künftigen Fortschritt bei der Quanten-Hardware profitieren und nicht an jeden neuen Quantencomputer mühsam angepasst werden müssen.

Noch ist das Zukunftsmusik. Zwar könne man mit heute existierenden 50-Qubit-Systemen „auch schon interessante Sachen machen“, sagt Zanker. „Aber es ist klar, dass die Hardware-Hersteller ihre Hausaufgaben machen müssen.“ Wenn sie die erledigt haben, wird es für HQS richtig spannend.

WOLFGANG STIELER



Foto: HQS Quantum Solutions

Roboter-Lego

Andreas Bihlmaier (31) wollte eigentlich mit theoretischer Informatik die Welt verändern. Nun tut er es mit Robotern, die jeder für seine Bedürfnisse selbst zusammenstecken kann.

Obwohl er heute ein erfolgreiches Robotik-Start-up führt, hat sich Andreas Bihlmaier lange überhaupt nicht für Hardware interessiert. Algorithmen, IT-Sicherheit, theoretische Informatik – das waren seine Themen zu Beginn seines Informatikstudiums in Karlsruhe. Bis er 2009 zufällig in den Keller des Robotik-Instituts kam: Dort sortierten unzählige winzige Roboter von der Größe eines Hühnerais gerade Legosteine. Sie arbeiteten sich auf einer zufälligen Route voran, wichen einander aus – bis aus dem scheinbaren Chaos eine wunderbare Ordnung wurde: blaue Steine auf der einen Seite, grüne auf der anderen. „Ich sah das und dachte: wow!“, erinnert sich der heute 32-jährige Gründer von Robodev.



Foto: robodev GmbH

Schon als Kind hat er programmiert und digitale Räume durchstreift. „In der virtuellen Welt sind die Dinge noch geordnet“, sagt Bihlmaier und grinst. „Sobald sie auf die physische Welt treffen, wird es schwierig.“ Doch die Mini-Roboter zeigten ihm: Algorithmen sind auch in der physischen Welt möglich.

Nach seiner Promotion

über OP-Roboter machte er noch einige Umwege, unter anderem zu Google Research. Aber schließlich gründete er 2015 Robodev zusammen mit Jens Liedke und Julien Mintenbeck, die er aus dem Studium kannte. „Die Idee hatten wir schon vorher“, sagt er. Sonst wäre er womöglich bei Google geblieben.

„Robodev ist der modulare Baukasten für schnelle Automatisierung“, fasst Bihlmaier seine Idee zusammen. Unternehmen können mit einem Do-it-yourself-Kit selbst entscheiden, was sie automatisieren wollen – und die Idee rasch und günstig umsetzen. Bei klassischer Automatisierung hingegen seien „ein Drittel Komponentenkosten und zwei Drittel Kosten für Ingenieure“, sagt Bihlmaier. Ingenieure berücksichtigen bei der Entwicklung viel zu selten, wer Automatisierungssysteme benutzt – sie sind viel zu komplex für die Anwender. Deshalb steht in Werkshallen oft nur eine einzige „heilige“ Anlage, der Rest sieht aus wie in den 1970ern – nämlich überhaupt nicht automatisiert. Dabei liegt die Lösung dazwischen, so Bihlmaier.

Zu den Modulen gehören etwa Greifer, Kameras sowie Fahrachsen. Ein erfahrener Produktionsmitarbeiter kann auf einem Tablet-Computer die Komponenten auswählen, mit einem Fingerstreich miteinander verbinden und deren Bewegungen und Zusammenspiel recht intuitiv programmieren. Damit lässt sich eine Maschine zusammenstecken, die etwa Chips überprüft und sortiert. Das System braucht weder Internetverbindung noch künstliche Intelligenz, Augmented Reality oder andere gehypte Technologien. „Die Robotik hat maßlos überzogen und ihre Versprechen nicht gehalten“, sagt Bihlmaier. Die ersten Kunden hat er mit seiner Bodenhaftung bereits überzeugt, darunter den Antriebshersteller SEW Eurodrive und Daimler.

EVA WOLFANGEL

Prothesen aus dem Drucker

Miriam Haerst (32) hat einen 3D-Drucker entwickelt, um maßgeschneiderte Implantate herzustellen.

Gedruckt wird heutzutage vieles: Kinderspielzeug, Flugzeugbauteile und Werkzeuge auf der Internationalen Raumstation. Im Medizinbereich hat der 3D-Druck bislang kaum Fuß fassen können – die Anforderungen sind einfach zu hoch: Implantate müssen idealerweise jahrzehntlang durchhalten. Sie müssen keimfrei sein. Sie dürfen keine Fehlstellen und keine eingelagerten Fremdstoffe enthalten.

Bislang kommen daher oft Standardteile in verschiedenen Größen zum Einsatz. Oder die Implantate werden aus Kunststoffblöcken gefräst, was teuer ist und viel Material verschwendet.

Miriam Haerst will das ändern. Mit Studienkollegen der TU München hat sie das Start-up Kumovis gegründet. Ziel der Firma: individuell an Patienten angepasste Implantate, gedruckt aus medizinisch zugelassenen Hochleistungskunststoffen.

„Um solche Materialien mit hoher Qualität verarbeiten zu können, brauchen wir vor allem ein gutes Temperaturmanagement“, sagt Haerst. Ein zirkulierender Luftstrom heizt den Bauraum auf bis zu 250 Grad Celsius gleichmäßig auf. Dann wird schichtweise Kunststoff aufgetragen. Am Ende steht ein knochenähnliches Implantat, dem weder Chemikalien noch Temperaturen etwas anhaben können. „Derzeit sind damit Implantate bis zu den Abmessungen eines Schädels möglich“, sagt Haerst. „Im Prinzip gibt es hinsichtlich der Größe aber keine Beschränkungen.“ Noch handelt es sich bei den Kumovis-Druckern um Prototypen. In den Münchner Geschäftsräumen bereiten die, so Haerst, etwa 20 Mitarbeitenden den ersten Seriendrucker vor. Er soll noch in diesem Sommer ausgeliefert werden. ALEXANDER STIRN



Foto: KUMOVIS GmbH

»Ich habe die Hochschule geschaffen, an der ich gern studiert hätte«

Was er an normalen deutschen Universitäten vorfand, gefiel Thomas Bachem (33) nicht. Also gründete er kurzerhand seine eigene: die CODE University. Mittlerweile ist sie eine staatlich anerkannte Privatuniversität mit derzeit 230 Studierenden. Noten gibt es nicht. Was ist sonst noch anders?

TR: Herr Bachem, wieso haben Sie eine Universität gegründet?

Thomas Bachem: Seit meinem zwölften Lebensjahr bin ich Software-Entwickler. Nach der Schule, auf der Suche nach einem Studiengang, habe ich feststellen müssen, dass alle Studiengänge, die etwas mit Programmierung zu tun haben, extrem theorie- und mathematiklastig sind, besonders die Informatik. Mit der CODE habe ich die Hochschule geschaffen, an der ich gern studiert hätte.

Was hat Ihnen in der Informatik konkret gefehlt?

Digitale Produktentwicklung schließt nicht nur Programmieren ein, sondern Konzeption, psychologisches und grafisches Design und Teamarbeit. Die meisten Informatikstudiengänge beschäftigen sich aber heute wie damals vor allem mit theoretischen Grundlagen. Praxis- und Übungsaspekte tauchen kaum auf.



Foto: Paulina Hildesheim

Wie sieht der Unterricht an Ihrer Hochschule dagegen aus?

Wir sind von klassischen Vorlesungsformaten abgerückt. Die reine Wissensvermittlung muss heute nicht mehr in der Hochschule stattfinden – Zugang zu Wissen ist durch das Internet sehr einfach. Stattdessen trainieren wir neben dem reinen Programmieren Fähigkeiten wie Kollaboration, Arbeiten in Teams und wie man sich Themenfelder erschließt. Deshalb ist unsere Didaktik komplett projektorientiert.

Wie sehen diese Projekte aus?

Der Fokus liegt zwar auf der Entwicklung von Software. Hardware und

Software werden aber immer stärker im Einklang genutzt. Deshalb bilden unsere Projekte solche Anwendungen ab: Zum Beispiel funktionieren E-Scooter nur, weil die Software hinter dem System die Flotte koordiniert. An solchen Problemen üben unsere Studenten ihr Handwerk.

Welche Studiengänge gibt es?

Zurzeit drei: Software Engineering, Interaction Design und Digital Product Management. Sie spiegeln die drei Rollen bei der digitalen Produktentwicklung wider. In unseren Projekten arbeiten immer Studenten aller drei Studiengänge zusammen.

Auf Ihrer Webseite heißt es, Sie bilden die „Game-Changer der Zukunft“ aus. Was muss man mitbringen, um einen der Plätze pro Jahrgang zu ergattern?

Unsere Studenten denken unternehmerisch, müssen aber auch Gegebenes infrage stellen können und einen Drang haben, die Welt durch Technologie zu verbessern. Wir haben deshalb für alle Studenten ein verpflichtendes Programm zu den positiven und negativen Konsequenzen von Technologie auf die Gesellschaft. Wir versuchen also nicht nur fachlich versierte, sondern auch ethisch reflektierte Menschen auszubilden.

Sie schreiben außerdem: „Noten spielen keine Rolle bei der Bewerbung“. Warum?

Schulnoten verraten wenig über die Fähigkeiten eines Menschen. Wichtiger sind uns ernsthaftes Interesse an unserem Themenfeld, eine gesunde Neugier und Bereitschaft zur Teamarbeit. Wir selbst vergeben auch keine Noten, sondern erstellen ein „Kompetenzraster“ für über hundert Fähigkeiten wie Projektmanagement oder den Umgang mit Datenbanken. Die Studenten können sich auf Kompetenzen prüfen lassen. Es gibt nur zwei mögliche Resultate: bestanden oder nicht bestanden.

Das Studium kostet rund 30 000 Euro. Wie kann sich das jemand leisten, der keine reichen Eltern hat?

Zwei Drittel unserer Studenten zahlen keine Gebühren während des Studiums. Erst wenn sie einen Job gefunden haben, zahlen sie einen Prozentsatz ihres Einkommens zurück. Jeder hat also die Möglichkeit, bei uns anzufangen, unabhängig vom finanziellen Hintergrund.

Der Frauenanteil in der Informatik liegt traditionell um die 20 Prozent. Wie sieht das bei Ihrer Uni aus?

Leider genauso. Wir glauben, dass das Interesse für das Programmieren im Jugendalter entsteht oder verloren geht. Deswegen haben wir die Initiative Code + Design ins Leben gerufen, die für Jugendliche zwischen 14 und 20 Jahren bundesweit Hackathons organisiert. Dort sind es schon 35 bis 40 Prozent Mädchen. Wir hoffen, dass sich das in ein paar Jahren bei den Bewerbern widerspiegelt.

INTERVIEW: CHRISTIAN HONEY