

Wissenschaftsstandort
Deutschland: Quelle
bedeutender Innovationen

FORSCHUNG IN DEUTSCHLAND

Zukunft zum Anfassen

Der Ausstellungszug „Expedition Zukunft“ rollt durch Deutschland. Er zeigt, wie Forschung und Technik in den kommenden Jahren unser Leben verändern. Das Motto: Mitmachen lohnt sich.

Max Planck, Nobelpreis-gekrönter deutscher Physiker, klagte einst, die besten Ideen würden sich erst dann durchsetzen, wenn ihre Gegner gestorben seien. Das mag im Einzelfall gelten. Das Gesamtbild ist positiver. Forschung und Entwicklung haben hierzulande eine erfolgreiche Tradition. Lange vor dem Wirken Plancks entdeckte Werner von Siemens im Jahr 1866 das dynamoelektrische Prinzip als den wirtschaftlichsten Weg, Strom zu erzeugen. Das erste Kraftwerk und die erste elektrische Eisenbahn, aber auch profane Hilfsmittel wie der Staubsauger waren technische Innovationen des deutschen Industrieriesen Siemens. An-

dere heimische Tüftler – ob Einzelkämpfer oder in großen Unternehmen – beglückten ihre Mitmenschen mit inzwischen für uns selbstverständlichen Produkten wie Auto und Motorrad, Airbag und Spreizdübel, Aspirin und dem FCKW-freien Kühlschrank. Die gesamte Unterhaltungs- und Kommunikations-elektronik vom Plattenspieler über Fernseher und Tonband bis zum MP3-Player basiert letztlich auf deutschen Entwicklungen.

Doch an dieser Stelle zeigt sich auch das Dilemma des Forschungsstandorts Deutschland. Was hierzulande erfunden wird, landet zur Vermarktung zu oft in anderen Regionen



Förderer der Wissenschaft: Meeresgeologe Gerold Wefer, Bundesforschungsministerin Annette Schavan und MPG-Präsident Peter Gruss (v.l.n.r.) ▶

Interview mit dem Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft, Peter Gruss, und Siemens-Chef Peter Löscher

„Wissen und Know-how sind entscheidende Wettbewerbsvorteile“

Herr Gruss, Herr Löscher, der Wissenschaftszug macht in über 60 deutschen Städten halt und soll vor allem junge Menschen für Forschung und Entwicklung begeistern. Welche individuellen Beweggründe liegen Ihrem Engagement zugrunde?

Peter Gruss: Die Max-Planck-Gesellschaft produziert hochwertiges Wissen, das oft revolutionär neue Sichten auf unsere Welt und völlig neue Anwendungen ermöglicht. Doch ob Deutschland davon profitieren kann, hängt auch davon ab, wie offen die Gesellschaft für Veränderungen ist. Die „Expedition Zukunft“ möchte den Menschen zeigen, dass die Zukunft von Wissenschaft und Forschung geprägt wird und dass es an uns allen liegt, welche Innovationen von Deutschland ausgehen werden.

Peter Löscher: Wissen und Know-how in den Köpfen wird künftig mehr denn je zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil von Unternehmen ebenso wie von Staaten. Deutschland ist bei vielen Technologien führend – etwa im Umwelt- und Klimaschutz –, muss sich aber anstrengen, um diese Führungsposition zu behalten und auszubauen. Mit dem Engagement bei der „Expedition Zukunft“ will Siemens dazu beitragen, diese Zu-

sammenhänge deutlich zu machen und Begeisterung für Forschung und Technik zu vermitteln.

Welche drängenden Fragen werden unsere Zukunft bestimmen?

Gruss: Wir stehen vor großen Herausforderungen: ob Klimawandel, alternde Gesellschaften oder die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung. Nur mithilfe der Forschung können wir hierfür Antworten finden. Zugleich schaffen wissenschaftliche Erkenntnisse die Basis für Innovation und damit für wirtschaftlichen Wohlstand. Gerade in der Krise muss Deutschland dieses Potenzial nutzen.

Löscher: Nachhaltigkeit wird wohl zum entscheidenden Thema des 21. Jahrhunderts. Wie kann man Energie so produzieren und einsetzen, dass die Umweltauswirkungen so gering wie möglich sind? Wie lassen sich in einer Welt endlicher Ressourcen und globalen Wettbewerbs Produkte für Milliarden von Menschen möglichst umweltschonend herstellen? Und wie muss ein leistungsfähiges Gesundheitssystem beschaffen sein, das auch für eine zunehmend älter werdende Bevölkerung bezahlbar bleibt?

Immer weniger Studenten widmen sich naturwissenschaftlichen oder technischen Fächern. Wie können Forschungseinrichtungen und Unternehmen junge Menschen wieder dafür begeistern?

Gruss: Das geht nur, wenn junge Menschen das Gefühl haben, dass die Gesellschaft wirklich auf sie wartet, offen ist für Neues und sich über Innovationen freut. Doch wir verhalten uns häufig paradox: Einerseits möchten wir die Früchte von Wissenschaft und Technik für uns nutzen. Andererseits wollen wir viele neue Technologien

nicht in unserer Nachbarschaft haben. Wir verbrauchen Atomstrom, wollen aber die Kraftwerke nicht, wir schlucken gentechnisch hergestellte Medikamente und lassen unsere Wäsche von Enzymen reinigen, die wir der Biotechnologie verdanken. Gleichzeitig fürchten wir uns aber vor genetisch optimierten Kartoffelpflanzen.

Löscher: Unternehmen wie Siemens bieten engagierten Menschen ein ungemein breites und spannendes Betätigungsfeld. Für die Gestaltung der Zukunft brauchen wir junge Männer und Frauen unterschiedlichster Herkunft, die sich mit ihrem Wissen und ihrem kulturellen Hintergrund einbringen, um an der Lösung von Fragen, wie wir sie gerade beschrieben haben, zu arbeiten. Solchen begeisterungsfähigen Menschen öffnen wir alle Türen.

Deutschland als Land der Tüftler und Erfinder – das war einmal. Wie können wir die Besten halten oder aus dem Ausland gewinnen?

Gruss: Deutschland muss sich bewusst dem internationalen Wettbewerb um die besten Köpfe stellen. Zur Umsetzung seiner Forschungs-ideen braucht der wissenschaftliche Nachwuchs neben der Freiheit eine optimale Ausstattung und Finanzierung. Wir müssen jungen Forschern bessere Perspektiven für ihre Karriereentwicklung eröffnen und sollten darauf achten, dass administrative Vorschriften und bürokratische Hürden die Forschung nicht über Gebühr belasten. Wichtig ist auch, Spitzenwissenschaftlern ein adäquates Gehalt zu bieten.

Herr Löscher, auf der Siemens-Hauptversammlung im Januar betonten Sie die „Chancen in der Wirtschaftskrise“. Welche Felder eröffnen besonders gute Möglichkeiten?



Peter Löscher ist seit 2007 Vorstandsvorsitzender der Siemens AG. Weltweit arbeiten rund 430000 Mitarbeiter des Unternehmens an Innovationen auf den Gebieten Industrie, Energie und Gesundheit.

Wagen 1: Was kommt auf uns zu?

Seit den Anfängen der Industrialisierung hat sich die Entwicklung von Wissenschaft, Technologie und Innovationskraft in Deutschland stark beschleunigt. Im ersten Wagen erfahren die Besucher, darunter speziell junge Menschen, welche Themen und Herausforderungen uns in Zukunft weltweit beschäftigen und wie diese unser Leben beeinflussen werden.



Wagen 2: Der Ursprung

Was ist die „Dunkle Materie“ und woraus besteht sie? Wie wirken die Kräfte des Universums? Diesen Themen rund um den Ursprung des Lebens gehen die Forschungsfelder Astrophysik und Hochenergieforschung nach. Schließlich gilt: Wer wissen will, was in der Zukunft passiert, muss die Wurzeln unseres Daseins kennen.



der Erde, wie die MP3-Technik bei Apple – dies würde auch Max Planck bemängeln.

Wissenstandort mit hohem Renommee

Die Klagen über die Schwächen der Forschung und der Vermarktung ihrer Ergebnisse – bürokratische Kämpfe in Behörden und Unternehmen, hohe Hürden zwischen akademischer Forschung und Industrie, um nur zwei zu nennen – sind bekannt. Wissenschaftler sehen die Situation positiv. Die viel bejammerte Schwerfälligkeit hierzulande ist einer hohen Dynamik im Austausch zwischen Geist und Ökonomie gewichen. Exzellenzinitiativen, eine bessere Vernetzung und mehr Risikokapital zeigen bereits Wirkung.

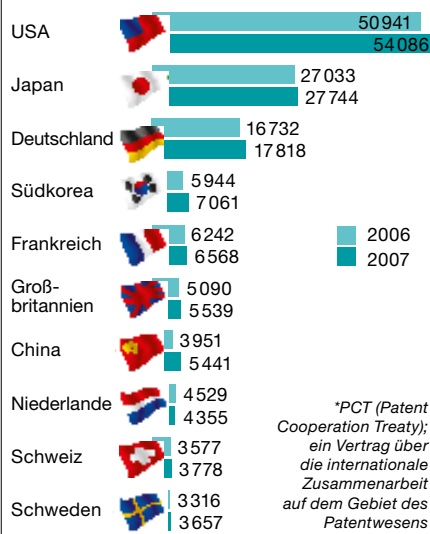
„Deutschland ist ein hervorragender Standort für Forschung und Entwicklung“, sagt Andreas Trepte, Projektleiter und Kurator der „Expedition Zukunft“ sowie Leiter des Stabsreferats für Forschungsanalyse und -vorschau bei der Max-Planck-Gesellschaft. Circa 45 Milliarden Euro geben Staat und Wirtschaft jährlich für Forschung und Ent-

„Wissenschaftliche Erkenntnisse schaffen die Basis für Innovationen“

Peter Gruss, MPG-Präsident

wicklung aus. Nobelpreisträger wie der Physiker Peter Grünberg, der Chemiker Gerhard Ertl und die Biologin Christiane Nüsslein-Volhard beweisen, dass dieses Geld auf fruchtbaren Boden fällt. Auch bei der Zahl angemeldeter Patente liegt Deutschland regelmäßig hinter den USA und Japan auf Rang drei. Leider ist der Platz auf dem Treppchen per se noch kein Erfolgsgarant. „Selbst intelligente Menschen haben bei Themen wie

Patente: Internationale PCT*-Anmeldungen aus den zehn führenden Ländern



Quelle: Weltorganisation für geistiges Eigentum (Wipo)

Gentechnik Angst“, bedauert Treptes Kollege Peter Steiner, Projektmanager der „Expedition Zukunft“. „Das Verständnis der Öffentlichkeit ist bei uns zu wenig ausgeprägt.“ Umso wichtiger sei es, Jugendliche für naturwissenschaftliche Fächer und Berufe zu begeistern, meint Trepte. Dass dies möglich ist, haben diverse Aktionen in der Vergangenheit schon bewiesen.

Zug mit unterhaltsamer Aufklärung

So entstand die Idee, im Wissenschaftsjahr 2009 und zum 60-jährigen Bestehen der Bundesrepublik einen Ausstellungszug quer durchs Land zu schicken (siehe Fahrplan auf Seite 8). „Das nächste Jahrzehnt ist entscheidend für den Weg, den Deutschland langfristig einschlägt“, so Max-Planck-Präsident Peter Gruss. Der Zug stelle dar, wie Wissenschaft und Forschung unser künftiges Leben beeinflussen werden. Bundesforschungsministerin ▶

Peter Gruss
hat 2002 das Amt des Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft übernommen. Deren 79 Institute betreiben natur-, lebens-, sozial- und geisteswissenschaftliche Grundlagenforschung.



Löscher: Eine Krise ist immer auch eine Chance, herkömmliche Lösungen infrage zu stellen. Beispielsweise sprechen Autohersteller heute von der „notwendigen Neuerfindung des Automobils“. Und Energieversorger halten es für möglich, dass Elektroautos künftig nicht nur als Fortbewegungsmittel dienen können, sondern auch als mobile Energiespeicher, um fluktuierende Einspeisungen – etwa von Wind- und Solaranlagen – auszugleichen. Ein solcher Paradigmenwechsel erfordert vielfältigste Innovationen, bei den Fahrzeugen ebenso wie in der Infrastruktur der Stromnetze.

Energie-, Klima- und Umwelttechnologien sowie der Ausbau des Gesundheitswesens erfordern jedoch hohe Investitionen – in der Entwicklung und bei den Kunden. Kann sich die Gesellschaft dies angesichts der knappen finanziellen Mittel überhaupt leisten?

Löscher: Dieser angebliche Gegensatz existiert gar nicht, denn viele der neuen Technologien sparen Kosten – zum Beispiel durch höhere Effizienz und geringeren Ressourcenverbrauch. So hat Siemens zusammen mit McKinsey in einer Studie für London gezeigt, dass sich 70 Prozent der Maßnahmen zur CO₂-Reduktion – von der Gebäudetechnik bis zur effizienteren Beleuchtung – auch finanziell rechnen, manche sogar schon nach wenigen Jahren.

Dorthe March

Wagen 3: Natürlich begreifen

Einzelne Atome zu bewegen oder Bakterien mit neuen Eigenschaften zu entwickeln – daran arbeiten Forscher unterschiedlicher Fachrichtungen gemeinsam. So sollen Mikroorganismen künftig unseren Abfall recyceln oder Energie produzieren. Wagen 3 zeigt, wie Nano- und Biowissenschaften immer weiter verschmelzen.



Wagen 4: Mehr als Denken

Es lernt stetig dazu, verarbeitet Bits und Bytes und koordiniert Milliarden von Nervenzellen: das Gehirn. Die Forschung ermöglicht schon heute tiefe Einblicke in alle Hirnregionen. Ihre Arbeitsweise ist Vorbild für künftige Computertechnologien, die künstliche Intelligenz neu definieren werden.



Den Menschheitsfragen auf der Spur

„Wer bin ich und wenn ja, wie viele?“ – der Erfolg des Bestsellers von Richard David Precht zeigt: Die großen Menschheitsfragen nach dem Woher und Wohin sind so aktuell wie eh und je. Und so liefert die Forschung mit ungebremstem Elan in immer kürzeren Abständen neue Ergebnisse, um den Wissensdurst der Menschen zu stillen.



Rekonstruiert: Ein 3-D-Modell eines Neandertalerschädels zeigt, wie der Urmensch aussah

Ein Beispiel: Die Forscher des Leipziger Max-Planck-Instituts haben kürzlich erstmals eine Version des rekonstruierten Neandertalergenoms öffentlich vorgestellt. Ein Kapitel, das die Forschung schon seit 150 Jahren beschäftigt. Die teilweise Aufschlüsselung des aus rund drei Milliarden Buchstaben bestehenden Erbguts soll bei der Aufklärung helfen, welche Rolle der Neandertaler in der Evolution des modernen Menschen gespielt hat. **Wie der Urmensch ausgesehen haben soll, zeigt ein 3-D-Modell seines Schädels in Wagen 2.** Zwar sind die Neandertaler, die nächsten Verwandten des modernen Menschen, vor etwa

30000 Jahren ausgestorben, aber die Forschergruppe folgert aus den neuen Ergebnissen, dass es einen Erbguttransfer zwischen beiden gegeben haben könnte.

Die Frage nach dem Ursprung gehört zu den größten Rätseln der Menschheit. Zwar ist bekannt, dass es vor rund 3,5 Milliarden Jahren erstes mikrobielles Leben auf unserem Planeten gab. Doch wo entstand das Leben? Tatsächlich auf der Erde – oder kam es vielleicht aus dem All? Um dies zu klären, untersuchen Wissenschaftler andere Himmelskörper. **Ein Modell des Rosetta-Satelliten, der im Jahr 2014 den Kometen „Tschurjumow-Gerasimenko“ erreichen und diesen auf Spuren von Leben untersuchen soll, ist ebenfalls in Wagen 2 aufgebaut.** Die Besucher bekommen hier einen Eindruck, wie schwierig es ist, das Universum zu erforschen – von dem bisher nur insgesamt vier Prozent bekannt sind. Alles andere ist „Dunkle Materie“ und „Dunkle Energie“.

Ein ähnlich komplexes Thema wird dem Besucher in Wagen 4 vermittelt: Warum denken und fühlen wir? Die kognitiven Wissenschaften haben durch diverse bildgebende Verfahren mittlerweile viele Funktionen des Gehirns erforscht. Wie lange wird es da noch dauern, bis die Grenzen zwischen Mensch und Maschine verschwinden? Weltweit arbeiten Ingenieure an Robotern, die in Bewegung und Emotion den Menschen immer mehr ähneln.

Mit dem Roboter Kansei ist ein Studententeam der Meiji-Universität in Tokio diesem Traum schon ein gutes Stück nähergekommen. Je nachdem, welches Wort er hört, kann Kansei sein mit einer Gummihaut überzogenes Ge-

sicht verziehen und Emotionen wie Glück, Überraschung, Wut und Angst ausdrücken. Erkennt er etwa das Wort Liebe, verziehen sich seine rosa Lippen zu einem Lächeln. **Eine Galerie in Wagen 4 zeigt die Entwicklung von Robotern für unterschiedlichste Einsatzgebiete.**

In den ersten Zugwagen werden mögliche Antworten auf die Menschheitsfragen nach dem Woher und Wohin gegeben. Doch gerade die Frage nach dem Wohin wirft neue ethische und philosophische Probleme auf. Beispiel: Inwieweit darf die Gentechnik Menschen formen und in die Natur eingreifen? **In Wagen 11 stellen sich Wissenschaftler und Philosophen in Video-Statements grundsätzlichen Fragen.**

Janina Peters



Exponat im Aufbau: Projektmitarbeiter bereiten Roboter Paul für seinen Auftritt vor

Wagen 5: Vernetzte Gesellschaft

Computer durchdringen alle Bereiche unseres Lebens, schnelle Kommunikationsnetze umspannen den Globus. Dies wird sich auch auf die Lebens- und Arbeitswelten im 21. Jahrhundert auswirken. Firmen können überall auf der Welt ihre Produkte entwickeln. Blitzschneller Datenaustausch erleichtert sowohl die Arbeit als auch das Pflegen sozialer Kontakte.



Wagen 6: Produktion von morgen

In den kommenden 20 Jahren werden innovative Materialien in der Herstellung verwendet, die in puncto Funktionalität, Design oder Umweltschutz immer wieder Maßstäbe setzen. Auch die Produktion selbst verändert sich: Digitale Fabriken – eine neun Meter lange Anlage steht in Wagen 6 – ermöglichen eine flexible und kostensparende Fertigung von Produkten.



Leben in der Welt von morgen

Rund um den Globus steigen die Einwohnerzahlen der Megastädte rapide an. In den 20 größten Metropolen leben derzeit etwa 280 Millionen Menschen – Tendenz steigend. Bereits heute wohnt und arbeitet mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten – im Jahr 2050 werden es zwei Drittel sein. Die zentrale Frage, die dieser Globalisierungseffekt aufwirft: Wie wird das Leben in solchen Megacities aussehen?

Vor allem Infrastruktur und Verkehr der Städte stehen vor großen Herausforderungen. Gefragt sind jedoch auch intelligente Gebäude, die das Miteinander in Ballungszentren so angenehm wie möglich machen und dabei die Umwelt schonen. Das beginnt bei der energiesparenden Beleuchtung mit LED und OLED und reicht bis hin zu Sensoren mit unterschiedlichen Einsatzziele. **In Wagen 10 stellen Siemens und Osram unter anderem „Intelligente Gebäude“ vor.** Ausgestellt wird dort unter anderem ein „Schnüffelsensor“, der CO₂-Gehalt oder Feuchtigkeit der Luft misst. Steigt etwa im Laufe eines langen Meetings die Koh-

lendioxidkonzentration im Konferenzraum auf ein kritisches Niveau, so ertönt ein Warnsignal, das zum Lüften auffordert. Die Konzentration der Teilnehmer wird gefördert.

Die Steigerung von Sicherheit durch ähnlich intelligente Innovationen hat begonnen, etwa bei der Identifikation über biometrische Daten. Dieses Thema wird sich zukünftig nicht auf Ausweisdokumente wie den Reisepass beschränken; denkbar ist – zum Beispiel beim Onlinebanking – auch die Ausweitung von Identifikationsverfahren auf Technologien, die bis dato nur in Agententhrellern auftauchen. **Hochmoderne Erkennungssysteme können Besucher in Wagen 11 selbst testen:** Sie melden sich entweder per Fingerabdruck oder Handvenenscan an und können daraufhin in Sekundenschnelle eine dreidimensionale Darstellung ihres Gesichts anfertigen lassen – und sie sogar per E-Mail verschicken.

Vor dem Hintergrund der Globalisierung drängt sich auch die Frage auf, wie zukünftig Industriegüter produziert werden. **Die Antwort**



Vollautomatische Fußballproduktion: Die Fabrik im Miniformat steht in Wagen 6

heißt „Digitale Fabrik“ und ist in Wagen 6 zu sehen. Dort simuliert eine Minifabrik von neun Meter Länge die vollautomatische Produktion kleiner Fußballle – so flexibel und umweltschonend, wie es das Leben in der Welt von morgen verlangt. **Nataša Ivaković**

Annette Schavan zeigte sich begeistert von der Idee: „Wir laden die Menschen auf eine Entdeckungsreise durch die deutsche Forschungslandschaft ein. Einen wichtigen Beitrag dazu leistet der Ausstellungszug – hier rollt die Wissenschaft durch Deutschland.“ Besonders positiv sei, dass es die Max-Planck-Gesellschaft ist, gefördert von der Bundesregierung, die den Zug auf die Schiene gestellt habe und dass sich so viele Institute und Forschergruppen an dem Projekt beteiligten. Auf 300 Metern zeigen Firmen wie Siemens, Bayer und Volkswagen in zwölf Wag-

gons, welche Technologien unsere Zukunft mitbestimmen werden und wie Innovationen den Wirtschaftsstandort Deutschland nach vorn bringen können – gerade in Zeiten der Flaute. Kanzlerin Angela Merkel hat die Marschrichtung vorgegeben: „Wir wollen die Krise nutzen, um stärker aus ihr herauszukommen, als wir hineingegangen sind.“

Klimaschutz als Wachstumsmotor

Viele Experten glauben, der Treibstoff, mit dem die Konjunkturlokomotive wieder in Fahrt kommt, ist grün. „Wir sollten die Krise als Chance begreifen und jetzt in nachhaltige Umwelttechniken investieren“, sagt Claudia

Kemfert vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW). Auch Peter Löscher, Siemens-Chef und Vorsitzender der Initiative „Wirtschaft für Klimaschutz“ des Bundesverbands der deutschen Industrie (BDI), ist überzeugt: „Der Klimaschutz ist bei aller Anstrengung und den damit verbundenen Investitionen ein langfristiger Wachstumsmotor.“

Derzeit führt die Bundesrepublik weltweit bei Klima- und Umweltschutztechnologien. „Deutsche Konzerne sind denkbar gut aufgestellt, um international mitzumischen“, sagt Kemfert. Die USA wollen in den nächsten zehn Jahren 150 Milliarden Dollar in erneuerbare Energien pumpen. Auch Schwellenländer ▶

Wagen 7: Eine Welt ohne Krankheiten?

Bahnbrechende Methoden in der Medizintechnik eröffnen bislang ungeahnte Möglichkeiten für Diagnose, Therapie und Behandlung. In Wagen 7 veranschaulichen verschiedene teils interaktive Filme die medizinische Versorgung von morgen.

Wagen 8: Nahrung für alle

2025 werden acht Milliarden Menschen auf der Erde leben. Das stellt die Ernährungsproduktion vor neue Herausforderungen. Auch die Biotechnologie zeigt Wege auf, wie die Welternährung künftig gesichert werden könnte.



Älter werden – gesund bleiben

Zu den ältesten Lebewesen der Welt gehört der antarktische Riesenschwamm. Einige der Vielzeller werden bis zu 10000 Jahre alt. Menschen in Deutschland hingegen bringen es laut Statistischem Bundesamt durchschnittlich auf knapp 79 Jahre. Allerdings wächst der Anteil der über 65-Jährigen in der Bevölkerung stetig: Bis zum Jahr 2030 wird er sich Schätzungen zufolge von sieben auf zwölf Prozent erhöhen.

Doch mit dem Alter steigt das Risiko, an Krebs, Herzleiden oder Alzheimer zu erkranken. Das Gesundheitssystem wird durch den demografischen Wandel und die steigenden Kosten immer stärker belastet. Es gilt also, die Qualität der Behandlung von Patienten zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten in den Griff zu bekommen. **Welche Rolle dabei Innovationen in der Medizintechnik spielen, zeigen Wagen 4 und 7:** Aufnahmen des menschlichen Gehirns demonstrieren die Entwicklung von Magnetresonanztomographen (MRT), die bereits seit Beginn der 70er-Jahre Einblicke in das Gehirn ermöglichen. Schon heute können neurologische Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson dank exzellenter Bildschärfe noch schneller diagnostiziert und besser therapiert werden. Auch Krebserkrankungen werden immer früher erkannt: Bei der molekularen Bildgebung werden Krebswucherungen mithilfe von Biomarkern punktgenau lokalisiert und sichtbar gemacht. Innovationen, die Besuchern in Wagen 7 durch Filme näher gebracht werden.

Ein weiterer Film mit interaktiven Elementen lädt zu einem Rundgang durch den Operationssaal der Zukunft ein. Er zeigt, wie dank modernster medizinischer Geräte etwa Ri-



OP der Zukunft: Per Film kann der Betrachter quasi live verfolgen, wie morgen operiert wird

sikopatienten bei Operationen weitaus weniger Belastungen ausgesetzt sind. So muss beim Einführen einer neuen Herzklappe über einen Katheter nicht mehr der Brustkorb geöffnet werden – ein kleiner Schnitt unter der Brust reicht. Dafür wird der OP mit einem speziellen Röntgensystem ausgestattet, das während der Operation Bilder aus dem Körperinneren liefert. Selbst 3-D-Abbildungen sind damit möglich. Das ist schonender für den Patienten und spart zudem Kosten.

Dieses Ziel verfolgt auch die elektronische Patientenakte, die derzeit in Deutschland getestet und in Wagen 7 mithilfe einer Grafik vorgestellt wird. Sie speichert in digitaler Form relevante Patientendaten wie die Anamnese oder Röntgenbilder. So kann der Arzt Doppeluntersuchungen vermeiden und Patienten effizienter behandeln. Sandra von der Horst

bieten lukrative Wachstumschancen. Nicht zuletzt schaffen saubere, energiesparende Technologien Arbeitsplätze in Deutschland. Bis zu eine Million neuer Jobs könnten hier bis 2030 entstehen. Vorausgesetzt, der deutschen Umweltbranche geht nicht der Nachwuchs aus. Damit dies nicht geschieht, tun Unternehmen einiges: Siemens etwa kooperiert mit vielen Universitäten in Hunderten von Forschungsprojekten, um dem Nachwuchs das Tüfteln an zukunftssträchtigen Technologien schmackhaft zu machen. So arbeitet die wissenschaftliche Elite von morgen nicht im Elfenbeinturm, sondern für die Praxis.

Gesundheitsbranche boomt

Mit einer weiteren Million Stellen rechnet die Unternehmensberatung McKinsey bis 2020 in der Gesundheitsbranche. Medizintechnik aus der Bundesrepublik ist in Kliniken und Praxen weltweit gefragt. Der technische Fortschritt und die demografische Entwicklung werden dem Gesundheitsmarkt Wachstum verordnen. Bis 2050 erwarten die Vereinten Nationen rund um den Globus zwei Milliarden Einwohner über 60. Mit dem Alter steigt die Gefahr, etwa an Krebs oder Alzheimer zu erkranken. In Deutschland entfallen schon heute 47 Prozent aller Gesundheitskosten auf Senioren ab 65. Moderne Medizintechnik kann helfen, diese Ausgaben zu drosseln – bei verbesserten Diagnose- und Behandlungsmöglichkeiten. Ganz abgesehen von den Absatzchancen im Ausland: „In Schwellenländern wächst mit zunehmendem Wohlstand die Bereitschaft, mehr Geld für Gesundheit auszugeben und damit, in Medizintechnik zu investieren“, sagt Uwe Perlitz von Deutsche Bank Research.



Wagen 9: Nachhaltig und effizient

Kann man in Zukunft erneuerbare Energien speichern? Wie können traditionelle Energiequellen schadstoffärmer werden? Diese und weitere Fragen zielen darauf ab, das labile Gleichgewicht unseres Planeten zu schützen. Auf die Besucher wartet unter anderem ein interaktiver Tisch mit Touchscreen, der alle Elemente der Energiewandlungskette zeigt.



Wagen 10: Mobiles Leben

Die Menschen drängen weltweit in die Städte. Forschung und Entwicklung beschäftigen sich deshalb etwa mit der Frage, wie künftig das erhöhte Verkehrsaufkommen in den Städten intelligent geregelt wird. Auch müssen Fahrzeuge, Gebäude und Geräte energiesparender und flexibler werden. Wie, zeigt Wagen 10.



41 Billionen Dollar für Infrastruktur

Ein weiterer Megatrend erfordert Anpassungen durch Innovationen: Bis 2030 wächst die Zahl der Stadtbewohner nach UN-Angaben auf rund fünf Milliarden. Tokio, die größte Metropolregion der Welt, zählt schon jetzt 35,5 Millionen Einwohner – rund doppelt so viele wie das bevölkerungsreichste deutsche Bundesland, Nordrhein-Westfalen. In den Riesensiedlungen werden die weltweiten Herausforderungen besonders deutlich. Sie verschlingen 80 Prozent des globalen Energieaufkommens und pusten drei Viertel aller klimaschädlichen Emissionen in die Atmosphäre. 41 Billionen US-Dollar müssen Metropolen und Megacities weltweit bis 2030 in Wasser- und Stromversorgung sowie in Transportmitteln investieren, schätzt die Unternehmensberatung Booz Allen Hamilton. Wie lässt

„Wir müssen die Technologien nur einsetzen“

Peter Löscher, Siemens-Chef

sich Mobilität in einem Moloch reibungslos organisieren? Wie der CO₂-Ausstoß von Gebäuden und Verkehr im Zaum halten? Die Antworten auf solche Fragen liefern Innovationen wie intelligente Verkehrsleitsysteme, Energieerzeugung aus regenerativen Quellen oder effiziente Gebäudetechnik. „Viele dieser Technologien sind vorhanden. Wir müssen sie nicht mehr erfinden, sondern nur einsetzen“, sagt Siemens-Chef Löscher. Neue Ideen für die Zukunft zeigt bis Ende des Jahres der Wissenschaftszug „Expedition Zukunft“. Die Technik zum Mitmachen und Ausprobieren verschafft den Besuchern hier einen Einblick in die spannenden Herausforderungen, die auf die Wissenschaftler von morgen noch warten.

Kathy Günther, Andrea Hessler

Energie für die Erde

In den USA steht die Klimaampel nun eindeutig auf Grün: Präsident Barack Obama will den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2050 um stattliche 80 Prozent senken. Ein engagiertes Ziel, das sich nur mit modernster Technik erfüllen lässt. **Genau darum geht es in Wagen 9, dessen Herzstück die „Energieumwandlungskette“ ist.** Auf einem Pult mit Monitoroberfläche startet der Besucher einen virtuellen Rundflug entlang der Stationen der Energieumwandlung. Die Reise führt vorbei an Ölförderanlagen und Pipelines, Kraftwerken und Windrädern, Stromleitungen und Umspannwerken. Dabei kann der Betrachter per Knopfdruck tiefer in die Themen einsteigen und sich etwa Trailer ansehen. Beispiel Windkraft: Von allen regenerativen Quellen ist sie technisch am weitesten fortgeschritten. Dänemark deckt so rund 20 Prozent seines Strombedarfs, in Deutschland sind es circa 6,5 Prozent. Da viele Windparkstandorte an Land bereits genutzt werden, zieht es die weißen Riesen aufs Meer hinaus. Bis 2011 errichtet Siemens etwa vor der Küste Englands den weltweit größten Offshore-Windpark mit 140 Turbinen.

Auch wenn erneuerbare Energien auf dem Vormarsch sind, werden im Jahr 2020 noch immer zwei Drittel des erzeugten Stroms fossilen Ursprungs sein. **Am meisten CO₂ lässt sich deshalb durch moderne Kraftwerke mit hohem Wirkungsgrad einsparen.** Wären alle bestehenden Anlagen auf dem neuesten Stand, würden sie 2,5 Milliarden Tonnen weniger Kohlendioxid pro Jahr auspusten. Die technischen Möglichkeiten sind da: Das Gas- und Dampfturbinenkraftwerk Irsching 4 in Ingolstadt wird einen Wirkungsgrad von über 60 Prozent erreichen – Weltrekord. Drehpunkt der Siemens-Anlage ist die Hightech-

Gasturbine, die mit 340 Megawatt Leistung die Bevölkerung einer Stadt wie Hamburg mit Strom versorgen könnte. Dank einer ausgeklügelten Keramikbeschichtung und spezieller Kühlsysteme hält sie Verbrennungstemperaturen von bis zu 1500 Grad Celsius stand.

Heiß geht es in Wagen 9 auch beim Thema „Öl aus Ölsand“ zu. Hier erfährt der Besucher, wie Siemens-Forscher im Labor über eine Kupferschleife 400 Ampere Strom in einen Kasten mit salzwassergetränktem



Virtueller Rundflug: Per Touchscreen die Wege der Energieumwandlungskette verfolgen

Sand sausen lassen – und ihn allein durch elektromagnetische Induktion, nicht etwa durch die Hitze des Drahtes, erwärmen. Ein bahnbrechendes Verfahren, das helfen soll, ölhaltigen Sanden ihr schwarzes Gold umweltfreundlicher und effektiver abzutrotzen. Damit das gelingt, tüfteln die Wissenschaftler jetzt an einem kilometerlangen Induktorkabel. Dieses soll 2010 einer Pilotanlage in Kanada einheizen – Sandkastenspiele können also durchaus zukunftsweisend sein.

Ulrike Feldhusen

Wagen 11: Natürlich. Künstlich

Gentechnik und die Reproduktionsmedizin eröffnen Chancen, werden fachübergreifend und kontrovers diskutiert. Wissenschaftler, Philosophen und andere Experten zeigen durch Videostatements, welche Möglichkeiten es gibt und wo ethische Grenzen gesetzt sind.



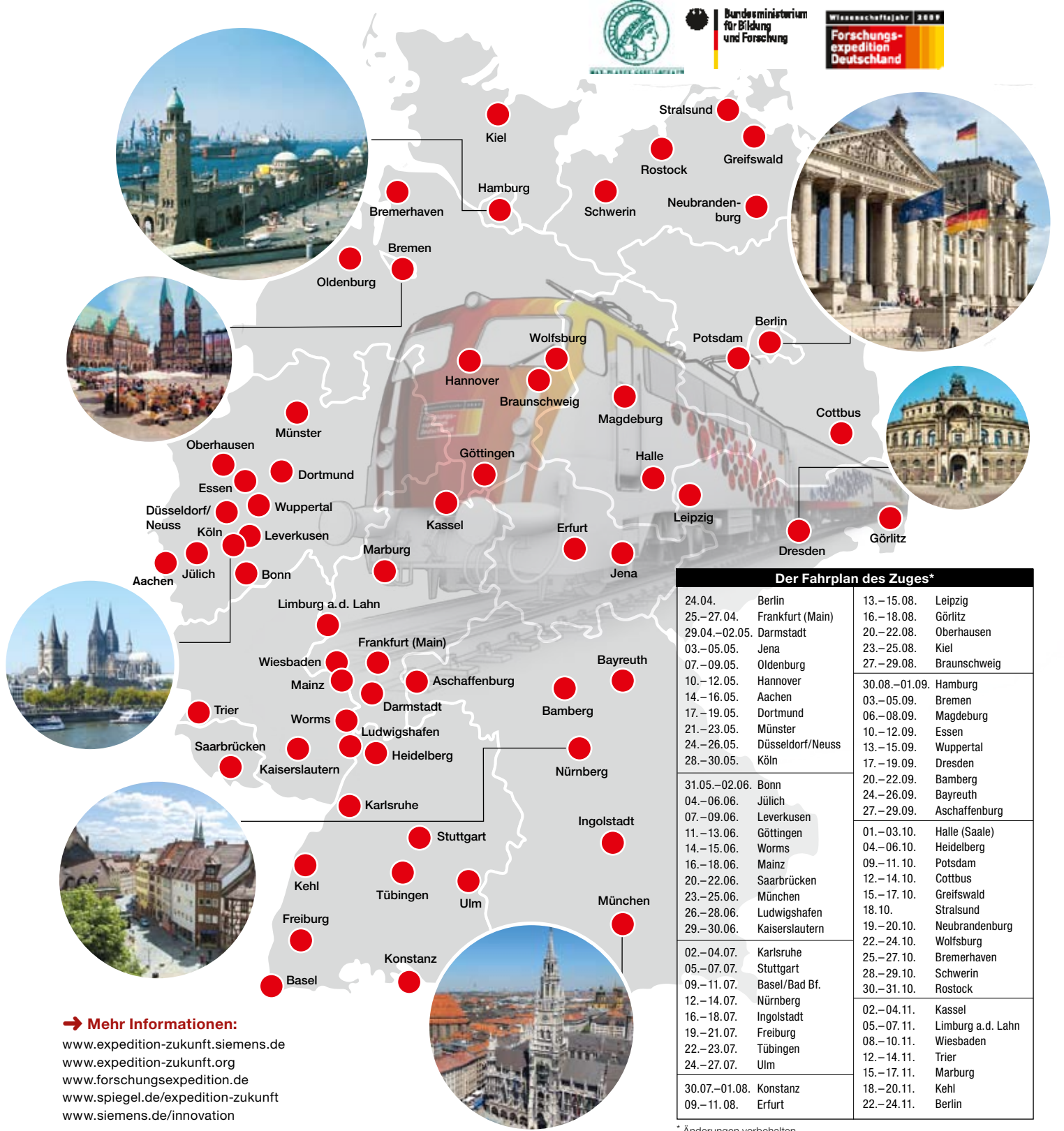
Wagen 12: Mitmachen!

Goethe sagte einst: „Es genügt nicht zu wissen, man muss es auch anwenden...“ Frei nach diesem Motto lädt das Mitmachlabor in Wagen 12 dazu ein, sich aktiv mit den Themen Forschung und Innovationen zu beschäftigen. Experimentieren, erleben, entdecken – gerade junge Menschen begeistern sich hier für wissenschaftliche Themen.



Die Stationen des Zuges

Der Ausstellungszug fährt von April bis November 2009 mehr als 60 deutsche Städte an. Er hält für jeweils ein bis drei Tage – der Eintritt ist frei. Hier alle Stationen im Überblick.



➔ **Mehr Informationen:**
www.expedition-zukunft.siemens.de
www.expedition-zukunft.org
www.forschungsexpedition.de
www.spiegel.de/edition-zukunft
www.siemens.de/innovation

Der Fahrplan des Zuges*			
24.04.	Berlin	13.–15.08.	Leipzig
25.–27.04.	Frankfurt (Main)	16.–18.08.	Görlitz
29.04.–02.05.	Darmstadt	20.–22.08.	Oberhausen
03.–05.05.	Jena	23.–25.08.	Kiel
07.–09.05.	Oldenburg	27.–29.08.	Braunschweig
10.–12.05.	Hannover	30.08.–01.09.	Hamburg
14.–16.05.	Aachen	03.–05.09.	Bremen
17.–19.05.	Dortmund	06.–08.09.	Magdeburg
21.–23.05.	Münster	10.–12.09.	Essen
24.–26.05.	Düsseldorf/Neuss	13.–15.09.	Wuppertal
28.–30.05.	Köln	17.–19.09.	Dresden
31.05.–02.06.	Bonn	20.–22.09.	Bamberg
04.–06.06.	Jülich	24.–26.09.	Bayreuth
07.–09.06.	Leverkusen	27.–29.09.	Aschaffenburg
11.–13.06.	Göttingen	01.–03.10.	Halle (Saale)
14.–15.06.	Worms	04.–06.10.	Heidelberg
16.–18.06.	Mainz	09.–11.10.	Potsdam
20.–22.06.	Saarbrücken	12.–14.10.	Cottbus
23.–25.06.	München	15.–17.10.	Greifswald
26.–28.06.	Ludwigshafen	18.10.	Stralsund
29.–30.06.	Kaiserslautern	19.–20.10.	Neubrandenburg
02.–04.07.	Karlsruhe	22.–24.10.	Wolfsburg
05.–07.07.	Stuttgart	25.–27.10.	Bremerhaven
09.–11.07.	Basel/Bad Bf.	28.–29.10.	Schwerin
12.–14.07.	Nürnberg	30.–31.10.	Rostock
16.–18.07.	Ingolstadt	02.–04.11.	Kassel
19.–21.07.	Freiburg	05.–07.11.	Limburg a.d. Lahn
22.–23.07.	Tübingen	08.–10.11.	Wiesbaden
24.–27.07.	Ulm	12.–14.11.	Trier
30.07.–01.08.	Konstanz	15.–17.11.	Marburg
09.–11.08.	Erfurt	18.–20.11.	Kehl
		22.–24.11.	Berlin

* Änderungen vorbehalten