



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **DIE NEUE
HIGHTECH
STRATEGIE**
Innovationen für Deutschland

Technik und Ideen für morgen

Innovationen erleben



Leitbild eines innovativen Deutschlands

Es sind die guten Ideen, aus denen in Deutschland neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden. Sie sind weltweit gefragt und sichern unseren Wohlstand und unsere Lebensqualität. Auf viele drängende Fragen und Herausforderungen der Zukunft wurden bereits innovative Lösungen gefunden. In anderen Bereichen muss weiter geforscht und experimentiert werden. Hier setzt die neue Hightech-Strategie an: Sie betrachtet systematisch den ganzen Innovationsprozess – von der kreativen Idee bis zur Umsetzung in neue Produkte und Dienstleistungen. Die neue Hightech-Strategie konzentriert sich auf Forschungsthemen, die von besonderer Relevanz für die Gesellschaft sowie für Wachstum und Wohlstand sind:

- Informations- und Kommunikationstechnologien prägen nahezu alle unsere Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Doch wie wollen wir in einer digitalen Welt leben, lernen und arbeiten?
- Wie gestalten wir Produktion und Konsum ressourcenschonender, umweltfreundlicher, sozialverträglicher und damit nachhaltiger?
- Wie sieht die Zukunft der Arbeit aus?
- Wie können wir Fortschritte für Gesundheit und Wohlbefinden erzielen?
- Wie verhindern wir Störungen oder Engpässe bei Energieversorgung, IT-Kommunikation, Mobilität oder Logistik?

Die neue Hightech-Strategie bringt alle Akteure des Innovationsgeschehens zusammen, um Kräfte zu bündeln und den Weg von der Idee in die Anwendung zu verbessern. Sie sorgt auch dafür, dass die Bedingungen in Deutschland innovationsfreudig bleiben. Dafür sind qualifizierte Fachkräfte ebenso notwendig wie eine bessere Finanzierung von Innovationen oder ein forschungsfreundliches Urheberrecht.

Mehr erfahren Sie auch unter
www.hightech-strategie.de



Inhaltsverzeichnis

InnoTruck	2
<hr/>	
Technik und Ideen für morgen	
Faszination trifft Information	4
<hr/>	
Die Erlebnisausstellung im InnoTruck	
Innovationen – gute Ideen für ein gutes Leben	6
<hr/>	
Innovationsführerschaft sichert unsere Zukunft	
Zukunftstechnologien – Werkzeugkasten der Innovation	8
<hr/>	
Technologien sind der Kern jeder Innovation	
Zukunftsaufgaben für Wohlstand und Lebensqualität	10
<hr/>	
Prioritäten bei Forschung und Innovation	
Digitale Wirtschaft und Gesellschaft	11
<hr/>	
Nachhaltiges Wirtschaften und Energie	12
<hr/>	
Innovative Arbeitswelten	13
<hr/>	
Gesundes Leben	14
<hr/>	
Intelligente Mobilität	15
<hr/>	
Zivile Sicherheit	16
<hr/>	
Idee gut, alles gut?	17
<hr/>	
Warum Innovationen auch Risiken mit sich bringen können	
Innovationen werden von Menschen gemacht	18
<hr/>	
Berufe für Innovatoren	
Mehr Wissen? Gibt's hier!	20
<hr/>	
Weiterführende Informationen	
Impressum	21
<hr/>	

InnoTruck

Technik und Ideen für morgen

Wie wird aus einer guten Idee eine erfolgreiche Innovation? Was versteht man überhaupt unter Innovationen? Wozu sind sie gut – und sind auch Risiken mit ihnen verbunden? Antworten auf diese und noch viel mehr Fragen gibt der InnoTruck: Als „Innovations-Botschafter“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung tourt er durch Deutschland und zeigt anschaulich, wie Innovationen unser Leben positiv verändern können.

Wie kaum eine andere Nation ist Deutschland weltweit bekannt als das Land der Denker, Forscher und Ingenieure. Ihre Ideen, ihr Forschungsdrang und ihr Durchhaltevermögen haben Deutschland geprägt und erfolgreich gemacht, denn all diese Eigenschaften sind Voraussetzungen für Innovation. Letztlich ist also unsere Innovationskraft der Motor für den Wohlstand, die Lebensqualität und die Beschäftigung der Menschen in Deutschland.



„Mit der neuen Initiative InnoTruck laden wir Sie herzlich ein zu einer Entdeckungsreise in die Welt der Innovationen. Welche neuen technischen Möglichkeiten gibt es? Wie helfen sie uns im Alltag? Welche Risiken bestehen? All das erfahren Sie bei Ihrem Besuch in der mobilen Ausstellung.

Wir wünschen Ihnen eine ebenso spannende wie informative Begegnung mit der Zukunft!“

Ihr Bundesministerium für Bildung und Forschung



Tourt als „Innovations-Botschafter“ des BMBF durch Deutschland: der InnoTruck.

Damit wir diesen Weg auch weiterhin erfolgreich beschreiten können, müssen wir die Rolle Deutschlands als Innovationsführer im internationalen Wettbewerb stärken. Die Bundesregierung hat daher die neue Hightech-Strategie ins Leben gerufen. Sie sorgt dafür, dass die Bedingungen in Deutschland innovationsfreundlich bleiben. Auch weil damit Zukunftstechnologien und die Umsetzung von Forschungsergebnissen in alltags- und nutzenorientierte Lösungen gefördert werden. Nur so können wir die anstehenden Zukunftsaufgaben zum Wohle unserer Gesellschaft und Gemeinschaft bewältigen.

Welche Innovationen in welchen Bereichen dabei die größten Fortschritte versprechen, zeigt der InnoTruck, die neue Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Von der Forschung über die Technologie und die Anwendung bis hin zu Berufsbildern und Mitmachangeboten – der InnoTruck stellt die vielfältigen Facetten und Erfolgsfaktoren von Innovationen in einer mobilen Erlebnisausstellung vor. Aber auch außerhalb der mobilen Ausstellung möchte die Initiative zum Dialog einladen, indem sie umfangreich in den sozialen Medien vertreten ist und mit einem abwechslungsreichen Veranstaltungsangebot aufwartet. So wird der InnoTruck zum lebendigen Forum für die vielseitigen Facetten, die Innovation haben kann. Denn Innovation geht uns alle an!

Faszination trifft Information

Die Erlebnisausstellung im InnoTruck

Innovationen prägen unseren Alltag. Wie sie entstehen, warum sie so wichtig für uns sind und welche Rolle Technologien dabei spielen, zeigt die Ausstellung im InnoTruck.

Hier kommt Ihre Frage:

In Zukunft setzt man auf Kohlenstoff statt Silizium in Computern als Transistoren. Von welchen Modifikationen des Kohlenstoffs werden neue, leistungsfähigere Computerchips profitieren?

A Fullerene und Graphen

B Carbon Nanotubes und Fullerene

C Carbonfasern (z.B. CFK) und Graphen

D Graphen und Carbon Nanotubes

Fertig >

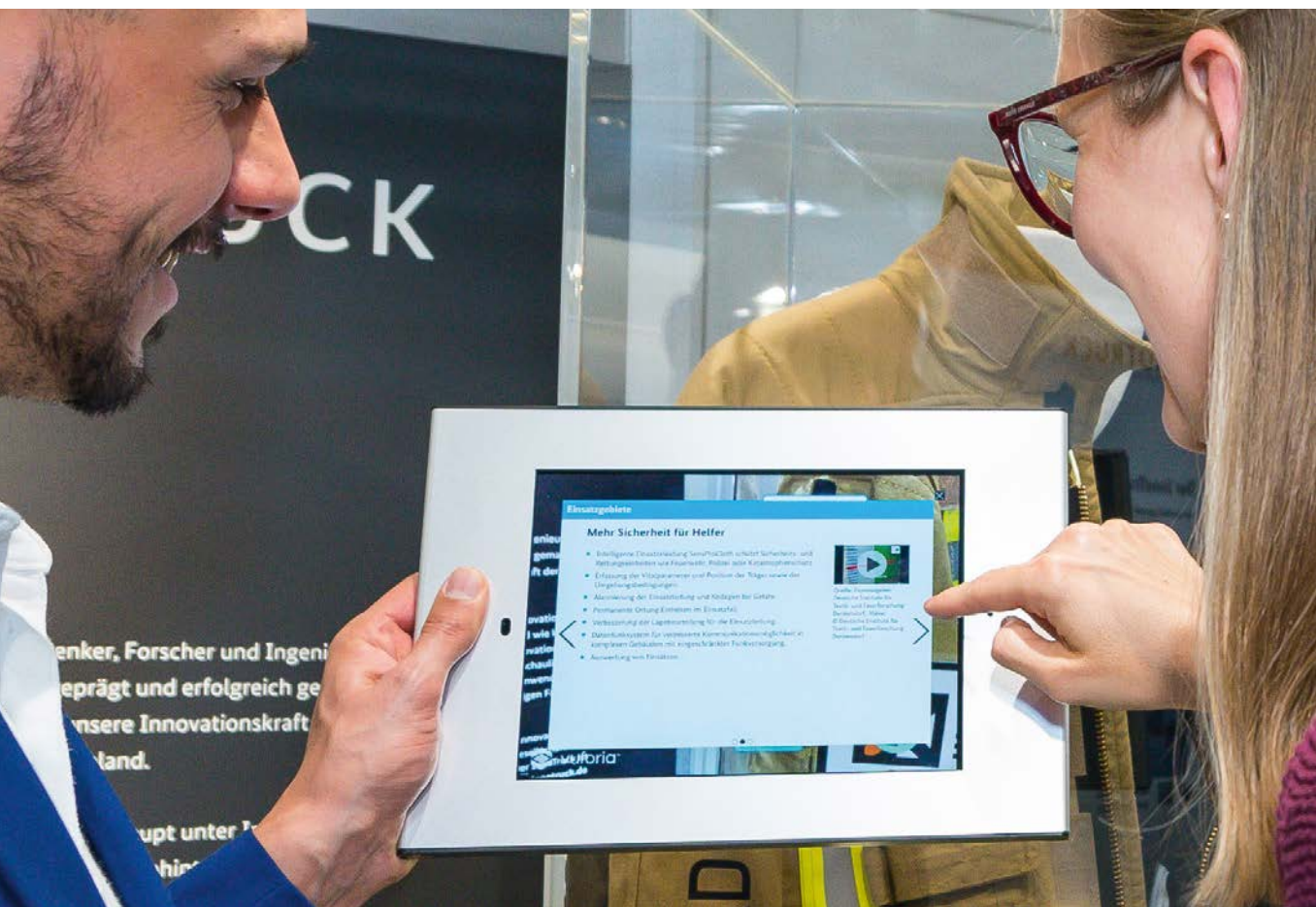
Wissen spielerisch erwerben über eine Aufgaben-Rallye mit Wettbewerbscharakter

Von der Forschung und Entwicklung sowie dem Einsatz von Zukunftstechnologien bei der Entstehung von Innovationen. Über ihren Einsatz zur Lösung der wichtigsten Zukunftsaufgaben für unsere Gesellschaft. Bis hin zu Möglichkeiten, selbst zum Innovator zu werden: Die Ausstellung im InnoTruck gibt einen umfassenden Überblick über die Bedeutung und die Erfolgsfaktoren von Innovationen.

Innovation anschauen, anfassen und ausprobieren

Der InnoTruck bietet auf zwei Stockwerken eine multimediale Erlebniswelt mit mehr als 80 überwiegend interaktiven Exponaten. Die Besucherinnen und Besucher sind herzlich eingeladen, die mobile Ausstellung auf eigene Faust zu erkunden, sich mit den begleitenden Wissenschaftlern über Innovationen auszutauschen oder bei einer der Veranstaltungen im InnoTruck oder seinem Umfeld noch tiefer in das Thema einzutauchen.

Neue Einblicke gewinnen mit dem Innovations-Scanner, einer Augmented-Reality-Anwendung





Innovation vor Ort

Der InnoTruck wirbt mit seinen vielfältigen Informations- und Dialogangeboten auf seiner Tour in ganz Deutschland für Innovation – an Schulen, Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen, aber auch bei Messen, Wissenschaftsnächten und auf öffentlichen Plätzen.

Wann der InnoTruck in Ihre Nähe kommt, erfahren Sie auf der Kampagnenwebsite www.innotruck.de unter der Rubrik „Mobile Ausstellung“. Dort finden Sie auch ein Anfrageformular, wenn Sie mit Ihrer Schule oder Institution den InnoTruck buchen möchten.

Direkt in Innovation eintauchen in der Virtual-Reality-Lounge

Dialog suchen – und finden: im Gespräch mit den wissenschaftlichen Begleitern im Mobil oder auf einer der zahlreichen Veranstaltungen.



Innovationen – gute Ideen für ein gutes Leben

Innovationsführerschaft sichert unsere Zukunft

Innovationen sind der Grund für Deutschlands wirtschaftlichen Erfolg und damit für Beschäftigung, Wohlstand und Lebensqualität. Um auch morgen und übermorgen noch gut leben zu können, müssen wir die großen Herausforderungen unserer Gesellschaft meistern. Doch was macht Innovationen eigentlich aus?

Von der Idee zur Innovation

Innovationen nehmen ihren Anfang in einer guten Idee, einem bahnbrechenden Forschungsergebnis oder einem überraschenden Lösungsansatz für ein bestimmtes Problem. Ob daraus eine Innovation wird, hängt von vielen weiteren Erfolgsfaktoren ab. Die Idee muss auf ihre Anwendungstauglichkeit hin geprüft werden. Dazu wird ein Prototyp entwickelt und konstruiert. Zeigt dieser vielversprechende Aussichten, wird er zum Ausgangspunkt für Produktion, Absatzvorbereitung und Markteinführung. Aber selbst in dieser Phase kann die Neuerung noch scheitern. Erst wenn das Produkt oder die Dienstleistung erfolgreich am Markt etabliert ist, hat sich die Idee in eine Innovation verwandelt.

Prädikat besonders wirkungsvoll

Nicht alle Produkte oder Dienstleistungen, die neu auf den Markt gebracht werden, entfalten automatisch große Wirkung. Selbst dann nicht, wenn sie wirtschaftlich erfolgreich sind. Wirklich innovativ sind Produkte oder Dienstleistungen erst dann, wenn sie grundlegende Veränderungen auslösen, die in unserem Alltag spürbar sind. Dabei unterscheidet man zwischen technologischen und gesellschaftlichen Innovationen. Oft sind neue Produkte beides: Tablets z. B. sind zunächst einmal kleine, handliche Computer mit Touchscreens, welche die mobile Datenverarbeitung grundlegend verändert haben – also eine technologische Innovation. Da sie aber auch unsere Art, Medien zu konsumieren, beeinflussen und mittlerweile verstärkt für digitales Lernen genutzt werden, stellen sie gleichzeitig eine gesellschaftliche Innovation dar.

Antworten auf die Fragen unserer Zeit

Manche Innovationen werden unabhängig von Marktbedürfnissen entwickelt. Ihr Ziel: neue Produkte oder Dienstleistungen zu etablieren, die sich ihren Markt, ihre Nachfrage und damit ihren Erfolg selbst schaffen. Weil sie so innovativ, also so neu und spannend sind, dass jeder sie haben möchte. Ein Beispiel für eine solche Push-Innovation hat wohl schon jeder einmal in der Hand gehabt: das Smartphone.

Im Fokus der Förderung des BMBF stehen dagegen forschungsgetriebene Innovationen. Auch sie versuchen, neue Produkte oder Dienstleistungen zu etablieren. Der Ausgangspunkt ist allerdings ein anderer. Forschungsgetriebene Innovationen nutzen gezielt Technologien, um Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen zu entwickeln. Auch sie haben das Ziel, grundlegende Veränderungen auszulösen, aber immer, um einen bestimmten Bedarf zu decken, der in der Gesellschaft oder einer lebenswerten Zukunft begründet ist.

Innovationen werden für die Gesellschaft entwickelt – von ihr selbst

Viele wichtige Fragen unserer Zeit können nicht alleine von Experten beantwortet werden. Wenn es darum geht, wie und in welcher Gesellschaft wir in Zukunft leben möchten, sind auch die Bürgerinnen und Bürger aufgefordert, sich zu Wort zu melden. Genau aus diesem Grund hat das BMBF mit den ZukunftsForen eine Bürgerdialogreihe gestartet, die Wissenschaftler, Politiker und Bürger zusammenbringt, um gemeinsam die Antworten auf die wichtigsten Zukunftsfragen zu finden. Die Ergebnisse fließen in die Entwicklung langfristiger Innovationsstrategien ein. Damit übernehmen die Bürgerinnen und Bürger die Rolle von Alltagsexperten und leisten einen wesentlichen Beitrag, indem sie mit ihren Ideen und Impulsen helfen, Forschung und Wissenschaft lebensnah auszurichten.

Wer selbst aktiv werden möchte, ist außerdem bei der Maker-Bewegung gut aufgehoben. Die Szene besteht aus kreativen Tüftlerinnen und Tüftlern mit unterschiedlichsten Interessen, die ihre Ideen austauschen, gemeinsam Lösungen entwickeln und in erstaunlichen Do-it-Yourself-Projekten verwirklichen. Das BMBF unterstützt die Maker-Bewegung, beispielsweise mit

der Initiative Make Light, die Optische Technologien (Photonik) in der Szene bekannt machen soll. Doch auch außerhalb der Maker-Bewegung gibt es die verschiedensten Citizen-Science-Projekte, die jedem die Möglichkeit bieten, sich mit genau dem Wissensgebiet zu beschäftigen, das den eigenen Interessen entspricht.

Moderne Kommunikationsmittel sind ein Beispiel für Innovationen, die unser Leben verändert haben.



Zukunftstechnologien – Werkzeugkasten der Innovation

Technologien sind der Kern jeder Innovation

Technologien bilden die Grundlage für neue Werkstoffe, neue Anwendungsfelder und neue Perspektiven. Damit werden sie zu unverzichtbaren Werkzeugen, um die großen Herausforderungen unserer Gesellschaft zu meistern.

Die meisten Innovationen sind so komplex, dass sie durch Beiträge von mehr als nur einer Technologie geprägt werden. Im Automobil zum Beispiel findet man neue Hochleistungswerkstoffe ebenso wie Leuchtdioden und Mikrochips. Diese technologischen Innovationen wiederum entfalten ihre positive Wirkung nicht nur im Bereich der Mobilität, sondern auch in allen anderen Anwendungsbereichen.

Werkstofftechnologien: Materialien mit Zukunft

Effizientere Solarzellen, sparsamere Fahrzeugantriebe, verträglichere Implantate: Moderne Werkstoffe und Materialien sind unverzichtbar für hochwertige und neuartige Produkte und Anwendungen in allen Lebens- und Technikbereichen. Genauso vielfältig wie die Innovationen, die auf Werkstofftechnologien basieren, sind auch die Fachgebiete, die ihre Entwicklung prägen: Physik, Chemie, Biologie und Ingenieurwissenschaften liefern entscheidende Impulse für die Entwicklung und Verbesserung moderner Werkstoffe und ihrer Anwendungen.

Nanotechnologie: kleine Teilchen mit riesigem Potenzial

Nanotechnologie befasst sich mit der Erforschung, Erzeugung und Anwendung von Strukturen, die sich in mindestens einer Dimension (Länge, Höhe, Breite) im Bereich zwischen einem und 100 Nanometern (nm) bewegen. Die wissenschaftlich-technischen Wurzeln der Nanotechnologie sind vielfältig: Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwissenschaften und Informatik sind die wichtigsten Disziplinen der Nanotechnologie. Genauso vielfältig ist die Nutzung von Nanostrukturen. Sie machen beispielsweise Energiespeicher leistungsfähiger, Medikamente wirksamer und Materialien leichter. Als „enabling technology“ leistet die Nanotechnologie einen oft unsichtbaren Beitrag zu Produkteigenschaften, dessen Innovationspotenzial noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Biotechnologie: Molekül für Molekül zur Innovation

Bereits seit Jahrtausenden werden Mikroorganismen genutzt, um z. B. Bier oder Milchprodukte herzustellen. Heute baut die Biotechnologie auf Erkenntnisse der modernen Molekularbiologie für die verschiedensten Anwendungen, wie beispielsweise die Verbesserung von Waschmitteln, die Zucht robusterer Nutzpflanzen oder die Entwicklung wirksamerer Medikamente. Um dieses breite Anwendungsspektrum klarer einzugrenzen, spricht man auch von der roten (Medizin), der grünen (Landwirtschaft), der weißen (Industrie), der blauen (Nutzung von Meeresorganismen) und der gelben (Nutzung von Insekten) Biotechnologie. Genauso breit gefächert wie die Anwendungen sind auch die beteiligten Wissenschaften: Biologie, Chemie, Physik, Verfahrenstechnik, Informatik und Medizin sind die wichtigsten Disziplinen der Biotechnologie.

Mikrosystemtechnik: maximale Innovationskraft auf minimalem Raum

Mikrosystemtechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung, Produktion und Anwendung miniaturisierter Systeme. Deren zentrale Komponenten sind gerade einmal zwischen 0,1 und 1000 Mikrometern groß (ein Mikrometer = ein tausendstel Millimeter). Doch das Besondere an der Mikrosystemtechnik ist nicht nur ihre Größe, sondern, dass sie die unterschiedlichsten Materialien, Technologien und Funktionen auf winzigen Flächen zusammenbringt – zum Beispiel als Herzschrittmacher, Gurtstraffer oder Airbag-Auslöser. Das Innovationspotenzial der Mikrosystemtechnik ist enorm und reicht von intelligenter Kleidung bis zu Miniaturlaboren in Briefmarkengröße, und wird von naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern genauso wie von zahlreichen Ingenieurdisziplinen kontinuierlich weiterentwickelt.

Mikroelektronik und Informations- und Kommunikationstechnologie: der unsichtbare Antrieb unseres Alltags

Ohne moderne Mikroelektronik und die auf ihr laufende Software würden viele für uns alltägliche Dinge nicht funktionieren – vom Online-Banking bis zum Check-in am Flughafen. Seit der Entwicklung der ersten Mikroprozessoren in den Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts sind deren Speicherkapazitäten und Fähigkeiten geradezu explodiert – so hat ein Smartphone im Jahr 2016 deutlich mehr Rechenleistung und Funktion als ein Desktop-PC von 2006. Heute stecken in Autos, Häusern und Fabriken immer mehr Mikroelektronik und Software, die eine Vielzahl von Daten sammeln und intelligent vernetzen. In Deutschland wird vor allem das Innovationspotenzial komplexer, hochqualitativer Mikroelektronik für den Automobil-, Maschinen- und Anlagenbau sowie in den Bereichen Energietechnik und Klimaschutz konsequent genutzt und weiterentwickelt.

Optische Technologien: leuchtende Innovationen

Licht hat viele außergewöhnliche Eigenschaften: Es lässt sich im Nanometerbereich fokussieren, kann extrem kurze Impulse erzeugen – und das alles mit Lichtgeschwindigkeit (fast 300.000 km/sec), der höchsten Geschwindigkeit im Universum. Optische Technologien (Photonik) nutzen diese Eigenschaften für die verschiedensten Anwendungen wie organische Leuchtdioden (OLEDs) oder optische Sensorik, die für autonomes Fahren oder vernetzte Produktion wichtig ist. Mit ultrakompakten Röntgenlaserquellen und der mit dem Nobelpreis prämierten STED-Mikroskopie zählt Deutschland zu den international führenden Akteuren im Bereich der Photonik und arbeitet mit konsequenter Forschungs- und Entwicklungsarbeit daran, diese Position weiter auszubauen.

Produktionstechnologien: fortschrittliche Fertigung

Alles, was wir konsumieren oder in irgendeiner Form nutzen, wird mit Produktionstechnologien hergestellt. Die Produktion der Zukunft ist von Digitalisierung geprägt: Das Internet der Dinge vernetzt Maschinen und Produkte und ermöglicht es, den gesamten Lebenszyklus eines Produkts vom Prototypen bis zum Recycling virtuell durchzuspielen. So entstehen völlig neue Möglichkeiten für flexible, bedarfsorientierte und effiziente Produktion und Logistik. Gleichzeitig eröffnen moderne, emissionsarme Technologien wie 3D-Druck die Verlagerung der Produktion in Städte, wo sie gezielt Produkte für den lokalen Markt erzeugen kann. Durch die kurzen Wege zwischen Unternehmen und einem kreativen städtischen Umfeld entsteht ein wertvolles Netzwerk innovativer Impulse.



Damit aus einer Idee eine erfolgreiche Innovation wird, sind meist Produktionstechnologien mit im Spiel.

Zukunftsaufgaben für Wohlstand und Lebensqualität

Prioritäten bei Forschung und Innovation

Mit der neuen Hightech-Strategie setzt die Bundesregierung thematische Prioritäten bei Forschung und Innovation. Dabei konzentriert sie sich auf Felder, die von großer Innovationsdynamik geprägt sind und wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand versprechen. Mit den so genannten prioritären Zukunftsaufgaben sind die wichtigsten Herausforderungen der Zukunft formuliert, in denen Innovationen Beiträge zur Lösung der globalen Herausforderungen leisten und damit mehr Lebensqualität für jeden Einzelnen schaffen können.

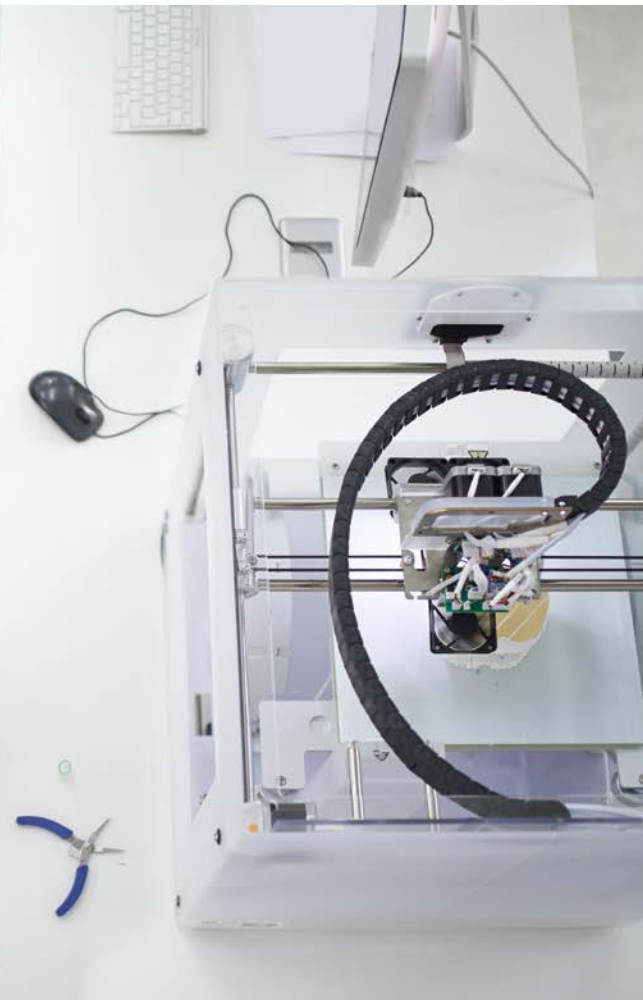
Wenn man über Innovationen spricht, denkt man an Hightech und Wissenschaftler in Laboren, die fortschrittliche Technologie nutzen, um neue Produkte oder Verfahren zu ermöglichen. Dabei darf aber das Ziel von Forschung und Innovation nicht vergessen werden: Antworten auf die Fragen nach den Quellen unseres zukünftigen Wohlstands (Womit wollen wir unsere wirtschaftliche Leistungskraft sichern?) und nach unserer Lebensqualität (Wie wollen wir morgen leben?) zu geben. Die Bundesregierung adressiert damit innovative Lösungen, die durch eine hohe wissenschaftlich-technische Dynamik geprägt werden und mit denen Deutschland im internationalen Wettbewerb Innovationsvorsprünge realisieren kann. Sie konzentriert ihre

thematisch orientierte Forschungs- und Innovationspolitik daher auf sechs prioritäre Zukunftsaufgaben. Die Ausstellung im InnoTruck stellt jede dieser Zukunftsaufgaben in einem eigenen Bereich anhand aussagekräftiger Exponate vor.

Die sechs prioritären Zukunftsaufgaben für Wohlstand und Lebensqualität sind:

- Digitale Wirtschaft und Gesellschaft
- Nachhaltiges Wirtschaften und Energie
- Innovative Arbeitswelt
- Gesundes Leben
- Intelligente Mobilität
- Zivile Sicherheit

Innovative Produkte gehören zu unserem Alltag dazu.



Digitale Wirtschaft und Gesellschaft

Mit innovativen Lösungen den Herausforderungen der Digitalisierung begegnen und die Chancen für Wertschöpfung und Wohlstand in Deutschland nutzen

Kaum ein Bereich entwickelt sich so rasant wie digitale Technologien. Sie beeinflussen unser Leben in jeder Beziehung. Ganz gleich, ob wir arbeiten, Sport treiben oder Autofahren: Wir sind immer öfter immer länger online und erzeugen dabei ständig Daten, die mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) transportiert und ausgewertet werden. Mit weitreichenden Auswirkungen für Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft. So verschmelzen immer mehr ehemals eigenständige Technologien – und die reale mit der virtuellen Welt zum Internet der Dinge. Digitalisierung löst gerade die 4. Industrielle Revolution aus und ist unverzichtbar, um das volle Potenzial einer modernen Gesellschaft auszuschöpfen – von Bildung über Gesundheit bis hin zu intelligenter Mobilität.

Simulation, die einzigartige Verbindung aus Theorie und Experiment

Wissenschaftliche Thesen können nicht immer mit Experimenten überprüft werden – aus Zeit-, Kosten- oder Sicherheitsgründen. Digitalisierung eröffnet hier neue Möglichkeiten: Supercomputer und intelligente Software ermöglichen die Simulation komplexer Systeme. Die thematische Bandbreite reicht von der Simulation kleiner Moleküle über die Hirnforschung und Modellierung der Ausbreitung von Krankheiten bis hin zu Klimamodellen oder dynamischen Darstellungen der Entstehung des Weltalls. Ebenso vielfältig: die Vorteile von Simulationen. Im Gegensatz zu realen Experimenten machen sie nicht fassbare Zusammenhänge verständlich, sparen Zeit und Geld und schaffen so angesichts immer kürzerer Entwicklungszeiten für innovative Produkte einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil.



Exponat im InnoTruck

ILLUSTRIS: der Entstehung unseres Universums auf der Spur

Das kosmologische Standardmodell nimmt an, dass ein Großteil der Masse und Energie des Universums aus unbekannten Formen dunkler Energie und dunkler Materie besteht. Ob das tatsächlich so ist, untersucht das Projekt ILLUSTRIS. Es umfasst mehrere großangelegte rechnerische Simulationen, darunter auch die bisher anspruchsvollste zur Bildung von Galaxien. Sie simuliert unter anderem die Ausdehnung des Universums, die Bewegung des kosmischen Gases sowie die Bildung von Sternen und Schwarzen Löchern und hat ein Volumen von Zehntausenden unterschiedlicher Galaxien. Damit eröffnet die Simulation einen Blickwinkel auf die Entwicklung unseres Universums, der in der Realität nicht möglich wäre.

Simulationen kommen bei der Erforschung komplexer Systeme zum Einsatz.



Nachhaltiges Wirtschaften und Energie

Die Art und Weise, wie wir produzieren und konsumieren, soll ressourcenschonender, umweltfreundlicher, sozialverträglicher und damit nachhaltiger werden.

Damit nicht nur wir, sondern auch künftige Generationen gut leben können, muss unsere Wirtschaftsweise umweltfreundlicher, sozialverträglicher und ressourcenschonender werden. Der Schlüssel zu gesicherten Lebensgrundlagen für künftige Generationen sind Innovationen. Denn die Energiewende und mit ihr eine nachhaltige, ressourcenschonende und umweltfreundliche Energieversorgung braucht fortschrittliche Speichertechnologie genauso wie durchdachte Konzepte für energieeffizientes Bauen. Doch auch neue Verfahren und Methoden für nachhaltige Agrarproduktion, effizientere Nutzung von Rohstoffen und die Entwicklung eines klima- und ressourcenfreundlichen Lebensstils in Städten sind unverzichtbar, um den Generationen nach uns gesicherte Lebensgrundlagen zu hinterlassen.

Ohne innovative Technologien und Konzepte ließe sich die Energiewende nicht umsetzen.



Exponat im InnoTruck

TOP: Fenster als Solarkraftwerke

Eine nachhaltige Energieversorgung braucht regenerative Quellen. Neben Wind- und Wasserkraft zählt Solarenergie zu den wichtigsten natürlichen Energielieferanten. Allerdings sind heutige Solarzellen auf Basis von Silizium ästhetisch umstritten und brauchen viel Platz, um ausreichend Energie zu liefern – gerade im städtischen Raum ist der aber Mangelware. Das Projekt TOP (Transparente Organische Photovoltaik) arbeitet an der Lösung dieses Problems. Die ist eigentlich ganz einfach: Die größte Fläche in Ballungszentren bieten die Glasfassaden von Bürogebäuden und öffentlichen Einrichtungen.

In Europa werden jährlich 20 Millionen Quadratmeter an Glasflächen für Gebäudefassaden gebaut. Dank organischer Photovoltaik (OPV), bei der bestimmte Gemische von Chemikalien Sonnenlicht in Strom umwandeln, könnten diese Flächen zukünftig zur Energiegewinnung genutzt werden. OPV ermöglicht es, transparente Solarfolienmodule herzustellen, die großflächig in Verbundsicherheitsglas integriert werden können, selbst bei gebogenen Flächen. Die Lichtdurchlässigkeit soll langfristig 50 Prozent betragen, bei maximaler Effizienz in der Energiegewinnung.

Da die Solarzellen transparent sind, kann freilich nur ein Teil des einfallenden Lichts zur Energiegewinnung genutzt werden. Der Wirkungsgrad liegt daher immer unter dem von Zellen, die das Licht stärker absorbieren. Ideale Anwendungsmöglichkeiten wären beispielsweise transparente Flächen, die Sonnenschutz bieten sollen. Ein Buswartehäuschen könnte damit zum Selbstversorger werden: Tagsüber spenden die OPV-Module Schatten und speichern dabei die nötige Energie für die Anzeigetafel und die nächtliche Beleuchtung.

Innovative Arbeitswelten

Den tiefgreifenden Wandel der modernen Arbeitswelt in den Blick nehmen, denn gute Arbeit ist eine wichtige Basis für kreative Ideen und wirtschaftliche Innovationen.

Eine lebenswerte und zukunftssichere Gesellschaft braucht sichere Arbeitsplätze für möglichst viele Menschen. Eine innovative Arbeitswelt muss mehrere Bedingungen erfüllen – die wichtigsten sind ohne Frage gesunde und sichere Arbeitsbedingungen sowie faire Entlohnung. Vor allem der digitale Wandel stellt die Gestaltung der Arbeitswelt vor ganz neue Herausforderungen. Denn nicht nur räumliche und zeitliche Flexibilität von Arbeit nehmen zu, sondern auch die Anforderungen an die Entwicklung innovativer Dienstleistungen für Zukunftsmärkte und die Kompetenzen jedes Einzelnen. Wichtig ist hier vor allem ein Gleichgewicht sozialer und technologischer Innovationen. Denn in einer wirklich innovativen Arbeitswelt müssen immer die Bedürfnisse des Menschen der wichtigste Maßstab sein, und nicht die Möglichkeiten der Technik.



Exponat im InnoTruck

KoSiF: Robotergreifer mit Gefühl

Der Robotergreifarm Bionic Tripod kann auch empfindliche Gegenstände sicher und sanft fassen. Voraussetzung dafür sind extrem dünne und flexible Drucksensoren, die in der grazilen Mechanik auch platzsparend eingebaut werden können. Sie sind ein Ergebnis des Forschungsprojekts KoSiF („Komplexe Systeme in Folie“). In dieser Initiative von Industrie, Forschungsinstituten und Universitäten wird an der Integration von dünnen Siliziumchips, Dünnschichtkomponenten und organischer Elektronik auf einem gemeinsamen Foliensubstrat gearbeitet. So können mittlerweile Siliziumchips extrem dünn – also wenige Mikrometer stark – gebaut und Antennen oder Akkus direkt auf Folien gedruckt werden. Diese flexiblen, dünnen Systeme eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für Elektronikprodukte, die bis dato meist aus starren Komponenten wie relativ dicken Siliziumchips und Trägern bestehen.

Vor allem die Möglichkeiten der Digitalisierung und innovativer Elektronikprodukte werden sich auf die Arbeitswelt auswirken.

Gesundes Leben

Die Forschung stärken, für ein gesundes, aktives und selbstbestimmtes Leben

Richtig wohl fühlen wir uns dann, wenn wir gesund sind. Gesundheit ist einer der wichtigsten Faktoren für Lebensqualität, aber auch für Produktivität und Wachstum. Gesund zu bleiben, stellt Wirtschaft und Gesellschaft vor große Herausforderungen: Menschen werden immer älter, chronische Erkrankungen und resistente Keime nehmen zu. Um diese Herausforderungen zu meistern, brauchen wir Innovationen, beispielsweise in der Pflege-technik oder der individualisierten Medizin. In der Medizintechnikbranche sind Mittelständler aus Deutschland schon längst ernstzunehmende Global Player, deren Position mit gezielter Förderung von Innovationen in der Medizintechnik gestärkt und ausgebaut wird.

Wearables sind eine technische Innovation, die sich auch zur Prävention von z. B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen eignen.



Exponat im InnoTruck

Hören mit Licht

Mit Licht hören? Was zunächst einmal unwahrscheinlich klingt, ist der momentan vielversprechendste Ansatz, Menschen mit Schwerhörigkeit zu einem möglichst natürlichen Höreindruck zu verhelfen. Während bei konventionellen Implantaten für die Hörschnecke (Cochlea) im Innenohr eine Stimulierung im Mikrometerbereich erreicht wird, können mit Licht Reize im Nanometerbereich gesetzt werden. Das Ergebnis: eine enorme Steigerung der Frequenzauflösung und ein Höreindruck, der wesentlich näher am natürlichen Hören liegt.

Das Lichthören funktioniert nach demselben Prinzip wie unser Sehsinn: Beim Sehen werden bestimmte Eiweißstoffe, die Opsine, in den Sinneszellen der Netzhaut durch Licht dazu angeregt, über den Sehnerv einen elektrischen Impuls an das Gehirn zu übertragen. Beim Lichthören werden mithilfe der Optogenetik die Erbinformationen des Opsins in den Hörnerv eingebracht, damit er es selbst ausbildet und auf Licht reagiert. In das Ohr gelangt das Licht über winzige Leuchtdioden auf einer Elektrode, die auf einem flexiblen Kunststoffträger in die Hörschnecke implantiert werden.

Bis die ersten Menschen mit Licht hören können, wird es aber noch einige Jahre dauern. Die Forschung zur Verträglichkeit und Ungefährlichkeit des Verfahrens ist noch nicht abgeschlossen. Was sicher ist: Ein erfolgreicher Abschluss dieses Projektes würde nicht nur zahlreichen Hörgeschädigten in Deutschland neue Lebensqualität verschaffen, sondern auch einen enormen weltweiten Markt erschließen.

Intelligente Mobilität

Forschen für eine integrierte Verkehrspolitik, die sowohl die Effizienz und Leistungsfähigkeit der einzelnen Verkehrsträger als auch ihr Zusammenspiel optimiert

Mobilität zählt zu den Grundvoraussetzungen einer modernen Gesellschaft – Menschen und Waren müssen ihr Ziel schnell, sicher und komfortabel erreichen. Die größte Herausforderung ist es, steigende Mobilitätsbedürfnisse so zu gestalten, dass sie Ressourcen und Klima schonen. Neue Konzepte setzen daher auf eine leistungsfähige Infrastruktur, die auch neue Mobilitätsformen wie Car- und Bikesharing zu einem intelligenten und leistungsfähigen System kombiniert. Die Weiterentwicklung der Elektromobilität, Effizienzsteigerung und neue Fahrzeugtechnologien, auch für die Luftfahrt und den maritimen Bereich, sind unverzichtbar für eine nachhaltige, umweltverträgliche und fortschrittliche Mobilität.



Exponat im InnoTruck

μ-AFS: sicherer Fahren mit intelligenten Scheinwerfern

Voll adaptive Scheinwerfersysteme auf Basis von Leuchtdioden (LED) – das klingt zunächst etwas sperrig. Was sich dahinter verbirgt, ist aber ebenso faszinierend wie wichtig: Das Unfallrisiko im Straßenverkehr ist nachts doppelt so hoch wie tagsüber, vor allem wegen der eingeschränkten Sicht. Die Lösung: Autoscheinwerfer, die mitdenken. Zum Beispiel in Form eines automatischen Fernlichts, das entgegenkommende Fahrzeuge erkennt und selbstständig abblendet, oder als Gefahrenlicht, das den Fahrer ohne Zeitverzögerung auf kritische Situationen am Fahrbahnrand hinweist.

Möglich wird diese Innovation durch integrierte Mikrophotonik und dank einer beispiellosen Entwicklung in der Miniaturisierung integrierter elektronischer Schaltkreise. Diese Technologie befähigt dazu, einen LED-Chip zu entwickeln, der aus 1.024 einzeln ansteuerbaren Lichtpunkten besteht. Der Chip samt Steuerelektronik ist so klein, dass mehrere davon problemlos in einem Scheinwerfer Platz finden. Ein zu Demonstrationszwecken entwickelter Scheinwerfer verfügt über drei LED-Chips – diese besitzen zusammen 3.072 Lichtpunkte, die einzeln an- und abgeschaltet werden können. Eine Innovation, die nicht nur das Autofahren sicherer macht, sondern auch ein wertvolles Element zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie darstellt.

Car-to-x-Systeme wie „intelligente“ Scheinwerfer gehören zu den Innovationen, die den Straßenverkehr sicherer machen.

Zivile Sicherheit

Komplexe Systeme und Infrastrukturen, z. B. für Energieversorgung, Kommunikation, Mobilität, Gesundheitsversorgung oder Logistik, müssen im Alltag der Menschen funktionieren.

Hinter unserem Alltag verbirgt sich ein Netzwerk aus komplexen Systemen, die reibungslos funktionieren und perfekt ineinandergreifen müssen – von der Versorgung mit Energie und lebenswichtigen Gütern bis zu Mobilität und Kommunikation. Fällt auch nur eines dieser Systeme teilweise aus, sind Versorgungsengpässe möglich und der wirtschaftliche Schaden enorm. Mit zunehmender Vernetzung und der immer wichtigeren Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologien wird auch der Schutz gegen Angriffe und Missbrauch, z. B. durch Cyberkriminalität, immer wichtiger. Natürlich ohne die individuelle Freiheit im virtuellen Raum einzuschränken. Neben IT-Sicherheit und der Erforschung neuer Konzepte für zivile Sicherheitsforschung unterstützt die Bundesregierung auch Forschungsinitiativen für sichere Identitäten in virtuellen Umgebungen und Arbeiten im Bereich der Verbesserung von Rettungs- und Katastrophenschutzmaßnahmen.



Exponat im InnoTruck

SensProCloth: Systemintegration schützt Rettungskräfte

Feuerwehrleute und Katastrophenhelfer des THW gehen im Einsatz ein großes Risiko ein. Bei Katastrophen- oder Großschadensereignissen sind die schädlichen Einflüsse oft nur sehr schwer einzuschätzen. Zum einen stehen die Helfer im Einsatz unter großer mentaler und körperlicher Belastung, zum anderen ändert die persönliche Schutzausrüstung die Wahrnehmung der Umwelt. Das heißt, Umweltreize oder Gefahrenhinweise werden teilweise nicht ausreichend wahrgenommen. Hinzu kommt, dass im Einsatzfall die Orientierung sehr schwierig ist. Sollten daher Einsatzkräfte selbst in Not geraten, ist eine Ortung kaum möglich.

Das Projekt SensProCloth setzt genau hier an. Hochentwickelte Sensoren, Elektronik und eine eigene Energieversorgung werden gemeinsam mit einem Erfassungs- und Kommunikationssystem in einen Schutzanzug integriert. Damit warnt der Anzug seinen Träger vor Hitze oder giftigen Gasen, überprüft dessen Gesundheitszustand und kann im Notfall auch geortet werden. Eine Innovation, die den gefährlichen Job der Einsatzkräfte ein gutes Stück sicherer macht.

Rettungs- und Katastrophenschutzmaßnahmen zu verbessern ist der Gegenstand wichtiger Forschungsinitiativen.

Idee gut, alles gut?

Warum Innovationen auch Risiken mit sich bringen können

Innovationen ganz ohne Risiken gibt es leider nicht. Aber man kann diese Risiken so gering wie möglich halten. Deswegen sind Technikfolgenabschätzung und Risikoforschung genauso wichtig für Innovationen wie gute Ideen.

Das besondere an Innovationen ist ihre Kraft, Gegebenes in Frage zu stellen und grundlegende Veränderungen auszulösen. Damit diese Veränderungen auch wirklich positive Auswirkungen auf die Gesellschaft haben, müssen sie genau geprüft werden. Denn viele Innovationen sind von Technologien geprägt, die individuelle Chancen, aber auch Risiken mit sich bringen. Eine zu 100 Prozent risikofreie Technologie gibt es leider nicht. Daher ist die Erforschung möglicher Risiken von Technologien ein wesentlicher Bestandteil der Innovationspolitik in Deutschland.

Die Innovations- und Technikanalyse (ITA) untersucht die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Technologien und bezieht dabei die Bürgerinnen und Bürger mit ein – beispielsweise auf zahlreichen Veranstaltungen. Die Ergebnisse dieser Tagungen sowie vieler weiterer Projekte zur Technikfolgenabschätzung bilden eine unverzichtbare Grundlage für die Innovations- und Forschungspolitik in unserem Land. Sie stellen einen verantwortungsvollen Umgang mit Technologien sicher – und damit Innovationen, die gut für unsere Gesellschaft sind.

Nanopartikel: besonders gefährlich, weil besonders klein?

Nanopartikel sind besonders klein und besonders wirkungsvoll. In kritischen Diskussionen hört man deshalb oft das Argument, dass sie wegen ihrer geringen Größe besonders gefährlich sein können. Dies lässt sich so pauschal nicht sagen. „Nano“ ist also lediglich eine Größenangabe und kein Gefahrenhinweis. Daher werden Nanomaterialien genau wie alle anderen Werkstoffe bereits in der frühen Entwicklung ganz genau auf mögliche Gefahren geprüft. Sobald die Forschung feststellt, dass ein Material gefährlich ist, kommt es erst gar nicht zur Anwendung. Damit sind Nanomaterialien nicht besonders gefährlich, sondern besonders innovativ.

Digitalisierung verändert unser Leben – immer zum Guten?

Sind meine Daten wirklich sicher? Übernimmt ein Computerprogramm meinen Arbeitsplatz? Fragen wie diese sind untrennbar mit der Digitalisierung verbunden. Sind die Risiken der Digitalisierung vielleicht doch größer als ihre Chancen? Eine einfache Antwort darauf gibt es nicht. Sicher ist nur: Digitalisierung ist unverzichtbar für das Leben in einer modernen Gesellschaft. Das BMBF unterstützt daher Initiativen für verbesserte Datensicherheit und erforscht, wie soziale Medien unseren Nachrichtenkonsum verändern. Auch die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt werden genau geprüft. Ziel der Forschung sind belastbare und objektive Daten zum digitalen Wandel, um konkrete Empfehlungen für eine positive Gestaltung des Arbeitsmarkts der Zukunft geben zu können.

Hightech-Medizin bringt „gesunde“ Innovationen hervor – aber auch ethische Bedenken

Präzisere Diagnosen, wirkungsvollere Therapien und hoch entwickelte Implantate: Das klingt zunächst nach „gesunden“ Innovationen. Ist aber die Rede von Gentherapie oder Human Enhancement, stellen sich viele die Frage nach der ethischen Dimension dieser Technologien. Zur Hightech-Medizin gehört deshalb auch ein verantwortungsvoller Umgang mit ihr.

Um bei den vielen Facetten der Hightech-Medizin – technisch, medizinisch, moralisch – den Überblick zu behalten, hat die Bundesregierung den Deutschen Ethikrat ins Leben gerufen. Er befasst sich mit den Chancen, Risiken und gesellschaftlichen Auswirkungen lebenswissenschaftlicher Themen und steht Politik, Wissenschaft und Wirtschaft beratend zur Seite. Denn medizinische Innovationen sind viel zu kostbar, um sie grundsätzlich nicht zu nutzen.



Innovationen werden von Menschen gemacht

Berufe für Innovatoren

Lust darauf, selbst innovativ zu werden? Die Möglichkeiten, sich zu beteiligen, sind genauso vielfältig wie die Innovationen selbst. Für den Weg zum Innovator gibt es deshalb auch nicht „die“ Ausbildung oder „das“ Studium, sondern ein weites Feld an Optionen.

Um selbst beruflich an der Entwicklung von Innovationen teilzuhaben, stehen die verschiedensten Wege offen. Die meisten führen über eine Ausbildung oder ein Studium im MINT-Bereich. **MINT** steht für **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaften und **T**echnik – und beschreibt damit die Fachbereiche, die als Innovationsmotoren für den technologischen Fortschritt bekannt sind. In allen genannten Disziplinen ist dabei sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung von Bedeutung, um wissenschaftliche Erkenntnisse in Produkte oder Dienstleistungen umzusetzen und diese herzustellen.

Interdisziplinäres Arbeiten ist Trumpf

Gerade weil Technologien und ihre Anwendungsfelder sich immer mehr überlagern, wird die interdisziplinäre Vernetzung der einzelnen Fächer immer wichtiger. Die Herausforderungen, die mit der wachsenden Komplexität der Welt einhergehen, können nicht mehr allein aus der Perspektive der technisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen heraus angegangen werden. Im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz, eine nachhaltige Agrar- und Industrieproduktion, die Positionierung auf den internationalen Märkten oder eine entsprechende Rechtssicherheit, ist die weitere Vernetzung mit Fachbereichen wie den Sozial-, Wirtschafts-, Agrar- oder Rechtswissenschaften von großer Bedeutung.

In besonders erfolgreichen Unternehmen entstehen die meisten neuen Ideen und Impulse dort, wo verschiedene Disziplinen, Arbeitsweisen und Perspektiven zusammenkommen und effektiv zusammenarbeiten.



In jedem von uns steckt auch ein bisschen etwas von einem Innovator.

Berufe mit Innovation

Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, beruflich selbst zum Erfolg des Innovationsstandorts Deutschland beizutragen. Vor allem die Querschnittstechnologien wie Werkstofftechnologien, Nanotechnologie, Biotechnologie, Mikroelektronik, Informations- und Kommunikationstechnologien oder Optische Technologien sind für Innovationen in fast allen Branchen und Anwendungsgebieten von zentraler Bedeutung. Wer also diese oder klassische ingenieurwissenschaftliche Fächer wie Maschinenbau oder Elektrotechnik studiert, sich für Informatik, Physik oder Chemie entscheidet, ist auf dem besten Weg, selbst zum Innovator zu werden. Aber genauso eröffnet eine duale oder schulische Berufsausbildung, z. B. zum Mechatroniker, Fachinformatiker oder in einem der technischen Assistenzberufe, den Zugang in die spannende Welt der Innovation.

Mehr Informationen rund um Berufe mit Innovation

Weiterführende Informationen rund um Berufe mit Innovation gibt es auf der Website des InnoTruck www.innotruck.de/berufe

Und ein besonderer Tipp für alle jungen Mädchen und Frauen in der Berufsorientierungsphase: Viele Infos rund um die Berufswahl im MINT-Bereich, Anlaufstellen, Veranstaltungen, diverse Projekte und eine Job-Börse bietet die Initiative „Komm, mach MINT“ online unter www.komm-mach-mint.de

Mehr Wissen? Gibt's hier!

Weiterführende Informationen

www.bmbf.de

Website des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung (BMBF)

www.hightech-strategie.de

Die neue Hightech-Strategie der Bundesregierung

www.innotruck.de

www.facebook.com/innotruck/

<https://twitter.com/InnoTruck>

Informations- und Dialoginitiative InnoTruck
des BMBF

www.bmbf.de/de/innovations-und-technikanalysen-ita-937.html

Innovations- und Technikanalyse

www.zukunft-verstehen.de

www.zukunft-verstehen.de/zukunftsforen

Dialogangebote und Zukunftsforen

www.buergerschaffenwissen.de

Die Plattform für Citizen-Science-Projekte

www.komm-mach-mint.de

Website des nationalen Pakts für
Frauen in MINT-Berufen

Die Initiative InnoTruck ist mit einer eigenen Website und in vielen Social-Media-Kanälen vertreten.



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat „Neue Materialien; Batterie; KIT, HZG“
53170 Bonn

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Bestellungen

schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand

März 2018 (aktualisierte Ausgabe)

Text

FLAD & FLAD Communication GmbH, Heroldsberg

Gestaltung

FLAD & FLAD Communication GmbH, Heroldsberg

Druck

Schneider Printmedien GmbH, Weidhausen

Bildnachweis

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf, S. 16;
CreativeNature_nl/Thinkstock, S. 12; da-kuk/gettyimages, S. 11;
FLAD & FLAD, Titel, S. 2-5; Kartendaten ©2017 GeoBasis-DE/BKG
(©9009), Google, S. 5; monkeybusinessimages/Thinkstock, S. 18/19;
Monty Rakusen/gettyimages, S. 9, 13; NakoPhotography/Thinkstock, S. 20; the-lightwriter/gettyimages, S. 15; Sam Edwards/gettyimages, S. 7; Westend61/gettyimages, S. 14; Yuri_Arcurs/iStock, S. 10.

www.bmbf.de

INNOTRUCK
Technik und Ideen für morgen