

Bernd Junghans

Inter- und Transdisziplinarität als Voraussetzungen für den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt

Technische Systeme erhalten ‚Sinnesorgane‘

Seit Beginn der ersten industriellen Revolution – mithin seit mehr als zweihundert Jahren – ist die menschliche Gesellschaft in allen Industrieländern tiefgreifend verändert worden. Dieser Umgestaltungsprozess erfasste alle Bereiche des Lebens, dauert unvermindert an und beschleunigt sich gegenwärtig sogar vehement. Als Triebkraft für diese weitreichenden und umfassenden Veränderungen ist nicht zuletzt die dramatische Steigerung der Produktivität menschlicher Tätigkeit zu erkennen.

Im 19. Jh., dem *Zeitalter der Industrialisierung*, wurden durch den Einsatz von Kraftmaschinen die Physis des Menschen potenziert und die Arbeitsproduktivität – insbesondere in Industrie, Landwirtschaft und im Transportwesen – in bis dahin unvorstellbarer Weise gesteigert. Kennzeichnend für diese Epoche ist der Einsatz von Dampfmaschinen zur Mechanisierung in den Fabriken und im Transportwesen (Eisenbahnen und Schiffen). Im 20. Jh., dem *Informationszeitalter*, kam zur Erweiterung der physischen Fähigkeiten des Menschen dank Computertechnik und moderner Kommunikationstechnologien eine ebenso beachtliche Steigerung seiner Fähigkeit zur Gewinnung, Übertragung und Verarbeitung von Informationen hinzu, was zu einer weiteren rapiden Steigerung der Arbeitsproduktivität nicht nur in den bereits genannten ‚klassischen‘ Tätigkeitsfeldern geführt, sondern in erheblichem Maße auch administrative Aufgaben und Dienstleistungen durchgreifend rationalisiert hat. Charakteristisch für die zuvor ungeahnte Erweiterung der Möglichkeiten zur Gewinnung und Verbreitung von Informationen sind die ‚allgegenwärtigen Computer‘, das Internet und die mobile Datenübertragung, die zudem grundlegende Veränderungen im Lebensstil der modernen Gesellschaften ausgelöst haben.

Der Beginn des 21. Jh.s eröffnet zu all dem eine qualitativ neue Epoche als Folge der massenhaften Entwicklung und Anwendung von Sensorsystemen als ‚technischen Sinnesorganen‘. Damit werden technische Systeme möglich, die ohne Zutun des Menschen Informationen über sich selbst und ihre Umgebung erfassen, mit den Mitteln der Informationstechnik verarbeiten, senden und empfangen können sowie auf dieser Grundlage eigenständig Entscheidungen treffen können. Norbert Meyendorf nennt diese neue Epoche der technischen Entwicklung deshalb „*Zeitalter der Entscheidungen*“ (vgl. Meyendorf 2007). Charakteristisch dafür sind intelligente Roboter und Systeme, wie sie beispielsweise in der Altenpflege bereits eingesetzt werden („ambient assisted living“), aber auch ‚intelligente‘ Objekte in neuartigen logistischen Systemen, die ihren Weg vom Start- zum Zielort durch Kommunikation mit der Infrastruktur selbst bestimmen. Diese Fähigkeiten technischer Systeme werden auch mit dem Begriff ‚Internet der Dinge‘ umschrieben, weil

diese nicht nur selbst ‚intelligent‘ handeln, sondern auch mit anderen Objekten kommunizieren können. Diese Systeme werden zukünftig in der Lage sein, wesentliche Teile der Produktion und Dienstleistungen für die Gesellschaft selbständig zu erbringen und damit die Arbeitsproduktivität über alle bislang dagewesenen Maße zu steigern. Mithin wird zukünftig nur noch ein geringer Teil der Bevölkerung für die Bereitstellung aller von der Gesellschaft benötigten Güter und Dienstleistungen erforderlich sein.

Dennoch ist die Entwicklung, Gestaltung und Überwachung dieser mit technischen Sinnesorganen ausgestatteten Systeme, die alle Arten von Gütern produzieren, Gebäude und Anlagen errichten, den Transport übernehmen und Dienstleistungen erbringen können, nur von Menschen zu leisten. Zur Bewältigung der – überdies zunehmenden – Komplexität solcher Aufgaben ist eine interdisziplinären Arbeitsweise zunehmend unerlässlich. Unter ‚Interdisziplinarität‘ ist dabei zu verstehen, vermöge der Zusammenarbeit verschiedener Wissenschafts- und Technikdisziplinen eine neue Qualität des disziplin- bzw. fachübergreifenden Verständnisses, Formulierens, Bearbeitens und Lösens mehr oder minder komplexer Probleme zu erreichen.

Komplexität erfordert Interdisziplinarität

Ohne das Zusammenwirken unterschiedlichster wissenschaftlicher und technischer Disziplinen sind gegenwärtig, mehr noch zukünftig, hochkomplexe Systeme – wie Flugzeuge, Kraftfahrzeuge oder Smarttelefone – weder zu entwickeln noch zu produzieren. Ein breites Spektrum wissenschaftlich-technischer Disziplinen – von den Material- über die spezifischen Ingenieurwissenschaften bis hin zu Querschnittswissen (z.B. Zuverlässigkeitstheorie und Software) – ist notwendig, um derlei Produkte entwickeln und fertigen zu können. Um dabei Innovationen generieren zu können, ist in den jeweils beteiligten Disziplinen nach wie vor ein ‚mitwachsendes‘ Arsenal fundierten Fachwissens unerlässlich.

Das Initiieren, Organisieren und Koordinieren der Potentiale mehrerer Disziplinen mit dem Ziel der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen auf traditionellem Wege, auf vorwiegend *additive* Art und Weise – so in der Person eines Projektleiters – reicht aber bei den auf die Zukunft gerichteten, sehr komplexen und umfangreichen Projekten – also Entwicklungsaufgaben, die marktreife Ergebnisse mit einem Aufwand von bis zu einigen hundert Mitarbeiter-Jahren in immer kürzeren Zeiten erzielen müssen – nicht mehr aus. Unter den ‚neuen‘ Bedingungen ist vielmehr a priori eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der Mitglieder des Projektteams zwingend erforderlich. Das bedeutet, dass die Mitglieder über den Horizont ihres disziplin- bzw. fachspezifischen Wissens hinaus, Wissen und Erfahrungen der für das jeweilige Projekt relevanten ‚Nachbar‘-Disziplinen aufnehmen und bereits in die Formulierung, dann auch Bearbeitung des Projekts *integrieren* müssen. – An Sensorsystemen, die die neue Etappe der wissenschaftlich-technischen Revolution maßgeblich prägen, lassen sich diese Anforderungen beispielhaft demonstrieren.

Sensorsysteme werden zunehmend in allen Lebensbereichen eingesetzt, sind daher in ihren Eigenschaften und Ausführungen sehr unterschiedlich. So werden gegenwärtig Sensorsysteme insbesondere in *Transportmitteln* (Autos, Flugzeuge, Eisenbahnen und Schiffe) eingesetzt, um den Zustand des Antriebssystems zu überwachen, zu steuern, den Komfort zu erhöhen, die Sicherheit zu gewährleisten und die Navigation zu unterstützen. Im *Militärbereich*, in der *Landwirtschaft* und im *Umweltschutz* werden autarke Sensorsysteme zur flächendeckenden Überwachung kritischer Umgebungsparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit, chemische Zusammensetzung, Strahlung usw. eingesetzt. In der *Medizin* (besonders im Rahmen der Telemedizin) werden neu-

erdings Sensoren zur Überwachung von Körperfunktionen, aber auch zu therapeutischen Zwecken angewandt. In der *Haus- und Gebäudetechnik* werden Sensorsysteme zur Kontrolle und Steuerung des Energieverbrauches, für die Sicherheitstechnik und zur Erhöhung des Komforts eingesetzt. In der *Industrie* ist die Vielfalt und Vielzahl der Anwendungen nahezu unerschöpflich. Sie reichen von der Maschinen- und Anlagensteuerung (speziell von Robotern) über die Qualitäts- und Sicherheitskontrolle bis hin zur Logistik. Diese auch als ‚ubiquitäre Elektronik‘ bezeichnete Allgegenwart von Sensorsystemen manifestiert sich heute bereits über interaktive Spiele bis hinein in den schier grenzenlos wachsenden Unterhaltungsbereich.

Die Komplexität eines Sensorsystems lässt sich am Beispiel eines autarken Sensorknotens (Abbildung 1) demonstrieren: Die zu erfassenden Zustandsgrößen werden von einem Sensorelement in ein elektrisches Signal gewandelt, das in einer Signalverarbeitungseinheit so aufbereitet wird, dass es in der vereinbarten Kodierung über einen Sender (Transceiver) im System weitergeleitet werden kann. Zum Betrieb des Transceivers – häufig aber auch zum Betrieb des Sensors – ist elektrische Energie erforderlich, die bei autarken Systemen durch Energiewandlung aufzubringen ist. Wegen der in aller Regel stochastischen Verfügbarkeit äußerer Energie ist ein aufwändiges Management für die Stromversorgung nötig, was häufig auch die temporäre Speicherung der gewonnenen Energie einschließt. In vielen Sensorsystemen empfangen die Sensorknoten auch Informationen aus dem System, was ebenfalls über den Transceiver erfolgt.

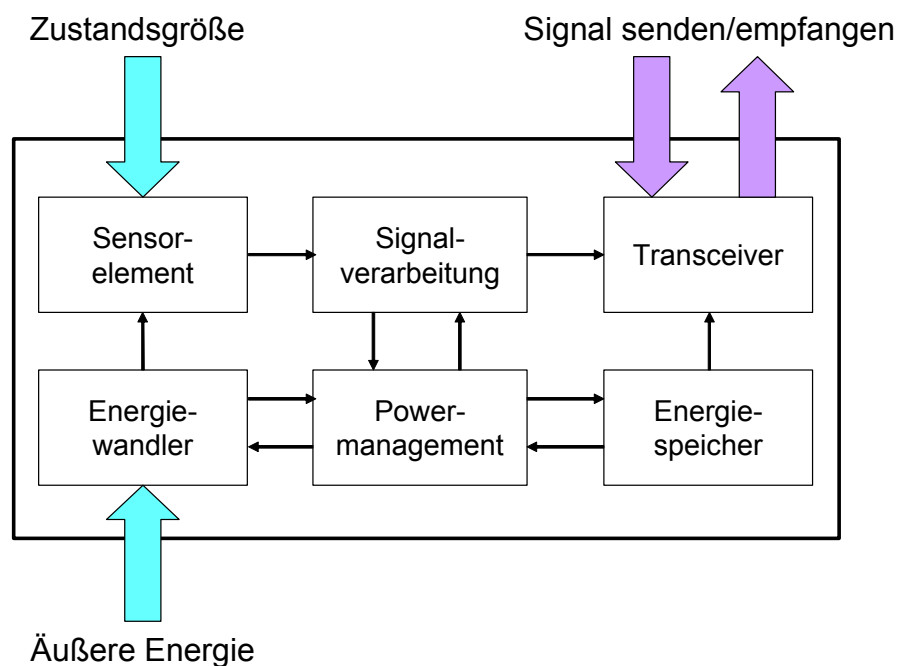


Abb. 1: Prinzipstruktur eines Sensorknotens. Quelle: eigene Darstellung

Die Komplexität der Aufgabenstellung resultiert bereits aus den Anforderungen an das Sensorsystem, die über die ‚reine‘ Funktionalität, d.h. die Ermittlung eines oder mehrerer Zustandsparameter hinaus, zu erfüllen sind. Dazu zählen:

- *Wartungsfreiheit*: bei Sensorsystemen, die z.B. zur Umweltüberwachung oder in widriger Umgebung zu Tausenden installiert werden, muss die Funktion über Jahrzehnte auch ohne Wartung gewährleistet sein.

- *Selbstheilung*: da bei einem wartungsfreien Betrieb im Laufe der Zeit unweigerlich mit dem Ausfall einzelner Elemente zu rechnen ist, muß das System mit Eigenschaften ausgestattet werden, die in einem solchen Falle dessen Selbstheilung ermöglichen.
- *Selbstkonfigurierung*: da mit dem Fortgang der Zeit Erweiterungen bzw. Aktualisierungen des Systems notwendig werden können, müssen sich solche Systeme auch selbst konfigurieren können.
- *Sicherheit*: derlei Systeme müssen nicht nur über Jahrzehnte sicher funktionieren, sondern auch gegen Manipulationen und Angriffe von außen geschützt werden, was besondere Vorkehrungen für die Datensicherheit von der Erfassung bis zur Übertragung erfordert.
- *Zuverlässigkeit*: Sensorsysteme sind in zunehmenden Maße in lebenswichtige Funktionen größerer Systeme (z.B. Flugzeuge) eingebunden, müssen deshalb äußerst zuverlässig arbeiten (Ziel: Ausfallrate gleich Null).

Die Umsetzung dieser Anforderungen setzt offenkundig ein interdisziplinäres Herangehen auf allen Ebenen und in allen Fachdisziplinen voraus. Allein die Forderungen nach Zuverlässigkeit und Wartungsfreiheit müssen bereits bei der Auswahl oder Entwicklung der Materialien bedacht werden, betreffen die Auswahl der Funktionsprinzipien in allen Modulen (z.B. die nichtflüchtige Datenspeicherung in der Signalverarbeitungseinheit), sind bei der Konstruktion (z.B. über Redundanz und fehlertolerante Systeme) zu berücksichtigen und werden maßgeblich durch das gesamte Systemkonzept (einschließlich der Software) bestimmt.

Die Software muss u.a. gewährleisten, dass die Informationen von jedem beliebigen Knoten gegebenenfalls auf unterschiedlichen Wegen zum Ziel im System gelangen. Dazu wird in der Regel jeder Knoten im Rahmen eines Maschennetzwerkes als Relaisstation genutzt. Fällt ein Knoten als Relais aus, wird die Information auf einem alternativen Wege zum Ziel geleitet – vergleichbar der Weiterleitung der Informationen im Internet. Das ist durch eine einzelne Fachdisziplin oder einen singulären Projektleiter nicht zu leisten. Hier ist Interdisziplinarität in der Denk- und Handlungsweise des gesamten Teams gefordert.

Ähnlich komplex sind Anforderungen, die sich aus den verschiedenen Anwendungsfällen ergeben. Die Anzahl der zu bestimmenden Parameter ist vielfältig und reicht von mechanischen (Beschleunigung, Druck, Spannung, ...) über elektrische Größen (Strom, Spannung, Felder, Ladungen, ...), Temperatur, Strahlung (elektromagnetische, radiative, ...) und chemische Substanzen (Gase und Flüssigkeiten) bis hin zu nur optisch erkennbaren oder biologischen Objekten.

Von den Anwendungsgebieten wird auch sehr stark bestimmt, welches Prinzip der Gewinnung von Energie aus dem Umfeld auszuwählen ist. Handelt es sich nur um kurzzeitige Parametererfassung, die von außen angestoßen wird (Transponder), kann die Energie dem Anregungsfeld entnommen werden. Ist der Sensorknoten während des Betriebes ständig in Bewegung (z.B. Reifendrucksensoren in Autos), kann die mechanische Energie (z.B. über Vibrationswandler) in elektrische Energie umgewandelt werden. Sind die Sensorknoten einer Temperaturdifferenz ausgesetzt (z.B. Sensoren in Kleidungsstücken), kann der Temperaturgradient zur Energiewandlung dienen. Die Möglichkeiten für das „energy harvesting“ sind nahezu unerschöpflich (vgl. Woias 2005), müssen aber sorgfältig auf den jeweiligen Anwendungsfall und die Konstruktion des Sensorknotens abgestimmt werden. Hier müssen Nutzer und Systementwickler ‚grenzüberschreitend‘ zusammenarbeiten, um kostenoptimale und funktionstüchtige Lösungen zu erreichen. Diese interdisziplinäre Arbeitsweise erfordert geeignete Organisationsstrukturen, eine entsprechende Orien-

tierung bereits in der Ausbildung und geeignete Möglichkeiten des ständigen Gedankenaustausches über das eigene Arbeitsgebiet hinaus. In der Projektorganisation setzen sich deshalb immer mehr Matrixstrukturen durch, die es gestatten, interdisziplinär orientierte Teams flexibel zu organisieren und administrativ vorgegebene Fachstrukturen zu überwinden.

Interdisziplinarität ist somit eine objektive Forderung, das sich aus dem erreichten Stand des sogenannten wissenschaftlich-technischen Fortschritts – insbesondere der hochgradigen Komplexität moderner technischer Systeme – ableitet, um weiterhin signifikante Produktivitätssteigerungen zu ermöglichen. Damit wird aber immer deutlicher erkennbar, dass eine solche Potenzierung des wissenschaftlich-technischer Fortschritts – zukünftig mehr denn je – gravierende Auswirkungen auf außerwissenschaftlich bzw. -technische Bereiche der Gesellschaft hat. Um bei der Entwicklung technischer Konstrukte auf deren mögliche Folgen für die Gesellschaft vorausschauend reagieren zu können, ist es daher von wachsender Bedeutung, ‚transdisziplinär‘ zu denken und zu handeln. Transdisziplinarität – hier verstanden als eine Verhaltensweise, die zwischen Wissenschaft/Technik sowie anderen Bereichen der Gesellschaft bestehende Grenzen disziplin- bzw. fachspezifischer Denk- und Handlungsmuster grundsätzlich überschreitet.

Transdisziplinarität – ein neues Paradigma¹

Die jüngste Finanz- und Wirtschaftskrise zeigt eindrucksvoll, wohin fachspezifische Entwicklungen einzelner Wissenschafts- und Wirtschaftsbereiche führen können, wenn deren Auswirkungen auf die Gesellschaft nicht vorausschauend bedacht werden. In einer eher langweiligen Branche, deren hauptsächlichlicher Zweck darin besteht, den Geldfluss in der Gesellschaft nach bestimmten Regeln am Laufen zu halten, wurde von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt eine Vielzahl ausgeklügelter Finanzprodukte und Methoden mit hohem mathematischen Aufwand entwickelt. Für sich genommen waren dies nahezu geniale Erfindungen, die unter Ausnutzung moderner Rechentechnik im Finanzsektor zu einer rasanten Produktivitäts- und Gewinnsteigerung geführt haben. Die gesamtgesellschaftlichen, insbesondere wirtschaftlichen Zusammenhänge wurden nicht ernsthaft diskutiert und blieben weitgehend unbeachtet. Als das ‚System‘ außer Kontrolle geriet, kollabierte die Weltwirtschaft. Ein transdisziplinärer Ansatz bei der Entwicklung jener Produkte und Methoden hätte eine rechtzeitige Reaktion der Gesellschaft ermöglicht und den Kollaps wohl verhindern können.

Sollen solche Fehlentwicklungen, nicht zuletzt mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung vermieden werden, erfordern auch Entwicklungen in anderen Bereichen eine transdisziplinäre Verfahrensweise. So läßt das Vermögen technischer Konstrukte, mit Hilfe von Sensorsystemen selbständig Entscheidungen zu treffen, juristische Probleme erkennen, die nicht oder nur unzureichend gelöst sind. Und die massenhafte Verbreitung von Sensorsystemen in der Umweltüberwachung oder Logistik (RFID-Transponder, das elektronische Äquivalent des Strichcodes auf Papierstreifen – heute auf nahezu jeder Verpackung zu finden) wirft Fragen zu einer umweltgerechten Entsorgung von jährlich etwa 10^{12} elektronischen Bauteile auf, die bislang gleichfalls nicht zufriedenstellend beantwortet worden sind.

Ein Bereich, der besondere Aufmerksamkeit verdient, ist die zunehmende Penetration des Gesundheitswesens mit moderner Elektronik. Antrieb für diese Entwicklung ist nicht allein die Qualifizierung von Diagnose und Therapie, sondern – wegen der Kostenexplosion im Gesundheitswe-

1 vgl. hierzu Ropohl (2010)

sen – vornehmlich die Erhöhung der Arbeitsproduktivität. Immer mehr mit Sensorsystemen ausgestattete Implantate helfen, die Lebensqualität kranker Menschen signifikant zu verbessern. Zu den bekanntesten Implantaten zählen Herzschrittmacher, Insulinpumpen, Chochleaimplantate und neuerdings sogar elektronische Augenimplantate; selbst Hüftgelenkimplantate werden mit Sensoren ausgestattet, um während eines längeren Zeitraumes eine optimale Funktion zu gewährleisten. Ein weiteres, eigenständiges Anwendungsfeld der ubiquitären Elektronik im Gesundheitswesen ist die Unterstützung alter Menschen mit elektronischen Hilfsmitteln im und am Körper sowie in der Umgebung („ambient assisted living“). Damit wird ein längeres, selbstbestimmtes Leben möglich, wirft aber die gleichen Akzeptanzprobleme wie andere elektronische Rationalisierungslösungen auf, die vor allem durch den enormen Kostendruck vorangetrieben werden.

Die allgegenwärtige elektronische Erfassung, Verarbeitung und Speicherung von Patientendaten ruft nicht nur Datenschützer auf den Plan, die den Missbrauch durch Arbeitgeber, Versicherungen und Behörden befürchten. Die Akzeptanz ist auch in der Bevölkerung strittig. Vergleichbar mit der geplanten Chipkarte in Deutschland, wird auch in den USA von der Einführung einer elektronischen Patientendatei erwartet, durch Effektivitätssteigerungen enorme Kosteneinsparungen erreichen zu können – allein in den nächsten acht Jahren annähernd 400 Mrd. \$. Die Notwendigkeit zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen ist in den entwickelnden Industrieländern mit ihren alternden Bevölkerungen so offensichtlich, dass sich diese Entwicklung unumkehrbar durchsetzen wird. Die damit zusammenhängenden ethischen und juristischen Probleme können nur durch einen transdisziplinären Ansatz im gesellschaftlichen Konsens gelöst werden. So ist es trotz jahrelanger Diskussion in Fachkreisen bisher noch immer nicht juristisch zweifelsfrei geklärt, wer für Schäden verantwortlich ist, die von autonom reagierenden Geräten – selbst bei deren einwandfreier Funktion und bestimmungsgemäßem Gebrauch – verursacht werden können. Das ist einer der Gründe, weshalb die Automobilindustrie Systeme, die bereits heute einen nahezu automatischen Betrieb von Kraftfahrzeugen ermöglichen, nicht auf den Markt bringt bzw. mit eingeschränkter Funktionalität als „Fahrerassistenz-Systeme“ verkauft. In anderen Bereichen – falls man beispielsweise die Möglichkeiten sensorgestützter Geräte in der Medizin vollends ausschöpfen wollte – lassen sich jedoch die fraglichen juristischen Probleme nicht ebenso leicht durch semantische Tricks umgehen.

Noch weitreichender sind die Konsequenzen des enormen und sich in allen Industrieländern weiter beschleunigenden Anstiegs der *Arbeitsproduktivität* als Folge des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Seit mehr als 100 Jahren ist der wirtschaftliche Wohlstand in den Industrieländern dank dieser Steigerung der Arbeitsproduktivität in allen Bereichen menschlicher Tätigkeit spürbar gestiegen. Zugleich hat ein dramatischer Wandel in der Beschäftigtenstruktur stattgefunden, der mit Blick auf die Zukunft zu denken gibt.

Während noch im 19. Jh. in den heutigen Industrieländern zwei Drittel bis drei Viertel der arbeitenden Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig waren, ging dieser Anteil durch die Industrialisierung rapide zurück. Im Jahre 1900 waren in Großbritannien, dem Mutterland der Industriellen Revolution, nur noch 12 % der Berufstätigen in der Landwirtschaft tätig (vgl. Lindsay 2003), in den USA waren das zu diesem Zeitpunkt immerhin noch 38 % (vgl. Fisk 2003). Einhundert Jahre später waren in Großbritannien weniger als 2 % (vgl. Lindsay 2003) und in den USA noch knapp 3 % (vgl. Fisk 2003) in diesem Sektor tätig. Diese Zahlen sind inzwischen weiter auf ca. 1,5 % in beiden Staaten gefallen (vgl. Bureau 2009). Der Industriesektor, der zunächst die Arbeitskräfte aus der Landwirtschaft aufgenommen hatte, durchlief dank der Errungenschaften des Informationszeitalters den gleichen Prozess. Waren in Großbritannien im Jahre 1900 ca. 24 % der Beschäf-

tigten in der Industrie tätig, so waren es im Jahre 2000 nur noch 14 % (vgl. Lindsay 2003) und im Jahre 2008 gar nur noch 10 % (vgl. University 2009). In den USA sind das entsprechenden für 1900 ca. 31 % und einhundert Jahre später gerade noch 19 % (vg. Fisk 2003), wobei dieser Anteil der Industriebeschäftigten bis 2008 ebenfalls weiter auf ca. 10 % gefallen ist (vgl. Bureau 2009). Rechnet man diese Zahlen unter Berücksichtigung des relativen Anteils der Berufstätigen (historisch leicht sinkend, etwa 50 %) auf die Gesamtbevölkerung um, kommt man am Beispiel dieser beiden Länder, die die Pioniere der Industrialisierung im 19. und 20. Jh. waren, zum Schluss, dass bereits heute weniger als 10 % der Gesamtbevölkerung ausreichen, um – unter Berücksichtigung von Export und Import – alle Landwirtschaft- und Industriegüter, die ein Land benötigt, bereitzustellen (siehe Abbildung 2).

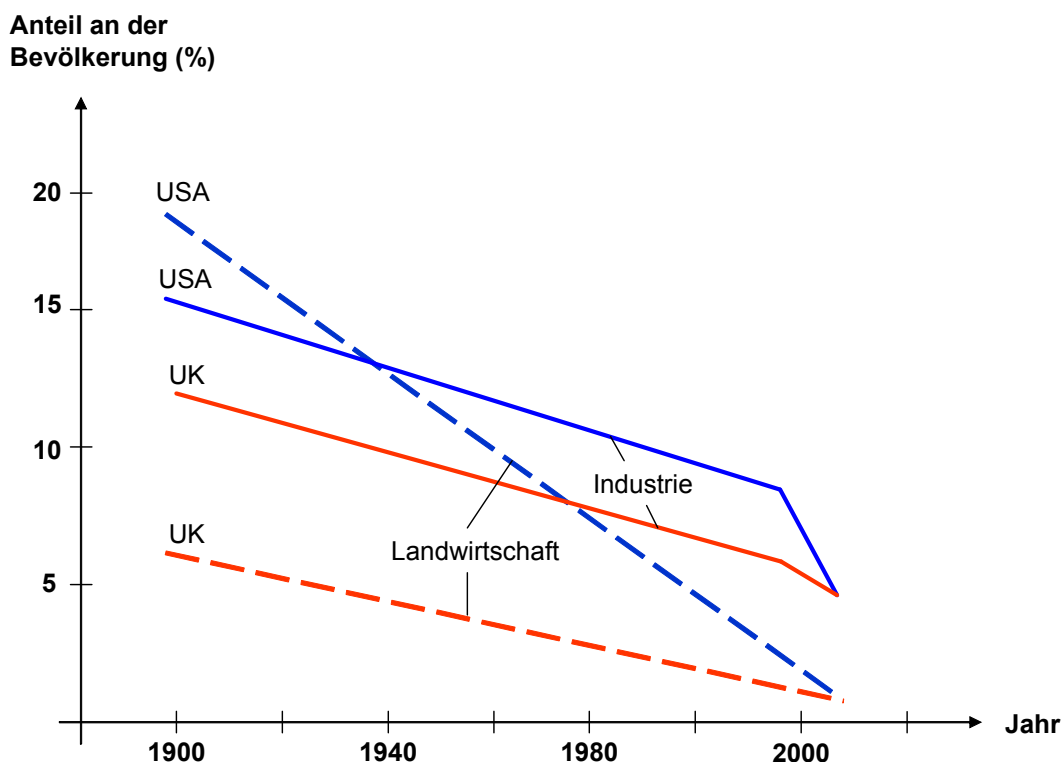


Abb. 2: Entwicklung der Beschäftigten in Landwirtschaft und Industrie (Großbritannien und USA). Quelle: eigene Darstellung

Es ist abzusehen, dass die neue Epoche der industriellen Revolution, die durch die neue Qualität der mit Sensorsystemen ausgerüsteten Systeme gekennzeichnet ist, den gleichen Beschäftigungseffekt auf den heute dominierenden Dienstleistungssektor haben wird. Hier ist transdisziplinäres Denken und Handeln erforderlich, um die gesellschaftlichen Auswirkungen die eine solche weitere Produktivitätssteigerung auslöst, zu antizipieren und zu gestalten. Eine Gesellschaft, in der möglicherweise nicht mehr als 20 % der Bevölkerung benötigt werden, um die notwendigen Güter und Dienstleistungen für alle ihre Mitglieder bereitzustellen, muss nahezu zwingend neue Konzepte für die Struktur und Funktion der Gesellschaft finden, um sich stabil weiter entwickeln zu können.

Literatur

- Bureau (2009): Bureau of Labor Statistics: International Comparisons of annual Labor Force Statistics. – URL: <http://www.bls.gov/fls/flscomparelf/lfcompendium.pdf>
- Fisk, D. (2003): American Labor in the 20th Century. Bureau of Labor Statistics. – URL: <http://www.bls.gov/opub/cwc/cm20030124ar02p1.htm>
- Lindsay, C. (2003): A century of labour market changes: 1900 to 2000. Office for National Statistics. – URL: http://www.statistics.gov.uk/articles/labour_market_trends/century_labour_market_change_mar2003.pdf
- Meyendorf, N. (2007): Neue Konzepte für Bauteil- und Materialüberwachung in der Verkehrstechnik – speziell in Bahn und Flugzeug. In: LIFIS ONLINE [04.05.07]. – URL: http://www.leibniz-institut.de/archiv/meyendorf_04_05_07.pdf
- Peters, F. (2010): Verfassungsgerechter Datenschutz in der digitalen Gesellschaft. In: LIFIS ONLINE [29.06.10]. – URL: http://www.leibniz-institut.de/archiv/peters_29_06_10.pdf
- Ropohl, G. (2010): Jenseits der Disziplinen – Transdisziplinarität als neues Paradigma. In: LIFIS ONLINE [21.03.10]. – URL: http://www.leibniz-institut.de/archiv/ropohl_21_03_10.pdf
- University (2009): University of Cambridge: Manufacturing Industry Statistics 2009. – URL: <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/cig/09stats/workforce.html>
- Woiass, P. (2005): Micro energy harvesting – a novel supply concept for distributed and embedded microsystems. In: Mikrosystemtechnik Kongress Freiburg 2005, Proceedings. Freiburg, pp. 405-409

[11.07.10]

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Bernd Junghans
Theresienstr. 9d
D – 01097 Dresden
berndjunghans@t-online.de