Mit Innovationen Zukunft gestalten

IKT.NRW

Cluster Informations- und Kommunikationstechnologie

Foto: Fotolia.de | Sergey Nivens

IKT.NRW ROADMAP 2020

NORDRHEIN-WESTFALEN AUF DEM WEG ZUM DIGITALEN INDUSTRIELAND

ExzellenzNRW

Cluster Nordrhein-Westfalen

INHALT

Inhaltsverzeichnis ... 3
Vorwort: **Wir haben viel erreicht!** ... 4
Executive Summary: **IKT.NRW bereitet den Weg in die „Digital Industrial Economy“** ... 5
Welche IKT-Innovationen brauchen die NRW-Schlüsselbranchen? ... 6
Produktion ... 6
Energie ... 8
Logistik ... 10
Gesundheitswirtschaft / Medizintechnik ... 12
Automotive ... 13
Arbeitsprogramm der IKT-Wirtschaft und Forschung ... 14
NRW gestaltet IKT – Industriell. Integriert. Innovativ.
Erfolgreich auf dem Weg zum digitalen Industrieland ... 14
Software
Software macht mehr möglich ... 15
Cloud Computing und Cyber Physical Systems (CPS)
Cloud Computing schafft Platz für intelligente Datenverarbeitung ... 18
Kommunikationsnetze
Am Draht und durch die Luft – Kommunikation braucht viele Wege ... 21
Cyber Physical Devices (CPD)
Die Schnittstelle des Cyberspace zur realen Welt ... 24
Cyber Physical Security
Schutz und Sicherheit für die vernetzte Welt ... 27
Querschnittsaufgabe
Aus- und Weiterbildung ... 30
Querschnittsaufgabe
KMU und Start-ups fit für die Digital Industrial Economy machen ... 31
Umsetzungsempfehlung:
Aufbau eines virtuellen Kompetenzzentrums „Digitales Industrieland NRW“ ... 32
Innovationssäulen des virtuellen Kompetenzzentrums
Welche Aktivitäten und Maßnahmen führen zum Erfolg? ... 33
Prozess/Akteure ... 34

VORWORT

WIR HABEN VIEL ERREICHT!

Zwölf Monate sind vergangen, seitdem die Industrie, die Informations- und Kommunikationstechnologie-Branche und die Politik in NRW anlässlich des IT-Gipfels in Essen beschlossen haben, enger zusammenzuarbeiten. Sie haben dabei ihre gemeinsamen Anstrengungen auf zehn zentrale Ziele zur Weiterentwicklung des Digitalen Industrielandes NRW [1] gerichtet. Es geht um die Sicherung des Industriestandortes Nordrhein-Westfalen – mit digitaler Technik und computergesteuerten, komplexen, vernetzten Systemen, so genannten Cyber Physical Systems (CPS).

Schon heute nutzen zukunftsorientierte NRW-Unternehmen digitale Techniken und eine weit entwickelte, computergesteuerte Automatisierung zur durchgängigen Steuerung ihrer Produktionsanlagen, um den Herstellungsprozess transparenter und effizienter zu machen. In Zukunft werden Cyber Physical Systems Angebot und Nachfrage in Energiesystemen steuern, selbstorganisierende Logistikprozesse realisieren und das sichere, autonome Fahren ermöglichen. Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land haben die enormen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Chancen dieser Entwicklung erkannt und die Weichen frühzeitig richtig gestellt, um NRW fit für die Zukunft zu machen.

ZEIT FÜR EINE ZWISCHENBILANZ: **WO STEHEN WIR?**

Das CPS-Netzwerk NRW hat seine Arbeit aufgenommen!

Die führenden IKT-Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft haben sich unter dem Dach von IKT.NRW zum CPS-Netzwerk zusammengeschlossen, den Status Quo im Entwicklungsprozess von Cyber Physical Systems analysiert und die wichtigsten Innovationspotenziale und -bedarfe für den Standort NRW identifiziert. Alle notwendigen, vielfältigen Kompetenzen und Rollen sowie Forschungseinrichtungen und Unternehmen vom technologiebasierten Start-up bis zum globalen Großunternehmen sind vertreten. Diese einzigartige Zusammenarbeit macht Nordrhein-Westfalen deutschlandweit zum Vorreiter auf dem Gebiet von CPS.

Interdisziplinäre Kooperationen auf allen Ebenen sind etabliert!

Der interdisziplinäre Austausch, der für die Entwicklung von Cyber Physical Systems notwendig ist, wurde erfolgreich angestoßen: Im CPS-Netzwerk diskutieren IKT-Experten gemeinsam mit Vertretern der NRW-Schlüsselbranchen über den konkreten Bedarf der Wirtschaft an fortgeschrittenen IKT-Lösungen. Die koordinierenden Branchencluster Logistik, Produktion, Automotive, Energie, Gesundheit, Medizintechnik, die Spitzencluster it's OWL und EffizienzCluster Logistik Ruhr sowie das Exzellenzcluster UMIC an der RWTH Aachen sind in den Dialog eingebunden. Wissenschaftler aller IKT-Domänen sind vernetzt und treiben gemeinsam die Neuausrichtung der Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte von morgen voran. Am paluno der Universität Duisburg-Essen und am Software Innovation Campus Paderborn werden bereits heute die Kompetenzen vermittelt, die Entwickler hochgradig vernetzter, software-intensiver Systeme brauchen.

NRW-Aktivitäten haben internationale Schlagkraft!

Das CPS-Netzwerk wird auch international als Pionierregion wahrgenommen und profiliert Nordrhein-Westfalen insbesondere in Hinsicht auf das kommende europäische Forschungsprogramm Horizon 2020. IKT.NRW kooperiert grenzüberschreitend mit anderen Clustern und hat in Zusammenarbeit mit acht europäischen Regionen eine „Smart Specialisation"-Strategie für IKT-basierte Innovationen erarbeitet – im Erfahrungsaustausch mit internationalen Partnern werden vielversprechende Impulse aufgenommen.

Welche Erfolge erreicht werden, wenn das geballte Know-how der Spitzenbranchen in NRW vereint wird, davon können Sie sich nun überzeugen – die IKT.NRW Roadmap 2020 zeigt die Innovationsfelder, die Wirtschaft und Wissenschaft in Nordrhein-Westfalen in den nächsten Jahren gemeinsam bearbeiten werden.

Lesen Sie selbst, machen Sie sich ein Bild davon, wie das Digitale Industrieland an Kontur gewinnt – und wirken Sie mit!

Ihre

1 Download der „10 Thesen zur Weiterentwicklung des Digitalen Industrielandes Nordrhein-Westfalen" unter http://ikt.nrw.de/IKT_10-Thesen_WEB.pdf

EXECUTIVE SUMMARY

IKT.NRW BEREITET DEN WEG IN DIE „DIGITAL INDUSTRIAL ECONOMY“

Realität wird virtuell – oder umgekehrt? Bis 2020 werden voraussichtlich 30 Milliarden Geräte mit einer eigenen IP-Adresse ausgestattet sein. Dies beginnt beim einfachen Temperatursensor und geht bis zur Produktionsanlage in der Industrie 4.0, die den gesamten Herstellungsprozess vollständig überwacht, sich Kundenanforderungen anpasst und via Cloud Computing automatisch Informationen über ihren Wartungszustand an die Unternehmenszentrale sendet.

Wir befinden uns an der Schwelle zu einer „Digital Industrial Economy“, in der physische und Computerwelt in Cyber Physical Systems (CPS) zusammenwachsen. Die Informationen, die hier gesammelt und verarbeitet werden, ermöglichen völlig neue Anwendungen und Geschäftsmodelle. Branchengrenzen müssen aufgegeben werden. Jedes Unternehmen wird sich zur digitalen Avantgarde entwickeln müssen, um erfolgreich zu bleiben. Nur Regionen, die diesen Herausforderungen frühzeitig und mit der richtigen Strategie begegnen, werden von den Chancen profitieren: Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, Wirtschaftswachstum, Schaffung neuer und attraktiver Arbeitsplätze, Steigerung der Lebensqualität durch bessere Verkehrssysteme, sichere Energieversorgung, bezahlbare Gesundheitsversorgung.

Gemeinsam mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den traditionell starken Branchen in NRW hat die Informations- und Kommunikationswirtschaft des Landes die IKT.NRW Roadmap 2020 entwickelt. Sie zeigt, welche Zielsetzungen bis 2020 erreicht werden müssen und welche Innovationen notwendig sind auf dem Weg zum digitalen Industrieland NRW, in dem neue Innovationskulturen die erfolgreiche Entwicklung von Cyber Physical Systems fördern:

- **Intelligente Produkte, sichere Cloud-Infrastrukturen und Dienstplattformen mit den entsprechenden Strategien, Geschäftsmodellen sowie Geschäftsmodellinnovationen bauen die Wettbewerbsfähigkeit des digitalen Industrielandes Nordrhein-Westfalen aus.**
  Die Roadmap zeigt die Innovationsbedarfe der wichtigsten NRW-Branchen.

- **Informations- und Kommunikationstechniken liefern die Bausteine für Cyber Physical Systems, damit in den starken Industrien am Produktionsstandort Nordrhein-Westfalen technische Prozesse erfolgreich optimiert werden und mit Geschäftsprozessen zusammenwachsen.**
  Die Roadmap zeigt die notwendigen Innovationen in den Bereichen Software und Cloud Computing, Kommunikationsnetze, Cyber Physical Devices und Cyber Physical Security.

- **Forschungs-, Entwicklungs- und Vernetzungsaktivitäten steigern die Innovationskraft kleiner und mittlerer Unternehmen, die das IKT-Wissen erfolgreich zur Weiterentwicklung ihres Produkt- und Dienstleistungsportfolios nutzen. Start-ups beleben die Wirtschaft mit ihren bahnbrechenden Innovationen.**
  Die Roadmap zeigt die notwendigen Unterstützungsmaßnahmen für KMU und Start-ups in NRW.

- **Zukunftsorientierte Qualifikation bereitet auf die Arbeit von morgen vor: In interdisziplinären IKT-Studiengängen und Weiterbildungsformaten wird das notwendige Know-how zur Entwicklung von großen, vernetzten Systemen vermittelt.**
  Die Roadmap zeigt die Maßnahmen zur Anpassung der IKT-Aus- und Weiterbildung an die neuen Kompetenzbedarfe der NRW-Wirtschaft.

- **In einem Kompetenzzentrum mit internationaler Strahlkraft werden IKT-Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gebündelt, der Innovationstransfer in die Praxis unterstützt, die interdisziplinäre Vernetzung aller Stakeholder gefördert und der breite gesellschaftliche, kulturelle, ökologische, ökonomische und technologische Diskurs vorangetrieben.**
  Die Roadmap zeigt die Aufgaben und Maßnahmen eines virtuellen Kompetenzzentrums, in dem die benötigten Innovationen und Pilotprojekte mit größtmöglichem Gewinn für Wirtschaft und Gesellschaft umgesetzt werden.

NRW-SCHLÜSSELBRANCHEN
PRODUKTION

Die Digitalisierung und elektronische Automatisierung ist in den meisten Fabriken längst angekommen. Schon heute sind Produktionsprozesse ohne IKT nicht mehr vorstellbar und 2015 wird ihr Anteil bis zu 50 Prozent betragen. Die nächsten Jahre werden aber zusätzliche und tiefgreifende Veränderungen mit sich bringen – weit über die Digitalisierung der Prozesse hinaus. In der Industrie 4.0 wird dank intelligenter IKT eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der Wertschöpfungskette über den gesamten Lebenszyklus von Produkten erreicht. IT und Kommunikationstechnik vernetzen die Produktion und das industrielle Umfeld in völlig neuer Form: Maschinen tauschen untereinander und mit autonomen Robotern Informationen aus, Herstellungskomponenten bahnen sich eigenständig ihren Weg durch Fertigungsstraßen, die Produktion wird virtuell abgebildet und am Rechner gesteuert.
Für den Industriestandort Nordrhein-Westfalen mit der Vielzahl seiner klassischen Industriebranchen bedeuten diese revolutionären Entwicklungen große Chancen für die Modernisierung der Produktions-, Vermarktungs- und Wartungsprozesse. Gleichzeitig sind aber auch noch viele Fragen zu klären – in technologischer Hinsicht und insbesondere zur Rolle des Menschen in diesen Systemen.

BRANCHENFACTS

- NRW ist die stärkste Industrieregion Europas, im Jahr 2012 setzten die Industrieunternehmen 342,5 Milliarden Euro um und damit 19,5 % des deutschen Industrieumsatzes.
- 18,4 % aller Erwerbstätigen in NRW sind im Industriesektor beschäftigt.
- NRW ist ein wichtiger Standort für Forschung und Wissenschaft: Unter anderem entwickeln das Spitzencluster „Intelligente technische Systeme – it's OWL" und das Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer" Lösungen für die Industrie 4.0.
- Speziell im Maschinen- und Anlagenbau erwirtschafteten rund 200.00 Beschäftigte im Jahr 2011 mehr als 44 Mrd. €.
- Von insgesamt über 1.600 Unternehmen beschäftigen 70 % weniger als 100 Mitarbeiter, 90 % weniger als 250 Mitarbeiter.
- Viele dieser KMU sind auf ihren Spezialgebieten weltweit führend.

SZENARIEN
WIE KANN INTELLIGENTE IKT DIE PRODUKTION SMARTER MACHEN?

Smart Factory

Smarte Produktionssysteme funktionieren nur, wenn viele unterschiedliche Sensoren, Aktoren, Komponenten, Geräte, Maschinen und Teilsysteme in einem komplexen, über Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und das Internet vernetzten Gesamtsystem, das auch die beteiligten Menschen integriert, zusammenarbeiten.

Grundlage dafür ist, dass diese neuen Systeme als Cyber Physical Systems (CPS) geplant, ausgeführt, kontrolliert, gesichert und gewartet werden. So wird gewährleistet, dass ganze Wertschöpfungsnetzwerke in Echtzeit miteinander kommunizieren – über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweg.

Smart Products

In der Smart Factory der Zukunft sind nicht nur die Produktionsmaschinen und Prozesse, sondern auch die Produktkomponenten intelligent: Sie haben Informationen über ihren Herstellungsprozess und darüber, wo und wie sie zum Einsatz kommen sollen. Sie unterstützen aktiv den Fertigungsprozess, indem sie sich selber durch die Produktionsstraße führen und können sich dynamisch an Kunden- und Markterfordernisse anpassen.

Smart Products werden individuell und ressourceneffizient hergestellt. Nach Ende der Fertigung kann auch der Auslieferungsprozess automatisch angestoßen werden. Wartungspflichtige Produkte sind in der Lage, Informationen über ihren Zustand zu versenden und sich zu melden, falls es ungewöhnliche Entwicklungen gibt.

Viele der für die Realisierung von Industrie 4.0 benötigten Technologien existieren schon. Sie müssen nun so kombiniert und vernetzt werden, dass sie den Anforderungen von Industrie 4.0 entsprechen und neue, effiziente und wirtschaftlich erfolgreiche Industrieprozesse und -systeme geschaffen werden. Es bedarf neuer Fragestellungen, Ansätze und Methoden, um die gesellschaftlichen, technologischen, wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen zu untersuchen.

CROSS-INNOVATIONEN
WELCHE IKT-LÖSUNGEN WERDEN GEBRAUCHT?

- Voraussetzungen für eine erfolgreiche Zusammenschaltung der sehr heterogenen technischen Systemelemente sind eine einheitliche Normung und Standardisierung von Schnittstellen und Verfahren, um das Zusammenwirken der Teilsysteme im Gesamtsystem problemlos zu gestalten. Besondere Bedeutung kommt dabei der Gestaltung der Schnittstelle zu, an der Menschen mit diesen Systemen interagieren.

- Cyber Physical Systems müssen vor ihrem Einsatz durch Modellierung und Simulation auf ihre nachhaltige Einsatzmöglichkeit hin überprüft werden. Dabei müssen physikalische, technische, datentechnische, computertechnische und netztechnische Verfahrensschritte in einem Simulationsverfahren vereint werden. Es gilt, neue Grundlagen für die Modellierung solcher Systeme unter Berücksichtigung der physikalischen, rechnertechnischen und kommunikationstechnischen Fehlerquellen zu schaffen, um ein zuverlässiges Abbild des Produktionsprozesses liefern zu können.

- Erhöhte Herausforderungen in Bezug auf Big Data in der Produktion sind absehbar. Durch die entstehenden Massendaten werden neue Architekturen der Datennetze, Nutzungsprofile und Datenfilter notwendig sowie Anforderungsprofile für die Visualisierung und Archivierung der Daten.

- Besonders in offenen und global vernetzt betriebenen Produktionssystemen besteht ein extremer Bedarf an erhöhter Sicherheit und ausreichendem Datenschutz. Zwingend notwendig ist die Entwicklung entsprechender, umfassender Sicherheitskonzepte.

- Paradigmen für verteiltes Messen, Rechnen, Kontrollieren und Steuern in dynamischen, sicherheits- und zeitkritischen, verteilten Netzen, wie sie im Industrie 4.0-Prozess nötig sind, sind bis heute nicht genau genug bekannt.

- Forschung und Entwicklung sind durch die entstehenden evolutionären Prozesse höchst aufwändig. Es gilt, die komplexen Strukturen, insbesondere in ihrem Systemverhalten, entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu untersuchen. Dazu müssen attraktive staatliche Förder- und Rahmenprogramme geschaffen werden.

- Die Industrie 4.0 stellt neue Anforderungen an Mitarbeiter. Ausbildungs- und Qualifikationsstrukturen müssen entsprechend angepasst bzw. neu entwickelt werden, um den Bedarf an qualifiziertem Fachpersonal zu decken.

NRW-SCHLÜSSELBRANCHEN
ENERGIE

Die Energiewende ist eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Es gilt, unser hoch komplexes Energiesystem auf Basis der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen umzustrukturieren. Vor allem für Nordrhein-Westfalen als Energieland Nummer eins und herausragender Industriestandort kommt es auf bedarfsgerechte Energieerzeugung und die intelligente verbrauchsorientierte Steuerung der Energieströme an. Nur so ist die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit des Landes dauerhaft garantiert.
Gleichzeitig erfordert die Energiewende tiefgreifende Veränderungen der bestehenden Netz- und Marktmodelle. Erneuerbare Energien wie Sonne oder Wind sind nicht immer gleichmäßig verfügbar und werden häufig dezentral ins Stromnetz eingespeist. Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Steuerung des Energieversorgungssystems. Ohne intelligente Vernetzung und Verteilung der Energie können Schwankungen und im schlimmsten Fall Überlastungen entstehen. Nur mit hoher Flexibilität im gesamten System „Strom-Gas-Wärme“ kann diesen Herausforderungen begegnet werden.
Der Auf- und Ausbau von Smart Grids und Smart Energy Markets erfordert eine intensive Zusammenarbeit von IKT-Unternehmen und -Forschungseinrichtungen mit den wichtigen „Playern“ des Energiesektors. Sie ermöglichen diesen Transformationsprozess und gestalten ihn gleichzeitig kostengünstig, versorgungssicher und mit gesellschaftlicher Akzeptanz.

BRANCHENFACTS

- NRW ist Standort der größten Energieversorger E.ON und RWE sowie bedeutender universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen. Zahlreiche Unternehmen bieten innovative Energieprodukte und -services an.
- Allein im Bereich erneuerbare Energien waren 2011 rund 28.200 Arbeitnehmer bei etwa 3.600 Firmen beschäftigt und erzielten einen Umsatz von über 8,7 Milliarden Euro.
- Insgesamt arbeiteten in der NRW-Energiebranche 2011 rund 240.000 Menschen.
- An über 30 Standorten findet Forschung und Lehre auf allen relevanten Gebieten der Energietechnik statt.

SZENARIEN
ENERGIESICHERHEIT UND -EFFIZIENZ DURCH SMARTE IKT

Smart Grids

Die zunehmende Einbindung volatiler Energiequellen wie z.B. Windräder und Photovoltaikanlagen erfordert tiefgreifende Veränderungen der Energie-Infrastruktur. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien erzeugen viel mehr Datenquellen als bislang relevante Informationen: Smart Meter, Laststeuerungssysteme, dezentrale Energieumwandlungsanlagen, aber auch Elektrofahrzeuge und stationäre Speicher. Smart Grids koppeln das Energienetz mit einem Kommunikationsnetz und ermöglichen, dass alle „Netzteilnehmer" miteinander kommunizieren und die Energie bidirektional zwischen den beteiligten Erzeugern und Verbrauchern fließen kann.

Dabei sollte die Datengewinnung und -verarbeitung kostengünstig, sicher und zeitgerecht sein. Darüber hinaus sollten unterschiedliche Nutzer wie etwa Netzbetreiber oder Abrechnungszentren auf die Daten zugreifen können. Die Messdaten zur aktuellen Stromerzeugung und Stromnachfrage müssen so gesteuert werden, dass zu jeder Zeit an jeden Ort die richtige Menge Energie geliefert wird. Überschüssige Energie muss sinnvoll und effizient zwischengespeichert werden. Diese hohen Anforderungen können zukünftig nur Smart Grids, intelligente Stromnetze, erfüllen.

Smart Markets

Die Umbrüche auf Seite der Energieerzeugung verändern auch den Markt in erheblichem Maße, so dass ein neues Marktdesign notwendig sein wird. Am Handel von Energie oder Energiedienstleistungen sind in Zukunft viele verschiedene Marktpartner beteiligt. Neben den „klassischen" Produzenten und Verbrauchern kennt der Markt weitere Akteure. Einerseits entstehen die so genannten Prosumer, die sowohl Energie verbrauchen als auch produzieren. Andererseits gibt es Dienstleister, für die im Smart Market neue Geschäftsmodelle entstehen – zum Beispiel Smart Meter Administratoren, Energieeffizienz-Dienstleister oder Aggregatoren. Smart Markets können und sollen die Grundlage dafür schaffen, dass diese neuen Formen des Energiehandels möglich sind, ohne dass die Versorgungssicherheit darunter leidet.

CROSS-INNOVATIONEN:
WELCHE IKT-LÖSUNGEN WERDEN GEBRAUCHT?

Bisher hat die Informations- und Kommunikationstechnik die hiervon weitgehend unabhängig geplanten Stromnetze ergänzt. Die aktuellen Anforderungen an Energienetze erfordern eine gemeinsame Planung von Strom- und IKT-Infrastruktur, denn nur die Kopplung von Energie- und Kommunikationsnetzen kann Versorgungssicherheit gewährleisten.

Die zunehmende Zahl von Datenquellen, die für das Energienetz relevante Informationen bereitstellen, führt auch zu einer rasanten Steigerung der auszuwertenden Daten. Big Data-Lösungen machen die direkte Nutzung einfacher, ermöglichen aber auch die langfristige Auswertung: Wichtige Informationen für die Wartung von Anlagen, die Planung künftiger Bedarfe oder den Vergleich bestimmter Wetterlagen können die Steuerung des Energieversorgungssystems wesentlich zuverlässiger und effizienter gestalten.

Cloud-Lösungen haben großes Potenzial, um den Herausforderungen im Energiesektor zu begegnen. Sie ermöglichen beispielsweise in Echtzeit alle Einflussgrößen und Energiebedarfe aufzunehmen, zu verarbeiten und zu koordinieren. Darüber hinaus entstehen neue Dienstleistungs-Geschäftsmodelle.

Die Sicherheitsanforderungen an Energienetze sind hoch: Ausfallsicherheit, Datensicherheit und Datenschutz sind zentrale Aspekte, die bei der Weiterentwicklung von Energienetz- und Markttechnologien berücksichtigt werden müssen.

Die Anforderungen an diejenigen, die im Energiesektor arbeiten, verändern sich rasant. Wo früher ein klassischer Zähler abgelesen werden musste, hängt heute mancherorts ein Smart Meter, der wesentliche Informationen über das Verbrauchsverhalten liefert. Dementsprechend nimmt die Bedeutung von Fernwartungssystemen zu, die aber gleichzeitig sicherheitsanfällig sind. Die Transformation des Energieversorgungssystems hat in diesem und anderen Bereichen zwangsläufig Auswirkungen auf zukünftige Ausbildungsinhalte, die interdisziplinär ausgerichtet sein müssen.

NRW-SCHLÜSSELBRANCHEN
LOGISTIK

Die Logistik hat sich in den vergangenen Jahren zu einer Hochtechnologiebranche entwickelt. Dabei stellen die steigende Komplexität von Strukturen, Daten, Produkten sowie die Komplexität durch Vernetzung und eCommerce die größten Herausforderungen dar. Die Globalisierung hält ungebrochen an, der Vernetzungsgrad steigt exponentiell. Die Datenmenge in diesem Bereich steigt alle zehn Jahre um den Faktor 1.000. Bei den Kunden wächst der Wunsch nach Individualität mit den Möglichkeiten: Die „Losgröße Eins", also eine Ware nach individuellen Vorstellungen zu erhalten, ist bereits Realität. Das überproportionale Wachstum der Komplexität wird in einem logistischen System, das (noch) nicht auf die heutigen rasant wechselnden Anforderungen ausgelegt ist, jedoch zu Instabilitäten führen. Je umfassender die Systeme werden, umso mehr muss die Logistik daher mit Dezentralisierung und Selbstorganisation im Sinne des Internets der Dinge reagieren.

Das Ziel sind intelligente Systeme, mit denen sich Waren und Güter autonom durch die globale Supply Chain bewegen. Smarte, vernetzte Systeme sind die Schlüsselinnovation: Sie verändern Logistikprozesse und -strukturen, senken Kosten und steigern die Gestaltungsmöglichkeiten von Logistikketten und Distributionsstrukturen – damit die Wettbewerbskraft des Logistikstandorts NRW erhalten und ausgebaut werden kann.

BRANCHENFACTS

- In der Kernbranche Logistik sind 284.000 Menschen in 21.600 Unternehmen beschäftigt.
- Sie erwirtschafteten 2011 einen Umsatz in Höhe von 70 Milliarden Euro.
- NRW ist international einer der wichtigsten Standorte für Forschung und Wissenschaft rund um intelligente Systeme in der Logistik.
- Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund gehört weltweit zu den führenden Forschungsinstituten für logistische Fragen.
- Im EffizienzCluster LogistikRuhr erarbeiten 160 Unternehmen und 12 Forschungseinrichtungen logistische Lösungen für zukünftige Herausforderungen.
- Im Campus Cluster Logistik an der RWTH Aachen arbeiten Partner aus verschiedenen Stufen der logistischen Wertschöpfungskette gemeinsam in Zukunftsprojekten.

SZENARIEN
WIE KÖNNEN INTELLIGENTE IKT DIE LOGISTIK SMARTER MACHEN?

Cyber Physical System (CPS) in der urbanen Versorgung

Die Grundidee für CPS in der urbanen Versorgung besteht in der Weiterentwicklung von Einzelbausteinen zu einem intelligenten urbanen Versorgungsnetzwerk. Darin nutzen die jeweiligen Versorgungsdienstleister in einer Stadt eine gemeinsame logistische Infrastruktur – ein Smart Grid für die urbane Versorgung.

Über eine einfache und flexible Kooperation lässt sich jederzeit eine Bündelung von Warenströmen verwirklichen. Versorgungsservices können ad hoc im Sinne der höchsten Effizienz miteinander gekoppelt werden. Die Entscheidung dazu fällt autonom und dezentral. Damit wird eine optimiert gebündelte Logistikleistung der verbundenen Partner im Netz für die urbane Versorgung ermöglicht.

CPS im Güterverkehr

Schon heute leistet die Logistik mit einem intelligenten Güterverkehrsmanagement und innovativen Transportkonzepten einen entscheidenden Beitrag für eine nachhaltige Verbesserung der Gesamtsituation des Verkehrs. Die bestehende Infrastruktur muss aber noch effizienter genutzt werden, beispielsweise durch die Entwicklung von unterstützenden Softwaresystemen, die Logistiker in die Lage versetzen, die richtigen Entscheidungen für einen sinnvollen Ressourceneinsatz zu treffen. Transportmittel und Ladungsträger müssen jedoch zu intelligenten Logistikobjekten werden, die automatisch sämtliche logistikrelevanten Informationen erfassen und aufbereiten. So können Entscheidungen bei der Planung und Steuerung einer Prozesskette besser vorbereitet werden. Zudem müssen logistische Objekte Informationen gleichartiger Objekte nutzen können, um selbstständig und lokal Entscheidungen zu treffen. Darüber hinaus soll ein aktives Wechselspiel des Informationsaustauschs mit den nachgelagerten Verkehrssystemen und Infrastrukturen entstehen.

Wandelbare Logistiksysteme

Einheitliche Basisstrukturen zur informatorischen und mobilen Vernetzung von Infrastruktur, Materialflusstechnik und Waren sind eine wesentliche Voraussetzung für die Wandlungsfähigkeit von Logistiksystemen. Nur wandelbare, so genannte zellulare Logistiksysteme, werden zukünftig ausreichend flexibel und bedarfsgerecht sein. Solche dezentral organisierten Netzwerke passen sich wie ein lebender Organismus dem ständigen Wandel der Umwelt an und machen ihn auf diese Weise beherrschbar. Damit verwirklicht die zellulare Logistik die langjährige Forderung nach Lagersystemen mit Flexibilität und Wandelbarkeit.

CROSS-INNOVATIONEN
WELCHE IKT-LÖSUNGEN WERDEN GEBRAUCHT?

In urbanen Gebieten besteht Bedarf hinsichtlich einer Infrastruktur für ein Versorgungsnetz, mit der alle Versorgungsfälle ad hoc und flexibel abgedeckt werden können. Dies erfordert die Ausrichtung der Konzepte nach den Prinzipien serviceorientierter Architekturen für die echtzeitfähige Gestaltung von Logistikprozessen und die Zusammenführung von Einzelanwendungen zu einem „Smart Grid für die urbane Versorgung".

Im Güterverkehr sind noch grundsätzliche Fragestellungen wie die nach der Bewältigung und nutzbringende Auswertung großer Datenmengen (Big Data), der Gewährleistung von Datensicherheit (Security), der Standardisierung der Technologien und Prozesse, der Integration menschlicher Beteiligter sowie von Softwareelementen und in Hinsicht auf Kosten- und Energieeffizienz zu bearbeiten. Dies kann bei der Gestaltung von autonomer Zulaufsteuerung als Cyber Physical System entwickelt und erprobt werden.

Umschlagplätze müssen schnell und einfach aufgebaut, in Betrieb genommen, erweitert und abgebaut werden können. Dafür müssen alle einzelnen logistischen Systeme über standardisierte Schnittstellen (Software und Hardware) verfügen und wandelbar sein.

Wandelbare Logistiksysteme müssen mit „Integrative and Integrating Services" und „Cybernetic System Behavior" Lösungen für neue Wertschöpfungssysteme auf Basis zellularer Logistiksysteme entwickeln.

Damit elektronische Marktplätze Anbieter und Nachfrager von Logistikdiensten zusammenbringen können, ist ein breiter Einsatz von Cloud Computing notwendig. Dazu müssen Herausforderungen in den Bereichen Standardisierung und Modellierung sowie Informationssicherheit und Datenschutz bewältigt werden.

NRW-SCHLÜSSELBRANCHEN
GESUNDHEITSWIRTSCHAFT / MEDIZINTECHNIK

Die Gesundheitswirtschaft ist die beschäftigungsstärkste und vielfältigste Branche in Nordrhein-Westfalen. Ihre Bedeutung wird in den kommenden Jahrzehnten noch erheblich zunehmen, weil der Bedarf an medizinisch-pflegerischer Versorgung im demografischen Wandel weiter wächst. Gleichzeitig wird der Gesundheitssektor in hohem Maße medizinisch, technisch und in der Entwicklung der Versorgungsstrukturen innovativ bleiben müssen, um diese Herausforderungen bei sinkendem Erwerbspersonenpotenzial zu bewältigen. Smarte IKT wird unter anderem in telemedizinischen Anwendungen, im Bereich der medizinischen IT oder in Form intelligenter Assistenzsysteme die Zukunft der Branche maßgeblich bestimmen. Speziell in der Medizintechnik liegen die technologischen Schwerpunkte bei der Behandlung von Gefäßkrankheiten (inklusive Schlaganfall), der technologie-assistierten Rehabilitation, der Kunstherzentwicklung, der Entwicklung intelligenter Prothesen bis hin zu biohybridem Organersatz und der bildgesteuerten Intervention.

BRANCHENFACTS

- Im Jahr 2011 waren ca. 1,1 Millionen Menschen in 61.700 Unternehmen der Gesundheitsbranche beschäftigt.
- Von 2007 bis 2012 entstanden in NRW 129.000 neue Stellen in der Gesundheitswirtschaft.
- Die Medizintechnikbranche erwirtschaftete mit ca. 10.000 Beschäftigten in knapp 200 Unternehmen in 2011 einen Umsatz von 880 Millionen Euro.
- Forschungsschwerpunkte bilden insbesondere die Region Aachen und das Ruhrgebiet.

Bessere und effizientere Gesundheitsversorgung durch Cyber Physical Systems

Im Gesundheitssystem der Zukunft kommunizieren Sensoren und Implantate miteinander, geben Messdaten an betreuende Ärzte oder Verwandte weiter. Im OP helfen teilautonome Assistenzroboter dabei, hochpräzise Eingriffe sicher zu ermöglichen und alle an der Behandlung eines Patienten beteiligten Personen sind mittels übergreifender Dokumentationssysteme über für sie relevante Entwicklungen informiert. NRW verfügt über die Kompetenzen, um diese Szenarien zu realisieren und sich zu einer Vorzeigeregion zu entwickeln. In der Reha oder der Versorgung von chronisch Kranken wird die Weiterentwicklung bestehender Gerätelösungen, z. B. zur Dialyse, große Fortschritte durch Auswertung großer Mengen an Nutzungsdaten machen.

CROSS-INNOVATIONEN
WELCHE IKT-LÖSUNGEN WERDEN GEBRAUCHT?

↗ Die Vernetzung bestehender Insellösungen zu effizienten, cloudbasierten Gesamtsystemen beispielsweise im OP, verspricht höhere Sicherheit und Wirtschaftlichkeitspotenziale.

↗ Die Weiterentwicklung telemedizinischer Anwendungen eng entlang der Bedürfnisse von Patienten, zum Beispiel durch individualisierbare Apps, wird insbesondere in Hinsicht auf Akzeptanz einen wesentlichen Beitrag leisten.

↗ Biohybride Medizinsysteme, als kleine, „lebende Maschinen“, können essenzielle Organfunktionen von Herz-Kreislauf-Systemen und Lunge wiederherstellen oder eine verbesserte Behandlung von Tumoren ermöglichen.

NRW-SCHLÜSSELBRANCHEN
AUTOMOTIVE

Der Fahrzeugbau und seine Zulieferer zählen zu Nordrhein-Westfalens wichtigen Schlüsselindustrien. Die Anforderungen an die Automobilbranche sind enorm: Hohe Ansprüche der Kunden an Innovationsfähigkeit und steigende Nachfrage nach systemübergreifenden Lösungen erfordern zukunftsgewandte Innovations- und Marktstrategien. Bereits heute sind rund 90 Prozent aller Innovationen im Auto durch Elektronik und IT getrieben. Trendthemen wie Hybrid- und Elektroantriebe, Fahrerassistenzsysteme und Konnektivität werden die Zukunft der Mobilität und damit auch des Standortes NRW bestimmen. Hier entstehen Innovationsfelder, die neue Anforderungen an Mobilitätsverhalten, Verkehrsplanung, Umweltfreundlichkeit, Effizienz und Sicherheit stellen.

BRANCHENFACTS

- NRW ist ein bedeutender Automobilstandort in Deutschland. Die Branche besteht inklusive der Zulieferer, die nicht ausschließlich für die Automobilindustrie produzieren, aus rund 800 Unternehmen mit über 200.000 Beschäftigten.
- Pro Jahr produzieren diese ca. 800.000 Pkw und Nutzfahrzeuge für den Weltmarkt.
- Hinzu kommen Anhänger, Aufbauten, Container sowie Kraftfahrzeugteile und Zubehör.
- Neben den traditionell wichtigen Themengebieten in der konventionellen Fahrzeugtechnik bietet NRW große Potenziale im Bereich der Elektromobilität.

Großes Potenzial: Den Weg bereiten für das autonome Fahren

Autonomes Fahren zählt zu den ehrgeizigsten Innovationsfeldern der Branche in den kommenden Jahren. Dieses hochgesteckte Ziel kann nur etappenweise erreicht werden. Der erste Schritt ist, das Auto als einen „Kommunikationsknoten" in ein alle Fahrzeuge verbindendes Kommunikationssystem einzubinden. Dieses Car-to-Car-System verbindet die Autos über eine zentrale Internetstruktur (WLAN, Mobilfunk) oder durch Direktverbindungen miteinander. Parallel müssen bestimmte Teilkompetenzen funktionssicher umgesetzt werden – zum Beispiel die Fahrt in Baustellen, Kolonnenfahrt oder autonomes Parken. Für das Gesamtziel „Autonomes Fahren" sind also unterschiedliche Technologien zu kombinieren, manche dieser Teilfunktionalitäten befinden sich schon im Einsatz, viele müssen aber noch entwickelt werden.

CROSS-INNOVATIONEN
WELCHE IKT-LÖSUNGEN WERDEN GEBRAUCHT?

Als besondere Schlüsseltechnologie bei der Realisierung des autonomen Fahrens und dessen Vorstufen gilt die hochgenaue Positionierung, da sie eine verbesserte Erfassung von Umfeldszenarien ermöglicht. Mit ihrer Hilfe können zahlreiche sicherheitsrelevante Herausforderungen bedient werden, wie Kollisionsvermeidung oder automatische Baustellenfahrt.

Grundlage dafür ist die Weiterentwicklung von Car-to-X-Kommunikationssystemen, die Informationsweitergabe und -austausch mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur (Ampeln etc.) sowie auch die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Fahrer umfassen.

Großes Innovationspotenzial bietet die Datenfusion von Informationen leistungsfähiger Sensoren und Kameras mit den Informationen satellitengestützter Systeme und verbesserter digitaler Karten.

NRW GESTALTET IKT – INDUSTRIELL. INTEGRIERT. INNOVATIV. **ERFOLGREICH AUF DEM WEG ZUM DIGITALEN INDUSTRIELAND**

Nordrhein-Westfalen ist eine Pionierregion: Hier werden die großen, komplexen Systeme – Cyber Physical Systems (CPS) realisiert, die einem Industrieland erfolgreich den Weg in die Zukunft ebnen. Visionen wie die Industrie 4.0, das Smart Grid und das Internet der Dinge werden hier gestaltet. Am Standort NRW konzentrieren sich alle Kompetenzen, die die Modernisierung der traditionellen Industrien gemeinsam mit der innovativen digitalen Wirtschaft brauchen.

Die Basis für den Ausbau des Technologie- und Innovationsstandortes Nordrhein-Westfalen bilden bekannte IKT-Unternehmen und ein starker Mittelstand mit einer Vielzahl an „Hidden Champions", die die Entwicklung intelligenter Anwendungen branchenübergreifend vorantreiben.

BRANCHENFACTS: IKT IN NRW

Beschäftigte[1]	IKT-Unternehmen[1]	Anteil Umsatz am BIP[1]	IKT-Umsatz in €[1]	IKT-Studierende an 30 Hochschulen[1]	Fraunhofer-Institute im IKT-Umfeld	Deutscher Mobilfunkmarkt - Anteil NRW[2]
196.000	**23.600**	**16,3%**	**92,7 Mrd.**	**58.000**	**7**	**86%**

IKT SCHAFFT UMSATZ UND ARBEITSPLÄTZE

Neue IKT-Stellen 2013	Erwartetes IKT-Umsatz-Wachstum 2014	Intelligente Netze ermöglichen gesamtwirtschaftliche Effekte pro Jahr von (in €)	neue Arbeitsplätze im Bereich Big Data bis 2015	mit dem Internet verbundene Geräte in 2020	Reduktionspotenzial durch IKT bis 2020	Jahr, in dem es mehr mobile Geräte als Menschen gibt
15.000	**1,6%**	**55,7 Mrd.**	**~ 4,4 Mio.**	**30-50 Mrd.**	**7,8 Gt**	**2013**
Deutschland			**Weltweit**			

Wie wir Cyber Physical Systems verstehen:

Cyber Physical Systems (CPS) bestehen aus über das Internet vernetzten Systemkomponenten und einer Vielzahl von intelligenten Sensoren und Aktoren, die sich selbstständig koordinieren und zu einer „smarten" Systemumgebung verwachsen. Sie erkennen automatisch ihre physische Umwelt, verarbeiten die ihnen zugeführten Informationen und sind in der Lage, ihre Umgebung gezielt zu beeinflussen und zu manipulieren. Die große Menge an Informationen, die gewonnen werden, können intelligent zusammengeführt und analysiert, völlig neuartige Dienstleistungen ermöglichen. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung solcher Systeme ist enorm: Produktions- und Geschäftsprozesse werden effizienter, Branchengrenzen werden überwunden und es entstehen neue Märkte. Erst durch die Verbindung von physischer und digitaler Welt in Cyber Physical Systems werden Visionen wie die Industrie 4.0, Smart Grids, die selbstorganisierende Logistik und in diesem Zusammenhang das Internet der Dinge, Daten und Dienste realisierbar.

1 Stand 2011 **2** Anteil am Gesamtumsatz der Branche in Deutschland

IKT-WIRTSCHAFT UND -FORSCHUNG
SOFTWARE MACHT MEHR MÖGLICH

Bereits heute bestimmt Software die Welt: Unternehmen erobern Märkte, indem sie digitale Versionen von Büchern, Tonträgern und Filmen verkaufen. Smartphones gestalten Panoramabilder und Slowmotion-Videos mit Hilfe von Programmen. Viele Autos besitzen Bordcomputer für die Navigation, die Wartung und vieles mehr.

Software verändert ganze Branchen und wird die vernetzten Systeme der Zukunft noch viel intensiver durchdringen als bisher. Sie ist das logische Bindeglied zwischen einzelnen Systemkomponenten und anders als Hardware leicht zu verändern und auszutauschen. Dadurch wird es möglich, Devices und ganze Systeme mit neuen und verbesserten Funktionen nachzurüsten.

SOFTWARE FÜR CYBER PHYSICAL SYSTEMS

In Cyber Physical Systems nimmt der Softwareanteil auf allen Ebenen erheblich zu: Vom einfachen eingebetteten System bis hin zu komplexen Einrichtungen wie einem Auto sind heute bereits viele Geräte und Gebrauchsgegenstände programmiert. Die Aufgabe der Software ist es, die Funktion des Systems auch dann sicherzustellen, wenn Sensoren falsche Messwerte liefern oder das Kommunikationsnetz ausfällt. Dafür ist ein präzises Abbild der Realität notwendig. Ein Beispiel: Damit ein Computersystem ein Auto sicher durch den Verkehr steuern kann, muss es die Umweltbedingungen und die Verkehrssituation exakt einschätzen und schon im Vorfeld mögliche Gefahren erkennen.

Neue Modellierungs- und Simulationsverfahren sind erforderlich, die die Abläufe in der Realität möglichst umfassend abbilden – ob im vernetzten Verkehr oder der intelligenten Produktionsanlage. Damit die Software zukünftig mit diesen erschwerten Bedingungen umgehen und die Zuverlässigkeit des Systems gewährleisten kann, muss sie intensiv getestet werden.

All diese Anforderungen zeigen, dass ein neues Systemverständnis erforderlich ist: Cyber Physical Systems sind hochkomplexe, sozio-technische Systeme. Die Informatiker von morgen müssen mit interdisziplinären Kompetenzen ausgestattet sein, um geeignete Softwarekomponenten für ein zuverlässiges Zusammenspiel von Mensch und Maschine sowie von Maschinen untereinander entwickeln zu können.

Gleichzeitig stellt die Entwicklung von Software für komplexe Systeme ein hochinteressantes Geschäftsfeld dar. IT-Dienstleister, die z. B. Simulations- und Testverfahren für Produktions-

prozesse in der Industrie 4.0 anbieten, Industrieunternehmen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern, indem sie ihre Produktionsanlagen mittels maßgeschneiderter Software intelligenter machen oder Start-ups, die neue Geschäftsmodelle im IT-Bereich aufgrund niedriger Investitionskosten umsetzen können: Sie alle profitieren von der Evolution der Softwareentwicklung, die auf allen Ebenen für positive wirtschaftliche Wachstumseffekte sorgen und die Vernetzung von physischer und digitaler Welt perfekt machen wird.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW
WAS IST BIS 2020 ZU TUN?

01 Cyber Physical Systems bestehen oft aus einer Vielzahl **verteilter, mobiler Komponenten**, die teilweise unmittelbar – ohne zentrale Steuerung – miteinander interagieren. Die Informationen, die über die verschiedenen Geräte erfasst werden, bilden die Welt nur unscharf ab. Software-Komponenten müssen robust sein, damit sie auch in Fehler- und Ausnahmesituationen richtige Entscheidungen treffen können. **Neue Test- und Simulationsverfahren** für verschiedene Anwendungsszenarien werden daher entwickelt, um eine möglichst umfangreiche **Fehlerabschätzung in CPS** zu gewährleisten bzw. alternative Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wenn nicht genügend Informationen über physische Zustände und Prozesse vorhanden sind.

SZENARIO
OPERATIONSSAAL DER ZUKUNFT

In heutigen OPs kommen zahlreiche medizintechnische Geräte unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz, die oft nicht miteinander kompatibel sind, was eine einfache Bedienung erschwert. Im OP der Zukunft sorgen Softwaremodule dafür, dass Anwendungen von der Bildgebung bis zum Assistenz-Roboter miteinander vernetzt sind. Über eine intuitive Benutzeroberfläche erhält der Arzt in Echtzeit von mehreren Diagnosegeräten Informationen über den Zustand des Patienten und kann bei Bedarf Geräte zu- oder abschalten – ganz nach dem aus der Informatik bekannten „Plug & Play"-Prinzip.

02 CPS zeichnen sich durch einen gewissen Grad an Autonomie aus. Sie haben die Fähigkeit, sich an wandelbare Prozesse anzupassen. Anders als oft propagiert und wünschenswert, kann vollständige Autonomie nicht in allen Bereichen umgesetzt werden, will man die Sicherheit und Zuverlässigkeit von CPS gewährleisten. In Best Practice-Szenarien wird untersucht, wann teilautonome und wann vollautonome Prozesse realisiert werden können. Es wird darüber hinaus an der Entwicklung von **Human-in-the-Loop-Ansätzen** gearbeitet, bei denen die Entscheidungsfindung und Steuerung nicht ausschließlich automatisch erfolgen kann, sondern durch menschliche Betreiber überwacht und ggf. korrigiert wird.

03 Im Gegensatz zu klassischen Softwaresystemen gestaltet sich die Interaktion von Anwendern mit einem CPS oft diffuser, da System und Anwender gemeinsam die Umwelt manipulieren. Am Beispiel ausgewählter Anwendungen werden **Software-Benutzerschnittstellen** so gestaltet, dass der Nutzer zu jedem Zeitpunkt die Prozesse im CPS nachvollziehen und intuitiv das Verhalten des Systems positiv beeinflussen kann.

04 In Cyber Physical Systems verschärft sich das Problem des **Lifecycle-Managaments**: Hardware, Software und Anwendungsdomäne weisen ein sehr unterschiedliches Evolutionstempo auf – während sich die Anforderungen der Anwendungsdomäne u. U. sehr schnell wandeln, sind einmal in Hardware gegossene Entwurfsentscheidungen kaum bzw. nur durch teuren Austausch zu verändern. Um trotz dieser unterschiedlichen Lebenszeitzyklen ein reibungsloses Zusammenspiel der Anwendungen zu ermöglichen, werden Ansätze für **„CPS-Softwareupdates"** entwickelt.

05 Als komplexester und am ehesten schöpferisch gestalteter Systemteil bietet die Software die meisten Angriffspunkte. Sie ermöglicht aber andererseits auch, durch geschickte Implementierung Angriffe zu verhindern oder zumindest zu erkennen und angemessen darauf zu reagieren. Anhand von konkreten und häufig auftretenden Bedrohungsszenarien werden **Sicherheitskonzepte** entwickelt, die in verschiedenen Anwendungen zum Einsatz kommen können.

SZENARIO
SOFTWARE FÜR DIE PRODUKTION AM RECHNER

Software übernimmt immer mehr Funktionen in der Produktion und löst an vielen Stellen die Elektronik und Mechanik ab. Die Integration von Software in Werkzeugmaschinen und die Vernetzung dieser intelligenten Maschinen mit der Lieferkette führen dazu, dass die Produktion immer mehr am Rechner stattfindet und flexibel gestaltet werden kann. Einzelanfertigungen, wie sie schon heute in der Automobilbranche Standard sind, können so kostengünstig und schnell realisiert werden. Durch die Einbindung von Software und Maschinenbauelementen in ein einheitliches Design wird es in Zukunft immer einfacher, die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit von Produktionsanlagen kontinuierlich zu überprüfen und Fehler im Produktionsprozess frühzeitig zu erkennen und abzuwenden.

06 Die tiefgreifende Auswirkung von intelligenten Technologien auf Prozesse und Zustände in der realen Welt, wie sie für CPS charakteristisch ist, erfordert es, dass die Software nicht einfach nur auf physische Systeme wie Produktionsanlagen „aufsetzt", sondern von Beginn an in die Entwicklung solcher Anlagen integriert ist. In branchenübergreifender Kooperation werden **interdisziplinäre Ansätze für ein gemeinsames Design von Software und spezifischen Branchenanwendungen** entwickelt.

07 Die Entwicklung von CPS erfordert ein interdisziplinäres Zusammenspiel von Experten aus der Softwaretechnik, vielen weiteren Disziplinen der **Informatik** sowie vielfältigen Ingenieurswissenschaften und Anwendungsdomänen. Aufgrund ihrer breiten Ausrichtung eignet sich die Informatik besonders gut **als Ausgangspunkt** für die Forcierung einer fundierten **CPS-Ausbildung.** Um die interdisziplinäre Perspektive in der Aus- und Weiterbildung zu etablieren, werden **Konzepte für einen CPS-Studiengang** sowie die Vermittlung von **CPS-Kompetenzen in der Weiterbildung** entwickelt.

IKT-WIRTSCHAFT UND -FORSCHUNG

CLOUD COMPUTING SCHAFFT PLATZ FÜR INTELLIGENTE DATENVERARBEITUNG

Niemand braucht immer gleich viel Strom. Im hellen Sommer wird wenig verbraucht, in den dunklen Monaten viel. Klimatisierte Gewerbeimmobilien nutzen an heißen Tagen mehr Strom als sonst. Solche Angaben zum Verbrauch sind wichtig für den Energieversorger, für die richtige Verteilung des Stroms und die korrekte Abrechnung. Sie werden deshalb in Zukunft von Sensoren via Internet übertragen.

Doch wo sind die Daten? Wie werden sie verarbeitet? Und was ist bei einem Anbieterwechsel? Fängt dann die Messung wieder von vorne an? Die Lösung ist die Cloud. Dahinter verbirgt sich eine große Menge aus leistungsfähigen Rechnern, die vielfältige Aufgaben in einer vernetzten Welt übernimmt. Die Cloud nimmt Sensordaten entgegen und hält sie immer und überall verfügbar – unabhängig von speziellen Diensten, Geräten oder Anbietern.

CLOUD COMPUTING UND CYBER PHYSICAL SYSTEMS

Cloud Computing gilt als einer der derzeit wichtigsten IT-Trends: Durch die Bereitstellung von IT-Services über das Internet werden maßgeschneiderte Software-Systeme und IT-Ressourcen auch für kleinere und mittlere Unternehmen erschwinglich. Die Nutzung von Rechnerkapazitäten und Diensten kann an die Bedarfe des Anwenders angepasst werden.

In Zukunft wird Cloud Computing ein unverzichtbarer Bestandteil der meisten vernetzten Systeme wie z. B. des Smart Grid sein. Denn die Daten, die Sensoren, Aktoren und andere Devices erfassen, müssen an irgendeiner Stelle beobachtet, gesammelt, gespeichert und visualisiert werden. Die kleinen Computer, die in solchen Systemen Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelungsaufgaben übernehmen, die Embedded Systems, haben sehr eingeschränkte Rechenkapazitäten, da sie vorwiegend die Informationen aus der realen Welt über Kommunikationsnetze in die Cyber-Welt senden. Durch den Anschluss an die Cloud können komplexe Funktionen oder auch ganze Regelkreise flexibel und kostengünstig realisiert und betrieben werden. Beispiele sind die Erfassung von CO_2-Emissionen, das Tracking und Tracing von Fahrzeugen und Behältern, aber auch die optimierte Verkehrsregelung.

Um die Vorteile besser nutzbar zu machen, müssen die Konzepte und Technologien des Cloud Computing erweitert werden. Die Cloud muss enger mit den Embedded Systems verzahnt werden, sodass physikalisch erfasste Daten direkt in ihr verarbeitet, ausgewertet und daraus Aktionen abgeleitet werden können – oft unter Echtzeitbedingungen. Die Weiterentwicklung von Cloud-Technologien ist entscheidend für die Verwirklichung eines Internets

der Dinge und die Entstehung innovativer Geschäftsmodelle und Services. Cloud Computing ermöglicht die kosteneffiziente Aggregation und Auswertung von großen Datenmengen (Big Data). Werden die Chancen und wirtschaftlichen Vorteile kleinen und mittleren Unternehmen erfolgreich vermittelt, können diese in vielfältigen Anwendungsszenarien neue Geschäfte generieren.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW
WAS IST BIS 2020 ZU TUN?

01 Cyber Physical Systems sind ein wesentlicher Bestandteil der vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0), die zu einer nachhaltigen Veränderung der Produktion und industrieller Prozesse führt. Durch die Verbindung mit Cloud Computing eröffnet sich auch für KMU ein Weg zur Industrie 4.0. Um dieses Potenzial zu heben, werden **Unternehmen für die Nutzungsmöglichkeiten der Cloud sensibilisiert**.

02 Je nach Anwendungsdomäne können die Erwartungen an die **Echtzeitfähigkeit** eines Systems – die Möglichkeit, im Bereich von Millisekunden zu reagieren – unterschiedlich ausfallen und die Reaktionsfähigkeit des CPS überfordern, wenn Entscheidungslogik in die Cloud verlagert wird. Um die Eignung eines Cloud-Einsatzes für einen spezifischen Anwendungsfall leichter einschätzen zu können, wird eine **Klassifizierung** (z. B. analog zu Energieeffizienzklassen von Elektrogeräten) **von cloudbasierten CPS** hinsichtlich ihrer Echtzeitfähigkeit vorgenommen. Voraussetzungen dafür sind ein definiertes Verfahren zur Bestimmung der Latenzzeit sowie eine sinnvolle Abstufung der Kategorien.

03 Für die Integration von Cloud-Technologien und Methoden in Cyber Physical Systems werden neue Entwicklungswerkzeuge benötigt, da die Cloud enger als bisher an Embedded Systems gekoppelt ist. Mit der **Entwicklung von geeigneten Werkzeugen** wird das Zusammenspiel von **Cloud Computing und Embedded Systems** unterstützt.

04 Die Kombination von Cloud Computing und Embedded Systems führt zwei unterschiedliche Welten zusammen, die nach heute kaum vorhandenen Entwicklungskompetenzen verlangt. Für eine erfolgreiche integrative Entwicklung ist das Verständnis beider Seiten unabdingbar. Um den **kompetenten Umgang** mit den **neuen Architekturen, Methoden und Entwicklungswerkzeugen** zu **fördern**, wird das **Konzept einer Aus- und Weiterbildung zum CPS-Architekten, -Entwickler oder -Projektleiter** ausgestaltet, die dann in der Lage sind, sowohl die Cloud- als auch die Embedded Systems-Eigenschaften erfolgreich in CPS-Projekten zu integrieren.

SZENARIO
FERNWARTUNG VON MASCHINEN

Ob eine Verkaufsmaschine, die regelmäßig gewartet werden muss, oder eine Produktionsanlage, die Tausende von Kilometern im Ausland steht: Durch die Vernetzung dieser Geräte mit einer Cloud-Plattform können Unternehmen aus der Ferne aktuelle Informationen über den Maschinenzustand erhalten und bei Fehlermeldungen und Wartungsbedarf direkt eingreifen. Die Cloud-Anbindung vereinfacht nicht nur Geschäftsprozesse, sondern reduziert die Betriebskosten – ein großer Innovationsvorteil für Unternehmen, die neue Märkte im Ausland erschließen möchten.

05 Aus der Verknüpfung und der statistischen Auswertung großer Datenmengen in Cyber Physical Systems können wertvolle Erkenntnisse zur Entscheidungsunterstützung gewonnen werden. Cloud Computing wird zu einem entscheidenden Element von CPS, wenn es darum geht, das unter dem Stichwort **„Big Data“** diskutierte Potenzial zu nutzen. Damit die in einem CPS aus den Datenmengen gewonnenen Erkenntnisse genutzt werden können, um z. B. den Steuerungsprozess einer

Produktionsanlage zu verbessern, werden Fragestellungen von der **Bewertung der Datenqualität** über **Lizenzrechte** zur Nutzung der Daten bis hin zum Lifecycle-Management bei unterschiedlichen Datenquellen untersucht.

SZENARIO
MANAGEMENT VON SMART GRIDS MIT DER CLOUD

Im Zuge der Energiewende ist die Stromerzeugung weniger abhängig vom Bedarf der Nutzer als vielmehr von den Wettergegebenheiten. Eine der größten Herausforderungen beim Umbau heutiger Energienetze zu Smart Grids ist daher die Stabilisierung der Energieversorgung. Cloudbasierte IKT-Technologien sind sehr gut geeignet, die Stromerzeugung und Nachfrage intelligent zu regeln und so für Stabilität zu sorgen. Die Cloud kann die Messdaten bei der Erzeugung sowie die Nutzerdaten aufnehmen und verarbeiten. Anschließend kann sie diese Daten unterschiedlichen Akteuren wie Netzbetreibern, Abrechnungszentren sowie Unternehmen und Privatverbrauchern zur Verfügung stellen. Dadurch leistet sie nicht nur einen wichtigen Beitrag zum Management von Smart Grids sondern auch zur Entstehung von „Smart Markets", in denen kleine und mittlere Unternehmen oder Start-ups neue Services anbieten können.

06 In Cyber Physical Systems kommen Produkte und (IT-)Services mit teils sehr unterschiedlichem Lebenszyklus zum Einsatz. Eine einheitliche Vorgehensweise für ein gutes Lifecycle-Management kann es aufgrund der zahlreichen Systeme in unterschiedlichen Einsatzbereichen nicht geben. Um Anwender, insbesondere KMU, beim Lifecycle-Management zu unterstützen, werden **„Best Practice"-Konzepte zum Einstieg in ein individuelles Lifecycle-Management** entsprechend ITIL (Information Technology Infrastructure Library, Sammlung von Best Practices zur Umsetzung eines IT-Service-Managements, gilt inzwischen international als De-facto-Standard) entwickelt und bereitgestellt.

07 Die **Standardisierung** von CPS-Schnittstellen und der Kommunikation zwischen Anwendungen in der Cloud und Embedded Systems ist ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor. Die Realisierung kundenindividueller Lösungen ist für Unternehmen oft nicht zu leisten. Durch die **Kooperation von Unternehmen** in ausgewählten Bereichen werden Musterlösungen im Sinne von **Best Practices** realisiert, die durch ihren Sogcharakter zur Standardisierung führen.

08 Die Umsetzbarkeit und der **Nutzen von Cloud Computing in Cyber Physical Systems** müssen an konkreten Beispielen aufgezeigt und nachgewiesen werden, um Sichtbarkeit und Akzeptanz zu gewährleisten. Damit Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen die Vorteile erkennen und den Return-on-Investment für neue Anwendungen einschätzen können, werden **Business Cases für verschiedene Anwendungsszenarien** entwickelt. Beispielhafte Cases für den Einsatz von Cloud Computing/CPS in der Energiebranche wären Dienstleistungen wie die Visualisierung der Energieerzeugung in Echtzeit für Anlagenbetreiber, das Erstellen von Energiefahrplänen und Forecasts sowie die Fehlererkennung und frühzeitige Wartungsplanung von Anlagen.

09 Durch die Integration von Cloud-Technologien können Cyber Physical Systems die **Internationalisierung von NRW-Unternehmen** unterstützen. Am Beispiel der Automobilindustrie wird ein **Business Case** entwickelt, das Unternehmen in die Lage versetzt, flexible **Fertigungs- und Logistikprozesse im Ausland mit intelligenter Vernetzung** von Standorten in Nordrhein-Westfalen **zentral zu überwachen und teilweise sogar zu steuern**. Ziel ist es, Zulieferern großer Automobilunternehmen, die Fertigungskapazitäten ins Ausland verlagern, dank Cloud den Schritt ins Ausland zu erleichtern und die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Das Beispiel lässt sich auch auf andere Branchen übertragen.

IKT-WIRTSCHAFT UND -FORSCHUNG
AM DRAHT UND DURCH DIE LUFT – KOMMUNIKATION BRAUCHT VIELE WEGE

Stillstand in der Fabrik, weil der Servicetechniker noch nicht da ist? In Zukunft kommt die Hilfe sofort und per Breitbandnetzwerk. Intelligente, vernetzte Maschinen überwachen sich selbst, machen eine automatische Fehlerdiagnose und senden sie an den Hersteller. Zurück kommen digitale Befehle zur Fehlerbehebung – oder Hilfe für die Techniker. Die Hersteller nutzen das Internet und zum Beispiel die Videoübertragung mit einer Datenbrille, um Tipps und Hinweise für die Reparatur zu geben.

Ohne ausgefeilte Kommunikationsnetze ist die Kommunikation von Maschine zu Maschine und wieder zu den Menschen kaum vorstellbar. Je mehr Geräte sich im Netz befinden und je engmaschiger die Verbindungen zwischen ihnen geknüpft sind, desto wichtiger ist ein modernes Kommunikationsnetz, das große Datenmengen und viele gleichzeitige Verbindungen problemlos bewältigt.

KOMMUNIKATIONSNETZE FÜR CYBER PHYSICAL SYSTEMS

Kommunikationsnetze sind überall und zu jeder Zeit verfügbar. Sie können deshalb technische Geräte und Systeme unterschiedlicher Art weiträumig miteinander vernetzen. Dadurch entstehen ganz neue Möglichkeiten der Automatisierung verteilter, technischer Systeme, wie zum Beispiel die Wartung und Reparatur von Industrieanlagen.

Mit der wachsenden Anzahl an technischen und menschlichen Kommunikationspartnern in Cyber Physical Systems verändert sich das bisherige Kommunikationsparadigma grundlegend: Menschen und Endgeräte sind nicht mehr nur exklusiv miteinander verbunden, wie bei einem Telefongespräch oder bei der Kommunikation zwischen einem Gerät und einem Server. Stattdessen müssen in großen Systemen, wie dem Energie- oder dem intelligenten Logistiknetz, Daten zwischen Sensoren und steuernden Komponenten (Aktoren) ausgetauscht werden – je nach Anwendungsbereich können Millionen von Kommunikationsknoten beteiligt sein. Die direkte, mobile Kommunikation zwischen Maschinen und die gleichzeitige Ansprache von mehreren Systemkomponenten werden immer wichtiger.

Eine in diesem Zusammenhang wichtige Frage ist: Wie sollen diese komplexen Netze gesteuert werden, zentral oder dezentral? Die Antwort hat tiefgreifende Auswirkungen auf die Architektur des gesamten Kommunikationssystems. Mit den vorhandenen Techniken lassen sich die zukünftigen Anforderungen nicht umfassend bewältigen. Beispielsweise wäre ein Smart Grid mit den heute verfügbaren Internetanbindungen nicht in der Lage, die Verfügbarkeit unseres Stromnetzes zu gewährleisten. Kommt zu den physischen Energienetzen das digitale Kommunikationsnetz

hinzu, steigt die Fehleranfälligkeit des Systems. Die Stromversorgung muss zuverlässig sein und festgelegten Qualitätskriterien genügen – ein Ausfall würde enorme wirtschaftliche Folgen insbesondere für die Unternehmen der energieintensiven Industrie nach sich ziehen. Das wirft die Frage nach dem Design der Netze auf: Können öffentliche Netzinfrastrukturen verwendet werden oder erfüllen nur spezialisierte Netze die Anforderungen vollständig? Gelingt es, adäquate Netzinfrastrukturen für Cyber Physical Systems aufzubauen oder bestehende Netze bedarfsgerecht und wirtschaftlich aufzurüsten, ergeben sich große Potenziale für neue Anwendungsszenarien.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW
WAS IST BIS 2020 ZU TUN?

01 **Um echtzeitfähige** und zuverlässige **IP-Netze** zu realisieren, werden effektive Methoden zur **Umsetzung von netzweiten Policies** (Spielregeln im Netz) erforscht. Unter anderem erscheint die Technik des Software-Defined Networking (SDN) basierend auf OpenFlow-Standards sehr vielversprechend bei der Verwirklichung von skalierbaren Qualitätsgarantien in CPS-Netzen.

02 Die bereits fortgeschrittene Entwicklung **ressourceneffizienter Anpassungen von Internetprotokollen und -datenformaten** wird weiter vorangetrieben. Die aktuell auch international sichtbare Stärke NRWs in Teilsegmenten (etwa eingebettete Webservices für Energienetze) wird ausgebaut und für andere CPS-Bereiche nutzbar gemacht.

03 Die LTE-Technik entwickelt sich zum Standard der Weitbereichsmobilkommunikation auch für spezialisierte Anwendungen. Um **ressourceneffizientere und flexiblere, LTE-basierte Lösungsansätze für CPS** verfügbar zu machen, werden CPS-spezifische Anpassungen und Erweiterungen sowohl aus Netzbetriebs- wie auch Endgerätesicht erforscht. Dadurch soll z. B. die direkte Kommunikation zwischen LTE-Endgeräten unterstützt werden.

04 Analog zum Eisenbahnsystem (GSM-Rail) und dem Behördenfunk (TETRA) können für CPS reservierte, auf Standardtechniken wie IP und LTE basierende Netzressourcen, ein Lösungsansatz sein. Sie steuern oder verringern die **Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen Nutzern** öffentlicher Netze. Hierfür werden **technische Lösungsansätze für einen auch in Extremsituationen zuverlässig steuerbaren Netzbetrieb** erforscht, miteinander verglichen und gleichzeitig eine ökonomische Bewertung durchgeführt.

05 Um **ausreichende Bandbreiten** für die unterschiedlichen Hierarchieebenen der CPS-Systeme bereitstellen zu können, werden **neuartige Mehrfachnutzungskonzepte** für das knappe Funkspektrum entwickelt (z. B. unter Nutzung der TV White Spaces, das sind lokal begrenzt verfügbare Fernsehbänder). Gleichzeitig wird die exklusive **Reservierung spezifischer Funkbänder** für konvergente Netze für sicherheitskritische Anwendungen geprüft.

06 Neuartige **Funksysteme im 60 GHz-Bereich** können die für CPS notwendige zuverlässige, lokale Kommunikation mit hochgenauer Lokalisierung verwirklichen. Um das Potenzial zu nutzen, werden robuste und gleichzeitig

SZENARIO
ECHTZEITFÄHIGE UND ZUVERLÄSSIGE KOMMUNIKATION IM SMART GRID

Das Energieversorgungssystem wird um ein Kommunikationsnetz erweitert, das zahlreiche Neuerungen ermöglicht: Stromerzeugung und Verbrauch in Echtzeit zu erfassen, Prognosen über den Energieverbrauch aufzustellen und den Strom intelligent in Unternehmen und Haushalte zu verteilen. Durch die zuverlässige Vernetzung von regenerativen Energiequellen, -speichern und -verbrauchern gelingt es, die elektrische Energieversorgung so weit wie möglich auf regenerative Energie umzustellen und Ausfälle durch Engpässe und Überlastungen zu vermeiden. Smart Grids sorgen aber auch für eine höhere Effizienz bei der Netzführung durch die Verknüpfung der Versorger (Business-to-Business). Nicht zuletzt ergeben sich beim Verbraucher neue Geschäftsmodelle durch Smart Metering-Systeme (Business-to-Consumer). Durch die intelligente Vernetzung im Smart Grid werden die CO_2-Ziele der Energiewende erreicht – eine Alternative zum kostenintensiven Neubau von Hochspannungsleitungen.

kostengünstige Kommunikationslösungen erforscht, die in effizienter Form Hardware- und Software-basierte Komponenten kombinieren (z. B. innovative Antennentechnik mit verteilten Datenanalyseverfahren).

SZENARIO
INDUSTRIE 4.0 – EFFIZIENTE VERNETZUNG VON PRODUKTIONS- UND LOGISTIKPROZESSEN

Grundlage des Zukunftskonzepts Industrie 4.0 sind ein leistungsfähiges Breitbandnetz und eine zuverlässige Mobilkommunikation, die eine hohe Verbindungsstabilität und geringe Latenzzeiten garantieren. Durch dieses Netz sind Bauelemente, Komponenten und Systeme, vom Sensor, über Produktionsmaschinen, bis hin zu autonom agierenden Robotersystemen vernetzt. Der Datenaustausch schließt aber auch die Logistikprozesse, die Managementebene von Unternehmen und das globale Wertschöpfungsnetzwerk ein. Produkte werden dank der Vernetzung fortlaufend an die Kunden- und Markterfordernisse angepasst. Gleichzeitig sinken der Energiebedarf und die Umweltbelastung.

07 Durch den rasanten Fortschritt im LTE-Bereich liegt das Potential von alternativen funkbasierten Ansätzen in der Verwirklichung spezialisierter Anforderungsprofile. Besonders im Bereich der Versorgungsnetzautomatisierung, die keine Mobilitätunterstützung erfordert, werden daher alternative Ansätze (vor allem **Mesh Networks**) untersucht.

08 Um CPS-Infrastrukturen gegenüber Angriffen abzusichern, werden im Bereich der Netztechnik **geeignete Erweiterungen vorhandener Sicherheitsmethoden** bzw. neuartige Lösungsansätze erforscht, die den Ressourcenbeschränkungen gerecht werden.

09 Ethernettechniken durchdringen alle CPS-relevanten Bereiche und verdrängen spezialisierte, drahtgebundene Vernetzungslösungen. **CPSoverEthernet-Lösungen** werden erforscht, die z. B. extreme Formfaktoren, autarke Energieversorgung und garantierte Echtzeitfähigkeit unterstützen.

10 Die Leistungsbewertung der Kommunikationstechniken von CPS erfordert die Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Kommunikationsnetz und den weiteren Komponenten des CPS. Um diese herzustellen, wird die **Technik der Hybridsimulation**, wie sie bereits für IKT-gestützte Energiesysteme erforscht wird, auch auf andere CPS-Bereiche übertragen.

IKT-WIRTSCHAFT UND -FORSCHUNG
DIE SCHNITTSTELLE DES CYBERSPACE ZUR REALEN WELT

Hohe Lebensqualität trotz Dialyse, das ist mit intelligenter Vernetzung erreichbar. Die Dialysemaschine prüft den Zustand des Patienten und ermittelt die optimale Medikation. Sie beruft sich dabei auf die Daten hunderttausender Patienten, die von solchen Geräten über das Internet an eine Datenbank übertragen wurden.

Solche vernetzten Medizingeräte sind ein gutes Beispiel für Cyber Physical Devices. Das sind Verbindungsstücke zwischen Cyberspace und wirklicher Welt. Sie tauschen miteinander Daten aus und überwachen oder steuern sich gegenseitig. Bald gibt es sie überall – in Häusern und der Kleidung, in Fabriken, in jedem Auto und im Stromnetz.

CYBER PHYSICAL DEVICES (CPD)

Ein Medizingerät, das Daten erfasst, verarbeitet und über das Internet mit Datenbankservern austauscht, um dem Arzt – auch aus der Ferne – umfassende Informationen über den Zustand des Patienten bereitzustellen? Das erfordert spezielle Bauteile: Sensoren erfassen physikalische Werte wie Körpertemperatur oder Blutdruck, Aktoren nutzen die vom Sensor gesammelten Daten und wirken auf den Patienten ein. All diese Geräte – vom Sensor bis zum Medizingerät, Autos und Produktionsanlagen – gehören zu den Cyber Physical Devcies. Sie bilden die Schnittstelle des Cyberspace zur realen Welt.

Durch die technischen Schnittstellen können Devices zum Beispiel Dienste zur Verkehrslenkung unterstützen. Dafür erfassen sie Messdaten wie die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs und senden sie an einen Server im Internet. Komplexere Devices können unterschiedliche Messgrößen erfassen, zusammenführen und so ein Modell der physikalischen Umwelt aufbauen. Dadurch wird es möglich, Veränderungen über die Zeit zu beobachten – zum Beispiel den Verkehrsfluss. Autos erhalten umfassende Informationen über die Verkehrslage in Echtzeit und können autonom fahren. Dabei muss das Zusammenspiel der beteiligten Devices präzise funktionieren, denn eine Fehleinschätzung des Systems könnte im schlimmsten Fall Menschenleben gefährden.

An der Schnittstelle zwischen Mensch und CPD, etwa einem Navigationssystem im Auto, kommt es darauf an, komplexe Dienste transparent und für den Nutzer nachvollziehbar darzustellen. Devices sind die einzigen sicht- und berührbaren Elemente eines CPS. Sie haben daher eine besondere Bedeutung in komplexen, computergesteuerten Systemen: Sie fördern die Akzeptanz der Anwendungen.

Je mehr dieser Devices zum Einsatz kommen, desto mehr Informationen über die Umwelt stehen uns zur Verfügung. Wie gehen wir mit den riesigen Datenmengen zukünftig um, wer darf die Daten nutzen und wie entstehen daraus neue Geschäfte? Die Beantwortung dieser Fragen ist ein entscheidendes Erfolgskriterium bei der Entwicklung von vernetzten Geräten.

Für die Zukunft ergeben sich durch die rasante Zunahme von Cyber Physical Devices völlig neue Anwendungen. Unternehmen erhalten innovative Geschäftsmodelle. Für Privatpersonen bringt diese Vernetzung von Sensoren und Maschinen im so genannten „Internet der Dinge" zum Beispiel mehr Sicherheit im Verkehr und höhere Lebensqualität durch intelligente medizinische Geräte.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW
WAS IST BIS 2020 ZU TUN?

01 Es werden Cyber Physical Devices entworfen, die sowohl den **Austausch von** physikalischen **Daten** mit der realen physikalischen Umwelt als auch die Vernetzung innerhalb eines CPS in **Echtzeit** sicherstellen. Dabei wird untersucht, wie CPDs und die von ihnen verarbeiteten **Echtzeitdaten in nicht-echtzeitfähige Internet-Dienste integriert** werden können.

02 Angriffssicherheit, Zuverlässigkeit und Datensicherheit müssen gewährleistet werden. Deshalb werden wirtschaftlich angemessene **Sicherheitsmechanismen** entwickelt, die **direkt in CPDs integriert** sind. In diesem Zusammenhang werden **Sicherheitsstufen/Sicherheitsstandards** (vgl. BSI-Schutzprofile) für unterschiedliche Risikoklassen definiert.

03 Die Energieversorgung mobiler Devices ist eine große Herausforderung. Erforscht werden „Energy Harvesting"-Lösungen. Ziel ist es, **energieautarke** – sich selbst mit Strom versorgende – **Endgeräte** zu entwickeln.

04 Um der Komplexität von CPDs und den o. g. Anforderungen gerecht zu werden sowie gleichzeitig die Zeit für den Markteintritt und die Entwicklungskosten zu senken, wird an **geeigneten Entwurfsmethoden** und Prozessen zur **Entwicklung von CPDs** gearbeitet.

05 Innovative Aktoren und Sensoren, die in CPDs verbaut werden, sind erforderlich, damit zusätzliche Dienste möglich werden und neue Märkte erschlossen werden können. Durch die Entwicklung von kosteneffizienten **Multisensoren**, die je nach Anwendungs-/Einsatzbereich verschiedene Größen (z. B. Temperatur, Druck) gleichzeitig messen, wird die Umwelt genauer abgebildet.

06 Um **Mensch-Maschine-Schnittstellen** komfortabel zu gestalten, werden **neue Interaktionsmethoden** im Rahmen unterschiedlicher Anwendungsszenarien untersucht und entwickelt.

SZENARIO
INDUSTRIEAUTOMATISIERUNG

Die Produktionssysteme in der Industrie 4.0 sind autonom und können flexibel auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren. Durch den vermehrten Einsatz intelligenter Sensoren wird ein besseres Abbild der Produktionsumgebung erzielt. So können auch schlecht planbare Aktivitäten in den Produktionsprozess integriert werden – etwa die Anzeige des Verschleißes von Produktionsanlagen. Mit lokaler Intelligenz ausgestattet, werden sich Herstellungskomponenten automatisch durch die Produktionsanlage bewegen. Auch Tablets oder Augmented Reality-Brillen werden zunehmend als CPDs eingesetzt. Sie geben den Arbeitern als Schnittstelle zur technischen Welt einen Einblick in den gesamten Fertigungsprozess.

07 Beim Entwurf von CPDs werden von **Beginn an Aspekte der Datensicherheit und Vertraulichkeit** untersucht und berücksichtigt. Ziel ist es, die **Akzeptanz der Technologien** zu fördern, die im Falle von CPDs mit einer stärkeren Fremdbestimmung und einer stärkeren Kontrollmöglichkeit von Menschen (Nutzern und Nicht-Nutzern) verbunden sein können.

SZENARIO
INTELLIGENT VERNETZTES VERKEHRSSYSTEM

Bereits heute enthält ein Fahrzeug häufig mehr als 50 miteinander vernetzte Steuergeräte, die teilweise sicherheitskritische Aufgaben ausführen – in Echtzeit. Durch den flächendeckenden Einsatz von Sensoren und Funknetzwerken werden Autos in Zukunft immer kommunikativer. Sie verbinden sich auf verschiedenen Ebenen mit anderen Fahrzeugen und ihrer Umwelt. So lässt sich aus der Kommunikation mit Ampelanlagen, in die Sensoren integriert sind, die optimale Geschwindigkeit bestimmen. Im Ergebnis fährt ein Auto in der „grünen Welle" mit. Ein intelligentes Parkleitsystem könnte den Weg zum nächsten freien Stellplatz zeigen. Aus den Daten der fahrenden Autos lassen sich Informationen über den gesamten Verkehrsfluss ableiten. Dies ist besonders für Großstädte interessant. Sie können damit Leitsysteme gestalten, die zum Beispiel Rettungskräfte schnell durch den Verkehr zum Einsatzort steuern.

08 Mit Hilfe der Cloud können Geräte übergreifend auf Sensordaten zugreifen. Wichtig ist das Ziel, Daten und Übertragungsmengen zu reduzieren. Dafür wird untersucht, wie eine **geeignete Balance zwischen der Verarbeitung von Sensordaten im CPD und durch Dienste im Cyber Physical System** erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang müssen Anforderungen an Kommunikationsnetze definiert werden, die Datenvolumen, Echtzeitfähigkeit und Antwortzeiten betreffen.

09 Die in CPDs gewonnen Daten müssen angemessen zusammengeführt werden, um aus ihnen beispielsweise zusätzliche Informationen zu gewinnen und neue Dienste zu generieren. Hierzu werden auf Basis einer geeigneten Datenmodellierung **Methoden der Sensorfusion und Aggregation** entwickelt.

10 CPDs/CPS müssen sich in Zukunft vermehrt zur Laufzeit an die jeweilige Situation und an wechselnde Anforderungen anpassen. Damit Devices sich selbst koordinieren können, wird an der **Entwicklung neuer Methoden und Middleware/Architekturen** gearbeitet.
Dadurch wird es möglich, dass abwechselnde CPDs und CPS-Dienste dynamisch kooperieren (**Selbst-Organisation**) und sich selbst optimieren, etwa wenn sich Benutzerpräferenzen ändern (**Selbst-Adaption**).

11 Bei der Entwicklung neuer Dienste auf Basis neuer Endgeräte wie Multisensoren wird die Frage nach der **Architektur** mitberücksichtigt: Sollen Dienste **zentral oder dezentral** realisiert werden?

12 Mit dem Einsatz neuer CPDs entstehen Potenziale für neue branchenübergreifende Dienste. Um diese zu nutzen, werden **Geschäftsmodelle/Business Cases** entwickelt, die einen Mehrwert für alle beteiligten Anwenderbranchen bieten.

IKT-WIRTSCHAFT UND -FORSCHUNG
SCHUTZ UND SICHERHEIT FÜR DIE VERNETZTE WELT

Ein Auto, das ferngesteuert stehen bleibt, ein Thermostat, das nicht mehr reagiert oder ein Stromzähler, der das Hundertfache abrechnet: Das sind mögliche Gefahren in einer vernetzten Welt. In ihr sind Computersysteme leider das Ziel von kriminellen Angriffen. Je mehr Maschinen mit dem Internet verbunden werden, desto größer ist das Risiko.

Doch es gibt Gegenmittel: Umfassende Maßnahmen zur Absicherung der vernetzten Systeme. Ob in Form von eingebetteter Sicherheit, Softwaresicherheit, Systemsicherheit oder Datenschutz – Sicherheit spielt auf allen Ebenen eine außerordentlich wichtige Rolle. Für eine hohe Zuverlässigkeit und Akzeptanz müssen deshalb vernetzte Systeme in allen Bereichen geschützt werden.

CYBER PHYSICAL SECURITY

IT-Sicherheit spielt auf drei Ebenen eine zentrale Rolle: Sie muss erstens eingebettete Systeme bis hin zu Cloud-Servern schützen und Anwendungen wie Fernwartung, Software-Aktualisierung und (kostenpflichtige) Funktionsfreischaltung sichern. Zweitens kommt hinzu, dass ehemals schwer zugängliche Systeme durch die IT-Vernetzung angreifbar werden.

Dies gilt für Energienetze, die zu einem Smart Grid ausgebaut werden sollen, aber auch für Elektroautos und Produktionsanlagen in der Industrie 4.0. Hier sind neuartige Sicherheitskonzepte erforderlich, um Anwendungen in der Praxis einzusetzen. Drittens gewinnt der Schutz der Privatsphäre an Bedeutung: Insbesondere Anwendungen im Smart Home wie Smart Meter oder Assistenztechnologien zur Gesundheitsüberwachung müssen so abgesichert werden, dass keine Personenprofile erzeugt werden können.

Die Herausforderungen im Bereich der IT-Sicherheit sind schon heute schwer zu bewältigen. Mit der Verbreitung von vernetzten Geräten nimmt nicht nur die Gefahr „klassischer“ Angriffe deutlich zu. Es entstehen völlig neue Bedrohungsszenarien vom Blackout des Stromnetzes bis zu Unfällen auf der Autobahn, die durch Hacker ausgelöst werden. IT-Sicherheit wird durch diese Entwicklungen zu einer Basistechnologie von herausragender Bedeutung: Ohne sie ist der zuverlässige Betrieb der vernetzten Systeme nicht denkbar.

Eine umfassende „Cyber Physical Security“, die Sicherheitsmechanismen in allen Bereichen integriert, ist eine Voraussetzung, damit vernetzte Systeme wie die zukünftige Produktionsanlage zuverlässig funktionieren und eine breite Akzeptanz solcher Systeme erreicht wird. Hier bietet sich enormes Potential für die

exzellente IT-Sicherheitsbranche in NRW: Sie hat alle Kompetenzen, um Komplettlösungen für die Systemsicherheit in den unterschiedlichen Anwendungen erfolgreich auf den Markt zu bringen. Auch Unternehmen anderer Branchen profitieren, denn sie können dank kosteneffizienter und zuverlässiger Sicherheitslösungen vernetzte und smarte Technologien einsetzen. Ebenso wird der Markt der Privatnutzer wachsen. Für sie wird es immer wichtiger, dass die Sicherheitsvorkehrungen vernetzter Technologien angemessen und nachvollziehbar sind.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW
WAS IST BIS 2020 ZU TUN?

01 Viele der neu entstehenden Systeme sind dem physikalischen Zugriff (mechanische Einwirkungen zur Extraktion von Geheimnissen und die Fehlerinjektion zur aktiven Manipulation des Systemverhaltens) durch Unbefugte ausgesetzt. Um sie gegen physikalische passive und aktive Angriffe effektiv zu schützen, werden sowohl **effiziente und kostengünstige** und für die kommerzielle Verwertung **schlüsselfertige** als auch einfach zu integrierende physikalische **Schutzmechanismen für Sicherheitsfunktionen** entwickelt.

SZENARIO
SICHERHEIT IN KRITISCHEN INDUSTRIEANLAGEN

Im Zeitalter der Industrie 4.0 werden bisher weitgehend abgeschottete Produktionsanlagen mit dem Internet oder anderen Netzen verbunden. Das eröffnet zahlreiche neue Angriffsflächen: Hacker können sich über Fernwartungszugänge, Online-Zugänge zur Unternehmens-IT oder über externe Hardware Zugriff zu ganzen Produktionssystemen verschaffen.

Dadurch manipuliert ein möglicher Angreifer entweder die Herstellung oder kopiert Informationen zum Zweck der Industriespionage. Damit Sicherheit an allen Gefahrenstellen im System möglich wird, arbeiten Unternehmens- und Produktions-IT in Zukunft zusammen. Sie gestalten ganzheitliche Sicherheitskonzepte, die sowohl die klassische IT-Security (Datensicherheit) als auch die Safety (Anlagensicherheit) umfassen.

02 In Zukunft werden Anwendungen über sehr lange Zeiträume eingesetzt und müssen deshalb auf Dauer sicher sein. Es geht um für heutige Verhältnisse oft extrem lange Lebensdauern, beispielsweise einige Jahrzehnte im Falle vernetzter Infrastrukturen. Zudem sind bei vielen Anwendungen Aktualisierungen im Feld kaum oder gar nicht möglich. Auch **technische Weiterentwicklungen** müssen berücksichtigt werden, da der Kenntnisstand der Angreifer oft über die Jahre zunimmt. So ist derzeit davon auszugehen, dass eine Vielzahl der heute eingesetzten Kryptoverfahren unbrauchbar wird, sobald Quantencomputer zur Verfügung stehen.

03 Die meisten der heutigen Sicherheitslösungen sind universell. So kann das Verschlüsselungsprotokoll SSL/TLS für beliebige Internetverbindungen eingesetzt werden; das Kryptosystem AES ist universell einsetzbar. Für viele CPS-Plattformen werden jedoch so genannte **domänenspezifische Lösungen** erforderlich. So wird es Familien von Geräten geben, die z. B. im Hinblick auf den Energieverbrauch ressourcenbeschränkt sind. Um für **verschiedene Anwendungen bzw. Anwendungsklassen** kostenoptimierte und zugleich hochsichere Lösungen zu erzeugen, werden neue, anwendungsspezifische Entwurfsmethoden untersucht und entwickelt, die **einfach konfigurierbar und integrierbar** sind.

04 Die **zunehmende Vernetzung von Geräten** führt zu neuen Angriffsvektoren und potentiell neuen Schwachstellen, vor allem da ein Angreifer nun auch aus der Ferne mit einer CPS-Plattform interagieren kann. Viele CPS-Plattformen wurden in der Designphase allerdings als eigenständige und nicht-vernetzte Plattform konzipiert und sind entsprechend nicht gegen solche Angriffe abgesichert. Es werden daher **Schutzkonzepte** entwickelt, die aufzeigen, wie Geräte und Systeme sicher miteinander vernetzt

sowie in CPS integriert werden können und dabei einen sicheren und zuverlässigen Betrieb ermöglichen.

05 Plagiatsschutz und (kostenpflichtige) Freischaltung von Funktionen sind wichtige Aspekte von CPS-Plattformen. Dies ist vor allem wichtig, weil die physischen Geräte immer generischer werden und mittlerweile viel Know-how in der Firmware, der in elektronische Geräte eingebetteten Software, steckt. Es werden **neuartige Mechanismen zum Schutz des geistigen Eigentums**, insbesondere zum Schutz **der Firmware** gegen unautorisierten Zugriff sowie ungewünschte Änderungen, erforscht und getestet, um Angriffe auf die Geschäftsmodelle und einen unerlaubten Nachbau zu verhindern. Damit ein ganzheitlicher Schutz ermöglicht wird, wird der Schutz sowohl des Codes als auch der Daten berücksichtigt.

06 Vor allem **Anwendungen im Smart Home** (z. B. Fernwartungszugriffe auf Heizungsgeräte, Smart Home-Steuerungen und Smart Meter) müssen spezifische Anforderungen an Authentifizierung und Anonymität erfüllen, damit sie von privaten Nutzern akzeptiert werden. Um eine möglichst **breite Akzeptanz von CPS** zu erreichen, werden spezifische **Verfahren zur Geräteerkennung** entwickelt, die an die zur Verfügung stehenden Ressourcen angepasst sind und den Nutzer in den Authentifizierungsprozess einbinden (**Human-in-the-Loop**). Bei der Gestaltung wird einem **anwenderfreundlichen Design** Rechnung getragen.

07 Bei einer Vielzahl von Anwendungen kommt der korrekten Zeitbestimmung eine wesentliche Bedeutung zu. Dies betrifft beispielsweise Zeitstempel bei Sensor- oder Beobachtungsdaten, das termintreue Übertragen von Kontrolldaten zu zentralen Verarbeitungseinheiten oder die zeitkritische Übertragung von Systemsteuerungsbefehlen. Darüber hinaus ist die Zeitsynchronisierung eine zentrale Hilfsfunktion für viele Sicherheitsprotokolle. Da Angriffsmöglichkeiten auf Positions- und Zeitbestimmungsverfahren (wie GPS) einfach und kostengünstig realisierbar sind, werden gerade **im Umfeld von kritischen Industrieanlagen alternative Methoden oder spezielle Absicherungen** geprüft.

08 **Cloud Computing** und andere komplexe Systemumgebungen werden aufgrund der Kosteneffizienz in Zukunft eine zentrale Rolle bei der Auswertung der Vielzahl der gesammelten Daten spielen. Um die **Datenübertragung, die Datenspeicherung und im Extremfall auch die Datenverarbeitung kryptographisch zu schützen**, werden spezielle Sicherheitskonzepte für die komplexen CPS-Architekturen entwickelt.

SZENARIO
SMART HOME SECURITY

Der Smart Meter, der intelligente Stromzähler, ist die Schnittstelle zum Energieversorger. Er misst die Verbrauchsdaten und dient zur besseren Abrechnung, zur effizienten Gestaltung des Lastenausgleichs und zur Steuerung des Stromflusses. So viele Vorteile diese intelligente Steuerung und Erfassung hat, so viele Gefahren bringt sie mit sich: Smart Meter sind auch das sicherheitskritische Einfallstor in die Privathaushalte der Energieverbraucher. Ein unbefugter Zugriff kann zur Manipulation von Rechnungen und im schlimmsten Fall zu einem Stromausfall führen.

Umfangreiche Schutzprofile und Sicherheitsmechanismen sorgen dafür, dass die Authentizität der Kommunikationspartner sowie die Integrität der Daten gewährleistet sind und Manipulationen erkannt werden können. Durch geeignete Sicherheitsmechanismen lässt sich vermeiden, dass Verbrauchsinformationen eingesehen werden. So können keine Bewegungsprofile der Nutzer erstellt werden, die beispielsweise einen Rückschluss darauf erlauben, wann jemand zu Hause ist. Sichere Lösungen müssen dabei anwenderfreundlich gestaltet sein, da Smart Meter sonst nicht vom Verbraucher akzeptiert werden. Und sie müssen schon in der Produktionsstätte der Zähler greifen (Security & Privacy by Design).

QUERSCHNITTSAUFGABE
AUS- UND WEITERBILDUNG

Wer soll die komplizierten Systeme der Zukunft entwickeln und steuern? Was müssen Informatiker von morgen können? Sind die Maschinenbauer von morgen IT-ler? In jedem Fall wird es nicht reichen, die IKT den Informatikern und Elektrotechnikern zu überlassen. Ingenieure, Energietechniker und Logistiker sollten sich mit IT-Themen beschäftigen, um die richtigen Entscheidungen für ihr Unternehmen zu treffen. Die Aus- und Weiterbildung von IKT-Fachkräften muss sich grundlegend verändern, damit die NRW-Industrien auch in der Digital Industrial Economy konkurrenzfähig bleiben.

WELCHE **HERAUSFORDERUNGEN** GIBT ES?

Der Fachkräftemangel in der IKT-Branche hält kontinuierlich an:

- Jedes zweite IKT-Unternehmen in Deutschland beklagt einen Mangel an Fachkräften, 2013 sind 39.000 Stellen für IT-Experten unbesetzt.
- Die Quote der Studienabbrecher im IT-Bereich liegt bei 50%.

In Zukunft verschärft sich das Problem, da sich die Kompetenzanforderungen tiefgreifend ändern:

- Die Entwicklung, Integration und Wartung von CPS erfordert erweiterte technische System-Kompetenzen – bereits berufstätige Entwickler und Ingenieure müssen mit der rasanten Entwicklung Schritt halten.
- Die Vermittlung von CPS-Kompetenz an den Hochschulen ist stark fragmentiert.
- Es fehlt ein allgemein akzeptierter Systembegriff in den Ingenieurswissenschaften, der die stark ausgeprägten sozio-technischen Aspekte von CPS berücksichtigt.
- Bereiche wie Elektrotechnik und Informatik, die das Know-how für die Entwicklung von CPS liefern, haben keine gemeinsame „Sprache“ – die praktisch notwendige interdisziplinäre Verständigung wird auch die Theorien z. B. der Software- und Elektrotechnik umfassen müssen.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW **WAS IST BIS 2020 ZU TUN?**

01 Informatiker, Elektrotechniker und Maschinenbauingenieure sowie Wirtschaftsingenieure, werden in einen Dialog gebracht, um gemeinsam einen **erweiterten Systembegriff** zu definieren.

02 IKT-Wissenschaftler und Experten aus Unternehmen der IKT-Wirtschaft sowie anderer Branchen werden gemeinsam ein **Konzept für eine duale Ausbildung** zum Systemtechniker bzw. CPS-Architekten oder -Projektleiter entwickeln, in der **praxisnah CPS-Kompetenzen vermittelt** werden.

03 Eine umfassende **Initiative zum CPS-Kompetenzaufbau** ist notwendig. Sie unterstützt die Firmen dabei, Entwickler und Ingenieure in Aufbauschulungen interdisziplinär weiterzubilden (vom Projekt- zum Prozessmanager).

04 Physische und virtuelle Lehrangebote werden entwickelt und erprobt. Ziel ist es, CPS-Lehrinhalte im Rahmen dedizierter e-Learning-Module zu vermitteln.

05 Es wird ein konkretes Konzept für einen **CPS-Modellstudiengang** oder eine **virtuelle Fakultät** entwickelt.

QUERSCHNITTSAUFGABE

KMU UND START-UPS FIT FÜR DIE DIGITAL INDUSTRIAL ECONOMY MACHEN

Die rasante Vernetzung der Welt bricht traditionelle Wertschöpfungsketten und Branchengrenzen auf. Es entstehen neue Märkte, die innovative Start-ups mit neuen Produkten und IT-Services beleben. Unternehmen aller Branchen stehen vor großen Herausforderungen: Der klassische IT-Anbieter muss sein Produktportfolio dynamisch anpassen. Und auch der erfolgreiche mittelständische Hersteller von Industriezubehör braucht neue Strategien, um in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben. Wie können wir erreichen, dass möglichst viele NRW-Unternehmen zu den Gewinnern zählen, neue Jobchancen und neue Ideen für das Zusammenleben und Arbeiten schaffen? Wie kann der Mittelstand fit für das Zeitalter der Digital Industrial Economy gemacht werden? Wie gelingt es, mehr technologieorientierte Start-ups erfolgreich zu fördern?

WELCHE **HERAUSFORDERUNGEN** GIBT ES?

KMU in der IKT-Branche müssen ihre Innovationsfähigkeit ausbauen.

- Fachkräftemangel, Anforderungen an die IT-Sicherheit und die hohen Kosten der Entwicklung neuer Produkte und Services überfordern kleinere Unternehmen.
- Im globalen Wettbewerb wird es für die KMU der IKT-Wirtschaft schwieriger, die Chancen einer Internationalisierung zu nutzen.
- Die Technologieskepsis vieler Unternehmen muss abgebaut werden, damit IKT-Innovationen schneller in den Markt kommen.

IKT-Anwender müssen digitale Technologien proaktiv nutzen.

- Zahlreiche Branchen nutzen die Potenziale von IT (z. B. Cloud Computing) nicht umfassend.
- Viele Unternehmen verharren in bewährten Märkten und versäumen eine vorausschauende, strategische Innovationsplanung.

Die Potenziale technologieorientierter Start-ups werden nicht ausreichend ausgeschöpft.

- Die Gründungsquote für IKT-Unternehmen in NRW liegt deutschlandweit auf Rang 5 und ist im internationalen Vergleich sehr niedrig.
- Bestehende Instrumente zur Gründungsförderung zielen nicht auf die Unterstützung von innovativen Start-ups. Zudem fehlt es an Finanzierungsinstrumenten, die insbesondere in der späteren Wachstumsphase junger Unternehmen den Kapitalbedarf decken.

INNOVATIONSPOTENZIAL FÜR NRW **WAS IST BIS 2020 ZU TUN?**

01 Das **Risiko und die Kosten bei der Entwicklung von IKT-Innovationen** müssen **gesenkt werden**. KMU und Start-ups müssen besser unterstützt werden, z. B. durch die Bereitstellung von Business Cases für einen schnellen Markteintritt.

02 Durch die **nachhaltigere Vernetzung mit Big Playern und Forschungseinrichtungen** erhalten KMU und Start-ups einen **direkten Zugang zu neuem Wissen**.

03 Um die **Verbreitung digitaler Zukunftstechnologien** zu beschleunigen und die erfolgreiche Nutzung in allen Branchen zu erhöhen, werden branchenübergreifende **Innovationsplattformen** etabliert.

04 Damit IT-Sicherheit nicht zum Innovationshemmnis wird, werden **kostengünstige IT-Sicherheitskonzepte** für KMU unterschiedlicher Branchen entwickelt.

05 In NRW sollen **5 Gründer-Hotspots** etabliert werden, die alle notwendigen Leistungen und Infrastrukturen zur Entstehung und Weiterentwicklung von IKT-Start-ups bieten.

UMSETZUNGSEMPFEHLUNG
AUFBAU EINES VIRTUELLEN KOMPETENZZENTRUMS „DIGITALES INDUSTRIELAND NRW“

Bis 2020 soll sich Nordrhein-Westfalen im internationalen Umfeld als digitales Industrieland positionieren. Die Themen, die zum Erfolg führen sollen, sind gesetzt, die Anforderungen der NRW-Unternehmen identifiziert – wie kann dieser ehrgeizige Plan umgesetzt werden? Die Herausforderungen sind größer denn je: Die nächste industrielle Revolution oder die Entwicklung eines Smart Grids erfordern ein völlig neues Systemverständnis, das nur durch intensive Kooperation und interdisziplinären Austausch – innerhalb der IKT-Domänen sowie zwischen IKT und allen anderen Branchen – erreicht werden kann.

Nordrhein-Westfalen braucht ein virtuelles Kompetenzzentrum, in dem die Aktivitäten zur Profilierung als „Digitales Industrieland“ auf der Basis von Cyber Physical Systems (CPS) gebündelt, die interdisziplinäre Vernetzung aller Stakeholder vorangetrieben und das Arbeitsprogramm von IKT-Wirtschaft und Forschung aktiv umgesetzt werden. Als virtuelle Plattform organisiert, erreicht das Kompetenzzentrum die notwendige Reichweite und Flexibilität, um den größtmöglichen Gewinn für Wirtschaft und Gesellschaft in NRW erzielen zu können:

- Die dynamische Vernetzung aller kompetenten und engagierten Akteure aus Nordrhein-Westfalen ermöglicht einen effizienten regionen- und themenübergreifenden Austausch zwischen den Disziplinen.
- Breite Partizipation an den Diskussionen und Arbeitsergebnissen: Insbesondere KMU und Start-ups profitieren vom direkten Zugang zu neuem Wissen und zum fachlichen Austausch.
- Die virtuelle Form der Zusammenarbeit ermöglicht es, flexibel auf kommende Entwicklungen zu reagieren.
- Das Know-how der Experten und der Entwicklungsfortschritt in NRW auf dem komplexen Gebiet der Cyber Physical Systems können bestmöglich nach außen repräsentiert werden.

Nordrhein-Westfalen braucht CPS-Pilotprojekte, die es Unternehmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen ermöglichen, ihre Kompetenzen und Technologien in die Entwicklungen neuartiger Produkte, Systeme und Dienstleistungen einzubringen und so neue Geschäftsfelder zu erschließen. Die Neuheit des Feldes und die Vielzahl der offenen Fragen und Herausforderungen, machen ein Engagement für Unternehmen, insbesondere KMU, zu einem riskanten Unterfangen. Es werden erhebliche öffentliche und private Investitionen erforderlich sein, um der Region nicht nur isolierte Initialzündungen, sondern einen nachhaltigen Wachstumsanschub zu geben, der Wohlstand und Arbeitsplätze in Nordrhein-Westfalen sichert.

Bis 2020 wird in landesweiten Wettbewerben die Entwicklung von marktreifen Anwendungen nachhaltig vorangetrieben:

- In Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft realisierte Pilotprojekte in IKT-Basistechnologiefeldern (Software, Cloud Computing, Kommunikationsnetze, Devices, Cyber Physical Security) entwickeln neue Produkte und Dienstleistungen und steigern die Innovationsfähigkeit der IKT-Wirtschaft.
- Gemeinsame Projekte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den Branchen IKT, Produktion, Logistik, Energie, Gesundheit, Medizintechnik und Automotive beschleunigen den Technologietransfer, insbesondere in den Mittelstand, und bauen die Wettbewerbsfähigkeit der Digital Industrial Economy in Nordrhein-Westfalen aus.

INNOVATIONSSÄULEN DES VIRTUELLEN KOMPETENZZENTRUMS
WELCHE AKTIVITÄTEN UND MAßNAHMEN FÜHREN ZUM ERFOLG?

NAVIGATION

- Weiterentwicklung und Monitoring der Zielsetzungen
- Exzellente fachliche Unterstützung integrierter Industrie- und Innovationspolitik
- Koordination mit nationalen und europäischen Aktivitäten

BEGLEITFORSCHUNG

- Identifikation, Diskussion und Weiterentwicklung relevanter Technologiethemen
- Fortführung der IKT.NRW-Fachgruppen Software, Kommunikationsnetze, Cloud Computing, Cyber Physical Devices und Cyber Physical Security
- Interdisziplinärer Austausch zwischen Ingenieurs- und Anwendungsdisziplinen, insb. Transfer von Projektergebnissen

WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

- Transfer und Diskussion der erzielten FuE-Ergebnisse
- Neue Geschäftsfelder für KMU und Start-ups bereitstellen
- Business Cases für NRW-Schlüsselbranchen sowie innovative Hardware-Komponenten und Softwareanwendungen als Open Source für IKT-Anwender bereitstellen
- Über Standards informieren

SYNERGIE-MANAGEMENT / NACHHALTIGER SUPPORT

- Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu Förderprojekten vernetzen
- Maßnahmen zur Förderung einer exzellenten IKT-Aus- und Weiterbildung in Nordrhein-Westfalen entwickeln

COMMUNITY BUILDING

- Interessen aller Stakeholder bündeln, gemeinsame strategische Ziele weiterentwickeln
- Austausch zwischen Forschung, Wirtschaft, Intermediären und Politik fördern
- Ergebnisse und Trends auf dem Weg zum Digitalen Industrieland sichtbar machen
- Breite Diskussion der gesellschaftlichen, kulturellen, ökologischen, ökonomischen und technologischen Chancen und Risiken von CPS

IKT.NRW ROADMAP 2020
PROZESS / AKTEURE

Mit Innovationen Zukunft gestalten
IKT.NRW
Cluster Informations- und Kommunikationstechnologie

Unter dem Dach von IKT.NRW werden die **ausgezeichneten Fähigkeiten** der **23.600 Unternehmen und zahlreichen Forschungseinrichtungen** in Nordrhein-Westfalen gebündelt und der IKT-Standort fit für die Zukunft gemacht. Mit der Fokussierung auf Cyber Physical Systems wurde ein **intensiver Arbeitsprozess und branchenübergreifender Dialog** angestoßen, der notwendig ist, um die unaufhaltsame Digitalisierung aller Wirtschafts- und Lebensbereiche **erfolgreich** zu gestalten. Die **gemeinsame Entwicklung** der **IKT.NRW Roadmap 2020** ist ein **Meilenstein** auf dem Weg Nordrhein-Westfalens zum digitalen Industrieland.

Prof. Dr. Ingo Wolff
Clustermanager IKT.NRW / IMST GmbH

Monika Gatzke
Leiterin Clustermanagement IKT.NRW

Fünf Fachgruppen gehen der Frage nach, welche IKT-Entwicklungen in den nächsten Jahren maßgeblich sein werden:

KOMMUNIKATIONSNETZE
Unter der Leitung von:
Prof. Dr. Christian Wietfeld
Technische Universität Dortmund

SOFTWARE
Unter der Leitung von:
Prof. Dr. Volker Gruhn
Universität Duisburg-Essen / adesso AG
mit Dr. Matthias Book

CLOUD COMPUTING
Unter der Leitung von:
Prof. Dr. Jakob Rehof
Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik ISST
mit Dr. Ulrich Springer und Dr. Bernhard Holtkamp

CYBER PHYSICAL DEVICES
Unter der Leitung von:
Prof. Dr. Gregor Engels
Universität Paderborn / C-LAB
mit Dr. Lisa Kleinjohann und Dr. Bernd Kleinjohann

CYBER PHYSICAL SECURITY
Unter der Leitung von:
Prof. Dr. Christof Paar
Ruhr-Universität Bochum /
Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit

In branchenübergreifenden Kooperationen entwickeln IKT-Akteure gemeinsam mit den starken Industrien NRWs smarte Anwendungsszenarien für Cyber Physical Systems:

AutoCluster.NRW Cluster Nordrhein-Westfalen
CEF.NRW Cluster EnergieForschung
CGW.NRW Cluster Gesundheitswirtschaft Nordrhein-Westfalen
EffizienzCluster LogistikRuhr
Das Technologie-Netzwerk Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe it's owl
Logistik.NRW Cluster Nordrhein-Westfalen
MedizinTechnik NRW Cluster Nordrhein-Westfalen
ProduktionNRW Cluster Maschinenbau/Produktionstechnik

QUELLEN

Die hier genannten Marktzahlen und Prognosen stammen aus diesen Quellen:

S.5 Angabe zur Anzahl vernetzter Geräte 2020: Gartner
S.14 Branchenfacts: Auf Basis von IT.NRW und Bundesagentur für Arbeit
Marktzahlen Deutschland: BITKOM
Prognosen zum globalen Markt: Cisco, The Climate Group, Ericsson, Gartner
S. 30 Zahlen bzgl. des Fachkräftemangels: BITKOM

ÜBER IKT.NRW

IKT.NRW vernetzt die Akteure der nordrhein-westfälischen IKT-Branche: Wirtschaft, Wissenschaft und Politik treiben gemeinsam die Weiterentwicklung des IKT-Marktes in Nordrhein-Westfalen voran. Ziel von IKT.NRW ist es, die Stärken der Branche, Synergiepotenziale und zukunftsträchtige Entwicklungen frühzeitig zu identifizieren und Innovationsprozesse aktiv zu fördern. Darüber hinaus wird die öffentliche Wahrnehmung für den IKT-Standort NRW geschärft.
Das Clustermanagement IKT.NRW führt beispielsweise Kooperations- und Netzwerk-Veranstaltungen durch, unterstützt Unternehmen bei Messe-Teilnahmen und Unternehmerreisen und veröffentlicht regelmäßig Branchen- und Trendreports. Offene Innovationsprozesse sind ein wichtiger Bestandteil im Selbstverständnis von IKT.NRW. Ideen und Kooperationsanfragen sind deshalb immer willkommen.

CLUSTERMANAGEMENT IKT.NRW

V.i.S.d.P.
Monika Gatzke
Bergische Universität Wuppertal
Campus Freudenberg
Rainer-Gruenter-Str. 21
42119 Wuppertal
www.ikt.nrw.de

Anna Konieczny
+49 0 202 439 - 1026
anna.konieczny@ikt.nrw.de
Lena Weigelin
+49 0 202 439 - 1035
lena.weigelin@ikt.nrw.de

November 2013

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung