



## **Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung**

NTA4 – Vierte Konferenz des „Netzwerks TA“

**24.-26. November 2010, Berlin**

### **Abstracts zu den Vorträgen**

#### **Sektion 1**

#### **„Infrastrukturelle Innovation – Transition Management“**

Donnerstag, 25. November 2010, 09:00 Uhr

**Dr. Stefan Böschen** (WZU, Universität Augsburg)

#### **„Innovations-Risiko-Politik, Herausforderungen für die Systematisierung von Wissen“**

Aufgrund der forcierten Entwicklungsdynamik von Innovationen bei gleichzeitiger Orientierung an einer Vorsorgestrategie stellen sich für die gesellschaftliche Einbettung von Innovationen und deren Reflexion durch TA besondere Herausforderungen. Denn diese Entwicklung ist gekennzeichnet durch eine wachsende Diversität der innovationsrelevanten Wissensgrundlagen bei einer gleichzeitigen Entkopplung von vordefinierten Kontexten. Entsprechend entstehen Probleme der Autorisierung von Wissen zur gesellschaftlichen Einbettung der Innovationen, weil die Suchhorizonte, Relevanzräume und Entscheidungskriterien ausgehandelt werden müssen. Eine Innovations-Risiko-Politik, welche der Innovationsförderung wie Risikovorsorge gerecht werden möchte, bedarf deshalb eines erhöhten Wissensbedarfs hinsichtlich der Entscheidbarkeit ohne direkt auf übergeordnetes, autoritatives Wissen zurückgreifen zu können. Vielmehr muss dieses Wissen im Prozess der Entfaltung eines Innovationsregimes selbst erzeugt und reflexiv autorisiert werden.

Für solche Verbindungen verschiedener Wissensperspektiven gibt es im Diskurs der Technikfolgenabschätzung schon Vorläufer wie das Constructive Technology Assessment oder gegenwärtig Ideen zu einer Anticipatory Governance. Hierbei wird das Problem der Verbindung dieser beiden Wissensperspektiven – Innovations- und Reflexionswissen – analytisch wie politisch fruchtbar zu machen versucht. Jedoch, so meine These, wird dabei die Unterschiedlichkeit der Wissenspraktiken und der in ihnen verkörperten Formen der Evidenzgenese wie Autorisierung von Wissen analytisch zu wenig berücksichtigt. Dadurch werden wesentliche Chancen der Innovationsgestaltung vergeben, weil eine reflexive Bezugnahme zwischen Innovations- und Reflexionswissen und den damit verbundenen kulturellen, sozialen und rechtlichen Einbettungsbedingungen nicht vertieft wird.

Neben diesem funktionalen Argument ergibt sich noch ein methodisches und demokratiepolitisches. Der besondere Ansatzpunkt von TA ist es, das Wissen über noch unerkannte Folgen zu erweitern. Da durch den engen Kontextbezug hier immer auch Wertentscheidungen in die Wissensentwicklung einfließen scheint es wichtig zu sein, die Varianz der Methoden zu erfassen und darin die Wertgebundenheit zu reflektieren und in einer Weise transparent zu machen, dass neue Entscheidungsoptionen für die gesellschaftliche Einbettung von Innovationen entwickelt werden können. Hier kommt also ein demokratiepolitisches Moment hinein. TA kann durch die Reflexion auf Kriterien der Entscheidbarkeit über Innovationen zu einer Erweiterung demokratischer Entscheidungsspielräume beitragen. Denn der Charakter von Innovationen macht es erforderlich, die Chancen zur demokratischen Einbettung von Innovationen zu verbessern.

Im Vortrag werden Innovations- und Reflexionskulturen aus dem Bereich der Chemie (Blick Nanotechnologie) vorgestellt, die sich dabei ergebenden Konstellationen der Autorisierung von Wissen diskutiert und daraus einige allgemeine Schlussfolgerungen zu Chancen und Grenzen der Gestaltung von Technik durch Innovations-Risikopolitik abgeleitet.

Donnerstag, 25. November 2010, 09:30 Uhr

**Dr. Christian Büscher** (ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Systemische Risiken oder Mechanismen systematischer Risikoproduktion?“**

Diskutiert werden sollen neue Konzepte interdisziplinärer Risikoforschung, hier von einem Standpunkt der Soziologie, um Anchlüsse an andere Disziplinen aufzuzeigen. Ausgangspunkt ist eine Zurückweisung üblicher Erwartungen, sozialwissenschaftliche Beiträge wären allenfalls in Fragen der Risikoakzeptanz oder der Risikokommunikation zu sehen. Vielmehr soll aufgezeigt werden, wie die Analyse von Prozessen der Risikoproduktion eine neue Perspektive für die Technikfolgenabschätzung bieten kann, die zugleich neue methodische Herausforderungen mit sich bringt. Zunächst hatte die OECD in dem Report „Emerging Risks in the 21<sup>st</sup> Century“ auf die Gefahr einer Abhängigkeit der modernen Gesellschaft von kritischen Infrastrukturen hingewiesen. Daran anschließend haben Forscher den Begriff der „Systemischen Risiken“ an Merkmalen der Komplexität, Unsicherheit, Ambiguität und Entgrenzung möglicher Schäden als eine neue Form von Risiken charakterisiert. Oftmals verbleibt es bei dieser enumerativen Vorgehensweise, die den Kern systemischer Risiken verfehlt. Nehmen wir Argumente aus der Organisationsforschung (LaPorte, Perrow, Sagan), der Ökonomie (Krugman) oder der Klimaforschung (Schellnhuber et al., Lovelock) zu Hilfe, dann ergibt sich ein tiefer greifendes Verständnis für die zugrunde liegende Problemstellung.(1) Perrow hat das Argument der Komplexität technischer Systeme auf die Beschreibung linearer/nicht-linearer Interaktionen von Elementen und die lose/enge Kopplung von unterschiedlichen Komponenten zugespitzt. Abläufe bestimmter Hoch-Technologien müssen auf einem engen Raum verdichtet und durch ein „Containment“ von der Außenwelt abgeschirmt werden, um ihre geplanten Zwecke zu erfüllen. Viele Beispiele haben in den letzten Jahrzehnten gezeigt, dass die kausale Schließung nicht immer gewährleistet werden kann, und Operateure von nicht-linearen Abläufen überrascht werden, die zudem aufgrund einer engen Kopplung von Teilkomponenten sofort auf das ganze System durchschlagen und die Integrität des Gesamtsystems (zer-) stören können. (2) In der Ökonomie wird die Rationalität finanzwirtschaftlicher Mittel als notwendige Risikoübernahme diskutiert, die gleichzeitig schlecht zu kalkulierende Gefahren mit sich bringen: die Selbstverstärkung von „virtuous circles“ hin zu einer Überhitzung von Märkten und von „vicious circles“ hin zu einer Unterkühlung birgt jeweils eigene Gefahren, die der Struktur und den Programmen des Wirtschaftssystems selbst geschuldet sind (und nicht exogenen Variablen), und die das Funktionieren des Systems selbst gefährden. Von diesen und von anderen Beispielen lässt sich lernen. Komplexität, Risikoübernahme und Vernetzung sind in vielerlei Hinsicht Voraussetzung für eine funktionierende Leistungserstellung in technischen und organisatorischen Systemen sowie in Funktionsbereichen der Gesellschaft. Prekär ist eine Entwicklung, wenn Komplexität, Risikoübernahme und Vernetzung eine Schwelle zur Dysfunktionalität überschreiten und die Bedingungen des eigenen Funktionierens gefährden. Das heißt also, dass die Systeme, von denen die Gesellschaft abhängt, selbst für Bedingungen sorgen, die Systemleistungen gefährden: ein Verkehr, der den Transport von Personen und Gütern blockiert; ein System der Krankenbehandlung, das krank macht; eine Finanzwirtschaft, die Investitionen behindert u. a. Der Reiz des Terminus „Systemische Risiken“ liegt in der Beschreibung von Systemen, deren Reproduktionsbedingungen und den darin angelegten (Selbst-)Gefährdungspotenzialen. Erst dadurch kann man dem Begriff eine neue Perspektive für die Risikoforschung abgewinnen, nämlich im Sinne einer systematischen Produktion von Risiken und Gefahren, sozusagen im „Normalbetrieb“, und in Abgrenzung zu individuell oder okkasionell hervorgerufenen Schadensfällen. Eine solche Perspektive stellt die TA vor eine Neubestimmung des Verhältnisses von globaler Systemanalyse und konkreter Operationalisierung.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:00 Uhr

**Dr. Peter Wiedemann** (FZ Jülich / ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Nachhaltigkeitsstrategie und Risikomanagement: zwei Welten?“**

Es gibt keine risikofreie Welt – so argumentiert Keeney, ein prominenter Vertreter der Entscheidungsforschung (Keeney 1995). Deshalb kommt es darauf an, Risiken bestmöglich zu managen. Mittlerweile hat sich das Risikomanagement zu einem Schlüsselverfahren entwickelt, das praktisch auf alles und jedes Anwendung finden kann (Power 2004). Dem gegenüber steht das Konzept der Nachhaltigkeit, das ein Leitbild für die den Umgang mit der Umwelt, die Entwicklung der Gesellschaft, sowie für die Technikgestaltung vorgibt: „Technologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Fortschritt muss sich am Prinzip der Nachhaltigkeit messen lassen“.

Wie aber lassen sich diese beiden Ansätze, Risikomanagement und Nachhaltigkeitsstrategie, zusammenbringen? Oder: Was lässt sich zumindest voneinander lernen (Gray & Wiedemann 1999)?

Im Vortrag werden drei Themenfelder genauer beleuchtet: (1) Die Differenzen der epistemischen Kulturen der Risiko- und Nachhaltigkeits-Forscher, (2) die sich anbahnenden praxeologischen Konvergenzen speziell im Hinblick auf Verfahren der Risikoabschätzung und der Nachhaltigkeitsbewertung sowie (3) Konzepte mit Brückenfunktion wie das Vorsorgeprinzip. Schließlich wird aus entscheidungstheoretischer Sicht herausgearbeitet, wie ein nachhaltiges Risikomanagement zu konfigurieren wäre.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:30 Uhr

### **Kaffeepause**

Donnerstag, 25. November 2010, 11:00 Uhr

**Prof. Dr. Ulrich Dolata** (SOWI VI, Uni Stuttgart)

### **„Soziotechnischer Wandel als graduelle Transformation“**

Neue Technologien können an prominenter Stelle zum Wandel von organisationalen und institutionellen Feldern wie zum Beispiel von Wirtschaftssektoren beitragen. Neue Biotechnologien etwa haben seit Ende der 1970er Jahre substanzielle Veränderungen im Pharmasektor angestoßen. Digitalisierung, Internet und Datenkomprimierungstechnologien bilden seit Anfang dieses Jahrzehnts die technologische Grundlage einschneidender Umbrüche im Musik- und in anderen Mediensektoren. Derartige Prozesse soziotechnischen Wandels zeichnen sich auch dort, wo der technologische Veränderungsdruck gravierend ist, nicht durch einmalige und eruptive soziotechnische Brüche aus, die schnell in eine neue Phase der Stabilität mit dann eher marginalen weiteren Anpassungen münden. Sie werden in aller Regel auch nicht geprägt durch die Sprengung, den Zusammenbruch oder einen radikalen Austausch der bestehenden Technologien, Strukturen, Institutionen und Akteure. Typisch sind vielmehr längere, ein bis zwei Jahrzehnte anhaltende Phasen der Diskontinuität und Readjustierung, in denen sich ein Sektor (oder ein anderer gesellschaftlicher Bereich) über eine Vielzahl von Veränderungen – der Leitorientierungen und des technologischen Profils, der Märkte, Organisationsstrukturen und Akteurfigurationen, der Interaktionsmuster, Industriestrukturen und Institutionen – sukzessive auf ein neues dominantes soziotechnisches Design zubewegt. Diesen vielschrittigen, oft erratischen und nichtlinearen Prozess soziotechnischer Neujustierung, der sich erst über die Zeit zu substanziellen sektoralen Neuausrichtungen verdichtet, bezeichne ich in Anlehnung an die Arbeiten von Kathleen Thelen und Wolfgang Streeck als *graduelle Transformation*. Wie sich solche Prozesse sukzessiven, im Ergebnis gleichwohl oft radikalen soziotechnischen Wandels konzeptionell fassen und welche typischen Varianten gradueller Transformation sich voneinander unterscheiden lassen soll das Thema meines Vortrags sein.

Donnerstag, 25. November 2010, 11:30 Uhr

**Dr. Martin Schiefelbusch** (nexus / ZTG, TU Berlin)

### **„Das Reiseerleben als Herausforderung der Verkehrsforschung und -planung“**

Die Verkehrswissenschaft hat sich bisher nur wenig mit der Wahrnehmung des Unterwegsseins durch die Reisenden und ihren Einflüssen auf das Mobilitätsverhalten befasst. Neuere Arbeiten insbesondere aus der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung zeigen jedoch, dass Mobilität neben der reinen Ortsveränderung zahlreiche weitere Facetten – etwa psychologische, physiologische und soziale Aspekte – aufweist. Während diese Untersuchungen auf der analytischen Ebene zahlreiche Erkenntnisse geliefert haben, ist es bisher noch nicht gelungen, diese in den verkehrswissenschaftlichen Kontext zu überführen und etwa planerische Verfahren und Instrumente zu entwickeln, mit denen diese im weitesten Sinne „emotionalen“ Bedürfnisse berücksichtigt werden können.

Die Folgen dieser interdisziplinären Unterschiede werden in einem intermodalen Vergleich von öffentlichem Verkehr und MIV besonders deutlich: Öffentliche Verkehrsangebote werden zu einem größeren Anteil im Voraus geplant und von den Verkehrsunternehmen *für* die Reisenden erstellt. Im MIV bestehen dagegen aus Sicht der Verkehrsteilnehmer deutlich mehr Möglichkeiten, die Fort-

bewegung *selbst* mitzugestalten. Dadurch können auch viele „emotionale“ Bedürfnisse besser angesprochen und befriedigt werden.

Ziel der dem Vortrag zugrundeliegenden Arbeit war es, das Themenfeld „Reiseerleben“ – als pragmatischer Oberbegriff für die Gesamtheit emotionaler Angebotsmerkmale – zu strukturieren und Handlungsempfehlungen für den planerischen Umgang mit diesem Bereich zu entwickeln. Zur Integration des Reiseerlebens in die Angebotsgestaltung des ÖV wurden 24 „Gestaltungsbereiche“ definiert. Konkrete Maßnahmen, sogenannte „Reiseerlebnisangebote“, sprechen mindestens einen, oft aber mehrere dieser Gestaltungsbereiche in unterschiedlichsten Kombinationen an. Für Vergleich und Analyse solcher Angebote wurde ein Bewertungsverfahren entwickelt, das eine Beurteilung aus mehreren Perspektiven erlaubt. Damit wird der reisende Mensch als Subjekt aus einer neuen – erweiterten – Perspektive betrachtet. Ausgehend von einem breiten Spektrum methodischer Ansätze und Anforderungen zielt das Verfahren zunächst auf ein für die Praxis handhabbares Vorgehen. Im Detail bietet es noch zahlreiche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und stellt neue Anforderungen an verkehrswissenschaftliche Datengrundlagen.

Das Thema greift verschiedene der im Tagungskonzept beschriebenen Fragen auf und kann als Beispiel eines Versuchs angesehen werden, konkrete Fragen der Gestaltung technischer Systeme (hier des öffentlichen Verkehrs) nicht allein aus einer (etablierten) technischen Sicht zu betrachten, sondern die individuellen und gesellschaftlichen Erwartungen dabei ebenso zu berücksichtigen. Es ließe sich der Sektion 1 (mit Bezug auf das Verkehrssystem) oder 3 (aus methodischer Sicht) zuordnen. Entsprechend könnte der Schwerpunkt der Darstellung gewählt werden.

Donnerstag, 25. November 2010, 12:00 Uhr

**Jens Schippl** (ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Etablierte Mobilitätsmuster – eine Umsetzungshürde für Elektromobilität?“**

Beispiele aus verschiedenen Technikfeldern zeigen, dass sich technologische und gesellschaftliche Entwicklungen gegenseitig beeinflussen. Heutige Mobilitätsmuster werden durch moderne Technik-Infrastruktur Kombinationen erst ermöglicht. Gleichzeitig sind die mit den etablierten Mobilitätsroutinen verbundenen Nachfragemuster zentrale Treiber für technologische und organisatorische Innovationen. Die Gestaltung von Technik-Infrastruktur Kombinationen scheint, bis zu einem gewissen Grad, gesellschaftlichen Leitbildern oder Paradigmen zu folgen, wie sich am Beispiel des Stadtverkehrs zeigen lässt: In den 1960er Jahren galt das Planungsleitbild oder Paradigma der autogerechten Stadt, das weitgehend „erfolgreich“ umgesetzt wurde. In den 1980er Jahren wurde das Thema Liberalisierung zu einem leitenden Paradigma. Inzwischen dominiert „Nachhaltigkeit“ als Leitbild die Entwicklung urbaner Räume und viele Beispiele zeigen, wie sich dieses Leitbild materialisieren kann. So wird deutlich: Mobilitätsmuster sind nicht starr, sondern verändern sich im Wechselspiel mit Technik-Infrastruktur Systemen und gesellschaftlich-politischen Leitbildern oder Paradigmen.

Davon ausgehend soll nun am Beispiel E-Mobility die Frage diskutiert werden, inwieweit sich neue technische Entwicklungen den etablierten Mobilitätsmustern anpassen müssen, oder ob man nicht davon ausgehen sollte, dass sich Mobilitätsmuster neuen technischen „Settings“ zumindest bis zu einem gewissen Grad anpassen werden. Die Entwicklung der Elektromobilität bietet hier ein besonders interessantes Beispiel, da sich aufgrund einiger technischer Charakteristika abzeichnet, dass eine stärkere Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen nicht möglich sein wird ohne die in Industrieländern wie Deutschland habitualisierten Mobilitätsmuster zu verändern. So werden Elektrofahrzeuge, die in den nächsten Jahren auf den Markt kommen, eine deutlich geringe Reichweite und längere Ladezeiten als herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren aufweisen. Innovative Geschäftsmodelle, die beispielsweise von Car-Sharing Konzepten ausgehen, können helfen, alternative Antriebe den aktuellen Mobilitätsmustern anzunähern (für jeden Fahrzweck kann individuelle Mobilität bereit gestellt werden; für Langstrecken nimmt man einen Diesel, für Kurzstrecken ein Elektrofahrzeug) und gleichzeitig die Mobilitätsmuster den technischen Möglichkeiten anzunähern (Auflösung des bisher engen Zusammenhangs zwischen individueller Mobilität und Autobesitz). Wie könnte ein Forschungsansatz aussehen, der solche Fragen (empirisch fundiert) ausleuchtet?

Donnerstag, 25. November 2010, 12:30 Uhr

### Mittagspause

Donnerstag, 25. November 2010, 14:00 Uhr

**Dr. Walter Peissl** (ITA, ÖAW Wien)

### **„Datenschutz als Designmerkmal – Vorschläge zur Technikgestaltung am Beispiel von TA-Forschungen zur Privatsphäre in der Informatikgesellschaft“**

Fast alle Lebensbereiche sind mittlerweile durch „Informatisierung“ geprägt. Durch die nahezu ubiquitären Datensammlungen kommen jedoch die Grundrechte auf Privatsphäre und Datenschutz zunehmend in Bedrängnis. Verstärkt wird diese Entwicklung durch politische Vorgaben, die der Sicherheitspolitik Vorrang einräumen sowie auch durch veränderte Verhaltensweisen der NutzerInnen selbst, wie etwa die so genannten Web-2.0-Anwendungen zeigen. Parallel zu diesen Entwicklungen bleibt die Tatsache bestehen, dass in Europa durch die einschlägigen Richtlinien und deren nationalstaatliche Umsetzungen ein theoretisch hohes Datenschutzniveau besteht. Dieses kann aber oft nicht durchgesetzt werden, weil Datenschutzbehörden in vielen Fällen mit zu wenigen Ressourcen ausgestattet sind. Das bedeutet, dass ein hoher rechtlicher Schutzzaun für die Grundrechte auf Privatsphäre und Datenschutz zwar unabdingbar, allerdings in vielen Bereichen nicht ausreichend ist, um die Privatsphäre in der Informationsgesellschaft aufrechtzuerhalten. Neben den notwendigen Awareness-Maßnahmen, der Schulung von (zukünftigen) NutzerInnen für einen bewussten Umgang mit personenbezogenen Daten und neuen Governance-Ansätzen der Selbstregulierung, ist es insbesondere die Technik selbst, die einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Situation leisten kann. Deshalb werden von TechnikerInnen, DatenschützerInnen und auch SozialwissenschaftlerInnen zunehmend Instrumente vorgeschlagen, die eine effektive Verbesserung des Datenschutzniveaus gewährleisten sollen. Dazu zählen Ansätze wie „Privacy by Design“, die Förderung von Privacy Enhancing Technologies ebenso wie Aktivitäten der Selbstregulierung, die etwa durch europäische Datenschutzgütesiegel angestoßen werden.

Den oben angeführten Ansätzen ist gemein, dass sie pro-aktiv eine möglichst frühzeitige Einbettung von datenschutzrelevanten Merkmalen in den Technikentstehungsprozess befördern wollen. Dies ist umso bedeutender, als die frühe Integration von Datenschutzfunktionen in den Technikentstehungsprozess die dafür aufzuwendenden Zusatzkosten gering halten kann. Dem steht die bisher weit verbreitete Meinung entgegen, dass Investitionen in den Datenschutz teuer seien und die Wettbewerbssituation von Unternehmen verschlechtern würden. Die auf das Gesamtsystem gerichtete Technikfolgenabschätzung versucht hier, Mittler zwischen den Welten zu sein und akzeptable Lösungen anzubieten, die eine grundrechtskonforme Gestaltung von IT-Systemen vorsehen und Verständnis für datenschutzkonforme oder Privatsphäre fördernde Innovationen bei allen Beteiligten zu schaffen in der Lage sind. TechnikerInnen und kaufmännisch Verantwortliche müssen oft erst davon überzeugt werden, dass Datenschutz nicht ein kostenintensives Add-On darstellt, sondern vielmehr ein Qualitätsmerkmal ist, mit dem man sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen kann; und politische Entscheidungsträger können darauf aufmerksam gemacht werden, dass Sicherheit und Privatsphäre nicht notwendigerweise ein Nullsummenspiel darstellen.

Die Diskussion um privatsphärefördernde IT-Systeme erscheint geradezu als Paradebeispiel für Innovationen, die zwar in der ex-ante-Analyse gesellschaftlich wünschenswerte Veränderungen mit sich bringen können, die dennoch in den bestehenden Systemen auf hohe Umsetzungshürden stoßen.

In diesem Beitrag wird auf diese Umsetzungshürden eingegangen und einige der aktuellen Entwicklungen dargestellt. Die Ergebnisse von aktuellen Forschungsprojekten dazu werden präsentiert, d. h. Instrumente werden vorgestellt, die in bestehenden Systemen den Transformationsprozess hin zu einer datenschutzfreundlicheren Technikgestaltung erleichtern. Beispiele dafür sind etwa ein Bewertungsinstrument, das die datenschutzfreundliche Gestaltung von (Sicherheits-)Technologien ermöglicht und einige Erkenntnisse aus der Einführungsphase eines Gütesiegels mit dessen Hilfe die Selbst-Regulierung im Bereich Privacy gefördert werden soll.

Donnerstag, 25. November 2010, 14:30 Uhr

**Prof. Dr. Regine Kollek** (FSP BIOGUM, Uni Hamburg)

### **„Biobanken als techno-normative Systeme“**

Humanbiobanken sind Sammlungen menschlicher Körpersubstanzen, die mit personenbezogenen und anderen Daten der Spender verbunden sind. Im Zuge der Entwicklung von Patientenrechten einerseits und wissenschaftlich-technischen Entwicklungen im Bereich der Genomforschung andererseits sind solche Sammlungen zu hybriden Einrichtungen geworden, die nicht nur verschiedenen Anforderungen an Probengewinnung und Management gerecht werden müssen, sondern auch rechtlichen und ethischen Normen zum Schutz von Spenderinteressen genügen müssen. In diesem Sinne sind es „techno-normative“ Systeme. Die Frage ist, wie die normativen Ansprüche strukturell und organisatorisch integriert werden (können). In dem Beitrag sollen Ergebnisse einer empirischen Systemanalyse von neun deutschen Biobanken vorgestellt und Schlussfolgerungen für die ethische Bewertung und Regulierung von Biobanken gezogen werden.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:00 Uhr

**Dr. Georg Aichholzer, Stefan Strauß** (ITA, ÖAW Wien)

### **„Staatliches Identitätsmanagement als Systeminnovation – ein tragfähiger Ansatz zur Gestaltungs- und Folgenanalyse?“**

Unser Beitrag zielt darauf ab, die Wirkungszusammenhänge des Innovationsprozesses zur Einführung nationaler Systeme für elektronisches Identitätsmanagement (eIDMS) näher zu beleuchten. Wir stützen uns dabei auf den integrativen theoretischen Rahmen von Geels et al. (2004), um den Einführungsprozess des eIDMS in Österreich und dessen Gestaltungsergebnisse unter einer Systeminnovations-Perspektive empirisch zu analysieren. Zahlreiche öffentliche Verwaltungen in Europa führen nationale eIDMS ein. Die Systeme weisen zwar einige Gemeinsamkeiten auf, sind jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt – sowohl bezüglich ihrer Entwicklungsstadien als auch hinsichtlich ihrer Ausgestaltung und Funktionalität. Die Kontextfaktoren dieses komplexen Innovationsprozesses sind vielschichtig: Mit zahlreichen unterschiedlichen Anforderungen, teils kontroversen Zielen und der Vielzahl unterschiedlicher Akteure ist die implizierte Transformation von traditionellen zu elektronisch gestützten Identifizierungsmechanismen mit vielfältigen Herausforderungen konfrontiert. Eine wesentliche Triebfeder dieser Entwicklung ist der Bedarf, bestehende Abläufe zur Identifizierung und Authentifizierung von Bürger/innen im Kontakt mit öffentlichen Verwaltungen an die veränderten Bedingungen elektronischer Interaktionsräume anzupassen. Schlüsselakteure kommen aus dem Umfeld des E-Government und erwarten sich vor allem mehr Sicherheit und Effizienz von Verwaltungsabläufen sowie gesteigerte Nutzungszahlen bei elektronischen Verwaltungsdiensten. Die Transition von analogen (papiergestützten) Identifizierungsformen hin zu einem elektronischen System mit vielfältigen Anwendungsbereichen in allen Verwaltungsebenen bedeutet einen grundlegenden sozio-technischen Systemwandel. Dieser umschließt neben sozialen, organisationalen und technischen Dimensionen noch zahlreiche weitere Komponenten (Artefakte, Wissen, Regulierung, Infrastruktur, kulturelle Bedeutung, Märkte) und weist deutliche Züge einer Systeminnovation auf. Systeminnovationen sind ko-evolutionäre, systemische Innovationen „im großen Stil“, die einen Wandel in der Erfüllung wesentlicher gesellschaftlicher Funktionen implizieren. Die Einführung von eIDMS betrifft die Funktion der Identifizierung von Personen in der Interaktion zwischen Bürger/innen und staatlichen Institutionen und damit vor allem bestimmte technische Mittel und soziale Praktiken. Der Ansatz der Systeminnovation geht u.a. von vorhandenen Mängeln und Schwächen bestehender Techniken aus, die einen Bedarf nach funktionalen Verbesserungen und Erweiterungen auslösen, der sich in größeren Zeitspannen und Aushandlungsprozessen verschiedener Akteure, unterschiedlicher sozialer Gruppen und technologischer Substitution widerspiegelt. Der sozio-technische Wandel lässt sich in vier Phasen unterteilen: Beginnend in einer technologischen Nische, hin zu technischer Spezialisierung in Nischen und Erschließung neuer Funktionalitäten, über zunehmende Durchdringung und Wettbewerb mit dem etablierten „Regime“, bis zu dessen gradueller Ablösung und weiterer Transformation. Mittels einer Kombination verschiedener Methoden, insbesondere Interviews mit Kernakteuren und Dokumentenanalyse, erschloss der Systeminnovations-Ansatz eine fruchtbare analytische Perspektive für eine Fallstudie der eIDMS-Einführung in Österreich. Wie sich zeigt, hat die Transition ein Stadium erreicht, das als (möglicher) Übergang von einer reinen Nischentechnologie zu einer Spezialisierung in mehreren Nischen charakterisiert werden kann, d. h. u. a.: Implementierung von Kernkomponenten, Anwendungen in Nischen, Erschließung neuer Funktionalitäten, graduelle Diffusion und Wettbewerb mit eingesetzten anderen Identitätsmanagementkonzepten. Im Wechsel-

spiel des Einflusses von Akteurkonstellationen und institutionellen Rahmenbedingungen prägen Verbesserung von Datenschutz und Sicherheit elektronischer Transaktionen als wesentliche Ziele den Innovationsprozess ganz entscheidend. Geringe Nutzung und ungelöste Problemfelder hinsichtlich potenzieller Bedrohungen der Privatsphäre deuten allerdings auf eine unausgewogene Umsetzung der Innovationsziele hin. Auch in Bezug auf die Realisierung von Datenschutz- und Sicherheitsanforderungen im Einklang mit institutionalisierten Mechanismen und Verwaltungsabläufen sind Spannungen sichtbar. Trotz nationaler Unterschiede sind die Nutzungsdefizite in vielen anderen Ländern ähnlich. Darin spiegelt sich auch das Spannungsverhältnis innerhalb eines sozio-technischen Systems, das mit einem deutlichen Wandel einer gesellschaftlichen Funktion konfrontiert ist. Als ein Gewinn der Systeminnovations-Perspektive erweist sich nicht nur die Identifizierung von Wechselwirkungen im Transitionsprozess zum eIDMS. Unter dem Gesichtspunkt von Innovationsfolgen verweist sie auch auf spezifische Adaptierungsbedarfe ab einer bestimmten Entwicklungsphase der Systeminnovation selbst.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:30 Uhr

### **Kaffeepause**

Donnerstag, 25. November 2010, 16:00 Uhr

**Dr. Ruth Klüser, Dr. Stephan Lingner** (Europäische Akademie, Bad Neuenahr-Ahrweiler)

### **„Neue Strukturen im Energiebereich – neue Herausforderungen für elektrische Hochspannungsnetze“**

Energieversorgungssysteme sind zentrale Elemente für die verlässliche Bereitstellung von Strom und Wärme in modernen Gesellschaften. Im Elektrizitätsbereich sind stabile Stromverteilungs- und -versorgungsnetze Voraussetzung für die Erfüllung dieser Aufgabe. Die hierfür notwendige Stabilität von Elektrizitätsnetzen ist aber nicht immer gegeben, da sie für bestimmte Lastaufgaben und Randbedingungen ausgelegt sind. Änderungen dieser Parameter durch umweltseitig motivierte technische, betriebliche oder regulative Innovationen können ggf. die Störanfälligkeiten elektrischer Netze erhöhen, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Die beobachtbare Häufung von Stromausfällen – auch in Europa – weist in diese Richtung. Die Folgen derartiger Stromausfälle können signifikante wirtschaftliche Schäden sowie Beeinträchtigungen und Gefährdungen des privaten und öffentlichen Lebens in den betroffenen Regionen nach sich ziehen. Die aktuellen Herausforderungen für die elektrischen Energieversorgungssysteme in Europa lassen sich folgendermaßen spezifizieren:

- Die zunehmende Einspeisung von umweltfreundlichen Energien mit schwankendem Leistungsprofil (Windkraft oder andere regenerative Energien) erfordert höhere Ausgleichskapazitäten. Langfristig führt die politisch gewollte Zunahme von Windkraft zu Lastflussänderungen, denen die gegenwärtige Netzstruktur technische Grenzen auferlegt. Außerdem erfordert die Energieeinspeisung von großen Windkraftwerksparks *off-shore* erhebliche Investitionen in die Anbindung an die küstennahen Abschnitte der Übertragungsnetze.
- Dem o. g. Ausgleichsbedarf steht derzeit ein Abbau konventioneller Kraftwerkskapazitäten entgegen, der zu einer Verringerung von Reservekapazitäten führt, die im ungünstigsten Fall eine kritische Leistungsreserve unterschreiten könnten.
- Der weitere Ausbau des europäischen Verbundnetzes kann zu zusätzlichen Stabilitätsproblemen dynamischer Art führen, denen nur mit aufwendigen technischen Maßnahmen zu begegnen ist.
- Der durch die Liberalisierung der europäischen Elektrizitätsnetze sowie die Entflechtung der Wertschöpfungsstufen Stromerzeugung und Netzbetrieb/-ausbau entstandene Kostendruck führt derzeit tendenziell zu Unterinvestitionen im Netzbereich

Unter diesen Bedingungen können „gut gemeinte“ aber unkoordinierte Eingriffe in etablierte Systeme der Stromerzeugung und -verteilung inakzeptable Energieversorgungsrisiken für die Gesellschaft bergen. Historisch gewachsene elektrische Netze sind in diesem Sinne gefestigte Systeme, die als natürliche Monopole Umsetzungshürden für technische und nicht-technische Energieinnovationen darstellen. Zu Ihrer Überwindung sind insbesondere die Teilziele Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit der Stromversorgung in Einklang zu bringen, um eine hinreichende Einbettung neuer Energietechnologien in den gesellschaftlichen Kontext zu gewährleisten.

Entsprechende Systembetrachtungen, die technische, ökonomische und rechtliche Aspekte integrieren, waren Aufgabe einer mittlerweile abgeschlossenen Akademiestudie zum Thema. Im Beitrag für die Konferenz soll ein Überblick über die Resultate gegeben werden, die u. a. zur künftigen Sicherung der Versorgungsqualität mit Strom, zu Fragen der weiteren Ausgestaltung der Anreizregulierung in der Elektrizitätswirtschaft und zur gerechten Beteiligung der Netznutzer an den Mehrkosten für einen zukunftssicheren Netzbetrieb und -ausbau Stellung nehmen.

Donnerstag, 25. November 2010, 16:30 Uhr

**Sönke Stührmann, Prof. Dr. Arnim von Gleich, Dr. Stefan Gößling-Reisemann**  
(FG Technikgestaltung und Technologieentwicklung, Uni Bremen)

### **„Mit dem Leitkonzept Resilienz auf dem Weg zu resilienteren Energieinfrastrukturen“**

Energieinfrastrukturen – besonders im Bereich der elektrischen Energieversorgung – befinden sich in einem tiefgreifenden Transformationsprozess. So galt die zentralisierte Erzeugung von Energie, möglichst nah am Ort des Verbrauchs gelegen, über Jahrzehnte als eines der wesentlichsten Grundprinzipien in der elektrischen Energieversorgung. Mit der erfolgreichen Einführung des EEG im April 2000 verstärkte sich der massive Ausbau der Erneuerbaren Energien und damit ein Paradigmenwechsel – hin zu einer dezentralen Energieversorgung. Die Abkehr von zentralen Funktionsprinzipien, und als Gründe der globale Wandel, Maßnahmen zu Klimaschutz und -anpassung und die Liberalisierung des Strommarktes führen in Unternehmen der Energiewirtschaft zu großen Unsicherheiten hinsichtlich der Aufrechterhaltung des sicheren Betriebs. Die Unsicherheiten erschöpfen sich jedoch nicht in der Unsicherheit dessen, was uns im Rahmen des Klimawandels, etc. erwartet. Unsicher ist auch, wie eine adäquate Antwort bzw. besser eine adäquate Vorbereitung auf turbulenter werdende Rahmenbedingungen (also z. B. auch eine rationale und vorsorgeorientierte Klimaanpassungsstrategie) aussehen könnte bzw. sollte. Die Antwort auf die Frage, wie viele Belastungen und Störungen komplexe Systeme „verkräften“ können, hängt stark vom Systemzustand und der Systemarchitektur ab. Für die Fähigkeit, Belastungen und Störungen auszugleichen bzw. zu assimilieren steht in der Ökosystemtheorie der von Holling (1973) geprägte Begriff der Resilienz. Ökosysteme sind in der Lage, auch unter sich rasch verändernden (turbulenten) Rahmenbedingungen ihre wesentlichen Systemleistungen aufrecht zu erhalten. Nach diesem Vorbild eines erfolgreichen Umgangs mit Unsicherheiten sollen auch sozioökologische, soziotechnische, ökonomische und soziale Systeme resilienter gestaltet werden. Im Projekt „*nordwest2050 – Perspektiven für klimaanangepasste Innovationsprozesse in der Metropolregion Bremen-Oldenburg*“ fungiert Resilienz als Leitkonzept aus dem bereichsspezifische Gestaltungsleitbilder abgeleitet werden, wobei mit folgender Resilienz Definition gearbeitet wird:

*Resilienz beschreibt die Fähigkeit eines Systems, seine Dienstleistungen auch unter Stress und in turbulenten Umgebungen (trotz massiver äußerer Störungen und interner Ausfälle) Aufrecht zu erhalten.*

Diese Definition lehnt sich eng an eine von Brand vorgestellte Definition an, die sich zwar noch stark auf Ökosysteme bezieht und dabei aber schon viele Anregungen aus den bisherigen Debatten über Nachhaltigkeit aufnimmt. Aufgrund der bestehenden Unsicherheiten in Klimamodellen und der Komplexität der betrachteten Systeme wird ein Zugang über das Leitkonzept Resilienz und die Entwicklung entsprechender Gestaltungsleitbilder (für verschiedene Technologiepfade) gewählt. Die Unterscheidung in Leitkonzept und Gestaltungsleitbild ermöglicht es einerseits einen dynamischen, flexiblen und adaptiven Stabilitätsbegriff auf einer Metaebene zu verwenden. Gleichzeitig ermöglicht es andererseits in der Kooperation mit Unternehmen konkrete und ansprechende Gestaltungsleitbilder auf einer gemeinsamen theoretischen Grundlage und mit einer gemeinsamen Zielperspektive zu entwickeln.

Zentrale Elemente des Leitkonzepts „Resiliente Systeme“ sind:



Aufbauend auf diesen Elementen lässt sich das Gestaltungsleitbild „Resiliente Energiesysteme“ noch weiter explizieren. Es gilt Sektor übergreifend (Gas, Wärme, Strom, ...) Schnittstellen zu schaffen, z. B. im Bereich der Speichertechnologien, die mit verschiedenen Kapazitäten und verschiedenen Funktionsprinzipien (z. B. Batteriespeicher, Druckluftspeicher etc.) in ausreichender Menge jederzeit in das Netz zu integrieren sind. Dazu bedarf es auch einer neuen Struktur der Verteilung und Informationsweitergabe. Die Ideen knüpfen an die Forschungsergebnisse im Bereich der Energy Hubs2 an.

Im Beitrag werden vertieft die folgenden Punkte angesprochen:

- Definition des Resilienzbegriffs und Operationalisierung als Leitkonzept
- Resilienz als dynamischer Stabilitätsbegriff
- Vom Leitkonzept Resilienz zu bereichsspezifischen Gestaltungsleitbildern
- Systemdienstleistungen in der Energiewirtschaft
- Gestaltungselemente für resilientere Energieinfrastruktursysteme

Der Bericht stützt sich auf die Arbeiten der AG Theorie im Projekt nordwest2050.

Donnerstag, 25. November 2010, 17:00 Uhr

**Dr. Michael Ornetzeder, Petra Wächter** (ITA, ÖAW Wien), **Prof. Dr. Harald Rohrer, Anna Schreuer** (IFZ, TU Graz), **Dr. Matthias Weber, Dr. Klaus Kubeczko, Manfred Paier, Dr. Markus Knoflacher** (AIT, Wien), **Dr. Philipp Späth** (IFP, Uni Freiburg)

### „Sozio-technische Szenarien und Kernhandlungsfelder für ein nachhaltiges Energiesystem in Österreich“

Es besteht kein Zweifel daran, dass sich die Art und Weise, wie Energie erzeugt und verbraucht wird, in den kommenden Jahrzehnten radikal verändern muss. Eine derart grundlegende Transformation des Energiesystems erfordert einen komplexen gesellschaftlichen Gestaltungs- und Lernprozess, der eine Vielzahl von Akteuren und mehrere Ebenen der Transformation umfasst. Die dazu notwendigen Systeminnovationen verlangen nach einem koordinierten Zusammenspiel von Technologien, Institutionen, sozialen Praktiken und kulturellen Wertvorstellungen. Darüber hinaus sind auch die meist kurzfristigeren Interessen und Strategien zentraler Akteure entsprechend zu berücksichtigen. Für die politische und gesellschaftliche Gestaltung eines solchen Prozesses bedarf es der Entwicklung geteilter Zielvorstellungen über die mögliche Zukunft des Energiesektors sowie der Analyse und ständigen Anpassung der Entwicklungsschritte hin zu diesen Zielen.

Foresight oder Szenariostudien über die zukünftige Entwicklung des Energiesystems sind im Allgemeinen sehr stark „output“-orientiert, d. h. ihr Schwerpunkt liegt besonders im Bereich der Quantifizierung des Energiebedarfs und anderer Parameter bei Eintreffen bestimmter Entwicklungen (business-as-usual, forcierte Einsparung etc.). Komplementär und aufbauend auf solchen quantitativ orientierten Szenario-Modellierungen konzentriert sich ein laufendes Projekt, auf das auch der vorgeschlagene Konferenzbeitrag basiert, auf die Fundierung solcher Annahmen und auf den Prozess der Veränderung des Energiesystems aus einer soziotechnischen Perspektive. Sozio-technisch bedeutet dabei, dass verfügbare Technologieoptionen und die Nutzung und Verbreitung neuer Energietechnologien eng mit sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen (wirtschaftliche Entwicklung, demographische Veränderungen, gesellschaftliche Trends) auf der einen und der institutionellen, sozialen und ökonomischen Struktur des Energiesystems auf der anderen Seite zusammenhängen.

Der Konferenzbeitrag rückt das Spannungsfeld zwischen der erforderlichen „Umfassendheit“ des prospektiven „Systemblicks“ der TA und der „Detailliertheit“ der Analyse ausgewählter Teilaspekte in den Vordergrund. Aufbauend auf sozio-ökonomische Rahmenszenarien zur Beschreibung möglicher zukünftiger Entwicklungen des österreichischen Energiesystems und einer Nachhaltigkeitsbewertung ausgewählter Szenarien wurden unter Einbeziehung wichtiger Stakeholder und ExpertInnen Kernhandlungsfelder, die als zentral für den weiteren Entwicklungsverlauf des Energiesystems angesehen werden, ausgewählt. Im Konferenzbeitrag sollen die identifizierten Kernhandlungsfelder vorgestellt und Ansatzpunkte für die detaillierte Analyse von Transformationspotenzialen und Entwicklungshindernissen diskutiert werden.

## Abstracts zu den Vorträgen

### Sektion 2

#### „Schlüsseltechnologien – zwischen Anwendungsoffenheit und Innovation“

Donnerstag, 25. November 2010, 09:00 Uhr

**Prof. Dr. Wolfgang Gerstlberger** (Uni Odense, DK, Dpt. Marketing & Management),  
**Markus Will** (FG Ökologie und Umweltschutz, Hochschule Zittau/Görlitz)

#### „Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Technikfolgenabschätzung und Innovationsmanagement – Was gibt es voneinander zu lernen?“

Der Begriff Innovationsmanagement bezieht sich auf die systematische Steuerung und Kontrolle von technischen und nicht-technischen Innovationen in Organisationen, Unternehmensnetzwerken und Innovationssystemen. Die wissenschaftliche Analyse des Diffusionspotenzials bezieht sich vorwiegend auf innerbetriebliche und unternehmensübergreifende Faktoren. Häufig werden Prozessmodelle entwickelt, mit deren Hilfe Innovationsprozesse erklärt werden sollen und Faktoren, die eine Diffusion der Innovation begünstigen, identifiziert werden. Im Rahmen des Innovationscontrollings und Innovationsmanagements werden Neuentwicklungen einer vorwiegend betriebswirtschaftlichen Bewertung unterzogen, wobei auch Risikofaktoren, rechtliche Implikationen und mögliche Reaktionen von Anspruchsgruppen eine Rolle spielen.

Technikfolgenabschätzung, hier als Instrument der Politikberatung verstanden, befasst sich mit der Beobachtung von wissenschaftlichen Trends und Entwicklungen sowie der prospektiven Analyse gesellschaftlicher Auswirkungen und der Abschätzung möglicher Chancen und Risiken. Der Analyserahmen ist hier weitergefasst, jedoch sind zumindest methodisch Gemeinsamkeiten erkennbar. In unserem Beitrag werden wir derartige und weitere Gemeinsamkeiten ausarbeiten, aber auch auf Unterschiede aufmerksam machen. Insgesamt gehen wir davon aus, dass eine Auseinandersetzung mit diesen beiden Gebieten wertvolle Lerneffekte hervorbringen kann.

Donnerstag, 25. November 2010, 09:30 Uhr

**Dr. Hans-Liudger Dienel** (ZTG, TU Berlin)

**„Ein Systemblick auf Schlüsseltechnologien und Schlüsselkombinationen“**

Die Förderung von Schlüsseltechnologien spielt als strategisches Konzept in vielen nationalen Innovationspolitiken eine zentrale Rolle. Trotz großen Mitteleinsatzes gelingt es dabei oft nicht, einen größeren Technologievorsprung hierbei zu fördern, weil kompetente Konkurrenten einen schlüsseltechnologischen Vorsprung überraschend schnell aufholen können.

Die Systemanalyse bietet demgegenüber für nationale Innovationspolitik einen breiteren „Systemblick“, der die Synergie verschiedener „Schlüsseltechnologien“ zu „Schlüsselkombinationen“ zu erkennen und zu bewerten vermag. Schlüsselkombinationen, d. h. Kombinationen mehrerer Schlüsseltechnologien, industriell-gewerblicher Stärken und komplementärer Dienstleistungen, sind in der Regel – weil voraussetzungsreicher – schwieriger zu kopieren und bieten deshalb aus der Perspektive einer regionalen oder nationalen Innovationspolitik wirkungsvollere Strategien.

Der Beitrag analysiert und vergleicht an ausgesuchten Beispielen die Förderung von Schlüsseltechnologien und Schlüsselkombinationen.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:00 Uhr

**Dr. André Gzásó, Petra Wächter, Angela Meyer** (ITA, ÖAW Wien)

**„Pilotstudie Converging Technologies – eine Frage der österreichischen Forschungsförderung und ein erster Antwortversuch“**

In einem Projekt im Auftrag des österreichischen Technologieministeriums (BM:VIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) werden allgemeine Rahmenbedingungen für Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten der Converging Technologies (CT) in Österreich untersucht. Ziele der Studie sind (1) eine Sondierung und Abbildung des Begriffsfeldes der Converging Technologies sowie eine Analyse unterschiedlicher Begriffsdefinitionen zur "Converging Technologies", (2) die Erhebung internationaler und vor allem europäischer Aktivitäten zur F&E in diesem Bereich und (3) die Identifikation möglicher Interessenten, Ansprechpartner und Themenfelder in Österreich im Hinblick auf eine mögliche Etablierung einer wissenschaftlichen CT community. Während in einem ersten Schritt v. a. der Versuch unternommen wird, den Bedeutungsumfang und v. a. die Funktionsbreite des Begriffs Converging (bzw. convergent) Technologies und verwandter Ausdrücke (NBIC, GRN, GRIN, GRAIN, etc.) abzuschätzen und einzugrenzen, steht in den folgenden Arbeitspaketen die Frage im Vordergrund, welche Art von Projekten unter diesem Stichwort tatsächlich für förderungswürdig befunden werden und welche Disziplinen hier beteiligt sind. Dies soll v. a. auf europäischer Ebene erhoben und analysiert werden. Um eine Übersicht über bereits abgeschlossene oder laufende Forschungsvorhaben zur CT im internationalen Kontext zu erlangen, werden bisherige Ausschreibungen und Projekte im EU-FP6 und FP7, ERA-NET etc. analysiert, wobei sich die Kernfragen auf die beteiligten Fachdisziplinen, ihre Repräsentanten und die jeweilige Praxis und Forschungsherausforderungen beziehen.

In einem abschließenden ExpertInnen-Workshop mit österreichischen Forschern und Forscherinnen, die der CT-Szene weitgehend zugeordnet werden können und die ein entsprechendes Interesse bekundet haben, sollen die Ergebnisse aus den ersten Erhebungen zu Converging Technologies diskutiert werden, um ein besseres Verständnis für deren Probleme und Herausforderungen zu gewinnen.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:30 Uhr

**Kaffeepause**

Donnerstag, 25. November 2010, 11:00 Uhr

**PD Dr. Stephan Albrecht** (FSP BIOGUM, Uni Hamburg)

### **„Systemfragen der Pflanzenbiotechnologie – Paradigmen, Legitimationen, korporative Interessen“**

Mit dem wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Auftreten der ersten transformierten Nutzpflanzen in den 1980er Jahren hatte sich ein Verfahren der Gentechnik durchgesetzt, das paradigmatisch weitgehend mechanistischen Vorstellungen von dem System Nutzpflanze und deren genetischem System entsprochen hat. Durch Hinzufügen oder Herausnehmen von Gen(en) werden erwünschte Eigenschaften hergestellt. Es erwies sich recht bald, dass damit zwar als wirtschaftlich verwertbare Resultate transgene Nutzpflanzen in Kombination mit einem Total- resp. Breitbandherbizid hergestellt werden konnten, komplexere Probleme etwa epigenetischer Regulation oder multigenetischer Eigenschaften jedoch nicht erfolgversprechend bearbeitet werden konnten, weder in der Forschung noch unter Anwendungsaspekten. Bis heute kommen beim wirtschaftlich relevanten Anbau transgener Nutzpflanzen zwei Eigenschaften nahezu ausschließlich vor, entweder einzeln oder in Kombination. Die Genomforschung hat mittlerweile eine riesige Menge von genetischen Daten verfügbar gemacht, deren Bedeutung und Zusammenhänge jedoch weitgehend unverstanden sind.

Die Forschungsfinanzierungssysteme vieler industrialisierter Länder und internationaler Organisationen haben jahrzehntelang beachtliche öffentliche Gelder für die Pflanzenbiotechnologie ausgegeben. Die Legitimation dieser Verwendung von Steuergeldern ist dabei über Jahrzehnte erstaunlich statisch geblieben: Gesundheit, Umwelt, Welternährung, exzellente Forschung. Bis auf den letzten Punkt ergeben die weltweit verfügbaren, nicht interessengeleiteten Abschätzungen und Bewertungen allerdings ein negatives bis ambivalentes empirisches Puzzle. Um die Diskrepanz von sehr begrenzter Innovation, aber weitgefächerter massiver öffentlicher Promotion bei empirisch wenig begründeter Legitimation zu verstehen, muss der Systemblick der TA auch die involvierten korporativ-privaten Interessen und deren Einfluss- und Machtsysteme erfassen.

Der Vortrag analysiert die Verflechtungen, Widersprüche und Kohärenzen zwischen den epistemischen und paradigmatischen Veränderungen in der Pflanzenbiotechnologie, den legitimatorischen Kontinuitäten und den korporativen Interessen und Einflüssen.

Dabei ergibt sich für TA ein möglicherweise überraschender Befund: Für die meisten zentralen Systemfragen der auf Pflanzenbiotechnologie beruhenden Nutzpflanzen gibt es 20 Jahre nach Einführung und 14 Jahre nach weitgehender Deregulierung in den USA kaum Abschätzungen und Bewertungen, die methodischen *state of the art*-Ansprüchen genügen. Das betrifft nicht allein die ökologischen Systemkontexte, sondern ebenso die ökonomischen und sozialen einschließlich der internationalen.

Dieser Befund führt zu der Frage, inwieweit die geltenden Regulierungen eigentlich für die Formulierung und Untersuchung von systembezogenen TA-Fragen förderlich oder hinderlich sind. An Hand der deutschen und europäischen Bestimmungen wird aufgezeigt, dass und wie gesetzliche Normierungen und subgesetzliche Bestimmungen geeignet und in der Lage sind, innovationsbezogene Systemfragen zu eliminieren anstatt sie zu thematisieren und zu analysieren.

Der Vortrag endet mit einer Überlegung, welche Rolle TA als die systematische Organisation von Brückenwissen für eine zukunftstaugliche Nutzpflanzenforschung spielen könnte.

Donnerstag, 25. November 2010, 11:30 Uhr

**Nicole Schulze** (Fraunhofer ISI, Karlsruhe),

**PD Dr. Rolf Meyer, Dr. Martin Knapp** (ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Systemverständnis Grüner Gentechnik durch Szenario-Workshops“**

Im Diskursprojekt „Szenario-Workshops: Zukünfte der Grünen Gentechnik“ wurden im Herbst 2008 fünf Szenario-Workshops mit Studenten verschiedener Fachbereiche bzw. Oberstufenschülern durchgeführt. In den Workshops wurden die Entwicklungsmöglichkeiten auf dem Gebiet gentechnisch veränderter (gv) Nutzpflanzen, die darauf einwirkenden Faktoren sowie die daraus resultierenden Chancen und Risiken, diskutiert und auf dieser Basis durch die Laienteilnehmer Zukunftsbilder in Form von Szenarien herausgearbeitet. Im Mittelpunkt standen somit mögliche zukünftige Entwicklungen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung von gv Pflanzen und ihre denkbaren Nutzungskontexte, was die Kombination technischer und sozialer Systembetrachtungen erforderte.

Als erster Schritt der Szenarienerarbeitung wurden in den Szenarien-Workshops Faktoren, die die zukünftige Entwicklung der Grünen Gentechnik beeinflussen, gesammelt. Um einen besseren Überblick über die Einflussfaktoren zu gewinnen und die Auswahl von Schlüsselfaktoren zu erleichtern, wurde im nächsten Arbeitsschritt eine Gruppierung der identifizierten Einflussfaktoren vorgenommen. Als letzter Arbeitsschritt vor der Erarbeitung möglicher zukünftiger Entwicklungen wurden Schlüsselfaktoren bestimmt. Diese Vorgehensweise ermöglichte es, dass von den Laien implizit eine Systembeschreibung entwickelt wurde.

In dem Beitrag werden wesentliche Ergebnisse und Charakteristika bei der Identifizierung von Einflussfaktoren, ihrer Gruppierung und der Bestimmung von Schlüsselfaktoren sowie die zwischen den Workshops aufgetretenen Unterschiede und Gemeinsamkeiten vorgestellt. Es soll herausgearbeitet werden, wie in dem Workshop-Prozess ein Verständnis der Laienteilnehmer für systemare Zusammenhänge entsteht und wie Wechselwirkungen zwischen den wissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Systemen behandelt werden können.

Donnerstag, 25. November 2010, 12:00 Uhr

**Dr. Axel Siegemund** (Ev.-luth. Landeskirche Sachsen, Dresden)

### **„Die Transformation von Unsicherheiten bei der systemischen Bewertung der Grünen Gentechnik“**

Die Grüne Gentechnik ist „Zukunftstechnologie“ und „existenzbedrohend“. In ihrer Bewertung prallen Sachorientierung und Bekenntnis regelmäßig aufeinander. Jüngst nachzuvollziehen ist dies bei der Aussaat des seit April 2009 verbotenen transgenen Bt-Mais MON810 in Deutschland.

Die Akzeptanz von Innovationen auf dem Gebiet der Grünen Gentechnik ist von der Transformation wissenschaftlicher in politische und ökonomische Dimensionen etc. abhängig. Diese haben ihre eigene Dynamik. Der kriterienorientierte Systemblick – hier die Orientierung an den Kriterien der Nachhaltigkeit (soziale Sicherheit, ökonomische Effizienz, ökologische Stabilität) – scheint dort eine Grenze zu finden, wo die Zivilgesellschaft die Rechtfertigung von Innovationen an andere Kriterien knüpft. Aufgrund des Gefälles zwischen Expertenwissen und Laienkompetenz gelten die Kriterien der Gesellschaft nicht selten als sachfremd.

Doch auch in der Technik ist nicht mehr von sozialen und ökologischen Kriterien, sondern von sozialökologischen Systemen die Rede. Daher muss immer im Rahmen des Beziehungsgeflechts Mensch-Natur-Technik argumentiert werden. Welche Möglichkeiten hat die systemisch denkende TA, als konstruktives Element in Innovationsprozessen auf dem Gebiet der Grünen Gentechnik wirksam zu sein, ohne die Grenzen des Systemischen zu missachten? Die Dichotomie von Unsicherheit und Bewertung der Grünen Gentechnik soll hierzu in zwei Richtungen spezifiziert werden:

1. Es wird angenommen, dass sich die Transformation von Wissen und Nichtwissen auf die Akzeptanz der Grünen Gentechnik auswirkt. Durch welche Prozesse verstärkt oder vermindert sich die Akzeptanz? Lässt sich der Umgang mit Unsicherheiten bei Befürwortern und Gegnern systematisieren? Hier soll insbesondere die Transformation von Unsicherheit durch den Systemblick hinsichtlich der Ersetzung spezifischen Nichtwissens durch systemisches Nichtwissen untersucht werden. Wie antworten Befürworter und Gegner der Grünen Gentechnik auf Unsicherheiten und Ohnmachtserfahrungen?
2. Forschung ist experimentelle Entwicklung (D. Gooding), die hier buchstäblich „auf freiem Feld“ stattfindet. Welchen Einfluss hat der offene (irreversible?) Vollzug des Möglichen auf die Chancen der Grünen Gentechnik? Welche Anforderungen ergeben sich an den Umgang mit ihr für Wissenschaft und TA angesichts des unter 1. untersuchten Zusammenhangs von Akzeptanz und Unsicherheit? An dieser Stelle wird der Zusammenhang zwischen der prinzipiellen Freiheit im Prozess der Etablierung einer Innovation und der bewussten Einschränkung dieser Freiheit durch die Entscheidung für eine bestimmte Technik und deren Anwendung eine zentrale Rolle spielen. Welche Szenarien sind in der weiteren Entwicklung der Grünen Gentechnik denkbar und wie werden die Szenarien durch den Systemblick präjudiziert?

Aus diesen beiden Punkten, dem Zusammenhang von Unsicherheitstransformation und Akzeptanz und den Auswirkungen dieses Zusammenhangs auf die weitere Entwicklung der Grünen Gentechnik, kann abschließend eine verallgemeinernde Vermutung darüber formuliert werden, wie sich eine systemische Innovations- und Technikanalyse auf die Bewertung der Grünen Gentechnik auswirkt.

Donnerstag, 25. November 2010, 12:30 Uhr

### **Mittagspause**

Donnerstag, 25. November 2010, 14:00 Uhr

**Dr. Christoph Kaletka, Dr. Bastian Pelka** (SFS, Uni Dortmund)

### **„Einstieg in die Technikfolgenabschätzung des Web 2.0: Konzeption des Web 2.0 als soziale Innovation“**

Der Vortrag widmet sich der Frage, worum es sich bei dem als „Web 2.0“ bekannten Phänomen handelt: um eine technologische oder eine soziale Innovation? Die Beantwortung dieser Frage führt im Vortrag zu Schlussfolgerungen für die Abschätzung von Folgen einer absehbaren breiteren Nutzung dieses Phänomens, wie sie durch – vor allem kommunikationswissenschaftliche sowie wirtschaftswissenschaftliche -Studien prognostiziert wird. Denn die Prognose einer breiteren Nutzung des Phänomens Web 2.0 – breiter hat einen quantitativen Aspekt (mehr Nutzer/innen), aber auch einen qualitativen (Veränderung der Nutzerschaft und Professionalisierung des Einsatzes von Web 2.0) – zwingt die Technikfolgenabschätzung zur Beantwortung der Frage, welche Folgen eine solche breitere Nutzung nach sich zieht.

Der Vortrag bezieht bewusst den Innovationsbegriff in den Systemblick der Technikfolgenabschätzung ein, da die Auseinandersetzung mit dem Zustandekommen und den Gelingensbedingungen von Innovationen wichtige Ausgangsinformationen für die Technikfolgenabschätzung liefern kann. Dabei ist die Beobachtung von Interdependenzen und Unschärfen zwischen technologischen und sozialen Aspekten des Phänomens Web 2.0 ein zentraler Schritt, denn Innovation wird als reflexiver Prozess zwischen technologischer und sozialer Innovation verstanden (vgl. Zapf 1989). Den Einfluss technologischer wie sozialer Faktoren auf den Innovationsgehalt des Phänomens Web 2.0 gilt es zu unterscheiden und zu bewerten.

Der Vortrag entwickelt folgende Argumentation: Zunächst wird eine für die Technikfolgenabschätzung handhabbare Definition des Phänomens Web 2.0 entwickelt. Dabei wird Definitionen eine Absage erteilt, die das Web 2.0 als technologische Weiterentwicklung eines „Web 1.0“ sehen. Dies wird mit der Nichtunterscheidbarkeit der verwendeten Technologien begründet (vgl. Reißmann 2005, Maaß/Pietsch 2007). Stattdessen wird auf der Definition der OECD zu „user generated content“ aufbauend eine Definition entwickelt, die der sozialen Entwicklung innovativer Nutzungsroutinen eine zentrale Rolle einräumt (vgl. Kaletka/Pelka 2010). Diese Definition stützt sich wiederum auf medien-theoretische Unterscheidungen zwischen Technologien einer Gesellschaft und der Institutionalisierung ihrer Nutzung in Form von Medien (vgl. Kubicek 1997: 33, Wirth/ Schweiger 1999: 46). An Hand von drei Beispielen für Web 2.0 Anwendungen (wikis, blogs, communities) und ihrer gesellschaftlichen Resonanzfelder (z. B. Bürgerrechtsbewegungen, Journalismus, long tail Ökonomie) wird die Definition von Web 2.0 als soziale Innovation auf ihre Tauglichkeit hin überprüft. Abschließend werden anhand konkreter Praxisbeispiele Nutzungsperspektiven von Web 2.0 im Bereich des „Lifelong Learning“ skizziert – als Beispiel eines gesellschaftlichen Anwendungsfelds, in dem Folgen einer breiten Nutzung des Web 2.0 erwartet werden. Mit diesem letzten Schritt schließt sich der Kreis der Technikfolgenabschätzung: Über die zunächst anwendungsoffenen Basistechnologien des Web 2.0 und der sich daraus entwickelnden sozialen Innovation von „user generated content“ in gesellschaftlich akzeptierten Web 2.0 Anwendungen folgt ein Ausblick auf Einflüsse im Feld „Lebenslangen Lernens“ als – national wie europäisch - zentralem bildungspolitischen Rahmen.

Donnerstag, 25. November 2010, 14:30 Uhr

**Andreas Köhler** (DfS, Delft University of Technology)

### **„Implementieren von Ökodesign im Frühstadium des Innovationsprozess für elektronische Textilien“**

Forscher und Ingenieure aus den Fachgebieten Elektronik, Textil und Werkstoffwissenschaften entwickeln neuartige high-tech Produkte indem sie Materialien aus Elektronik und Textilien miteinander kombinieren. Elektronische Textilien bestehen aus in Textilmaterialien eingebetteten oder integrierten elektronischen Komponenten, z. B. Sensoren, Leuchtdioden, Schaltkreisen, Datenspeichern, Antennen und Batterien. Weit reichende Visionen zu textiler Elektronik sehen sogar faserbasierte Mikrochips vorher, die direkt in Textilien eingewoben werden können. Textilintegrierte high-tech Produkte werden

deshalb völlig verschieden zu heutiger Elektronik aussehen, eventuell gar nicht als solche erkennbar sein. Die Verschmelzung von Materialien und Funktionen aus unterschiedlichen Technologiesektoren kann als Schritt in Richtung Converging Technologies interpretiert werden. Der Trend zur technologischen Konvergenz erfordert zudem ein Zusammenwachsen von bisher eigenständigen Wertschöpfungsketten der Elektronik und Textil Industrie.

Dieser Innovationstrend hat weit reichende Folgen für die Umweltauswirkungen der neuartigen Produkte. E-Textilien fügen sich in die Vision über allgegenwärtige IKT (Pervasive Computing) ein. Im Falle einer Massenapplication solcher eher kurzlebigen Produkte entstünden große Abfallmengen. Die zu erwartenden Entsorgungsprobleme von e-Textilien ähneln in vielerlei Hinsicht den weltweit existierenden Problemen mit Elektronikschrott (WEEE). Aus der Materialzusammensetzung von e-Textilien lässt sich schließen, dass bei der Entsorgung umwelt- und gesundheitsschädliche Substanzen freigesetzt werden könnten. Außerdem erscheint das Recycling alter e-Textilien aus technischen und wirtschaftlichen Gründen schwierig. Ohne Recycling würden knappe Materialien wie z. B. Silber, Kupfer und kritische Metalle wie Indium oder Tantal im Anfallstrom verloren gehen. Die Verknappung strategischer Ressourcen stellt ein ernstzunehmendes Risiko für zukünftige Innovationen dar.

Die negativen Auswirkungen von WEEE auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft sind eine Konsequenz aus der Vernachlässigung des Prinzips der Abfallvermeidung während früherer Innovationsphasen in der Elektronikindustrie. Um zukünftige Entsorgungsprobleme zu vermeiden sollte das Thema Abfallvermeidung bei der Entwicklung von e-Textilien ernst genommen werden. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass die Technologieentwicklung Pfade einschlägt, die sich später als wenig nachhaltig erweisen. Dieses Phänomen ist auch bekannt unter dem Begriff Pfadabhängigkeit. Die Europäische Umweltagentur hat dies anhand einer Reihe von Fallbeispielen illustriert. Zum Beispiel sind PCBs, eine Substanzgruppe die in früheren Elektrogeräten häufig verwendet wurde, einer der Gründe weshalb WEEE bis heute ein schwerwiegendes Risiko für Umwelt und Gesundheit darstellt. Erfahrungen im Elektroniksektor zeigen wie schwierig es ist, solche Fehler in der Technologieentwicklung zu korrigieren wenn die Entwicklung von Basistechnologien weit fortgeschritten ist. Im schlimmsten Fall ist eine nachträgliche Korrektur von nicht-nachhaltigen Technologien unmöglich oder mit hohen Kosten behaftet.

Um in Zukunft eine nachhaltige Richtung in der Entwicklung von konvergierenden Technologien einzuschlagen sollte eine konsequente Ökodesignstrategie bereits frühzeitig im Innovationsprozess verankert werden. Allerdings ist eine Anwendung existierender Ökodesignkonzepte bei e-Textilien schwierig denn die konkreten Konstruktionsmerkmale und der Anwendungskontext zukünftiger e-Textilien können sich erheblich von denen bisheriger Elektronik unterscheiden. Zudem lassen sich zukünftige Prioritäten nachhaltiger Innovationsstrategien (z. B. Ressourcen schonendes Design) nur eingeschränkt in heutigen Innovationsprozessen verankern.

Das vorgeschlagene Paper berichtet über ein PhD-Projekt an der TU Delft, in welchem die Brücke zwischen Technikfolgenabschätzung und Design zukünftiger Produkte geschlagen werden soll. Die Analyse des Frühstadiums von Designprozessen kann wertvolle Informationen für die TA liefern. Andererseits sollen die Ergebnisse der TA dazu beitragen Ökodesignkonzepte im Frühstadium der Technikentwicklung zu entwickeln. Dabei kommt dem Systemverständnis des prospektiven Lebenszyklus zukünftiger Produkte eine besondere Rolle zu.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:00 Uhr

**Dr. Matthias Achternbosch, Christel Kupsch, Eberhard Nieke, Gerhard Sardemann**  
(ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Rahmenbedingungen des Innovationsprozesses neuer zementärer Bindemittel in der Bauindustrie“**

Zement ist ein Massenbaustoff, dessen Herstellung derzeit ca. 7 % zu den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt und für den insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern große Zuwachsraten prognostiziert werden. Die Zementindustrie hat eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Sie sind jedoch alle nicht geeignet, um auf zukünftige weit ambitioniertere Reduktionsziele zu reagieren. Der große politische Druck zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie hat dazu geführt, dass während der letzten Jahre in Fachkreisen neben der umstrittenen Integration von Carbon Capture and Storage (CCS) in den Produktionsprozess die Diskussion zur Entwicklung so genannter Low-CO<sub>2</sub>-Zemente neu belebt worden ist, obwohl seit

20 Jahren kein Durchbruch zur Etablierung eines dem Portlandzement in seinen universellen Eigenschaften äquivalenten Alternativproduktes gelungen ist. Unter den Low-CO<sub>2</sub>-Zementen ist Celiment®, eine neue Entwicklung des Instituts für Technische Chemie des KIT, ein sehr viel versprechendes innovatives Bindemittel für ein breites Anwendungsspektrum, das zurzeit vom Labormaßstab zur großtechnischen Anwendung weiterentwickelt wird. Um eine Markteinführung für ein derartiges neues zementäres Bindemittel erfolgreich und in möglichst kurzer Zeit realisieren zu können, müssen neben der Identifikation und Analyse der Rahmenbedingungen – insbesondere der hemmenden und fördernden Faktoren – Untersuchungen zur bestmöglichen Organisation des Innovationsprozesses unter Einbeziehung aller beteiligten Akteure durchgeführt werden. Positive Marktchancen neuartiger Zemente, auch wenn sie mit Portlandzement vergleichbare oder sogar bessere Eigenschaften haben, sind nicht automatisch gegeben. Die Baubranche, ein eng verzahntes Netzwerk verschiedener Akteure (Baustoffindustrie, Bauunternehmer, Architekten und Statiker), ist eine eher konservative Branche. Aufgrund der kapitalintensiven Investitionen und der von den Kunden erwarteten langen Lebensdauer der von ihr hergestellten Produkte, deren Fertigung einer Vielzahl von strengen Vorschriften und Normen unterliegt, ist sie nur zu inkrementellen Verbesserungen bzw. Innovationen bereit und zeigt eine tief verankerte Skepsis gegenüber radikalen Veränderungen.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:30 Uhr

### **Kaffeepause**

Donnerstag, 25. November 2010, 16:00 Uhr

**Dr. Dr. Axel Zweck, Dr. Dirk Holtmannspötter, Dr. Nobert Malanowski**  
(Zukünftige Technologien Consulting, VDI TZ, Düsseldorf)

### **„Nanotechnologie als Querschnittstechnologie: zwischen Anwendungsoffenheit und Innovation“**

Die Nanotechnologie gilt als eine anwendungsoffene Querschnittstechnologie, die auch in gefestigten „Infrastruktursystemen“ Anwendung findet. Diese gefestigten Systeme können hohe Umsetzungshürden aufweisen. Z. B. müssen neue Fertigungsverfahren der Nanoelektronik mit den existierenden Fertigungssystemen kompatibel sein und sich gegen etablierte Fertigungsverfahren durchsetzen, die kontinuierlich weiterentwickelt werden. Zum anderen soll die Nanotechnologie auch in neuen Systemen etabliert werden. Hier stellt sich das Problem des fehlenden Systemwissens. Ein umfassender und aufeinander abgestimmter Einsatz innovationsbegleitender Instrumente, der sich dieser Problematik stellt, ist bislang noch nicht realisiert. Gleichwohl zeigen die in Deutschland gewählten innovationsbegleitenden Maßnahmen zur Nanotechnologie einen Ansatz in diese Richtung. So wurde bereits Anfang der neunziger Jahre die Nanotechnologie im Rahmen der Technologiefrüherkennung aufgegriffen und ihre Potenziale zunächst identifiziert und später bewertet. Zudem war es notwendig, eine Förderform zu finden, die der Interdisziplinarität der Nanotechnologie Rechnung trägt. In einer Vorstudie zur Innovations- und Technikanalyse (ITA) der Nanotechnologie wurde der Bedarf an vertiefende Technikbewertungen und Vorsorgemaßnahmen zu möglichen Risiken präzisiert. Dies verdeutlicht, dass bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Technikentwicklung im Bereich Nanotechnologie Wissen zu den potenziellen ökonomischen, ökologischen, gesundheitlichen, politischen sowie sozialen Folgewirkungen erarbeitet wird und in innovationsbegleitende Maßnahmen wie auch in die Förderung zurückgespielt wird. Zudem ist der gesellschaftliche Dialog über Chancen, Perspektiven und Risiken eine zentrale Priorität in Deutschland. Die innovationsbegleitenden Maßnahmen zur Nanotechnologie belegen in ihrer Synthese, dass in der Nanotechnologie unterschiedliche Systeme und ihre Akteure – mitunter erstmals – aufeinandertreffen und gemeinsame Gestaltungsprozesse noch zu optimieren sind. Eine der zentralen methodischen und konzeptionellen Herausforderungen der Innovations- und Technikanalyse besteht – wie am Beispiel Nanotechnologie dargestellt – darin, die unterschiedlichen Kulturen der beteiligten Systeme zusammenzuführen, damit Gestaltungsspielräume, die sich dem Menschen durch Technik eröffnen, zum einen hinreichend analysiert und zum anderen hinreichend im Sinne von Gesellschaft und Wirtschaft genutzt werden können.

Donnerstag, 25. November 2010, 16:30 Uhr

**Claudia Som** (EMPA, St. Gallen)

**“Prospective technology assessment for sustainable innovation: the case of nanotextiles”**

Research-oriented practitioners and entrepreneurs aim to take advantage of the opportunities of key technologies while producing economically profitable and ecologically sustainable products. Sustainable products are meant to not harm human health and the environment and in the best case may mitigate challenges of sustainability such as resource consumption. Nanotechnologies have generated exciting prospects for the development of new applications in a number of industrial and consumer sectors. In our case study on nanotextiles we experienced that innovators lack an holistic view of the opportunities of nanomaterials for new or improved functionalities of their product systems. Additionally, they often seem not to be conscious about the potential of nanotechnologies for improving the environmental sustainability performance. Furthermore there is still a high uncertainty over the safety of nanomaterials to human health and the environment. Consequently, the industry faces the high uncertainty about future regulations of nanomaterials as public opinions embrace the extreme attitudes of “banning all nanomaterials” and “no specific regulation is needed”. How can “innovators” in the context of these uncertainties on the different levels then make technological choices that will be economically and ecologically sustainable? In our case study we illustrated the potential opportunities and potential risks of nanomaterials in textiles in the frame of a prospective technology assessment. We found that also the design of nanotextiles is a key for save products of high quality and functionality. Based on the case study we substantiate the limits of prospective technology assessment to mitigate the uncertainties. But we also identify added values of prospective technology assessment such as its contribution to: (1) a fact based discussion about regulation and labeling, (2) a scope of action for industry to mitigate uncertainties and innovate safer products, (3) a prioritisation and differentiation of risks of nanomaterials and (4) informed decision making in regulation agencies and innovative industries.

Donnerstag, 25. November 2010, 17:00 Uhr

**Michael Steinfeldt** (FG Technikgestaltung und Technologieentwicklung, Uni Bremen)

**„Umweltentlastungen durch Nanotechnologie – Faktor 10 oder eher inkrementelle Effizienzsteigerungen mit hohen Risiken?“**

Experten schreiben Nanotechnologien Potenziale zu weitreichenden Veränderungen zu, die letztlich fast alle gesellschaftlichen Bereiche erfassen können. Von Nanotechnologien wird auch ein wesentlicher Beitrag zu weitreichenden Umweltentlastungen erwartet, dabei stehen im Wesentlichen Plausibilitätsüberlegungen im Vordergrund. Die sich daraus abzuleitende Frage lautet: Wie groß sind die möglichen Entlastungseffekte für die Umwelt durch nanotechnische Verfahren und Produkte wirklich? Sind weitreichende Innovationssprünge mit entsprechenden Umweltentlastungen realistisch oder doch nur eher inkrementelle Verbesserungen? Und werden Verbesserungen in der Ressourceneffizienz evtl. durch höhere Risiken erkauft?

Derartige Fragen werden methodisch in der Regel durch Ökobilanzen und eine toxikologische bzw. Risikoanalyse angegangen. Die dafür nötigen umfangreichen Daten stehen aber in der F&E-Phase, also vor der Produkteinführung, nicht zur Verfügung. Hier müssen methodische Anpassungen vorgenommen werden in Richtung auf eine „prospektive“ und „vorläufige“ Bewertung.

Dieser Beitrag versucht die Beantwortung der oben genannten Fragestellung, indem

- eine Typisierung von Umweltinnovationen eingeführt wird,
- Umweltwirkungen durch die Herstellung von Nanomaterialien aufgezeigt werden,
- Analyseergebnisse zu schon existierenden beziehungsweise in naher Zukunft erwartbaren nanotechnikbasierten Produkten und Anwendungen mit Umweltbezug dargestellt werden sowie
- ein aktueller Überblick zur Quantifizierung von lebenszyklusbezogenen Umweltentlastungspotenzialen dieser sich entwickelnden Techniklinie gegeben wird.

Dabei liegt der Fokus auf den potenziellen Umweltentlastungseffekten, die im Rahmen von „Ökopprofilen“ abgeschätzt werden. Die potenziellen Risiken werden im Rahmen einer Besorgnis und Entlastungsanalyse angesprochen [1, 2, 3, 4, 5].

Das zugrundegelegte Verständnis von Umweltentlastungspotenzialen umfasst dabei nicht nur die Umwelttechnik im engeren Sinne (End-of-Pipe-Technologien), sondern insbesondere auch den prozess-, produktions- und produktintegrierten Umweltschutz und damit nicht zuletzt auch die „Input-Seite“ auf dem Weg zu einem nachhaltigen Wirtschaften, also die Verringerung und Veränderung der Quantitäten (Ressourceneffizienz) und Qualitäten (Konsistenz) der Stoff- und Energieströme, die in die Technosphäre eintreten.

Die Analyse von bereits auf dem Markt befindlichen oder kurz vor der Vermarktung stehenden nanotechnischen Produkten und Prozessen mit Bezug auf Umweltschutz/Umweltentlastung ergab eine große Vielfalt an schon realisierten und potenziell erwartbaren Anwendungsbereichen. Festzustellen ist hierbei aber, dass deren Umweltrelevanz bisher fast ausschließlich qualitativ dargestellt wird. Quantifizierende Untersuchungen zu erwartbaren – bzw. erst zu realisierenden – Umweltentlastungen durch einzelne nanotechnische Produkte und Prozesse sowie weiter reichende Umweltinnovationen im Sinne des produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutzes bilden bisher die Ausnahme.

Neben den Anwendungspotenzialen im Bereich von End-of-pipe-Technologien wie Membranen (die Katalyse reicht jenseits der Abgasreinigung in vielen Bereichen ja schon weit in den integrierten Bereich hinein) verdeutlicht der Vortrag, dass die überwiegenden und besonders weit reichenden Potenziale für Nano-Umweltinnovationen bei den integrierten Innovationen sowie bei den Innovationen im Energiebereich liegen. Exemplarische Fallbeispiele werden vertiefend vorgestellt.

## **Abstracts zu den Vorträgen**

### **Sektion 3**

#### **„Systemanalyse – methodische Herausforderungen für TA“**

Donnerstag, 25. November 2010, 09:00 Uhr

**Prof. Dr. Dr. Gerhard Banse** (ITAS, KIT Karlsruhe)

#### **„Innovationskultur(en) – alter Wein in neuen oder neuer Wein in alten Schläuchen“**

Dass Innovationen nur in einem dichten Geflecht unterschiedlichster Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse möglich sind, ist eine grundlegende (theoretisch-konzeptionelle) Einsicht. Sie hat vielfältige Analysen dieser einflussnehmenden „Faktoren“, „Wechselwirkungen“ und „Mechanismen“ in zahlreichen wissenschaftlichen Disziplinen – von der Technikgeschichte und den Konstruktionswissenschaften über die Soziologie, Psychologie und Ökonomie bis zur allgemeinen Methodologie und Philosophie – angeregt und befördert. Bedingt durch die komplexe, facettenreiche Natur von Innovationsprozessen liefern derartige disziplinäre Beschreibungen lediglich – wenn auch gewichtige! – Detailsichten. Auf diese Weise kann jedoch keine zusammenführende, d. h. integrative Behandlung erreicht werden. Der Ansatz „Innovationskultur“ bzw. „kulturelle Bedingungen/Quellen von Innovationen“, der gegenwärtig wieder eine höhere (wissenschaftliche) Aufmerksamkeit erhält, stellt einen Versuch derartiger integrativer Betrachtungen von Innovationsprozessen dar. Im Vortrag wird darauf sowohl in retrospektiver als auch in aktueller Sicht eingegangen.

Donnerstag, 25. November 2010, 09:30 Uhr

**Dr. Wolfgang Liebert** (IANUS, TU Darmstadt)

**Prof. Dr. Jan Schmidt** (FG Wissenschafts- und Technikphilosophie, HS Darmstadt)

#### **„Die Rolle von Szenariomethoden für eine frühzeitige Technikgestaltung“**

Zukunftswissen gehört zum Kern der Technikfolgenabschätzung (TA). Wer Technikwirkungen abschätzen und Technik gestalten möchte, muss in die Zukunft blicken und Folgen antizipieren. Doch setzen Komplexität, Instabilität, Prozessualität der sozio-technischen Systeme (inklusive des eingreifenden Handelns von Akteuren) nicht nur dem Wissen über die Gegenwartssituation Grenzen, sondern insbesondere dem Zukunftswissen. Diese inhärenten epistemologischen und methodologischen

Probleme der Gewinnung von Zukunftswissen hatte schon vor über 30 Jahren David Collingridge adressiert, als er sein berühmtes Wissens-Steuerungs-Dilemma formulierte und damit eigentlich bereits eine frühzeitige Wissenschafts- und Technikgestaltung forderte. Methodisch wird das TA-Zukunftswissen unterstützt durch Szenarien. Insofern Szenariomethoden auf Zukunft zielen und systematische Suchstrategien darstellen, sind sie für jede TA unerlässlich. Sie setzen ein gewisses Verständnis des betrachteten sozio-technischen Systems voraus, d. h. Szenariomethoden basieren im weitesten Sinne auf einer (explizit oder implizit durchgeführten) Systemanalyse und einer (Re-)Konstruktion des Problem- sowie des Gegenstandsfeldes. Dies umfasst auch eine Detailanalyse relevanter Aspekte involvierter, existierender oder möglicher Technologien. Trotz der Bedeutung der Szenariomethoden für die TA und für die zukunftsweisende Technikgestaltung hat sich bislang keine kanonische Typologie und keine methodologische Grundlegung von Szenariomethoden herausgebildet: Szenariomethoden sind in der TA unterreflektiert. So hat Armin Grunwald die Erstellung sowie das Verständnis von Szenarien – ihr Bezug zu und ihre Abgrenzung von Prognosen – eine „zentrale methodische Herausforderung der TA“ genannt (Grunwald 2002, 177). Das vorliegende Papier stellt den Versuch dar, der methodischen Herausforderung zu entsprechen und somit einen Beitrag zur Theorie- und Fundierungsdiskussion der TA zu leisten. Ziel ist es, den prospektiven Systemblick von TA zu stärken. Dazu werden Ideen zu einem Prospektiven Technology Assessment (ProTA) vorgestellt (vgl. Liebert/Schmidt 2010) und spezifisch weiterentwickelt. In einem *ersten Schritt* werden die Szenariomethoden als Zugang der TA zur Erlangung von Zukunftswissen rekonstruiert. Je nach Zielsetzung können a) projektiv-prognostische, b) öffnend-explorative und c) normativ-teleologische Szenariotypen unterschieden werden. Während idealtypisch a) eher von den technischen Erwartungen bzw. Hoffnungen ausgeht und nach Adaptionen des sozialen Umfelds fragt, soll b) verstärkt zukunftsöffnend Pfadwahlen zwischen unterschiedlichen Technologien, entsprechend der Analyse ihrer Wirkungen und Folgen im sozio-technischen System, anleiten und c) nimmt für sich in Anspruch, den Blick auf Zielsetzungen und normative Ansprüche innerhalb des sozio-technischen Systems zu richten, die auf die Technikentwicklung zurückzuprojizieren sind. Diese drei Typen werden u. a. mit Verfahren wie backcasting, roadmapping, foresight, forecasting u. a. in Verbindung gebracht und anhand von Kurzbeispielen illustriert. Gezeigt wird, dass die Szenariotypen unterschiedliche Formen eines soziotechnischen Systemverständnisses voraussetzen und teilweise einer detaillierten Systemanalyse des Gegenstandsfeldes bedürfen. Ebenso wird verdeutlicht, dass die Vorstellung von Innovation eine entscheidende Rolle spielt und es wird herausgearbeitet, dass technische Parameter oder der Neuigkeitscharakter einer Technologie allein keine hinreichenden Kriterien liefern. Hiervon ausgehend wird *für* den normativ-teleologischen und *gegen* den projektiv-prognostischen Szenariotyp argumentiert. Vor diesem Hintergrund wird in einem *zweiten Schritt* die Idee einer Prospektiven TA knapp vorgestellt. Es wird dargelegt, in welcher Art und Weise eine Prospektive TA der Szenariomethoden bedarf. Der Schwerpunkt liegt abermals auf dem normativ-teleologischen Szenariotyp, welcher insbesondere die Ziele und Zwecke von Forschungs- und Entwicklungsprozesse reflektiert und revidierbar werden lässt und somit Gestaltungsprozesse befördert. Die methodologisch-theoretischen Überlegungen werden in einem *dritten Schritt* anhand von Beispielen aus dem Energiebereich verdeutlicht. Eine Prospektive TA, so zeigt sich, basiert auf einem spezifischen szenario-basiertem Zukunftswissen und einem systemanalytischen Problem- und Gegenstandsverständnis.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:00 Uhr

**Nadine Brachatzek** (ZIRN, IZKT Uni Stuttgart)

### **„Kombination technischer und sozialer Systembetrachtungen mittels naturwissenschaftlicher Begriffsbildung? Das Beispiel Climate Engineering“**

Unter dem Begriff des Climate Engineering (CE) und damit für die ITA subsumieren sich eine Menge möglicher Technologien. Die sich Anwendungsfall daraus ergebenden ökologischen Implikationen sind unklar. Weiter wirken diese Technologien, je nach Applikation somit auch lokal regional oder global auf das Gesellschaftsfeld, wobei für letzteres seither keine politisch legitimierten Institutionen vorhanden sind. Weiter sind damit im Anwendungsfall eine Vielzahl unterschiedlichster Akteure, zumindest über Implikationen der Anwendung, betroffen. CE ist insgesamt ein relativ neues Forschungsgebiet und subsumiert eine Diversität neuer Technologien, deren Nutzen, Einsatz, Aus- und Einwirkungen derzeit viele Unsicherheiten umfasst. Es liegt daher nahe zunächst einen interdisziplinären Forschungszugang mit explorativem Charakter zu wählen. Die Entwicklung eines theoretischen Modells, das dem äußerst komplexen Gegenstand des CE gerecht wird ist dabei eine besondere Herausforderung, ebenso wie die Beschaffung geeigneter Daten zur Modellvalidierung. Die Systemtheorie scheint hier prädestiniert um diese Komplexität in all ihren Dimensionen und Wechselwirkungen zu erfassen und um die „nicht Trivialmaschine Mensch“ über Werte, Ziele, Einstellungen und

Handlungen zu integrieren. Vergleichstechnologien zeigen, dass von Änderungen Betroffene möglichst bald in einen Innovationsprozess einbezogen werden sollten, auch wenn damit das Problem der interindividuellen Unterschiede auch innerhalb von Akteursgruppen nicht gelöst wird. Fachdisziplinäre idiosynkratische Begriffsbildung kann dabei transdisziplinäre Forschung erschweren. Am Beispiel Geoengineering wird das verdeutlicht werden. Es wird ein ingenieurwissenschaftlicher CE einem sozialen CE Begriff gegenübergestellt, weiter auf mögliche systemtheoretische konzeptuelle Begriffsdifferenzen referiert und diverse gesellschaftliche Akteure in Ihrer Positionierung vorgestellt. Eine Sommer Schule zum Thema CE bietet hier Material und bietet sich als Ausgangspunkt der Betrachtungen an. Weiter soll diskutiert werden an welche Stellen das naturwissenschaftliche Primat der Begriffsbildung oder milieubedingte Variationen der Begriffsbildung sinnvoll erscheinen.

Donnerstag, 25. November 2010, 10:30 Uhr

### Kaffeepause

Donnerstag, 25. November 2010, 11:00 Uhr

**Dr. Philine Warnke, Bruno Gansche** (Fraunhofer ISI, Karlsruhe)

### “Perspectives and Challenges of Systemic Foresight – The Case of Human-Technology-Cooperation”

The paper is addressing the challenge of embedding systemic Foresight perspectives into policy strategies. By Foresight we refer to a systematic exploration of future pathways through structured stakeholder dialogue in order to inform strategy building. Foresight is often applied in the realm of science, technology and innovation (STI) policy and can be understood as a specific type of prospective technology assessment.

The systemic perspective is at the core of Foresight’s methodological framework. A number of Foresight methods such as system mapping, scenario analysis, STEEP analysis, or futures wheel approaches underpin the adoption of a systemic perspective in the prospective analysis of complex systems. The recruitment of expertise from different realms of knowledge and their integration into “collective intelligence” in order to enable the systemic perspective is widely considered crucial in Foresight. In addition, the very rationale for Foresight as an innovation policy instrument is grounded in a systemic perception of innovation often stemming from a background in evolutionary economics and science and technology studies (STS). From a policy perspective Foresight is perceived as a „systemic policy instrument” aiming at improving system capability and addressing system failure. While this is the state of theory, in practice Foresight is encountering much the same challenges as TA. In particular the unclear epistemological status of the insights created is even more problematic when “the future” is at stake. In addition, as we have argued elsewhere a practice of reflexive Foresight that is truly recognising the complexity of socio-technical change still needs to be established. However, in this paper we will focus less on the difficulties of **adopting** the systemic perspective but rather on the challenge of **embedding** the “systemic findings” of a Foresight process into policy strategies thus adding yet another cautioning aspect towards “planning optimism”. We will discuss the specific case of STI priority-setting which is a prominent application of Foresight in a number of countries. Reflexive Foresight will necessarily generate „systemic priorities” that integrate social and technological aspects of innovation journeys. Such complex STI perspectives will not fit into the linear technology roadmaps often followed by policy strategies. At the same time they do not easily translate into the normative schemes that serve to orient STI policy towards societal needs such as the “grand challenges” or “Bedarfsfelder” of the German High-Tech-Strategy. Rather they will be positioned at the critical socio-technical junctions of “technology push and demand pull” and thereby transcend established dual schemes of STI policy strategies. We will argue that the embedding of such systemic priorities into the STI policy is extremely challenging because the fragmented, linear perception of STI dynamics is deeply entrenched into the institutional context of today’s STI governance. As empirical case we will explore the long-term STI priorities that were proposed within the recent German BMBF-Foresight process. In particular we will focus on the domain of “human-technology-cooperation”. We will outline the proposed research perspective as well as its emergence in the Foresight process and discuss the challenges involved in its embedding into the STI landscape.

Donnerstag, 25. November 2010, 11:30 Uhr

**Dr. Lars Adolph** (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund)

**„Neue Mensch-Maschine-Schnittstellen: methodische Herausforderungen der Analyse und Gestaltung von sozio-technischen Systemen am Beispiel von Head Mounted Displays“**

Head Mounted Displays (HMD) sind eine vielversprechende neue Informations- und Kommunikationstechnologie in der Arbeitswelt. In unterschiedlichen Ausführungen halten sie zunehmend Einzug in verschiedene Tätigkeitsbereiche. Sie werden beispielweise bei der Kommissionierung, der Wartung, bei der Montage, während der Durchführung von Operationen und in vielen anderen Bereichen und in verschiedenen Branchen eingesetzt. Besonderes Merkmal und Chance der Technologie ist u. a. die „hands free“ Mensch-Maschine-Schnittstelle. Eine Sichtung bisheriger Forschungen zeigt jedoch zahlreiche offene Fragen hinsichtlich geeigneter Methoden zur prospektiven und sicherheitsgerichteten, gesundheitlich präventiven Arbeitsgestaltung. Vor diesem Hintergrund hat die BAuA das Forschungsziel, die Chancen der Technologie nutzbar zu machen und gleichzeitig Sicherheit und Gesundheit der Nutzer zu gewährleisten. Hierbei stehen methodische Lösungen für Fragen der Eignung der Technologie für verschiedene Aufgaben sowie das Erreichen adäquater physischer und mentaler Beanspruchung der Nutzer im Vordergrund.

Donnerstag, 25. November 2010, 12:00 Uhr

**Prof. Dr. Karsten Weber** (Universität Opole, TU Berlin)

**„Mobile Informations- und Kommunikationstechnologie, Systemgrenzen und prospektiver Systemblick: Grenzen der Voraussehbarkeit und Gestaltung“**

*Apple* hat mit seiner Produktpalette, vor allem das durch *iPhone* und *iPad* definierte technologische Biotop bzw. Ökosystem, Veränderungen angestoßen, deren Reichweite unabsehbar ist. Einerseits weckt es die Hoffnung, dass Akteure wie das Verlagswesen ihre überkommenen Geschäftsmodelle in die Zukunft retten können; andererseits erweckt *Apple* durch seine Eingriffe in Inhalte Kritik. Leidenschaftslos betrachtet versucht *Apple*, durch vertikale Integration einen entscheidenden Teil des Marktes im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie unter seine Kontrolle zu bringen. *Googles* Strategie ist weniger klar: Auch hier existieren Ansätze zur vertikalen Integration, doch gleichzeitig ist das Ziel des Einstiegs in den Betriebssystemmarkt mit *Android* nicht geklärt. Grundsätzlich aber gilt, dass *Google* wie *Apple* versucht, einen entscheidenden Teil des Marktes im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie unter seine Kontrolle zu bringen, um seine Haupteinnahmequelle, Werbung, zu schützen. Doch mit dem *iPhone*, *iPad* und all den anderen mobilen Geräten, die bereits existieren und demnächst auf den Markt geworfen werden, haben die beteiligten Unternehmen eine Entwicklung angestoßen, die sie in Zukunft wahrscheinlich nicht mehr kontrollieren werden können. Aus Sicht der TA ist hingegen vor allem wichtig, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit von Entwicklungspfaden immer schwieriger zu bestimmen sein wird und den Gestaltungsmöglichkeiten enge Grenzen gesetzt sein werden. Mit *Apples App Store* oder dem *Android Marketplace* werden Plattformen geschaffen, die eine komplexe technische und organisatorische Infrastruktur bieten, aber deren Nutzung nicht determinieren. Noch versucht insbesondere *Apple* regulierend auf die Gestaltung der Apps Einfluss zu nehmen, doch ist absehbar, dass dies auf alternativen Plattformen, die bspw. auf Open Source basieren, nicht funktionieren wird. Damit wird ein Prozess wiederholt, der bei der Einführung von PCs ablief: Eine unglaublich große Zahl von Anwendungen wird von unterschiedlichsten Akteuren entwickelt und angeboten; die Kontrolle des Entwicklungspfades der Technik liegt nicht mehr in den Händen einer oder weniger Firmen, sondern wird Bottom-up von einer unübersehbaren Zahl von Akteuren (mit-)bestimmt. Der Unterschied im Vergleich zur PC-Einführung liegt darin, dass erstens die technische Infrastruktur von vornherein hochgradig vernetzt ist und zweitens die Anwendungen unmittelbar auf die materielle Welt Bezug nehmen. Die Nutzung von PCs hingegen war zu Beginn völlig von der realen Welt entkoppelt in dem Sinne, dass alle Informationen, die in einem PC verarbeitet werden mussten, relativ mühsam in diesen manuell eingegeben werden mussten. Aktuelle mobile Informations- und Kommunikationstechnik hingegen ist durch eine Vielzahl von Sensoren in die reale Welt eingebettet und ermöglicht so Mash-Ups mit kaum zu prognostizierenden Eigenschaften, Anwendungsweisen und Technikfolgen. Zudem ist heute bspw. in der *Open Source Community* ein technisches Know-how vorhanden, das mit jenem von Unternehmen wie *Apple* oder *Microsoft* durchaus konkurrieren kann. Die Unübersichtlichkeit, die dadurch geschaffen wird, lässt die Definition von Systemgrenzen kaum mehr zu. Wo aber keine

Systeme identifizierbar sind, sind weder Entwicklungspfade vorhersehbar noch systemweite Gestaltungsmöglichkeiten gegeben. Das Beispiel einer eigentlich etablierten Technologie zeigt, dass auch ein Systemblick in der TA nur sehr eingeschränkt die prinzipiellen erkenntnistheoretischen Grenzen der TA verschieben kann und das Detailliertheit und Umfassendheit in solchen Fällen nicht nur konfliktierende Ziele darstellen, sondern beide schon bei recht kurzen Prognosezeiträumen nicht erreicht werden können.

Donnerstag, 25. November 2010, 12:30 Uhr

### **Mittagspause**

Donnerstag, 25. November 2010, 14:00 Uhr

**Dr.-Ing. Marcel Weil** (ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Systemanalyse in der frühen Phase der Technikentwicklung – Responsible Development von Nanotubes“**

Nanotubes belong to a relatively new material group with very promising technological properties, like high tensile strength (by low weight), good electric and heat conductivity. Using filtration techniques of carbon nanotubes dispersions, free standing papers can be produced. This paper consists of 100% multi walled carbon nanotubes, meaning without any supporting fibres. Carbon nanotube papers, referred to as bucky papers, are attracting a growing attention in different disciplines and application fields. The production of bucky papers is still considered to be too elaborate and costly for a broader application. Additionally there are limitations for the size of producible bucky papers. For a planned upscale a carbon nanotube paper production is analysed, in order to identify optimisation potentials regarding economic but also environmental aspects.

For known environmental impacts, a streamlined Life Cycle Assessment (LCA) is conducted, whereas for the unknown impact of nanotube emissions on environment and human health a qualitative method is used. Due to the combination of gained LCA result and the qualitative method the most promising optimisation strategy could be identified. The results provide crucial information for the upscale of bucky paper production, which is essential for a broader application in the future.

Donnerstag, 25. November 2010, 14:30 Uhr

**Dr.-Ing. Bert Droste Franke** (Europäische Akademie, Bad Neuenahr- Ahrweiler)

### **„Systemanalytische Elemente in der Projektgruppe der Europäischen Akademie zur Untersuchung von Ausgleichsstrategien für die Integration erneuerbarer Energien in die Stromversorgung“**

Die Europäische Akademie widmet sich der wissenschaftlichen Erforschung und Beurteilung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für das individuelle und soziale Leben des Menschen und seine natürliche Umwelt. Ziel ist es dabei, gesellschaftlich relevante Themen wissenschaftlich unabhängig mit Hilfe von Experten aus relevanten Fachbereichen zu analysieren. Projektgruppen sind dabei das zentrale Instrument der Akademie. Sie werden zusammengesetzt aus ausgewiesenen Experten zu den relevanten wissenschaftlichen Bereichen sowie einem Projektkoordinator von der Europäischen Akademie. Das Konzept der Projektgruppen beinhaltet, dass zunächst fachliche Beiträge zum Thema erarbeitet werden, die dann sukzessive miteinander verknüpft und zu Empfehlungen verdichtet werden, die alle beteiligten Projektgruppenmitglieder tragen können. Die Ergebnisse werden in gemeinsamer Autorschaft veröffentlicht, was beinhaltet, dass auch die fachfremden Wissenschaftler, mit allen Einschränkungen durch ihr geringes Wissen im jeweils anderen Fachbereich, den fachlichen Ausführungen ihrer Kollegen zustimmen. Neben eng aufeinander folgenden Projektgruppensitzungen beinhaltet die Methode zusätzlich die Begutachtung des Arbeitsprogramms bzw. die Diskussion vorläufiger Ergebnisse in zwei Treffen mit externen Experten, die von der Gruppe ausgesucht werden. Der Vortrag soll darstellen wie systemanalytische Elemente im Rahmen dieses Projektgruppenprinzips derzeit zur Analyse von Ausgleichsstrategien für die Integration erneuerbarer Energien in die Stromversorgung eingesetzt werden. Dabei ergibt sich durch die Rahmenbedingungen des Projekts (u. a. Laufzeit, Budget, Struktur) sowie Unsicherheit und unvollständigem Wissen bezüglich zukünftiger Energiesysteme eine Reihe von Restriktionen, die für

die Konzeption der Analyse betrachtet werden müssen. Zunächst wird ein Überblick über das Projektgruppenprinzip und die damit verbundenen projektseitigen Rahmenbedingungen gegeben, bevor die verschiedenen Aspekte des Projekts zu Ausgleichsstrategien vorgestellt werden. In der weiteren Betrachtung werden die allgemeine methodische Herangehensweise sowie Systemgrenzen und Abstraktionsgrad der systemanalytischen Elemente im Projekt diskutiert. Diese beinhalten die technische und ökonomische Energiesystemanalyse im Hinblick auf den Energie- und Leistungsausgleich im Stromnetz sowie die möglichst umfassende aber gleichzeitig spezifische Analyse von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten der technologischen Optionen und potenziellen Strategien.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:00 Uhr

**Dr. Stefan Göbbling-Reisemann, Prof. Dr. Arnim von Gleich, Sönke Stührmann, Peer Woizeschke** (FG Technikgestaltung und Technologieentwicklung, Uni Bremen)

### **„Klimawandel und Vulnerabilität der Energieversorgungssysteme im Nordwesten Deutschlands – Systematische Analyse unter Unsicherheit“**

Energieversorgungssysteme (EVS) gehören zu den kritischen Systemen einer jeden wirtschaftlich entwickelten Gesellschaft. Sie haben mit verschiedensten Unsicherheiten zu kämpfen: Rohstoff-Versorgungssicherheit, eine stark konjunkturabhängige Nachfrage, politische Einflussnahme und starke Regulierung (z. B. Klimaschutz, Förderung dezentraler und erneuerbarer Energien), schwer prognostizierbares Nutzerverhalten, teilweise stark eingeschränkte Speicherbarkeit (Strom) etc. Hierzu gesellt sich der Klimawandel und stellt mit seinen Auswirkungen die langfristige Entwicklung der EVS vor eine weitere Herausforderung. Dass die EVS systemkritisch für das Funktionieren von Industriegesellschaften sind, heißt letztendlich nichts anderes, als dass diese bei einem Ausfall oder einer Funktionseinschränkung schweren Schaden zu befürchten haben, d. h. die Gesellschaften sind besonders vulnerabel in Bezug auf diese Systeme. Daher sind die Betreiber und Regulierer der EVS mit unterschiedlichen Maßnahmen um deren Zuverlässigkeit bemüht: Robustheit (großzügige Auslegung der Komponenten und Sicherheitszuschläge), vorgeschriebene Speicher und Puffer (wo möglich: Gas, Öl, Kohle, Kraftstoffe, weniger bei Strom), zentrale Steuerung (vor allem bei Strom), Einsatz kurzfristiger Vorhersagesysteme (Wetter, gesellschaftliche Ereignisse), Modelle und Szenarien (insbesondere zur Planung staatlicher Eingriffe und privatwirtschaftlicher Strategieplanung) usw. Implizit liegen diesen Maßnahmen also bereits so etwas wie vorläufige Vulnerabilitätsanalysen zu Grunde. Die Frage ist, ob diese Maßnahmen ausreichen um auch unter Bedingungen des Klimawandels eine sichere Versorgung mit Energie zu gewährleisten? Oder vielleicht bescheidener gefragt: An welchen Stellen muss der Aufwand gesteigert werden, damit die EVS ihre Systemdienstleistungen auch unter Klimawandelbedingungen aufrecht erhalten können? Und wo kommen diese zusätzlichen Maßnahmen an ihre Grenzen? Diesen Fragen gehen wir in der Vulnerabilitätsanalyse des regionalen Energiesektors in der Metropolregion Bremen – Oldenburg nach, einem Teilprojekt im Klimaanpassungsprojekt nordwest2050 (BMBF Klimazug Programm). Die Entwicklung einer Analysemethodik ist dabei mit mehreren Unsicherheiten konfrontiert:

- a) Der Energiesektor, die internationalen Energiemärkte und die wirtschaftliche Gesamtentwicklung befinden sich derzeit in einer hochdynamischen Phase, der Einfluss des Klimawandels auf den regionalen Energiesektor scheint da, zumindest kurzfristig, im Rauschen unterzugehen.
- b) Die globalen und regionalen Klimamodelle sind selbst immer noch mit einer hohen Unsicherheit ausgestattet, außer vielleicht bei den mittleren Temperaturen. Dies gilt 4. Konferenz des „Netzwerks TA“: „Der Systemblick auf Innovationen – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung“ insbesondere für abgeleitete Größen wie Flusswasserstände und -temperaturen oder die Länge von Hitzeperioden.
- c) Es gibt nur wenig empirische Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Wetter(extremen) und Klima einerseits und Energieversorgungssystemen andererseits. Eine systematische Analyse der Klimaabhängigkeit der EVS gibt es bisher allenfalls auf qualitativem Niveau und für wenige ausgewählte Bereiche.

Um mit diesen Unsicherheiten umzugehen, haben wir uns für drei strategische Ausrichtungen bei der Analyse entschieden:

- i) die Berücksichtigung von nicht nur klimawandelbezogener, sondern auch „struktureller“ Vulnerabilität,
- ii) den offensiven kommunikativen Umgang mit den Unsicherheiten der Klimamodellierung und

- iii) einen Zugang auf mehreren Ebenen des EVS.

Die Berücksichtigung von struktureller Vulnerabilität orientiert sich dabei an Vorbildern aus der Risikoanalyse von technischen Systemen und Anlagen, wie z. B. FMEA und FTA. Der Umgang mit Modellunsicherheiten bedient sich der vorliegenden statistischen Auswertungen von Klimamodellen. Und die betrachteten Ebenen der EVS reichen von der technischen Ebene (Distributionsnetz der elektrischen Energie) über die in der Region zusammenlaufenden Wertschöpfungsketten (Strom, Gas, Fernwärme mit den jeweiligen Vorketten, wie z. B. Kohle) bis hin zu den Akteuren, also den Energieversorgern als Institutionen.

Die noch in der Entwicklung befindliche Methodik umfasst dementsprechend die folgenden Elemente:

- a. Prüfung der in der Literatur vorhandenen Ansätze zur Vulnerabilitätsanalyse von Energieversorgungssystemen auf Umgang mit Unsicherheit und allgemeine Fehleranfälligkeit. Auswahl von geeigneten Methoden und Indikatoren und deren Anwendung auf Teile der regionalen Energieversorgungssysteme.
- b. Erarbeitung eines Simulationsmodells der elektrischen Energieversorgung auf Mittel- und Niederspannungsebene (in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik, Universität Hannover).
- c. Analyse der wichtigsten Wertschöpfungsketten der Energiewirtschaft in der Region (in Zusammenarbeit mit dem Bremer Energie Institut).
- d. Ausführliche Befragung der Energieversorger in der Region bezüglich ihres allgemeinen Umgangs mit Unsicherheiten und der wahrgenommenen Betroffenheit durch den Klimawandel in thematisch strukturierten Workshops (unter Zuhilfenahme von statistischen Klimamodellauswertungen).

Wir werden zu den einzelnen o. g. methodischen Aspekten und Systemebenen der Vulnerabilitätsanalyse des regionalen Energieversorgungssystems berichten und die Details zur Diskussion stellen. Ausgewählte, allerdings noch vorläufige, Ergebnisse werden zur Illustration herangezogen. Hierzu zählen insbesondere einige Ergebnisse der Wertschöpfungskettenanalyse und die Ermittlung bestimmter vulnerabilitätsbezogener Indikatoren.

Donnerstag, 25. November 2010, 15:30 Uhr

### **Kaffeepause**

Donnerstag, 25. November 2010, 16:00 Uhr

**Petra Wächter, Dr. Michael Ornetzeder** (ITA, ÖAW Wien), **Anna Schreuer** (IFZ, TU Graz), **Dr. Markus Knoflacher, Manfred Paier** (AIT, Wien)

### **„Räumliche Aspekte eines nachhaltigen Energiesystems – Backcasting als Methode für Systeminnovation“**

Bei der Umgestaltung des Energiesystems unter den Aspekten der Nachhaltigkeit sind wir mit grundlegenden Veränderungen und großen Herausforderungen konfrontiert. Das Spannungsfeld zwischen technischen Innovationen und sozialem Zusammenwirken (Institutionen, Akteure, gesellschaftliche Aktivitäten) ist ein Grundstock der Analyse auf dem Weg zu einem nachhaltigen Energiesystem. Als besonders wichtiger Themenbereich ist die systemische Sichtweise auf die räumlichen Aspekte eines nachhaltigen Energiesystems zu sehen. Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, durch den Ansatz von Backcasting Wege in der räumlichen Gestaltung zu einem zukunftsfähigen Energiesystem zu finden. Ein Backcasting-Prozess kann als eine Form der Szenarioanalyse verstanden werden, die explizit normativ ausgerichtet ist. Er umfasst zunächst die Entwicklung eines oder mehrerer Zukunftsbilder, die als erstrebenswert betrachtet werden. Davon ausgehend erfolgt – gewissermaßen im „Rückblick“ von diesen Zukunftsbildern aus – die Identifizierung und Implementierung von Strategien mithilfe derer diese Zukunftsbilder erreicht werden können. Besonders bei komplexen Problemlagen wird der Zugang des Backcastings eingesetzt, um so eine möglichst große Breite an Möglichkeiten zur Zielerreichung zu erlangen. Im Zuge des Forschungsprojektes „E-Trans 2050“ wurde zu dem Themengebiet „Nachhaltiges Energiesystem und Raumentwicklung“ ein Backcasting-Workshop durchgeführt, zu dem Stakeholder aus Forschung und Verwaltung eingeladen wurden. Bei der Erarbeitung von Wegen zu einem wünschenswerten Energiesystem 2050 standen besonders drei Themen im Vordergrund: Flächennutzungskonflikte im Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeit und kurzfristigen Zielen

und Interessen, Verteilung der Kompetenzen über Planungsentscheidungen auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene und eine notwendige Orientierung an neuen Leitbildern und gesellschaftlichen Werten. Durch die Verwendung des Backcasting Ansatzes konnten bestehende Problemfelder wie Zersiedelungstendenzen und Verkehrssysteme diskutiert und auch konkrete Lösungsvorschläge erarbeitet werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll näher auf die Methode von Backcasting Prozessen und auch insbesondere auf die Bedeutung dieses Ansatzes für TA-Projekte eingegangen werden. Anhand des Beispiels des Backcasting-Workshops werden die Überlegungen an einem praktischen Beispiel erläutert und die Möglichkeiten und Grenzen dieses Ansatzes diskutiert.

Donnerstag, 25. November 2010, 16:30 Uhr

**Dino Laufer, Prof. Dr. Dr. Martina Schäfer** (ZTG, TU Berlin)

## **„Innovationsmodelle der Implementierung von Mikroenergie-Systemen in Sri Lanka“**

### **1. Anliegen und Zielstellung**

Am Beispiel dreier Mikroenergie-Systeme (MES)<sup>1</sup> in Sri Lanka wird die Implementation von technischen Innovationen in Entwicklungsländern untersucht und dahingehend bewertet, welchen Beitrag sie zu Armutsminderung in bisher nicht elektrifizierten ländlichen Regionen leistet. Bei den untersuchten sozio-technischen Systemen handelt es sich um Solar Home Systems (SHS)<sup>2</sup>, die mit Hilfe von Kleinstkrediten auf der Haushaldebene implementiert werden und um Wasserkraft- und Holzvergaseranlagen, die durch dörfliche Genossenschaften betrieben werden.

### **2. Vorgehen**

Um den Beitrag unterschiedlicher Mikroenergie-Technologien zu Armutsminderung bewerten zu können, werden unter Bezugnahme auf den multidimensionalen Mehr-Ebenen-Ansatz der Entwicklungspolitik (Rauch 2009) Ansprüche an eine Elektrizitätsversorgung mittels MES formuliert. Zur Analyse der gesellschaftlich-technologischen Netzwerke werden Ansätze der Innovationsforschung und der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) verwendet. Mit der Akteur-Netzwerk-Theorie kann die strikte Unterscheidung zwischen Gesellschaft und Technik bzw. Gesellschaft und Natur vermieden und die Verwobenheit von Menschen und „Dingen“ analysiert werden. (Latour 2007). Diese Perspektive ist für die Analyse des Einsatzes erneuerbarer Energien in Entwicklungsländern fruchtbar, da neben den menschlichen Akteuren Elemente wie die Verfügbarkeit lokaler Ressourcen und die Angemessenheit technischer Lösungen von zentraler Bedeutung für die Funktionsfähigkeit sind.

### **3. Methode**

Grundlage der Analyse ist die Methode der qualitativen Netzwerkanalyse, die ihren Schwerpunkt auf die Betrachtung von Akteurskonstellationen sowie auf die Untersuchung der Entstehung, Stabilisierung und Transformation von Netzwerken legt (Schindler 2006). Ergänzt wird dies durch die aus der Akteur-Netzwerk-Theorie abgeleitete Betrachtung des Zusammenspiels von technischen und sozialen Systemaspekten. In der empirischen Forschungsphase wurden 60 Interviews mit Nutzer/innen von MES sowie mit Mitarbeiter/innen von Solarfirmen, einer Mikrofinanzinstitution und eines Ingenieurbüros in Sri Lanka geführt. Zudem wurden die politisch Verantwortlichen für die Umsetzung dieses Programms befragt. Die leitfadengestützten Interviews orientierten sich an den Prinzipien des fokussierten Interviews nach Merton und Kendall (Flick 2002).

### **4. Ergebnisse**

Im Vergleich der drei MES kann die unterschiedliche Ausprägung der Netzwerke mit technologischen und natürlichen Elementen sowie des Zusammenspiels von Akteuren auf verschiedenen Entscheidungsebenen dargestellt werden. Die Implementation der SHS beruht vorrangig auf dem Zusammenwirken von Akteuren wie der Weltbank, einer von der Weltbank und der Regierung von Sri Lanka für die Verbreitung von erneuerbaren Energien geschaffenen Agentur, Mikrofinanzinstitutionen sowie Solarfirmen, die in Industrieländern entwickelte Technologien verbreiten. Die Bedürfnisse und das Wissen der Nutzer/innen werden im Implementationsprozess nicht einbezogen. Die Planung und der Bau der Wasserkraft- und Holzvergaseranlagen erfolgten durch ein lokales Ingenieurbüro, unter Einbezug der örtlichen Bevölkerung. Bei diesen Anlagen besteht eine starke Abhängigkeit von der natürlichen Ressourcenverfügbarkeit. Allen MES ist gemeinsam, dass die untersuchten Haushalte die zur Verfügung gestellte Elektrizität hauptsächlich für konsumtive Zwecke (Licht, Radio- und TV-Nutzung) verwenden und nur in geringem Umfang für Tätigkeiten, die zusätzliches Einkommen schaffen. Die Stromversorgung über Wasserkraft- und Holzvergaseranlagen leistet insofern einen Beitrag zur Armutsminderung, als dass die Kosten der bisherigen Energieversorgung (meist Kerosin) eingespart werden können. Dies gilt nicht für die Mehrzahl der untersuchten Haushalte mit Solar-

Home-Systems, da diese Haushalte mehrheitlich nach dem zweiten Jahr der Nutzung nicht mehr über eine funktionsfähige Batterie verfügten. Die erneute Nutzung fossiler Energieträger und die weiter andauernde Abzahlung des Kleinkredits für das SHS erhöhen häufig die prekäre finanzielle Situation der Familien.

Donnerstag, 25. November 2010, 17:00 Uhr

**Jens Buchgeister** (ITAS, KIT Karlsruhe)

### **„Umweltbezogene Entscheidungsunterstützung – Vergleich von Wirkungsabschätzungsmethoden aus der Ökobilanzierung am Beispiel eines Energieumwandlungsprozesses“**

Im Zuge steigender Aufmerksamkeit für Umweltbeeinträchtigungen insbesondere der Freisetzung von Treibhausgasen durch menschliche Einflüsse sind Ressourcenknappheit und Auswirkungen auf die Umwelt Faktoren, die innerhalb einer systemanalytischen Untersuchung für eine umweltbezogene Bewertung heranzuziehen sind. Zur quantitativen Bestimmung von Umweltauswirkungen werden in einem hohen Maße Methoden zur Wirkungsabschätzung aus der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040 und 14044 eingesetzt, um eine umfassende umweltbezogene Entscheidungsunterstützung insbesondere beim Vergleich von Systemalternativen bereitzustellen. Der Anspruch der Norm ist eine in allen Umweltaspekten vollständige quantitative Abschätzung von Umweltauswirkungen vorzunehmen. Diese Anforderung wird von den momentan vorliegenden und in der Diskussion stehenden Wirkungsabschätzungsmethoden in unterschiedlicher Form versucht zu lösen. Hierbei stellt sich bereits allein die Vielzahl an verschiedenen Umweltaspekten vollständig zu berücksichtigen, als ungelöst und äußerst schwierig dar. Eine weitere Schwierigkeit steckt darin die zu berücksichtigenden Umweltaspekte hinsichtlich ihrer Veränderung zu quantifizieren und ein operationalisierbares Modell auf Basis naturwissenschaftlicher Erkenntnisse über Wirkungsindikatoren insbesondere für output-bezogene Sachbilanzergebnisse (zu meist Emissionen) aufzustellen. Das bedeutet über den Wirkungsindikator wird die Umweltzustandsänderung von einer freigesetzten Emission über ihre Ausbreitung bzw. Verteilung, die Aufnahme als Immission in die Bio-, Litho-, Hydro- und Atmosphäre sowie des auftretenden Umwelteffektes durch die Immission bis zum Umweltschaden eines oder mehrerer Wirkungsendpunkte (Natürliche Umwelt, Mensch, Ressource, Kulturgut) als metrische Größe quantitativ ausgedrückt. Zurzeit bestehen zwei methodische Konzepte, die so genannten Mid- und Endpointansätze zur mathematischen Abbildung von Wirkungsindikatoren zur quantitativen Wirkungsabschätzung von Emissionen. Während der Midpoint-Ansatz über die Veränderung des Wirkungsindikators die potenzielle Umweltauswirkung ermittelt, versuchen die Endpoint-Ansätze über den Indikator die realen Umweltauswirkungen an einem oder mehreren Wirkungsendpunkten zu bestimmen. Zum einen erfordert dies eine lange Kausalkette in der mathematischen Abbildung des Ursache-Wirkungszusammenhangs, welches größere Unsicherheiten mit sich bringt. Zum anderen ist eine sehr genaue räumliche und zeitliche Differenzierung des Wirkungsverlaufs einer jeden freigesetzten Emission, um die spezifischen Veränderungen in der Bio-, Litho-, Hydro- und Atmosphäre genau bestimmen zu können. Diesen Nachteilen steht die unmittelbare Sichtbarkeit des Schadens bzw. der Zustandsänderung an den Wirkungsendpunkten. In diesem Beitrag wird der allgemeine Rahmen sowie der Umfang der berücksichtigten Umweltaspekte zur Wirkungsabschätzung von Umweltauswirkungen innerhalb der Methodik der Ökobilanzierung vorgestellt. Des Weiteren wird an den zurzeit vorliegenden Wirkungsabschätzungsmethoden ReCiPe, Impact 2002, CML 2001 und Eco-indicator 99 die Umsetzung der mathematischen Modelle zur Abbildung des Mid- und Endpointansatzes anhand einiger Wirkungskategorien aufgezeigt. Am Beispiel eines Prozesses zur Stromerzeugung von 100 MWh mittels Hochtemperatur-Brennstoffzelle und allothermer Biomassenvergasung werden die Ergebnisse der Wirkungsabschätzungsmethoden vergleichend gegenübergestellt. Hierbei wird in Abhängigkeit der ausgewählten Wirkungsabschätzungsmethode sowohl der Beitrag jeder einzelnen Anlagenkomponente als auch die Sachbilanzergebnisse ausgewiesen, die für den höchsten Beitrag an der Gesamtumweltbelastung verantwortlich sind, um eine Entscheidungsunterstützung zur Verbesserung des Prozessdesigns zu erhalten. Anhand von Sensitivitätsanalysen werden die Unsicherheiten und Grenzen der umweltbezogenen Entscheidungsunterstützung diskutiert.