



**Big F\* Rocket:** Sollte die Erde evakuiert werden, bräuchte es Raketen wie diese. Grafik: SpaceX

## Himmelfahrt

**RAUMFAHRT:** Weltweit werden Technologien zur Asteroidenabwehr entwickelt. Und wenn sie scheitern? Fliegen wir dann zur Erde 2.0? Dazu gehört mehr, als nur in eine Rakete zu steigen.

VON BETTINA RECKTER UND  
LESTYN HARTBRICH

**B**egegnungen mit Himmelskörpern können nützlich sein, jedenfalls bei Jules Verne. In seinem Roman „Reise um den Mond“

kehren die drei Mondfahrer nur deshalb heile zur Erde zurück, weil sie unterwegs beinahe mit einem fiktiven zweiten Erdtrabant kollidieren, der sie aber in eine Umlaufbahn des Mondes lenkt. Sie wären sonst auf dessen Oberfläche zerschellt.

Jenseits der Science-Fiction stellen Asteroiden für die Erde eine ernste Gefahr dar. Um ihren heutigen Bewohnern das Schicksal der Dinosaurier zu ersparen, die wahrscheinlich nach einem Meteoriten-

einschlag von der Erde verschwanden, arbeiten Forscher weltweit an Technologien, die Kollisionen verhindern sollen. Was ohne Schutzschild passieren kann, zeigt das Beispiel der russischen Stadt Tscheljabinsk. Dort ging im Februar 2013 ein Meteorit nieder und verletzte annähernd 1500 Menschen.

Eine Möglichkeit, kleine Asteroiden abzulenken, ist der kinetische Impaktor. Das Prinzip: Einige Jahre vor einer drohenden Kollision wird der Asteroid mit Sonden beschossen, die seine Bahn ablenken. „Das hätte einen ähnlichen Effekt wie eine Mücke auf der Windschutzscheibe“, sagt der Airbus-Projektmanager Albert Falke, „könnte aber für eine Bahnänderung reichen.“

Für schwerere Asteroiden könnte sich der Schwerkrafttraktor eignen, eine Art Flugbegleiter, der den Asteroiden über ei-

nen langen Zeitraum einer Schwerkraftwechselwirkung aussetzt und so dessen Bahn verändert. Reicht auch das nicht, könnte die Ultima Ratio in einer Ablenkung durch Explosion bestehen.

Was aber passiert, wenn alle Technologien scheitern, wenn die Erde wirklich getroffen zu werden droht? Die Evakuierung wäre – selbst wenn es genügend Raumschiffe und ein geeignetes Ziel gäbe – nach jetzigem Stand der Technik im wahrsten Sinne des Wortes ein Himmelfahrtskommando. Denn lange Raumflüge münden in eine Reihe ungelöster Probleme. Da wäre zum Beispiel die Strahlenbelastung. Selbst auf einer Marsmission würde – mit konventionellen Antrieben – eine Strahlendosis von einem Sievert anfallen. Das ist das Doppelte des Astronautenkarrierelimits. Hinzu kommt die Ernährungsproblematik. Noch können geschlossene biologische Lebenserhaltungssysteme, die Urin verwerten und Gemüse liefern, Astronauten nicht ernähren. **SEITEN 19 BIS 21**

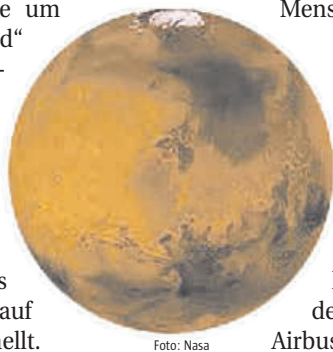


Foto: Nasa

## 5G drängt in die Zukunft der Industrie

**MOBILFUNK:** Die fünfte Mobilfunkgeneration, kurz 5G, kommt, und das schneller als bislang erwartet. Davon ist Nokia-Chef Rajeev Suri überzeugt. Der Mobile World Congress (MWC) letzte Woche in Barcelona bestätigte das. Das Rennen um große Testläufe und erste kommerzielle Netze ist eröffnet. „Die USA und China werden die Ersten sein“, sagt Suri. Japan und Korea spielen vorne mit. Erst dann folge Europa – vielleicht zeitgleich mit dem Nahen Osten.

5G verspricht immense mobile Bandbreiten, aber auch hohe Verfügbarkeit der Dienste und geringe Verzögerungsraten. Gerade die letzten beiden Merkmale spre-

chen für einen Einsatz der Technik im industriellen Umfeld. „Denken Sie an Industrie 4.0“, so hallten die Worte manches Managers durch die Hallen. In Live-Demos produzierten Roboter, gesteuert von Funksignalen, über 5G-Netze Kugelschreiber, fingen Bälle und sortierten Bausteine – in Beinahe-Echtzeit versteht sich. Kooperationen mit den vertikalen Industrien allerorten – von Logistikern über die Hersteller von Bergbaumaschinen und Automobilen bis hin zur Medizintechnik. Die Welt des Mobilfunks ist auf der Riesenshow in Katalonien um viele Ideen reicher geworden. **rb**

**SEITEN 12 UND 13**



**Bunte Kugelschreiber** produzierten diese kleinen Denso-Roboter – gesteuert über ein 5G-Netz. Foto: R. Bönsch

### DIESE WOCHE

#### Führen in der digitalen Welt



**MBA FOR ENGINEERS:** Wird die klassische Führungskraft in der digitalen Welt noch gebraucht? Fragen wie diese wirft die digitale Transformation bei der Weiterbildung auf. Managementexpertin Jutta Rump ist hier optimistisch: „Die Führungskraft wird das Team koordinieren.“

In „Ingenieurkarriere – MBA for engineers“ lesen Sie, was die Weiterbildung Ingenieuren bietet, damit sie der Entwicklung nicht hinterherlaufen. **ws**

#### Auf kurzen Wegen zum 3-D-Druck

**ADDITIVE FERTIGUNG:** Wer die junge Technologie für sein Unternehmen entdecken möchte, kann sich vom Fraunhofer-Institut für additive Produktionstechnologien (IAPT) in Hamburg beraten lassen. Die Forscher zeigen, bei welchen Teilen aus der Produktion sich das Drucken lohnt. Aktuell ist dieser Service gratis. Auch andere Institutionen und Firmen machen Mittelständlern den Einstieg in die neue Fertigungstechnik leicht. **sta SEITE 15**

#### Weltlage verunsichert deutsche Exporteure

**AUSSENWIRTSCHAFT:** Obwohl in erster Linie wirtschaftliche Faktoren zu Ausfällen von Exportkrediten führen, gewinnt der politische Aspekt zunehmend an Stellenwert. Das Unsicherheitsgefühl macht sich bei Exporteuren zunehmend bemerkbar. „Wir bemerken, dass Kunden verstärkt nach Absicherungsmöglichkeiten von Exportkrediten in die Türkei, Ukraine oder nach Russland fragen“, sagt Nadja Marschhausen von der KfW IpeX-Bank. **bl SEITEN 24 BIS 25**

## BUSINESS-ETIKETTE

## Eine gute Figur abseits des Fachwissens

Nicht jedem ist der perfekte Auftritt bis ins letzte Detail in die Wiege gelegt. Oft genug gerät man in Situationen, in denen auch eine ordentliche Kinderstube nicht weiterhilft. Dazu fordert der Siegeszug der digitalen Schnellkommunikation beim Thema Etikette seinen Preis. Für den ersten Eindruck gibt es keine zweite Chance, deshalb hier einige Basics für Aufsteiger, die abseits ihres Fachwissens eine gute Figur machen wollen. Weitere Tipps gibt es in dieser Kolumne nun einmal im Monat.

**Die Höflichkeit der Könige:** Die Wertschätzung eines Gesprächspartners zeigt sich auch im Einhalten verbindlich vereinbarter Zeiten. Kommen Sie lieber fünf Minuten zu früh – Sie verhindern, abgehetzt direkt ins erste Fettnäpfchen zu tapen. Übrigens: Verzögert sich Ihr Eintreffen, nimmt ein kurzer Anruf allen Beteiligten Unsicherheit und Stress.

**Willkommen im Labyrinth:** Immer seltener erwarten Gastgeber ihre Besucher an der Tür. Gerade in großen Firmenkonzernen bedeutet dies oft Stress und Zeitverlust. Übrigens: Lassen Sie Ihre Geschäftspartner nicht durchs Haus irren und geleiten Sie sie wieder aus dem Gebäude.



**Ulrike Felger** ist Coach, Moderatorin und Expertin für Kommunikation und Change-Prozesse.

Foto: privat

**Grüßen und Aufstehen:** Hier gelten feste Regeln. Zuerst wird die ranghöchste Person begrüßt. Dann kommen Ältere vor Jüngeren und Damen vor Herren. Schauen Sie Ihrem Gegenüber freundlich ins Gesicht und dosieren Sie Druck und Dauer des Händeschüttelns. Übrigens: Wer den Raum betritt, grüßt zuerst.

**Respekt und Vertraulichkeit:** Auch wenn es in manchen Branchen oder Organisationen üblich ist: Duzen Sie nicht vorschnell. Der Ranghöhere bietet das „Du“ an. Was bei Feierlichkeiten passiert, hat nur Bestand, wenn sich alle am nächsten Tag noch erinnern können. Übrigens: In Deutschland werden nur Träger eines Doktor- oder Professorentitels entsprechend angesprochen. Lassen Sie ihn dann weg, wenn es Ihr Gesprächspartner explizit anbietet.

**Der Ton macht die Musik:** Bleiben Sie immer souverän und höflich. Lassen Sie Ihr Gegenüber ausreden und wählen Sie auch in Stress- oder Konfliktsituationen Ihre Worte mit Bedacht. Übrigens: Persönliche Kritik an Fehlern und Schwächen gehört in ein Gespräch unter vier Augen.

**Visitenkarte, Signatur & Co.:** Schenken Sie der Visitenkarte Ihres Gegenübers einen Moment der Aufmerksamkeit. Erst dann verstauben Sie sie gewissenhaft. Übrigens: Ohne eigene Karten denken andere, Sie hätten kein Interesse an einem weiteren Kontakt.

**Die ständige Erreichbarkeit:** Widmen Sie sich im Gespräch den Menschen und Themen ihres Treffens. Mobiltelefone sollten außer Sichtweite sein, um der Verführung eines kurzen Blicks auf Display zu widerstehen. Oder wollen Sie Ihrem Gegenüber vermitteln, dass alles andere weitaus interessanter und wichtiger ist? Müssen Sie doch telefonieren, verlassen Sie den Raum. Übrigens: Wie wirkt Ihr Klingelton auf andere? pst



Foto: TU Berlin/PR/Christian Reilman

**Hans-Ulrich Heiß** von der TU Berlin mahnt, vor lauter Technik den Menschen nicht zu vergessen. Studierende könne man nicht designen wie technische Systeme.

## Digitale Mammutaufgabe

**HOCHSCHULE:** Auf Einladung des VDI und der TU Berlin schilderten Bildungsexperten, wie der digitale Wandel in der Studienpraxis gemeistert werden könnte.

VON WOLFGANG SCHMITZ

Der digitale Wandel habe „epochale Ausmaße“, sagte Jonas Gallenkämper vom VDI auf der Tagung „Ingenieur-ausbildung für die Digitale Transformation“. Muss man verbal so auf den Putz hauen? Ja, muss man. Wer bisher geglaubt hatte, die Digitalisierung wäre nur einer von vielen Technikrends und im Vorübergehen zu meistern, wird sich nach dem Besuch des von VDI und TU Berlin organisierten „Qualitätsdialogs“ zumindest am Kopf kratzen.

Wenn sich Technik- und Arbeitswelt auf den Kopf stellen, hat das auch für die Ingenieurausbildung gravierende Folgen, wie Hans-Ulrich Heiß, Vizepräsident der Berliner TU, eindrucksvoll darstellte. Der Aufbau eines umfassenden digitalen Systems sei an der Universität nicht über Nacht realisierbar. Als Heiß erklärte, nahezu alle Fächer seien von der Digitalisierung betroffen, hatte er Mut zur Lücke. Auf die Frage, was er denn unter „Digital History“ verstehe, antwortete der Informatiker lapidar: „Keine Ahnung.“ Mehr als das Schlagwort könne er auch nicht. „Wir stecken eben noch in den Anfängen. Unsere digitale Strategie entsteht erst.“

Das zeigt, welche Mammutaufgabe einer Massenuniversität mit 34 000 Studierenden bevorsteht. In die digitale Umstellung sind mehr als 100 Berater und 200 TU-Beschäftigte involviert. Nicht allein inhaltliche und strukturelle Veränderungen wie die Entwicklung neuer Studienangebote haben die Berliner vor der Brust, die Digitalisierung hat auch vehementer Auswirkungen auf die Bauplanung, die Platz für klassische wie digitale Lernräume bieten muss. Mehr Spielräume wünscht sich Heiß auch für die Curricula, die entschlackt und den Studierenden mehr Freiräume für eigene Projekte bieten müssten.

Die Lehre wird sich in bisher nicht gekannter Form neuen Themen widmen: Big Data, digitale Geschäftsmodelle, Ethik, IT-Sicherheit und Machine Learning sind nur einige Inhalte, mit denen Bindestrichfächer Brücken zwischen Ingenieuren und Informatikern schlagen. Heiß hob hervor, dass die Komplexität der Systeme schneller wachse als die Fähigkeit des Menschen, sie zu beherrschen. Eine „kritische Distanz“ zur Technik sowie Sensibilität seien notwendig, schließlich könne man Studierende nicht designen wie technische Systeme.

„Bei der Verfeinerung von Technologien sind die Deutschen stark, bei der Gestaltung neuer Geschäftsmodelle hinken wir noch hinterher.“

Ralph Appel, VDI-Direktor



Dass die Bildung der Zukunft nicht mehr im fachspezifischen Elfenbeinturm stattfinden wird, ist auch Odeje Kao klar. Der Vorstandssprecher des vor einem Jahr gegründeten Einstein-Zentrums Digitale Zukunft an der TU Berlin klagte jedoch über die geringe Bereitschaft der Geisteswissenschaften, mit ins Boot zu steigen. Dabei hatte Berlins Regierender Bürgermeister Michael Müller bei der Eröffnung noch stolz verkündet: „Hier ziehen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik an einem Strang, um die Brain City Berlin zu einem international führenden Hotspot der Digitalisierung zu machen.“ Kao rief die Gesellschaftswissenschaften zu mehr Kooperationswillen auf, schließlich hätten sie auch etwas davon: „Eure Absolventen werden künftig keine Arbeitsplätze mehr haben, wenn ihr nicht

www.vdi.de/Qualitaetsdialog

## „Die ESA ist der gute Onkel“

**RAUMFAHRT:** Frank Salzgeber, Leiter Technology Transfer bei der ESA, weiß, was künftig von Ingenieuren verlangt wird.

VON W. SCHMITZ/L. SCHNEIDER

**VDI NACHRICHTEN: Wollen Sie als kleiner Junge Astronaut werden?**  
**SALZGEBER:** Mein erster Held war nur wenige Zentimeter groß. Der kleine Astronaut gehörte 1978 zum Team aus der Lego-Space-Serie. Die Figuren benutze ich auch heute noch bei meinen Präsentationen. Als ich meine Arbeit bei der ESA begann, poppte das alles wieder hoch.

**Wenn man von Karriere spricht, spricht man meist von der Zeit nach dem Abitur. Wie war das bei Ihnen?**

Nach meinem Wehrdienst wollte ich unbedingt Wirtschaftsingenieurwesen studieren. Das gab es damals nur in München, als integrierten Studiengang mit zwei Fremdsprachen. Mein damaliger Professor Schrieber, ein Werkstofftechniker aus dem Hause BMW, hat immer gesagt: „Der Entwicklungsingenieur weiß was, aber kann nichts. Der Ingenieur in der Fertigung kann was, aber weiß nichts. Und der Wirtschaftsingenieur kann nichts und weiß nichts. Aber die ersten beiden kommen mit Problemen, der dritte mit Lösungen.“ Als Wirtschaftsingenieur ist man eben breiter aufgestellt.

**Die ESA baut auf Hightech. Passt da ein Wirtschaftsingenieur ins Schema?**

Die ESA hat ein Budget von 5,3 Mrd. € im Jahr, ungefähr 90 % gehen in die Industrie. Wir sind wie der Architekt, der das Design und das Quality Controlling macht. Deswegen liegt die Hauptlast tatsächlich auf den Ingenieuren, die die Sachen verstehen müssen. Trotzdem ist es auch wichtig, zwischen den verschiedenen Fachbereichen und Fachgebieten Zusammenhänge zu erkennen. Das geht von der Materialforschung bis hin zur Schwerelosigkeitsforschung. Und dann auch noch das Kaufmännische zu bewerten – spätestens da kommt der Wirtschaftsingenieur ins Spiel.

**Bekommt die ESA die Ingenieure, die Sie haben wollen?**

Wir bekommen sie, haben aber ein riesenproblem, Fachleute aus Deutschland zu kriegen. Ingenieure mit Erfahrung zur ESA zu lotsen, ist extrem schwer, weil in Deutschland fast Vollbeschäftigung herrscht.

**Also handelt es sich in erster Linie um ein quantitatives Problem.**

Nicht nur. Es gibt genügend Hochschulen, die Angebote im Bereich Raumfahrt unterbreiten. Unsere Ingenieure müssen extrem gut darin sein, Leichtbau, Widerstandsfähigkeit und Leistung in einem Paket zu kombinieren. Bei uns geht es weniger darum, Kosten einzusparen, sondern Gramm, weil jedes Kilogramm, das wir in den Weltraum schicken, 20 000 € kostet. Die Automobilindustrie rechnet in Kilowatt, wir rechnen in Milliwatt. Da herrscht im ganzen Bereich „Advanced Manufacturing“ ein harter Konkurrenzkampf um gute Leute.

**In Deutschland verbindet man Innovationsleistung mit dem Geld, das in Forschung und Entwicklung gesteckt wird. Ist die Raumfahrt Beweis dafür, dass begrenzte Budgets nicht unbedingt der Feind von Innovationen sind?**

Ja. Ich sehe das bei den rund 160 Start-ups, die wir im Jahr fördern. Die materielle Begrenzung sorgt dafür, dass man zur Kreativität gezwungen

ist. Wenn man zu viel investiert, ist die Gefahr groß, unnütz Geld auszugeben.

Es gibt Institutionen, die zu viel forschen und nicht genügend Kapital daraus schlagen. Beides muss in Balance sein. In der Raumfahrt versuchen wir das. Der kleinste Teil der Raumfahrt ist Forschung, der Rest besteht darin, Unternehmen zu helfen und Produkte zu entwickeln.

**Was haben Start-ups von Ihnen? Was haben Sie von Start-ups? Wie sieht das Geschäftsmodell aus?**

Je größer ein Unternehmen wird, umso weniger innovativer ist es. In der Batterieforschung lernen wir von der Automobil- und Elektroindustrie. Der Raumfahrtmarkt ist da viel zu klein. Das Prinzip, Ideen von außen zu übernehmen, nennt sich Spin-in. Mein Job ist es nicht nur, die Innovation von der Raumfahrt in die „normale“ Welt zu bringen, sondern sie auch wieder zurück zu transferieren. Und ein guter Bereich für den Technologietransfer sind Start-ups. Die kommen zu uns und wir helfen denen mit unserem Know-how, aber sie uns auch mit ihrem.

**Sie unterstützen die Firmen wirtschaftlich und nicht technologisch?**

Auch technologisch. Ein Start-up bekommt von uns technischen Support und Zugang zu unseren Ingenieuren und Partnernetzwerken. Wir helfen auch im Marketingbereich und beim Businessplan. Die ESA ist so etwas wie der gute Onkel, der nicht unmittelbar Geld mit Start-ups verdienen will, aber schaut, dass diese Firmen wachsen. Man könnte noch ein anderes Bild bemühen: Auf den Schultern des Riesen sieht man weiter. Und wir sind dieser Riese. Das ist ein Modell, mit dem wir schon vielen auf die Beine geholfen haben.

**Worauf schauen Sie bei der Auswahl von Start-ups zuerst?**

Auf das Team, dann auf das Business-Modell, den Markt und dann erst auf die Technologie.

**Wie groß ist die Überlebensrate der Start-ups?**

87 % der Firmen existieren noch nach fünf Jahren. Das ist weltweit gesehen sehr viel. Ich finde diesen Wert zu hoch. Wir müssen schauen, dass wir noch mehr Risiken eingehen, darum könnte ich mit einer Überlebensrate von 60 % leben.

**Wem gehört die Zukunft: dem Ingenieur, dem ITler, oder dem Mix aus beiden?**

Die beste Party ist die „Mixed-Pickles-Party“, wo es gut durchmischt ist: Sie kennen zehn Leute und 50 kennen Sie nicht. Und genau so ist es auch in einem Unternehmen mit einem Team. Je durchmischter das Team ist, desto kreativer ist es.

## Frank Salzgeber: Der Transferspezialist

Frank Salzgeber ist Leiter Technology Transfer und Innovationsmanagement bei der Europäischen Raumfahrt Agentur ESA. Der Wirtschaftsingenieur begann seine Karriere bei Apple Computer, 2000 gründete er sein erstes Start-up, das später in einem Börsenunternehmen aufging.

Bei ESA unterstützte Salzgeber über 300 Start-up-Firmen und ermöglichte 150 Technologietransfers. ws

www.ingenieur.de/muenchen



**Frank Salzgeber:**

„Unsere Ingenieure müssen extrem gut darin sein, Leichtbau, Widerstandsfähigkeit und Leistung in einem Paket zu kombinieren.“

Foto: ESA

Ich glaube deshalb, die Zukunft gehört allen. Sie brauchen immer noch den normalen Maschinenbauer, aber auch den ITler, den Wirtschaftsingenieur, der das Paket schnürt. Wichtig ist, dass alle zusammen bauen wollen.

**Und welche Technologien haben Zukunft?**

Der ganze Bereich Robotik ist hoch spannend. Die Robotik wird uns keine Arbeitsplätze wegnehmen und auch sonst keine Gefahr darstellen. Ein anderes heißes Thema ist Quantenkryptografie: Ich übertrage nur eins von zwei Photonen, und sende meinen Verschlüsselungscode. Und dann der ganze Bereich der Erdbeobachtung: Wenn Sie heute schwimmen gehen, kann ich Ihnen sagen, wie die Wassertemperatur ist und wie die Wasserqualität, dazu noch die Windgeschwindigkeit. Ich rate Ihnen, was für eine Sonnencreme Sie brauchen. Wir können sogar feststellen, ob das Gras, auf dem Sie liegen, mehr Dünger braucht oder nicht. Es lässt sich feststellen, welches Haus in Deutschland eine Baugenehmigung hat und welches nicht. Alle diese Querverbände, wo Technik in Bereiche vorstößt, wo sie vorher noch nicht war, sind relativ spannend. Nein, es ist superfaszinierend.

**Apropos Räume, in denen die Technik noch nicht war. Die erste Mondfahrt liegt 50 Jahre zurück. Wenn man den Leuten damals gesagt hätte, „Im Jahre 2018 werden wir uns immer noch nicht auf dem Mond angesiedelt haben“, dann fragen die Menschen: Warum dann die aufwendige Forschung?**

Da gebe ich Ihnen absolut recht. Irgendwie sind wir da alle ein wenig betrogen worden. Statt Mondbasis „Alpha One“ und Raumflüge haben wir Facebook und Google bekommen. Das ist ein schlechter Tausch.

Man müsste ein Business-Konzept nach dem Vorbild einer Stadtplanung und eines Betreibermodells schaffen, an dem sich große Technologieunternehmen beteiligen. Das erste Grundstück auf dem Mond kostet nichts, das zweite bis zehnte Grundstück kostet die Hälfte usw. Ich glaube, man muss einfach neue Wege finden. Über kurz oder lang werden wir dahinkommen und auch den Mars kolonisieren. Die Technik ist nicht das Problem, sondern meist das Business-Modell. Und da kommt gerne wieder der Wirtschaftsingenieur und sagt: „Lass uns das doch anders verkaufen. Lass uns das verleasen.“