

**LEIBNIZ-SOZietät DER
WISSENSCHAFTEN ZU
BERLIN e.V.**

*begründet 1700 als
Brandenburgische Sozietät der Wissenschaften*



Karlsruher Institut für Technologie

Campus Nord

*Institut für Technikfolgenabschätzung und
Systemanalyse (ITAS)*

Symposium

Technologie und nachhaltige Entwicklung

**Ehrenkolloquium anlässlich des 80. Geburtstages
von Ernst-Otto Reher**

Freitag, 13. Mai 2016

10.⁰⁰ Uhr bis ca. 17.⁰⁰ Uhr

Veranstaltungsort:

Hans-Grade-Saal, Forum Adlershof

Rudower Chaussee 17

12489 Berlin-Adlershof

Inhalt

Anliegen des Symposiums.....	5
Programm des Symposiums	7
Thesen / Kurzreferate (in chronologischer Reihenfolge)	9
Vortragende / Moderatoren (in alphabetischer Reihenfolge).....	25
Hinweise zur Manuskript-Gestaltung / Kontaktadressen	35

Anliegen des Symposiums

Der Arbeitskreis „Allgemeine Technologie“ der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften (LS), gegründet am 12. Oktober 2001, hat in Kooperation mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft (jetzt: Karlsruher Institut für Technologie) sechs Symposien zur Allgemeinen Technologie durchgeführt:

- Allgemeine Technologie – Vergangenheit und Gegenwart (2001);
- Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie (2004);
- Allgemeine Technologie – verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie (2007);
- Ambivalenzen von Technologien – Chancen, Gefahren, Missbrauch (2010);
- Technik – Sicherheit – Techniksicherheit (2012);
- Technologiewandel in der Wissensgesellschaft – qualitative und quantitative Veränderungen – (2014).

Die Ergebnisse dieser Symposien wurden in den Bänden 50, 75, 99, 112, 116 und 122 der „Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät“ veröffentlicht.

Mit „nachhaltiger Entwicklung“ wird eine Entwicklung bezeichnet, in der die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt werden, ohne die Befriedigung der Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden, d.h. zu riskieren, dass diese ihre eigenen Bedürfnisse nicht (ausreichend) befriedigen können – wie es bereits im Jahr 1987 im sogenannten Brundtland-Bericht, dem programmatischen Dokument für eine Entwicklung in Richtung mehr Nachhaltigkeit hieß. Dieses Leitbild hält mit seinen sozialen, ökonomischen, technischen, ökologischen und institutionell-politischen Komponenten die fundamentalen Überlebens- und Entwicklungsbedingungen sowohl dieser als auch der zukünftigen Gesellschaft durchgängig präsent. Nachhaltige Entwicklung kann als regulatorische Idee für die Gestaltung der natürlichen Existenz- und Entwicklungsbedingungen heutiger wie kommender Generationen verstanden werden.

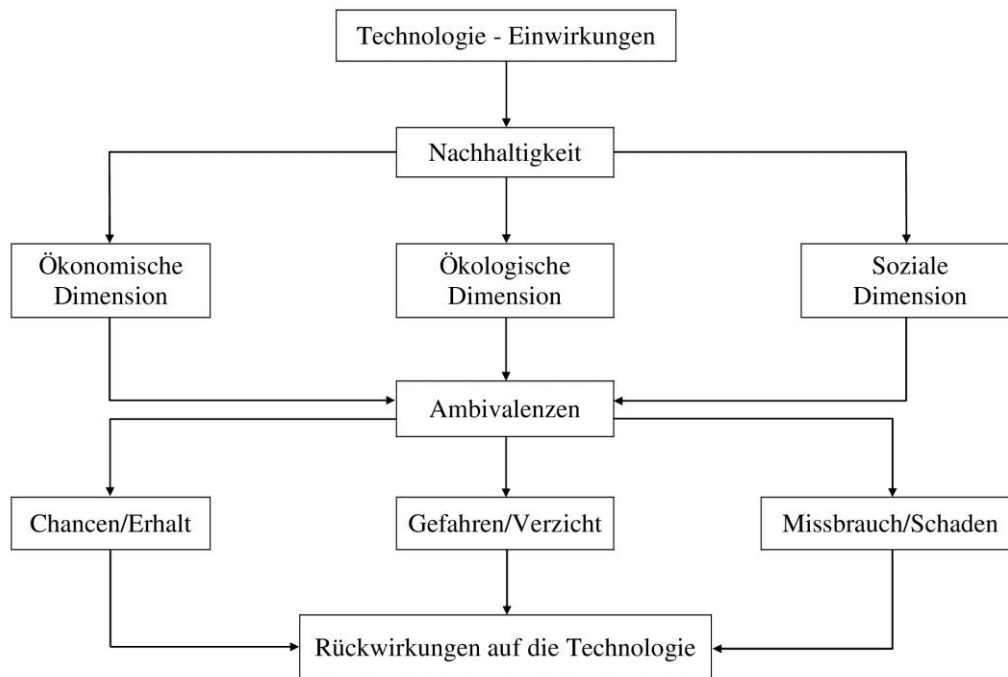
Angesichts der Bedeutung des Technischen für gesellschaftlichen Wandel ist Nachhaltigkeit deshalb auch im Zusammenhang mit der Technik und ihrer Entwicklung einzufordern. Einerseits muss dazu dieses Prinzip zunächst im Prozess des Entwurfs, der Konzipierung, der Gestaltung und der Fertigung technischer Lösungen und sodann im Verwendungshandeln einen angemessenen Platz haben. Andererseits sind nach dem Potenzial technologischer Lösungen für nachhaltige Entwicklung sowie nach den Bedingungen, unter denen sich dieses Potenzial realisieren lässt, zu fragen.

Über die individuelle Verwirklichung der Nachhaltigkeitspotenziale von Technik entscheidet sodann zusätzlich eine Kombination aus Technikgebrauch, Lebensstil und Konsumverhalten. Somit schließt nachhaltige Entwicklung auch den breiten Dialog über Gestaltungsziele, über Visionen einer zukünftigen Gesellschaft, über Wünschbarkeit, Akzeptabilität und Zumutbarkeit technischer Entwicklungen ein. Das aber setzt auch Wissen voraus, vor allem über Ursache-Wirkungs- und Zweck-Mittel-Beziehungen, über Folgen technisch instrumentierten Verhaltens sowie über ökologische, soziale u.a. Effekte der Techniknutzung.

Diese und weitere Facetten des Zusammenhangs zwischen nachhaltiger Entwicklung und Technikentwicklung werden Gegenstand des geplanten 7. Symposiums sein.

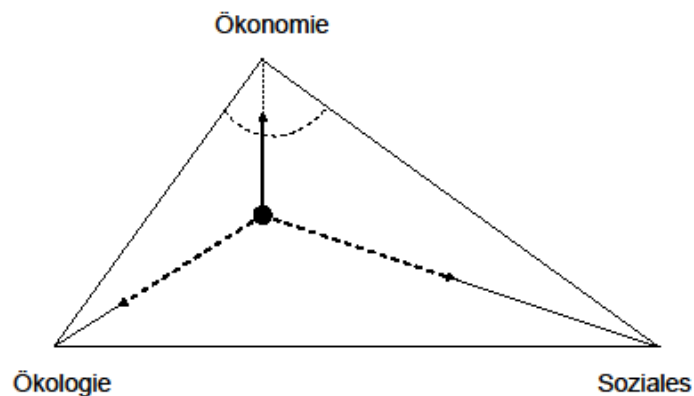
Mit diesem Symposium wird das Wirken des langjährigen Ko-Vorsitzenden des Arbeitskreises Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Herr Ernst-Otto-Reher, anlässlich seines 80. Geburtstages geehrt.

Das Symposium wird von der Rosa-Luxemburg-Stiftung, Berlin, finanziell gefördert.



Alle Produkt- und/oder Vorgangstechnologien können nach diesem Schema einer Analyse unterzogen und damit Rückwirkungen auf die Technologie erfolgen, die eine Optimierung des Nachhaltigkeitsgrades bewirken kann. Das betrifft alle drei Dimensionen. Das „Prinzip Nachhaltigkeit“ kann so sowohl als „Korrektur“ traditioneller Technologien als auch als „Motor“ für veränderte technologische Möglichkeiten bis hin zu neuartigen Technologien wirken.

Aus heutiger Sicht kann der Zustand im Nachhaltigkeitsdreieck wie folgt gekennzeichnet werden:



Der Dreiecksschwerpunkt liegt heute immer noch in dem gestrichelten Bereich der „Ökonomie“. Er verschiebt sich nur durch öffentlichen Druck in Richtung „Ökologie“. Und in Richtung „Soziales“ bewegt er sich nur durch den Druck der Zivilgesellschaft und der Gewerkschaften. Es wird noch lange dauern, bis der Dreiecksschwerpunkt tatsächlich im Zentrum liegen wird und alle drei Dimensionen gleichwertig Berücksichtigung finden werden.

Das Symposium versucht Wege zu skizzieren, um diesen Vorgang der „Schwerpunktverschiebung“ zu beschleunigen.

Programm des Symposiums

- 10.⁰⁰ Uhr **Eröffnung und Laudatio:** GERHARD BANSE, Präsident der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin
- 10.²⁰ Uhr GERHARD BANSE, MLS (Berlin) & ERNST-OTTO REHER, MLS (Halle/Saale): Technologie und nachhaltige Entwicklung
- 10.⁴⁵ Uhr **Session I**
Moderation: ERNST-OTTO REHER
- 10.⁵⁰ Uhr DIETRICH BALZER, MLS (Berlin): Automatisierung und Nachhaltigkeit technologischer Lösungen
- 11.¹⁰ Uhr JOHANNES BRIEVOVSKY (Merseburg): Resonanzpulsationstechnik für ressourcenschonende Prozesse in der Verfahrenstechnik
- 11.³⁰ Uhr ERNST-PETER JEREMIAS (Neuruppin) & KERSTIN BECKER (Neuruppin): Nachhaltigkeitsaspekte einer zukunftssicheren Energieversorgung von Städten und Gemeinden
- 11.⁵⁰ Uhr *Diskussion*
- 12.¹⁰ Uhr **Mittagspause**
- 13.⁰⁰ Uhr **Session II**
Moderation: LUTZ-GÜNTHER FLEISCHER, MLS (Berlin)
- 13.⁰⁵ Uhr CHRISTIAN KOHLERT, MLS (Montabaur): Nachhaltigkeit von Kunststoffverpackungen – von der Wiege bis zur Bahre
- 13.²⁵ Uhr MAREK HAUPTMANN (Dresden) & JENS-PETER MAJSCHAK (Dresden): Die Rolle der Nachhaltigkeit in der Konsumgüterproduktion, ihre Einschätzung und Kommunikation und Nutzung am Beispiel der Verpackungstechnik
- 13.⁴⁵ Uhr NORBERT MERTZSCH (Rheinsberg) & BERND THOMAS (Beeskow): Technologische Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung
- 14.⁰⁵ Uhr GERHARD ÖHLMANN, MLS (Berlin): Ausgewählte innovative Effizienztechnologien auf Basis von Methan und Kohlenstoffdioxid
- 14.²⁵ Uhr *Diskussion*
- 14.⁴⁵ Uhr **Kaffeepause**
- 15.⁰⁵ Uhr **Session III**
Moderation: GERHARD BANSE
- 15.¹⁰ Uhr DIETER SEELIGER, MLS (Dresden): Perspektivische Beiträge atomarer und nuklearer Prozesse zu einer künftigen kohlenstofffreien Energiewirtschaft
- 15.³⁰ Uhr BENJAMIN APELOJG (Potsdam) & ULF HOLZENDORF (Potsdam): Erziehung zum nachhaltigen Konsum – Aufgabe von Schule
- 15.⁵⁰ Uhr BERND MEIER, MLS (Potsdam): Nachhaltigkeit als Basiskonzept in der Curriculum-Entwicklung?
- 16.¹⁰ Uhr *Diskussion*
- 16.³⁰ Uhr ERNST-OTTO REHER: Schlusswort

anschließend: **Imbiss und Umtrunk**

Thesen / Kurzreferate

Technologie und nachhaltige Entwicklung

Gerhard Banse, Ernst-Otto Reher

Angesichts der offensichtlichen Diskrepanz zwischen der gegenwärtigen, auf enormer Naturausbeutung und Umweltbelastung basierenden Lebensart eines Teils der Menschheit einerseits und den bereits heute absehbaren Erfordernissen für die Sicherung der Existenz- und Entwicklungsbedingungen künftiger Generationen andererseits sind Konzepte notwendig, die sowohl politisches wie wissenschaftliches, sowohl individuelles wie gesellschaftliches Handeln in seiner „Zukunftsfähigkeit“ orientieren und befördern können. Dabei fällt auf, dass in vielen dieser Nachhaltigkeitsüberlegungen Technik keine Erwähnung findet, dass zwar ökonomische, ökologische, soziale und politisch-administrative Zusammenhänge als relevant angesehen werden, nicht jedoch technische (mit einer Ausnahme, dem Verweisen auf die sogenannte Informations- und Kommunikationstechnik). Damit gewinnt die Einsicht (bzw. Frage), dass (bzw. ob) Technologien in der Regel per se weder nachhaltig noch nicht nachhaltig sind, eine wichtige Bedeutung: Für nachhaltige Effekte von Technik sind zwar die (internen) technischen Leistungsparameter bedeutsam, entscheidender ist zunächst jedoch die Art und Weise, wie Technik in der Gesellschaft eingesetzt und genutzt wird, in welche Kontexte sie integriert und welchen Zwecksetzungen sie untergeordnet ist. Zu fragen ist damit nach dem Potenzial technologischer Lösungen an bzw. für Nachhaltigkeit (das unterschiedlich groß bzw. klein sein kann) sowie nach den Bedingungen, unter denen sich dieses Potenzial realisieren lässt. Über die individuelle Verwirklichung der Nachhaltigkeitspotenziale von Technik entscheidet sodann zusätzlich eine Kombination aus Technikgebrauch, Lebensstil und Konsumverhalten. Das aber setzt auch Wissen voraus, vor allem über Ursache-Wirkungs- und Zweck-Mittel-Beziehungen, über Folgen technisch instrumentierten Verhaltens sowie über ökologische, soziale u.a. Effekte der Techniknutzung. Damit ergeben sich (mindestens) folgende Konsequenzen:

- (1) Die globalen Nachhaltigkeitskriterien sind an konkreten Technologien, wie der chemischen Technologie, der Energiewirtschaft, der Prozesstechnik usw., zu präzisieren:

Einfluss von Technologie(n) auf		
Ökonomie	Ökologie	Soziales
durch/über		
Einsparung von - Ressourcen - Rohstoffen - Energie - Arbeitskräften	Klimaschutz	Schaffung (und Vernichtung!) von Arbeitsplätzen
Einsatz neuer Wirkprinzipien	schonenden Umgang mit - Böden - Gewässern - Luft (Umwelt allgemein)	Verbesserung der Lebensqualität
	Vermeidung bzw. Verwertung von Abprodukten	Erhöhung der gesellschaftlichen Zufriedenheit

- (2) Dabei gilt es, eine angemessene Kombination von drei Ansätzen zu realisieren:
- *Effizienz* (d.h. die Reduzierung des Stoff- und Energieverbrauchs je Einheit hergestellter Güter oder Dienstleistungen),
 - *Suffizienz* (Reduzierung der hergestellten Menge und Nutzung von Gütern / Dienstleistungen) und

- *Konsistenz* (Erhöhung der Vereinbarkeit anthropogener mit natürlichen Stoffströmen).
- (3) Nachhaltige Technologie-Innovationen müssen das Nachhaltigkeitsdreieck erfüllen (Ökonomie, Ökologie, Soziales – s. S. 6). Dabei darf keine der Komponenten bevorzugt werden. Durch Export nachhaltiger Technologien und Ausrüstungen kann Deutschland zum „Nachhaltigkeitstreiber“ in der Welt werden.
- (4) Zusätzlich sind mögliche „Bumerang-“ bzw. „Rebound-Effekte“ (negative Effekte bzw. Problemlagen von Technologien, Strategien, Entscheidungen usw., die die Überwindung früherer negativer Effekte bzw. Problemlagen zum Ziel hatten) zu berücksichtigen.
- (5) Eine nachhaltige Technologie-Ausbildung sollte in den MINT-Fächern nur in Masterstudiengängen erfolgen. Eine zweistufige Ausbildung
 - (a) Technologie-Grundlagen (Allgemeine Prozess- und Systemtechnik) und
 - (b) Technologische Spezialisierungen (chemische, physikalische, biologische, Lebensmittel- u.a. Technologien).
 wird empfohlen (Hochschulwechsel nach den Grundlagen möglich bzw. erwünscht).
- (6) Der entsprechende Qualifizierungsbedarf ist im Rahmen der Digitalisierung 4.0 für Ingenieure (Prozessgestaltung 54%) und Wirtschaftsinformatiker (e-commerce 43%) besonders hoch und sollte in der Ausbildung besonders beachtet werden (Masterausbildung, Diplomstudiengänge).
- (7) Eine nachhaltige Technologie-Forschung muss zentrale Menschheitsprobleme lösen helfen (Ernährung, Klima, Gesundheit, Umweltschutz, Lebensstandard u.a.).

Das wird beispielhaft an Maßnahmen zur nachhaltigen Ausbildung, Forschung und Innovationen in der Verfahrenstechnik, der Verarbeitungstechnik (Fließprozesse), der Fertigungstechnik (Stückgutprozesse) und in der Kunststofftechnologie behandelt.

Automatisierung und Nachhaltigkeit technologischer Lösungen

Dietrich Balzer

Der heute viel und manchmal auch etwas oberflächlich verwendete Begriff der Nachhaltigkeit (Sustainability) hat einen direkten Bezug zur Automatisierung. Wenn wir von Nachhaltigkeit reden, müssen wir technische, ökonomische, ökologische und soziale Kriterien betrachten. Im Sinne der Nachhaltigkeit muss also eine polykriteriale Optimierungsaufgabe (Vektoroptimierung) gelöst werden. Es geht um die Bestimmung einer Pareto-Menge. Es liegt auf der Hand, dass die Automatisierung als Schlüssel zu nachhaltigen technologischen Prozessen angesehen werden kann. Unter dem technischen Kriterium verstehen wir die Einhaltung von Optimalitätsbedingungen bei der automatische Prozessführung, -stabilisierung und -sicherung. Dabei geht es erstens um adaptive Lösungen unter Nutzung echtzeitfähiger Elemente der künstlichen Intelligenz und zweitens um die Wiederverwendbarkeit von Automatisierungslösungen. Unter dem ökonomischen Kriterium verstehen wir die Wettbewerbsfähigkeit, unter dem ökologischen Kriterium die Ressourceneffizienz und unter dem sozialen Kriterium die physiologischen und psychologischen Arbeitsbedingungen. Die Automatisierung verfügt als integrierende Wissenschaftsdisziplin über alle Voraussetzungen, um diese Polyoptimierungsaufgabe zu lösen. Die Beziehung zwischen Automatisierung und Nachhaltigkeit wird an Hand folgender Beispiele innovativer technologischer Lösungen erläutert: Gewinnung elektrischer Energie aus Abwärme im Niedertemperaturbereich, Energieautonomie von Wohn- und Gewerbegebieten durch Einsatz von virtuellen Kraftwerken, Nutzung von organischen Abfällen zur Erzeugung von Diesel durch pyrolysefreie katalytische drucklose Verölung.

Resonanzpulsationstechnik für ressourcenschonende Prozesse in der Verfahrenstechnik

Johannes Briesovsky

Die Resonanzpulsationstechnik ist einsetzbar in verfahrenstechnischen Prozessen mit festen oder fluiden Grenzschichten (Fluid-Fluid- und Fest-Fluid-Systemen). Dabei kommt es zu wesentlichen Verbesserungen der Prozessführung. Über einige Prozessverbesserungen wird berichtet. Ausführlich wird die Querstromfiltration von Bier behandelt. Dieser Prozess entstand mit der Entwicklung der Membrantechnik. Membranfiltration wird zunehmend zu einer Alternative zur Kieselgurfiltration, die den Stand der Technik darstellt. Bei der Querstromfiltration ist eine wesentliche Aufgabe, die Deckschichtbildung auf der Feedseite zu verhindern oder zu vermindern. Dies wird üblicherweise durch eine Erhöhung der Überströmgeschwindigkeit des Unfiltrates an der Membran erreicht, was zu erhöhtem Energieeinsatz führt. Auf Grund der Erfahrungen mit pulsierenden Flüssigkeitssäulen bei der Foulingverminderung in Wärmeübertragern (Aufheizen von Deponiesickerwasser und Altöl) wurde die Bierfiltration mit der Resonanzpulsationstechnik (RPT) untersucht. Dabei wird die Fluidsäule zu Eigenschwingungen (Resonanz) im Infraschallfrequenzbereich erregt. Die Schwingungen führen zu einer Hin- und Herbewegung der Flüssigkeitsmasse an der Membranwand und damit zu einem ständigen Auf- und Abbau der Strömung (Einlaufströmung, Richardson-Effekt). Die Filtrationsversuche wurden in der Privatbrauerei Metzler in Dingsleben, Thüringen, durchgeführt, wobei mit Originalbier und mit Pulsationssystemen versehenen Filtrationsanlagen industrieller Größe gearbeitet wurde. Durch Einsatz der Pulsation konnten der Umlaufstrom stark reduziert und eine wesentliche Durchsaterhöhung des Filtrates über einen längeren Zeitraum als bei der dynamischen Filtration mit einer Umlaufpumpe erreicht werden.

Nachhaltigkeitsaspekte einer zukunftssicheren Energieversorgung von Städten und Gemeinden

Ernst-Peter Jeremias, Kerstin Becker

Vor dem Hintergrund einer absehbaren Erschöpfung der Vermögensenergien, der zunehmenden Verschärfung des Gegensatzes von Arm und Reich und der Notwendigkeit einer wirksamen, positiven Einflussnahme auf die Stabilisierung des Weltklimas ergeben sich neue Herausforderungen an die Versorgung der Menschen mit Nutzenergie. Die Industrienationen haben über Jahrzehnte einen hohen Energiebedarf entwickelt und sind trotz eingeleiteter Maßnahmen zur Energieeinsparung und –effizienz immer noch führend beim Einsatz von Energie für Verkehr, Heizung und Klimatisierung und industrieller Nutzung. Politische Instrumentarien dämpfen diese Entwicklung zwar, aber die Einstellung und Bereitschaft zur Energieeinsparung in den führenden Industrienationen und heute auch in den sogenannten Schwellenländern ist sehr unterschiedlich, insgesamt unzureichend ausgeprägt. Die konkreten Ergebnisse der internationalen Klimakonferenzen sind ernüchternd und erzielen kaum die notwendigen Wirkungen auf die Stabilisierung des Weltklimas. Die Entwicklungsländer erwarten, und das nicht unberechtigt, wesentliche Vorleistungen der heute maßgeblichen Energie- und Rohstoffverbraucher in der Welt. Deutschland ist führend und beispielgebend bei der politischen Einflussnahme auf die Ausprägung eines Energie- und Klimabewusstseins und bei konkreten Maßnahmen zur Begrenzung des Nutzenergieeinsatzes. Trotzdem sind die Autoren der Meinung, dass diese Maßnahmen nicht ausreichend durchgreifend und effizient in Bezug auf die bestehenden globalen Erfordernisse sind. Die deutschen Maßnahmen zielen regelmäßig auf bestimmte Bereiche und haben in der Folge zu wesentlichen Verwerfungen in bestimmten Segmenten der Energieversorgung in Deutschland geführt. Genannt werden soll an dieser Stelle die Nutzung von Einkommensenergien im Bereich der Stromerzeugung aus Wind und Sonne bei gleichzeitiger Vernachlässigung des Wärmesektors. Die Potenziale der Einführung der Elektromobilität bleiben hinter den politischen und staatlichen Zielstellungen voraus-

sichtlich deutlich zurück, weil sie bisher nicht mit den strategischen Zielen der deutschen Automobilindustrie im Einklang stehen. Der Ausbau der Elektromobilität sollte jedoch in intelligente Verkehrskonzepte eingebettet sein, die den öffentlichen Verkehr stärken und nicht nur den Austausch des Verbrennungsmotors durch den Elektromotor beinhalten. Konkrete Erfahrungen der Autoren dieses Beitrages werden in diese Diskussion auf dem Gebiet der kommunalen Wärmeversorgung eingebracht. Die öffentliche Daseinsvorsorge ist in Deutschland vorrangig auf die Wasserver- und Abwasserentsorgung, auf die Abfallentsorgung und auf die Versorgung der Bevölkerung mit medizinischen Leistungen konzentriert. In den letzten Jahren ist aber auch hier die kritische Diskussion entbrannt, ob sich die Kommunen in diesen Bereichen unternehmerisch ausreichend wirtschaftlich betätigen sollen und können? Sehr umstritten ist ein Engagement der Kommunen im Bereich der Wärmeversorgung, insbesondere dann, wenn die Wärmenutzenergie durch Nah- und Fernwärmenetze verteilt wird. Hier treten regelmäßig und oft antagonistische Diskussionen bezüglich des Monopolcharakters dieser Versorgungslösung mit der Unterstellung überhöhter Versorgungspreise auf. Aus physikalischer Sicht wird diese Diskussion zusätzlich auch durch die Wärmeverluste dieser Versorgungsform genährt, die nicht als unrealistisch abgetan werden können. Wichtige Schlussfolgerungen aus dieser Diskussion können aus Sicht der Autoren wie folgt zusammengefasst werden:

- (1) Die zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärmenutzenergie sind für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Energieversorgung unverzichtbar, da sie wesentliche Voraussetzungen für den Einsatz effizienter Energieumwandlungsanlagen (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) und der wirtschaftlichen Nutzung von Einkommensenergien (Solarenergie, Geothermie, Abwärme) sind.
- (2) Die temporäre Umstellung auf dezentrale Vermögensenergien (Erdgas, Heizöl) in zentralen Wärmeversorgungssystemen wird zum irreversiblen Verlust der zentralen Systeme führen.
- (3) Diese Entwicklung kann nur verhindert werden, wenn bei der ökonomischen, sozialen und ökologischen Bewertung der zentralen und dezentralen Systeme die Bilanzkreise einer derzeit eher regional abgegrenzten Betrachtung deutlich erweitert werden. Die Betrachtung ist auf eine volkswirtschaftliche Dimension unter Berücksichtigung aller Nachhaltigkeitsaspekte umzustellen. Diese Aufgabe ist aber politisch vorzubereiten, zum Beispiel durch eine Besteuerung von Vermögensenergien, die die Gesamtkosten für Erzeugung, Transport der Energie, die Kosten der globalen sozialen Wirkungen und die Kosten für die Maßnahmen zum Erhalt bzw. zur Verbesserung des Klimas in der Welt angemessen berücksichtigt. Insofern ist das eine globale energiepolitische Aufgabe, die nicht nur national, sondern international zu lösen ist.

Der Vortrag beschäftigt sich in diesem Sinne mit Möglichkeiten, Nah- und Fernwärmenetze in Deutschland wettbewerbsfähig im Sinne der vorstehenden Thesen zu halten bzw. zu machen. Dabei geht es nicht nur um den Erhalt bestehender Wärmenetze, sondern auch um die Begründung eines weiteren, angemessenen Ausbaus dieser Systeme unter vorrangiger Nutzung der Einkommensenergien.

Nachhaltigkeit von Kunststoffverpackungen – von der Wiege bis zur Bahre

Christian Kohlert

Die Entscheidung für bestimmte Kunststoffverpackungen setzt sich zusammen aus

- Ökonomie (Kosten, Preis, Gewinn),
- Eigenschaften (Barriere, Festigkeit) und
- Nachhaltigkeit (Ökologie, Energie, CO₂-Verbrauch).

In entwickelten Industrieländern ist der Quotient von Preis/Eigenschaften konstant. Hoher Preis für herausragende Eigenschaften und umgekehrt. Seit einigen Jahren setzt sich der Nachhaltigkeitsgedanke zusätzlich mehr und mehr durch. In Entwicklungsländer ist noch oft der ökonomische Aspekt überbetont. Auf Eigenschaften wird oft zu Gunsten des Preises verzichtet, Nachhaltigkeit wird den entwickelten Industrieländern überlassen. Inhalt des Vortrages ist eine Analyse von Nachhaltigkeitsgedanken am Beispiel von Kunststoffverpackungen. Dabei werden neuste Daten in Ihrer historischen Entwicklung betrachtet und Unterschiede der amerikanischen und europäischen Nachhaltigkeitswerte dargestellt. Abschließend wird an praktischen Beispielen ein Ökobilanztool zur Eigenbewertung nachhaltiger Verpackungsentscheidungen vorgestellt.

Die Rolle der Nachhaltigkeit in der Konsumgüterproduktion, ihre Einschätzung und Kommunikation und Nutzung am Beispiel der Verpackungstechnik

Marek Hauptmann, Jens-Peter Majschak

1 Globale Entwicklungen in der Konsumgüterproduktion

Die Bevölkerung der Erde wächst seit Beginn der Zeitrechnung annähernd kontinuierlich. Vom Beginn unserer Zeitrechnung bis 1804 ist der Gradient der Wachstumskurve gering. Die Weltbevölkerung erreicht innerhalb dieser ca. 1800 Jahren 1 Milliarde Menschen. In den darauf folgenden 123 Jahren steigt sie bereits um eine weitere Milliarde Menschen. Die Intervalle, in denen jeweils eine weitere Milliarde Menschen hinzukommen, werden in der Folge zunehmend kürzer und haben derzeit ihren Minimalwert mit 12 Jahren angenommen (vgl. UNFPA 2011). Neben einer zunehmenden Lebenserwartung steigt auch der Lebensstandard, für den das Pro-Kopf-Einkommen ein Indikator ist. Mit der Veränderung des Lebensstandards verändern sich die Bedürfnisse der Menschen, die durch die Konsumgüterproduktion befriedigt werden sollen. Durch die Entkoppelung von Wohn- und Arbeitsort aufgrund der sich durchsetzenden arbeitsteiligen Produktion, beginnt die Urbanisierung, die sich als wesentlicher Trend durch alle Stadien fortsetzt und progressiv verläuft. Aktuell leben bereits über 50% der Bevölkerung in Städten (vgl. UNDESA 2012). Mit der breitflächigen Zentralisierung und dementsprechend großtechnisch angelegten Energieerzeugung wird diese Entwicklung bestärkt. Aus dieser gesellschaftlichen Basis heraus wird für die Sicherung der Versorgung eine Globalisierung von Märkten in der Konsumgüterindustrie erzeugt. Die primären Ressourcen wie Energieträger, Wasser, Boden usw. und der Bedarf an Gütern höherer Wertschöpfung lassen zunächst einen internationalen Handel entstehen. Die Grundlage dieser Globalisierung ist die Nutzung der Ressource Erdöl als Energieträger für Transportmittel, die mit wirtschaftlicher Förderung und Verteilung in großen Mengen eine weltweite Distribution von Konsumgütern und der Rohstoffe, die zu deren Herstellung notwendig sind ermöglicht. Die Globalisierung eröffnet den Unternehmen die Möglichkeit, die Arbeitskraft dort auszunutzen, wo sie am billigsten ist und gleichzeitig kostenintensive Regularien wie beispielsweise Umweltschutzvorschriften zu umgehen. Der Drang nach Produktivitätssteigerung, um die Versorgung der Menschen mit Konsumgütern zu sichern, diese aber möglichst kostengünstig zu produzieren, bewirkt eine Spezialisierung von Unternehmen auf bestimmte Verarbeitungsschritte (z.B. Beschichtung von Packmittel). Eine weitgehende Automatisierung dieser Schritte lässt eine wesentliche Steigerung der Produktivität in der Arbeitsteilung zu und es gelingt die Versorgung der anspruchsvollen Bedürfnisse der Menschen sicher zu stellen. Die Verlagerung von Produktionskapazitäten zieht sich durch alle Stufen der Wertschöpfungskette und erzeugt eine Ausweitung der Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse (TUL-Prozesse). Es entsteht ein internationaler Wettbewerb, der Konsumgüter global verteilt und zugänglich macht. Der globale Wettbewerb reagiert jedoch nicht ausschließlich auf Bedürfnisse der Konsumenten, sondern unterstützt den Verkauf indem er den Konsumenten die Notwen-

digkeit neuer Konsumgüter und ihres Mehrverbrauchs suggeriert. Es entsteht ein ständiges Überangebot an Waren, das nicht im Verhältnis zum tatsächlichen Konsum und noch weniger zum Bedarf der Bevölkerung steht aber dennoch zu Umsatzsteigerungen der Marktakteure führt. Beides sind Faktoren, die den Bedarf an Ressourcen entsprechend steigern und zudem zu einem weltweiten Abfallproblem führen. Die Verluste werden vor allem in der Wertschöpfungskette von Lebensmitteln aufgedeckt und von auf über 30% der weltweiten Agrarproduktion für Lebensmittel beziffert (vgl. Gustavsson et al 2011). Durch diese Entwicklungen der Globalisierung werden die Anforderungen an die Verpackung von Packgütern diversifiziert und gesteigert, denn sie orientieren sich nicht nur am Verbraucher, sondern umfassen mit Produktion, teilweise in mehreren Schritten, Transport, Umschlag und Lagerung, Großhandel, Einzelhandel sowie Verbrauch alle Stufen der Wertschöpfungskette.

2 Der Nachhaltigkeitsgedanke in der Verpackungstechnik

Der Begriff Nachhaltigkeit beinhaltet eine Reihe von Implikationen, die mit fortlaufender Zeit von der reinen Ausrichtung an ökologischen Gesichtspunkten auch auf gesellschaftliche Aspekte übertragen wurden. Nach dem 1987 veröffentlichten Brundtland-Bericht (vgl. WCED 1987) wird eine nachhaltige Entwicklung definiert als „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“. Zu diesem Zeitpunkt realisiert eine breite Öffentlichkeit, dass der sparsame Umgang mit Ressourcen sowie ein veränderter Umgang mit Ökosystemen und deren Leistungen notwendig sind. Ursprung dieser Neujustierung auch in der Konsumgüterproduktion ist die sich abzeichnende Ressourcenknappheit, die durch den Bevölkerungsanstieg sowie steigende Bedürfnisse entsteht und durch die globale Nutzung von Ressourcen offensichtlich wird. Neben dem Industrialisierungsbeschleuniger Energie sind vor allem Wasser sowie Raum für den Anbau und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe Ressourcen deren Überbeanspruchung bereits eingesetzt hat. Die Nutzung fossiler Rohstoffe ist zeitlich begrenzt und es besteht die Herausforderung die benötigte Energie aus erneuerbarer Quelle zu generieren. Die Verpackung hat vor diesem Hintergrund zentrale Bedeutung für den globalen Handel erlangt, der vor allem eine räumliche Trennung von Produktion bzw. ihren arbeitsteiligen Schritten und dem Konsum bedeutet. Auch unter den Entwicklungstendenzen der Weltbevölkerung mit nach wie vor hohem Bevölkerungswachstum sowie zunehmender Urbanisierung ist die Verpackung ein Schlüsselwerkzeug, die Versorgungssicherheit durch Vorratswirtschaft und die dazu notwendige ausgeprägte zeitliche Trennung zwischen Produktion und Konsumtion zu gewährleisten, gleichzeitig aber die Verluste durch Überbeanspruchung, Verderb oder gar Austritt von Gefahrenstoffen zu verhindern (vgl. Bleisch et al. 2011). Eine Reihe zusätzlicher Nutzen wie z.B. vereinfachte Handhabung oder Anwendungssicherheit durch Beschreibungen können der Verpackung zugerechnet werden und sind vor dem Hintergrund der Veränderungen in der Altersstruktur der Bevölkerung entwickelter Regionen wertvoll. Durch zunehmende Leistungsfähigkeit der Verpackungen wird eine Anpassung der Erzeugnisdistribution an demographische Entwicklungen wie beispielsweise die Verringerung der Haushaltsgrößen in Industriestaaten durch enger gefächerte Portionierungen ermöglicht. Dieser Schutz von Produkten und die Verlängerung ihrer effizienten Nutzbarkeit ist Teil der nachhaltigen Leistung von Verpackungen. Dennoch ist auch die Verwendung von Ressourcen für die Herstellung von Packmitteln nicht vernachlässigbar, sondern kann zur Verschärfung der Spannungen bei Nutzung und Verbleib der Ressourcen beitragen. Deutschland reagiert 1991 beispielgebend mit der Einführung der Verpackungsverordnung und leitet ein Umdenken im Umgang mit Verpackungen ein, die seither selbst im Hinblick auf Ressourcen optimiert werden. Die Verpackungsverordnung nimmt die Hersteller von Konsumgütern in Bezug auf die Strategie der Verwertung nach dem Verbrauch in die Pflicht, was eine Verringerung der Packmittelmenge durch Minimierung des Materialeinsatzes zur Folge hat. Auf dieser Grundlage werden in Deutschland flächendeckend Rücknahme oder Entsorgungssysteme in Verantwortung der Industrie eingerichtet. Die Verpackung entwickelt sich im internationalen

Wettbewerb vom notwendigen Übel zum Leistungsträger. Verpackungsmaterialien sind in modernen Verbundstrukturen Hochbarriereträger, teilweise aktiver Atmosphärenregulator, Schutz gegen mechanische Beanspruchungen bei minimalem Gewicht – also Leichtbauwerkstoff – Entnahme und Wiederverschlussgarant. Aus diesem Grund ist, die Einschätzung, der Vergleich und die Optimierung der gebundenen ökologischen Leistung durch die Verpackung sowie die Beeinträchtigung von Ökosystemen durch die Verpackung eine ernsthafte Herausforderung. Die Verpackung ist zudem im globalen Wettbewerb zu einem Instrument der Kommunikation und Vermarktung von Produkten avanciert, besonders bei Verkaufsverpackungen, die Einfluss auf den Konsumenten ausüben können (vgl. EHI 2008; FFI 2011). Neben den Verkaufsargumenten am Point of Sale (POS), wie beispielsweise Differenzierung oder Markendesign, die im Markt inzwischen entscheidende Größen darstellen und den etablierten Informationen zu Packungsinhalten, lassen sich durch die Verpackung auch Informationen zur Art des Packmittels, dessen Herkunft, seiner Zusammensetzung und damit auch zu den beanspruchten Ressourcen kommunizieren. Der Trend zur Nutzung nachhaltiger Verpackungslösungen ist eine kontinuierlich zunehmende Anforderung an die Verpackungsbranche und beschreibt einen weiteren Wandel, der bei dem zur Disposition stehenden Stoffvolumen der Branche weitere Innovationen abverlangt. Die Umstellung der Verpackungsherstellung auf nachwachsende Rohstoffe, die zunächst in Nutzungskaskaden verwendet und anschließend zumindest verwertet oder im Idealfall direkt in einen Kreislauf integriert werden können, ist als Notwendigkeit nicht nur durch den Verbraucher akzeptiert und gewünscht, sondern wird durch die Politik zunehmend gefördert (vgl. BMELV 2013; EU 2011, 2012; OECD 2009) und kann in der Verpackungsindustrie dadurch als durchschlagendes Marketingargument genutzt werden. Dieser Wertewandel eröffnet die Chance, ökologische Gesichtspunkte mit der sonst bedingt steuerbaren Marktdynamik zu kombinieren.

3 Methoden zur Bewertung und Kommunikation der Nachhaltigkeit

3.1 Wasserfußabdruck

Die Charakterisierung und Darstellung von Einflüssen der Produktion von Konsumgütern auf die Umwelt und ihre Ökosysteme ist eine grundlegende Voraussetzung für die gezielte Steigerung der Effizienz der Ressourcennutzung. Dazu haben sich in jüngerer Vergangenheit unterschiedliche Methoden und Werkzeuge entwickelt. Einzelbilanzen werden in Bezug auf vitale Medien wie Wasser, CO₂, Energie bzw. genutzte Landfläche erstellt. Da Wasser als eine strategische und verknappende Ressource betrachtet wird, etablieren Hoekstra et al. den Wasser-Fußabdruck (WF) als Kenngröße für die Verwendung von Wasser (vgl. Hoekstra et al. 2011) und unterteilen diesen in

- *Blauen* Wasser-Fußabdruck, der die Menge entnommenen und verwendeten Oberflächen- bzw. Grundwassers kennzeichnet,
- *Grünen* Wasser-Fußabdruck der die Menge genutzten Regen- und Bodenwassers darstellt,
- *Grauen* Wasser-Fußabdruck, der die Menge des Wassers kennzeichnet, was benötigt wird, um Wasseremissionen so zu verdünnen, dass die darin enthaltenen Schadstoffe unterhalb der festgelegten Emissionsgrenzwerte liegen.

Diese Differenzierung ist eine wichtige Grundlage für die Einschätzung der Wassereffizienz. Während der Grüne WF im Grunde ein passives Maß für die Nutzung der natürlichen Bedingungen ist, kennzeichnet der graue Wasser-Fußabdruck im Grunde direkt die Umweltverschmutzungen. Der blaue WF stellt nicht wirklich einen Verlust dar, da das Wasser im Kreislauf erhalten bleibt, beinhaltet aber dennoch eine indirekte Beurteilung der Umweltbeeinflussung, da eine Nutzbarmachung von Wasserressourcen und eine spürbare Änderung Ihrer Verteilung im Kreislauf häufig gravierende Eingriffe zur Folge hat (z.B. Entwässerung von Mooren).

3.2 CO₂-Fußabdruck

Eine bereits länger bekannte Methode zur Beurteilung von Luftverunreinigungen ist der CO₂-Fußabdruck. Nach dem bekannt werden der Umweltwirkungen von Treibgasen wie z.B. FCKW und deren zunächst konsequenter Verringerung und dem wissenschaftlichen Nachweis des Wirkungsbeitrages anthropogener Treibhausgasemissionen durch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in IPCC 1990 wird 1997 das Kyoto Protocol abgestimmt (vgl. UN 1998), in dem sich die zunächst 39 Mitgliedsstaaten erstmals auf konkrete Emissionsziele zum Großteil mit geplanten Reduktionen des Ausstoßes einigen. Der CO₂-Fußabdruck wird auf Produkte, Verkehrsmittel, Einrichtungen oder Regionen bezogen, gibt jedoch nur Hinweise auf einen Aspekt der Beeinträchtigung von Ökosystemen.

3.3 Ökologischer Fußabdruck

Eine Methode mit dem Ziel Emissionen mit Ökosystemleistungen zu vergleichen, ist der ökologische Fußabdruck (vgl. Wackernagel et al. 1997). Der ökologische Fußabdruck vergleicht den Bedarf an Landfläche auf Basis einer Bilanz verbrauchter Rohstoffe und vergleicht diesen mit der ökologischen Kapazität der Erde. Die Betrachtungsweise ist zunächst auf den Vergleich des Ressourcenverbrauchs von Regionen (vorrangig Länder) ausgelegt. Dazu wird der Verbrauch an Rohstoffen den sechs Flächenkategorien Ackerfläche, Gras- bzw. Weidefläche, Gewässer, Waldfläche, CO₂-Aufnahme Fläche, bebaute Fläche zugeordnet (vgl. Borucke et al. 2013).

3.4 Ökobilanzierung

Wesentlich umfangreicher gibt die Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA) die Wirkungen auf die Umwelt wieder indem neben Luftemissionen auch andere Schadstoffe bilanziert werden, die in die Umwelt entlassen werden. CO₂ Emissionen, Wasser- und Landbedarf werden darin ebenso einbezogen wie die Wirkung anderer Schadstoffe auf Umwelt und Mensch. Die Ökobilanzierung ist nach DIN EN ISO 14040 in vier grundlegende Phasen eingeteilt: 1. Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens, 2. Sachbilanzierung, 3. Wirkungsabschätzung, 4. Auswertung. In *Phase 1* wird der grundlegende Gegenstand festgelegt, der zunächst die Art der Ökobilanz bestimmt. Eine Ökobilanz kann die Umweltaspekte eines einzelnen Produktes beschreiben, mit dem Ziel die wichtigsten Einflussgrößen festzustellen. Es kann ein komparativer Ansatz verfolgt werden, der verschiedene Produkte miteinander vergleicht und es kann ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt werden, der wirtschaftliche, technische und soziale Aspekte berücksichtigt. Darüber hinaus wird in *Phase 1* das System mit seinen Systemgrenzen und eine funktionelle Einheit (z.B. 1 Tonne Packstoff oder eine bestimmte Anzahl Produkte) festgelegt. Ein System kann flexibel gestaltet werden und sich von der Rohstoffgewinnung bis zum produzierten Produkt Packstoff (z.B. Kunststoffgranulat) erstrecken (auch als „Cradle to Gate“ LCA bezeichnet) oder bis zum Lebensende betrachtet werden („Cradle to Grave“ bei Verwertung, „Cradle to Cradle“ bei Wiederverbenutzung oder Recycling). Bei Prozessanalysen ist auch die Betrachtung eines Teilsystems einzeln (Gate to Gate) möglich. In *Phase 2* werden inventurmäßig in einer Sachbilanz (Life Cycle Inventory, LCI) für alle zugehörigen Teilsysteme die Elementarflüsse und Energieflüsse erfasst und generierte Schadstoffe festgestellt. Alle Daten werden auf die funktionelle Einheit bezogen, was die Ökobilanzierung von anderen Methoden abhebt und einen klaren Bezug schafft. In dieser Phase ist auch die Betrachtung von Koppelprodukten näher zu beschreiben, bei denen entweder mehrere Inputs in einer Stoffmischung zu behandeln sind oder mehrere Outputs mit unterschiedlichen Nutzungsmethoden vorliegen. Dazu werden Allokationsverfahren verwendet, die möglichst anhand physikalischer Größen eine Unterscheidung zulassen (z.B. Massenanteile). Die Daten werden gemessen, auf der Basis allgemein anerkannter Richtwerte und Faktoren berechnet oder abgeschätzt. Für Abschätzungen sind entsprechende Grundlagen zu schildern. Für jedes Teilsystem, was nicht mit betrachtet wird sind Abschneidekriterien festzulegen und in der Bilanz offenzulegen (z.B. ein Elementarstrom hat einen Masseanteil von weniger als 5% am gesamten Stoffstrom etc.). In Prozessen entstehende Nebenprodukte oder Nutzen wer-

den als Gutschrift erfasst (z.B. Rezyklate als Gutschrift in Höhe des Aufwandes für ihre Herstellung in den entsprechenden Kategorien oder bei Verbrennung energetischer Wert als Gutschrift in der Energiebilanz). In *Phase 3* werden die kumulierten Daten Wirkungskategorien bzw. –indikatoren zugeordnet die durch die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) international in einer Empfehlung vereinheitlicht werden. Nach dieser wird in Input-bezogene Kategorien (z.B. abiotische Ressourcenbeanspruchung wie Energie und Wasser, biotische Ressourcenbeanspruchung, Naturraumbeanspruchung) und Output bezogene Kategorien (z.B. Treibhauseffekt, Abbau stratosphärischen Ozons, Humantoxizität, Ökotoxizität, Bildung von Photooxidantien, terrestrische oder aquatische Versauerung, Eutrophierung, Geruch, Lärm). Ökobilanzen finden in der Verpackungstechnik inzwischen breitflächig Eingang und sensibilisieren die Mitglieder der Wertschöpfungskette für ökologische Aspekte. Die Ökobilanz ist mit ihren Vor- und Nachteilen die am detailliertesten ausgearbeitete Methode, spezifische Produkte und die davon ausgehenden Wirkungen auf die Umwelt einzuschätzen. Sie kann jedoch nicht zur Erarbeitung generalisierter Aussagen herangezogen werden. Dennoch ist der Bilanzansatz umfassend und fördert das Umdenken hin zur Lebenszyklenbetrachtung und der Berücksichtigung von Kreislauffähigkeit.

4 Wege der Nutzung des Nachhaltigkeitsgedanken

Im globalen Wettbewerb der Konsumgüter liegt die Entscheidung über den Einsatz von Verpackungslösungen bei den Unternehmen und ist auch durch den hohen Kosteneinfluss der verwendeten Rohstoffe im Vergleich zu deren kurzem Lebenszyklus vorrangig ökonomisch geprägt. Eine Einflussnahme kann politisch durch Regulierungen erfolgen oder aus dem Verhalten von Konsumenten und den damit verbundenen Absatzchancen resultieren. Dementsprechend ist vor allem bei Anwendern (Brand-Ownern) die Entwicklung von Verpackungen von einer Vermarktungsstrategie abhängig. Innerhalb dieser Strategie werden Marktanalysen und –studien sowie die erreichbaren oder in Aussicht stehenden Kosten für die Entwicklung und Implementierung einer neuen Verpackung gegenübergestellt und durch eine Risikobewertung eingeschätzt. Eine ökologisch günstigere Verpackungslösung wird also nur in Verbindung mit einem zumindest anhand von Indizien abschätzbaren materiellen Nutzen durchzusetzen sein. In der Verpackungstechnik haben sich auf dieser Grundlage verschiedene Strategien entwickelt die ökologische Nachhaltigkeit als Bestandteil des Marketing von Unternehmen, Marke (Brand) oder Produkt und dessen Verpackung zu nutzen:

- *Produktorientierte Strategien* haben die stärkste Wirkung in Richtung des Konsumenten, da Sie am Point of Sale (PoS) vermittelt werden können. Dazu gehören Materialreduktion, Materialsubstitution, Funktionsoptimierung, Funktionsintegration, Änderung der Wahrnehmung („green appeal“) und Greenwashing.
- *Technologieorientierte Strategien* dagegen erhöhen die Ressourceneffizienz in einer spezifischen Produktionskette, sind jedoch nicht vordergründig durch den Konsumenten wahrnehmbar und müssen zusätzlich kommuniziert werden (z.B. über Medien), können aber beispielsweise einen signifikanten Einfluss auf die Ökobilanz haben und sich in einer EPD (Environmental Product Declaration) auswirken.
- *Unternehmensstrukturstrategien* sind geprägt durch die Entscheidungen von Unternehmen, an ihrer Ausstattung, Organisationsstruktur oder ihrem wettbewerblichen Verhalten Änderungen vorzunehmen, die dann entweder den Einfluss des Produktionsstandortes auf die Umwelt verringern oder die Ökobilanz ihrer Produkte verbessern bzw. im Idealfall beides.

Bleisch, G.; Majschak, J.-P.; Weiß, U. (2011): Verpackungstechnische Prozesse. Lebensmittel-, Pharma-, Chemieindustrie. Hamburg

BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013): Politikstrategie Bioökonomie. Wachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie. Berlin (BMELV)

- Borucke, M.; Moore, D.; Cranston, G.; Gracey, K.; Iha, K.; Larson, J.; Lazarus, E.; Morales, J. C.; Wackernagel, M.; Galli, A. (2013): Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. In: Ecological Indicators, Issue 24, pp. 518-533
- DIN EN ISO 14040 (o.J.): Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- EHI (2008): Spannungsfeld Verpackung. Erwartungen, Trends und Konfliktfelder aus Sicht von Handel und Herstellern. Köln (EHI Retail Institute GmbH)
- EU – European Union (2011): The European Bioeconomy in 2030. White Paper. Brussels (European Technology Platforms)
- EU – European Union (2012): Innovating for Sustainable Growth. A Bioeconomy for Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels (European Commission)
- FFI – Fachverband Faltschachtelindustrie e.V. (2011): FFI Studie Shopper 2011: Die Bedeutung von Verpackungen bei Kaufentscheidungen. Frankfurt am Main (FFI)
- Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U. (2011): Global Food Losses and Food Waste. Rome (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
- Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Aldaya, M.; Mekonnen, M. (2011): The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. London/Washington, DC
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1990): Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. First Assessment Report. Cambridge
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2009): The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda. Paris (OECD)
- UN – United Nations (1998): Kyoto Protocol of the United Nations Framework Convention on Climate Change. New York
- UNDESA – United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2012): World Urbanisation Prospects. The 2011 Revision. New York (UNDESA, Population Division)
- UNFPA – United Nations Population Fund (2011): State of world population 2011. New York (UNFPA)
- Wackernagel, M.; Rees, W. (1997): Unser ökologischer Fußabdruck. Wie der Mensch Einfluss auf die Umwelt nimmt. Basel u.a.O.
- WCED – World Commission on Environment and Development (1987): Our Common Future. Annex to Document A/42/427 – Development and International Co-operation: Environment. New York (WCED)

Technologische Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung

Norbert Mertzsch, Bernd Thomas

In der Jahrtausende währenden Entwicklung der Menschheit konnte der Mensch seit dem Beginn des Gebrauchs des Feuers bis zur Mitte des 18. Jh.s im Wesentlichen nur auf Einkommensenergie zurückgreifen. Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde erstmalig von Hans Carl von Carlowitz im Jahr 1713 im Sinne eines langfristig angelegten verantwortungsbewussten Umgangs mit der Ressource Holz verwendet. Der Nachhaltigkeitsbegriff auf die Energieversorgung angewendet kann nur bedeuten, dass die Vermögensenergien langfristig wieder durch Einkommensenergien abgelöst werden und diese bis dahin möglichst schonend genutzt werden. Um die Entwicklungsziele für die Energieversorgung im Rahmen der Klimapolitik Deutschlands bis 2050 zu erreichen, sind große technologische Herausforderungen zu meistern. Im Bereich der Energieeffizienz betrifft dies alle Bereiche von der Energiebereitstellung bis zur Verwendung. Eine besondere Herausforderung ist dabei die Senkung des Heizenergieverbrauchs durch Wärmedämmmaßnahmen. Für den Bereich der Bereitstellung von Elektroener-

gie ist in den nächsten Jahren die größte Herausforderung neben dem Übergang von der Vermögensenergie zur Einkommensenergie die langfristige und sichere Speicherung großer Mengen Elektroenergie. Bei der Versorgung mit Wärmeenergie liegen die technologischen Herausforderungen vor allem in der großflächigen Einbindung der Solarthermie in Wärmenetze und in der langfristigen Speicherung von Wärme. Eine weitere große Herausforderung wird die effektive Nutzung der tiefen Geothermie werden. Der Verkehrsbereich steht vor der Herausforderung, trotz eines prognostizierten steigenden Verkehrsaufkommens durch den Übergang zu einkommensenergiebasierter Mobilität die beschlossenen Klimaschutzziele zu erreichen. Auf Grund der erzielbaren Wirkungsgrade werden voraussichtlich vorrangig die Energieträger Elektroenergie, Wasserstoff und Methan eine Perspektive besitzen. Die notwendige Reduzierung der Emissionen von Kohlenstoffdioxid bei der Bereitstellung von Energieträgern für Industrie und privaten Verbrauchern ist neben allen technologischen Herausforderungen aber vor allem eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Von der Politik gesetzte Rahmenbedingungen für diesen Wandel sind damit mitentscheidend für Erfolg oder Misserfolg von technischen und technologischen Entwicklungen.

Ausgewählte innovative Effizienztechnologien auf Basis von Methan und Kohlenstoffdioxid

Gerhard Öhlmann

Für die chemische Industrie gehören Ressourcenknappheit und Klimawandel zu den großen Herausforderungen für die nachhaltige Gestaltung der weiteren Entwicklung. Die effiziente, klimaverträgliche Nutzung der Ressourcen und die Verbreiterung der Rohstoffbasis sind daher unabdingbare Voraussetzungen für die mittel- und langfristige Lösung der aus dieser Sachlage abzuleitenden Aufgaben. Große, aber auch mittlere Unternehmen der Chemie und weiterer stoffwandelnder Industriezweige wie z.B. der Eisen- und Stahlindustrie entwickeln Konzepte für neuartige Technologien, die eine effizientere Nutzung fossiler Kohlenstoffträger darunter vor allem die effizientere, stoffliche Nutzung von Erdgas sowie die stoffliche Nutzung von Kohlendioxid ermöglichen. Mit ihrer Fördermaßnahme „Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO₂“ hat das BMBF erstmalig im Jahre 2009 diese Entwicklung gezielt unterstützt. Mit der Richtlinie zur Förderung der Aufgabe „CO₂Plus – Stoffliche Nutzung von CO₂ zur Verbreiterung der Rohstoffbasis“ setzte das Ministerium im Jahre 2015 diese Förderinitiative fort. Einer der Hauptwege der stofflichen Nutzbarmachung von CO₂ ist seine Reduktion mit Wasserstoff. Dazu bedarf es aber einer großvolumigen Wasserstoffquelle, die im Interesse des Klimas ihrerseits nicht mit der Bildung großer Mengen Kohlendioxids verbunden ist, wie das gegenwärtig bei dem Hauptverfahren der Wasserstoffproduktion, dem sogenannten Dampfreformieren von Methan, der Fall ist. Die gegenwärtige Zusammensetzung des deutschen Strommixes macht Elektrolyse-Wasserstoff noch nicht ausreichend wirtschaftlich, um hierfür eingesetzt zu werden. Im Vortrag wird gezeigt, wie, warum und unter welchen Voraussetzungen die rein thermische Spaltung des Methans in Wasserstoff und Kohlenstoff ein realistischer Weg sein kann, wenngleich auch von der erfolgreichen Forschung bis zur Entwicklung einer Pilot- oder Demonstrationsanlage noch einige Hürden zu überwinden sind. Die chemisch-industrielle Forschung (BASF, hte Heidelberg) hat Anlagenentwickler (Linde AG u.a.) einbezogen und die Eisen- und Stahlindustrie (ThyssenKrupp AG) für die Erprobung der Anwendbarkeit des in der Methanspaltung anfallenden festen Kohlenstoffs für die Verhüttung von Eisenerz gewonnen. Das Projekt der Entwicklung eines zweistufigen Verfahrens der Herstellung von Synthese-Gas durch Wechselwirkung des aus der Methanspaltung gewonnenen Wasserstoffs mit CO₂ wurde als Teil des oben genannten Förderprogrammes des BMBF am 1. Juli 2013 gestartet und ist mit einer Laufzeit von drei Jahren geplant. Nicht eindeutig klar bleibt aller-

dings, in welchem Maße eine Kooperation innerhalb dieses Projektes mit den Untersuchungen am KIT und am IASS in Potsdam zur thermischen Spaltung von Methan zu Wasserstoff und festen Kohlenstoff bestanden hat oder noch besteht. Im Vortrag wird jedoch auf diese Ergebnisse, soweit zugänglich, zurückgegriffen. Interessant ist die Entwicklung der Forschungsaktivitäten bei der Thyssen-Krupp AG, die nicht nur die stoffliche Nutzung der Hüttengase ihrer Anlagen anstrebt, sondern auch die dadurch fehlende energetische Nutzung derselben für den Betrieb ihrer eigenen Anlagen durch regenerativen Strom zu ersetzen. Dazu will der Konzern überschüssiges Stromangebot aus Wind- und Sonnenenergie in weiter zu entwickelnden Redox-Flow-Batterien speichern und dadurch das schwankende Angebot regenerativer Energien stabilisieren. Auf diese Weise würde außerdem nicht nur eine Einsparung fossiler Kohlenstoffträger, sondern auch eine echte Senkung der CO₂-Emissionen erreicht. Neben der zwei-stufigen Erzeugung von Synthesegas werden im Vortrag auch die Direktsynthesen von Methanol und Dimethylether aus Kohlendioxid und Wasserstoff behandelt. Soweit öffentlich zugänglich, werden bei allen chemischen Prozessen die Ergebnisse zu den Katalysatorentwicklungen besonders berücksichtigt.

Perspektivische Beiträge atomarer und nuklearer Prozesse zu einer künftigen kohlenstofffreien Energiewirtschaft

Dieter Seeliger

Durch die UN-Klimakonferenz in Paris wurde im Dezember 2015 ein Klimaabkommen beschlossen, das die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst 1,5 °C, vorsieht. Um dieses Ziel erreichen zu können, sollen die Nettotreibhausgasemissionen weltweit zwischen 2045 und 2060 auf Null zurückgefahren werden. Dies erfordert eine sehr konsequente Klimaschutzpolitik, in deren Zentrum die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft steht – die Vermeidung oder drastische Reduzierung des Einsatzes von Kohlenstoff aus fossilen Energieträgern. Zahlreiche industriell entwickelte Länder sehen auch in Zukunft die Nutzung der Kernspaltung als unabdingbare Technologie zur Reduzierung des Einsatzes fossiler Energieträger. Deutschland und andere Staaten setzen vor allem auf den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger und nehmen die aus deren Volatilität resultierenden Schwierigkeiten in Kauf, um die radiologischen Risiken aus der Kernspaltung zu vermeiden. Auf der 5. Jahrestagung der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften 2012 zum Thema „Energie-wende – Produktivkraftentwicklung und Gesellschaftsvertrag“ wurde unter anderen die Frage aufgegriffen, ob Kernfusion die Bedarfslücke bei Elektroenergie im 21. Jahrhundert umweltverträglich schließen kann. Der vorliegende Beitrag beleuchtet diese Frage erneut anhand jüngster Fortschritte der Fusionstechnologie auf Basis von Magnet- und Trägheitshalterung. Kurz behandelt werden neue Entwicklungen zur Energiefreisetzung in diversen Metall-Wasserstoff-Systemen. Die Fortschritte geben Anlass zu der berechtigten Erwartung, dass atomare und nukleare Prozesse – neben der weltweit genutzten Kernspaltung – langfristig eine tragende Rolle bei der Dekarbonisierung der Energiewirtschaft und damit für den Klimaschutz spielen können.

Erziehung zum nachhaltigen Konsum – Aufgabe von Schule?

Benjamin Apelojg, Ulf Holzendorf

Mit der Einführung der Weltdekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ von 2005 bis 2014, beschlossen auf dem UN-Weltgipfel 2002, wurde das Ziel ausgerufen die Thematik „Nachhaltigkeit“ in allen gesellschaftlichen Bereichen zu behandeln. Regierungen sind damit beauftragt worden, die Verwirklichung der Leitidee „Nachhaltigkeit“ in Form konkreter inhaltlicher, pädagogischer und didaktischer Ansätze in der Schule umzusetzen (vgl. bne.portal.de). Der damalige Präsident der Kultusministerkonferenz (KMK) Jürgen Zöllner nahm dazu wie folgt Stellung: „Nur wenn Schülerinnen und Schüler die komplexen Zusammenhänge verstehen lernen und wissen, was nachhaltige Entwicklung bedeutet, können sie an diesem Prozess aktiv teilnehmen und ihn mitgestalten“ (BNE-Portal). Folgt man den Leitlinien der Bundesregierung und vielfältiger Organisationen, so sind sie sich hinsichtlich der grundsätzlichen Frage einer nachhaltigen Bildung, eingeschlossen den Konsumbereich, alle einig. Die Zielinhalte zum nachhaltigen Konsum werden durch den Beschluss der KMK vom 12. September 2013 „Zur Verbraucherbildung an Schulen“ kanalisiert. Nimmt man allerdings die Ziele einer nachhaltigen Bildung genauer unter die Lupe, so findet man zu Beginn der Diskussion (im Jahr 2008) ein diffuses Bild unterschiedlicher pädagogischer und didaktischer Zielvorstellungen hinsichtlich dessen, was die Funktion und die didaktischen Elemente einer nachhaltigen Bildung sind oder sein sollten (vgl. Künzli David/Kaufmann-Hayoz 2008). Trotz pädagogischer und didaktischer Differenzen wirkt eine nachhaltige Bildung teilweise wie ein leichtverdaulicher Happen, ein Heilsbringer einer besseren Zukunft. Den gesellschaftlich vorherrschenden Begriff von Nachhaltigkeit unter beispielsweise sozialen und ökonomischen Aspekten zu problematisieren tun nur wenige (vgl. Paech 2012). In dem wir die Differenzen und die Entwicklung verschiedener Ansätze einer nachhaltigen Bildung und des Nachhaltigkeitsbegriffs an sich aufzudecken versuchen, möchten wir der Frage inwieweit Erziehung zum nachhaltigen Konsum eine Aufgabe von Schule ist, nachgehen. Hier sind die Entwicklungen sowohl aus Erzeugersicht (Produktion) als auch aus Verbrauchersicht (Konsumtion) zu betrachten. Da Nachhaltigkeit als Basiskonzept im Lehrplan für Wirtschaft – Arbeit – Technik (WAT) sowohl im Themenfeld Haushalt und Konsum als auch im Themenfeld Unternehmen verankert ist, sollen am Ende des Vortrages kurz zwei Praxisbeispiele aus beiden Bereichen vorgestellt werden.

BNE-Portal „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. – URL: www.bne-portal.de [Zugriff: 15.03.2016]

Künzli David, C; Kaufmann-Hayoz, R (2008): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Konzeptionelle Grundlagen, didaktische Ausgestaltung und Umsetzung. In: Zeitschrift für Umweltpsychologie, Jg. 12, H. 1. S. 9-28

Paech, N. (2012): Vom grünen Wachstumsmythos zur Postwachstumsökonomie. In: Welzer, H.; Wiegandt, K. (Hg.): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie sieht die Welt im Jahr 2050 aus? Frankfurt am Main, S. 131-151

Verbraucherbildung an Schulen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.09.2013. – URL: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2013/2013_09_12-Verbraucherbildung.pdf

Nachhaltigkeit als Basiskonzept in der Curriculum-Entwicklung?

Bernd Meier

In der Curriculumentwicklung haben sich in den vergangenen Jahren deutliche Veränderungen ergeben (vgl. Meier 2013; Meier et al. 2006). Eine klar zu bestimmende Tendenz ist der Übergang von der Inputsteuerung zur Outputorientierung. In diesem Kontext steht vor allem auch die Diskussion um Kompetenzen. Darüber hinaus zeigen die aktuellen Entwicklungen im Bestreben um eine Konzentration auf das Wesentliche die Bestimmung von Basiskonzepten als eine weitere Tendenz in der Curriculumentwicklung. Als Basiskonzept versteht man in der Curriculumentwicklung die strukturierte Vernetzung aufeinander bezogener Begriffe, Theorien und erklärender Modellvorstellungen, die sich aus der Systematik eines Faches zur Beschreibung elementarer Prozesse und Phänomene historisch als relevant herausgebildet haben. Ein solches Basiskonzept im Rahmen der arbeitsorientierten bzw. naturwissenschaftlich-technischen Bildung wird mit „Nachhaltigkeit“ beschrieben. Der Beitrag geht der Frage nach, inwieweit Nachhaltigkeit als Basiskonzept von Curricula tragfähig sein kann. Beispielsweise betont der einheitliche Rahmenlehrplan für Berlin und Brandenburg für das Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik Nachhaltigkeit als ein normatives Konzept. Es fordert den Ausgleich von wirtschaftlicher Entwicklung, ökologischer Tragfähigkeit und sozialer Verträglichkeit. Es ist damit ein Konzept umfassender Gerechtigkeit, sowohl zwischen den heute lebenden Menschen als auch zwischen diesen und zukünftigen Generationen unter globaler Perspektive sowie der Bewahrung natürlicher Lebensgrundlagen. Mit diesem Basiskonzept wird offensichtlich auch an die Ergebnisse der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung (2005-2014)“ angeknüpft. Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) soll Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen nachhaltiges Denken und Handeln ermöglichen. Die Lernenden werden in die Lage versetzt, sinnvolle Handlungsentscheidungen zu treffen, indem sie die Konsequenzen für künftige Generationen oder das Leben in anderen Weltregionen berücksichtigen. Zur Verwirklichung nachhaltiger Entwicklungsprozesse wurde das Konzept der Gestaltungskompetenz ausformuliert. Damit wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können.

Meier, B. (2013): *Wirtschaft und Technik unterrichten lernen*. München

Meier, B.; Jakupec, V.; Nguyen, V. C. (2006): *International trends in building teaching curriculum and the relations to the upper secondary curriculum in Viet Nam*. In: *Tap chi ciao Duc*, Hanoi, No. 6, pp. 45-47

Vortragende / Moderatoren

Benjamin Apelojg

Jahrgang 1975

Dr. rer. pol.

Ausbildung zum Hotelfachmann im Inter-Continental Berlin. Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Freien Universität Berlin. Abschluss als Diplom Kaufmann. Promotion zu „Emotionen in der Personalauswahl“ zum Dr. rer. pol. Seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Lehreinheit für Wirtschaft, Arbeit, Technik. 2012 und 2014 Lehrstuhlvertretungen an der Universität Magdeburg (Didaktik der ökonomischen Bildung) und Universität Chemnitz (Didaktik für Wirtschaft, Technik, Haushalt und Soziales). Forschungsschwerpunkte: Erforschung von Emotionen in Lernprozessen, prozessorientierte Didaktik, Einsatz digitaler Medien zur Unterstützung von Lernprozessen.

Seit 2016 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: Universität Potsdam, Professur für Technologie und berufliche Orientierung, Lehreinheit für Wirtschaft-Arbeit-Technik, Karl-Liebknecht-Straße 24-25, 14476 Potsdam; apelojg@uni-potsdam.de

Dietrich Balzer

Jahrgang 1941

Professor Dr.-Ing. habil.

1961 bis 1965 Studium der Elektrotechnik und Automatisierungstechnik am Leningrader Technologischen Institut, Promotion 1969, Habilitation 1976, Industrie- und Hochschultätigkeit in Schwedt, Leipzig, Frankfurt am Main und Berlin.

Seit 2006 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: ludmila.balzer@prosysgmbh.de

Gerhard Banse

Jahrgang 1946

Professor Dr. sc. phil. Professor e.h.

Bis 2011 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am KIT – Karlsruher Institut für Technologie, Campus Nord (ehemals Forschungszentrum Karlsruhe GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (von Mai 2003 bis Februar 2007 delegiert an das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme, Cottbus). Im Jahre 2000 Bestellung zum Honorarprofessor für Allgemeine Technikwissenschaft an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus und Berufung zum Gastprofessor an der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Matej-Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik); Lehrbeauftragter an der Universität Potsdam, der Schlesischen Universität Katowice (Polen) und der Technischen Hochschule (Polytechnikum) Rzeszów (Polen). Von 2002 bis 2011 Leiter, seither stellvertretender Leiter des „International Network of Cultural Diversity and New Media (CULTMEDIA)“. Mitherausgeber der Buchreihe „e-Culture / Network Cultural Diversity and New Media“ (Berlin) und „Karlsruher Beiträge Technik und Kultur“ (Karlsruhe) sowie Mitglied der Redaktionsbeiräte der Zeitschriften „Probleme der Ökologie“ (Polen), „Wissenschaftliche Hefte der Technischen Hochschule

Rzeszów. Verwaltung und Marketing“ (Polen) und „Theorie der Wissenschaften. Zeitschrift für Theorie der Wissenschaften, der Technik und der Kommunikation“ (Tschechische Republik).

Mitglied (seit 2000), Vizepräsident (2009 bis 2012) und Präsident (seit 2012) der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e. V.

Kontakt: Berliner Zentrum Technik & Kultur; Theodorstraße 13, 12623 Berlin;
gerhard.banse@partner.kit.edu / praesident@leibnizsozietat.de

Kerstin Becker

Jahrgang 1969

Dipl.-Ing.

1989-1994 Studium an der Technischen Hochschule Zittau (Maschinenbau; Spezialisierung Umweltschutztechnik), 1996-2007 Stadtwerke Zehdenick GmbH, Stabstelle Umweltschutz, seit 2007 tetra ingenieure GmbH Neuruppin, Energiewirtschaftliche Grundsatzfragen; Arbeitsschwerpunkte: Energiestrategien und –konzepte, Energieeffizienzberater für die KfW und BAFA (Industrie und Gewerbe), Energieberater für Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, Energieaudits, AGFW-fp-Gutachter für Wärmenetze

Kontakt: becker@tetra-ingenieure.de

Johannes Briesovsky

Jahrgang 1941

Professor Dr.-Ing. habil.

1966 Dipl.-Ing. und 1970 Dr.-Ing. am Leningrader Technologischen Institut; von 1970 bis 1971 Oberassistent an der TH Merseburg bei Prof. Jugel; von 1971 bis 1984 Hauptabteilungsleiter am Forschungszentrum Chemieanlagen und Komplexe Chemieanlagen (KCA) Dresden; von 1984 bis 1992 Dozent bzw. Professor an der TH Merseburg, 1990 Habilitation; seit 1993 in der Privatwirtschaft.

Kontakt: BB ResoPuls Ingenieurbüro, Ruhrweg 9, 06217 Merseburg;
briesovsky@resopuls.com

Lutz-Günther Fleischer

Jahrgang 1938

Professor Dr. sc. techn.

Professor für Lebensmittelverfahrenstechnik an der Technischen Universität Berlin, Fakultät für Prozesswissenschaften; 1952 bis 1956 Lehre als Feinoptiker bei Carl Zeiss Jena, 1959 Abitur Jena, 1959 bis 1964 Studium der Chemie an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg, 1964 Diplom Physikalische Chemie, ab 1964 wissenschaftlicher Assistent am Institut

für Verfahrenstechnik, Juni 1968 Promotion zum Dr.-Ing., 1968 bis 1970 wissenschaftlicher Oberassistent, 1969 Facultas docendi, 01.06.1970 Berufung zum Hochschuldozenten für Thermodynamik irreversibler Prozesse, 1971 bis 1974 Leiter des Wissenschaftsbereichs Prozessverfahrenstechnik der Sektion Verfahrenstechnik der TH Merseburg mit den Fachgebieten Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik und Rheologie, September 1972 bis Mai 1973 Lehr-/Forschungsaufenthalt am Leningrader Technologischen Institut, September 1975 Wechsel zur Humboldt-Universität zu Berlin, 01.09.1978 Hochschuldozent für Verfahrenstechnik, 29.05.1979 Promotion B (Habitationsäquivalent) zum Dr. sc. techn. Verfahrenstechnik, 01.09.1979 Berufung zum Professor für Verfahrenstechnik an der Humboldt-Universität, Juni 1994 Universitätsprofessor für Prozesstechnische Grundlagen der Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelrheologie an der Technischen Universität Berlin im Fachbereich Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, 1994 Fachgebietsleiter, von 1997 bis 1999 Prodekan des Fachbereichs Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, 2002 Professor für Lebensmittelverfahrenstechnik, von 2003 bis 2005 Dekan der Fakultät für Prozesswissenschaften der Technischen Universität Berlin. Die Ergebnisse der disziplinären und interdisziplinären Forschungstätigkeit sind in weit über 100 wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht; außerdem Verfasser und Herausgeber von drei Lehrbüchern, Koautor mehrerer wissenschaftlicher Editionen sowie Verfasser zahlreicher gedruckter bzw. in den elektronischen Medien gesendeter populärwissenschaftlicher Beiträge, langjähriges Mitglied von Redaktionskollegien und Herausgeber populärwissenschaftlicher Bücher und Buchreihen, darunter der „Polytechnischen Bibliothek“ des Fachbuchverlages Leipzig. Seit 2004 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, von 2007 bis 2011 Vorstandsvorsitzender des Leibniz Institutes für interdisziplinäre Studien (LIFIS) e.V. und seit 2012 Sekretar der Klasse Naturwissenschaften und Technikwissenschaften der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften.

Kontakt: fleischer-privat@gmx.de

Marek Hauptmann

Jahrgang 1981

Dr.-Ing.

2000 – 2005 Studium allgemein konstruktiver Maschinenbau, Vertiefung Verarbeitungsmaschinen und Verarbeitungstechnik an der Technischen Universität Dresden, Abschluss als Dipl.-Ing. an der TUD; 2005 – 2010 Promotionsstudent an der Professur Verarbeitungsmaschinen und Verarbeitungstechnik der TUD, Abschluss als Dr.-Ing.; seit 2010 Aufbau und Leitung der Forschergruppe „Umformen faserbasierter Materialien“ an der Professur für Verarbeitungsmaschinen und Verarbeitungstechnik der TUD.

Kontakt: Technische Universität Dresden, Professur für Verarbeitungsmaschinen und Verarbeitungstechnik, 01062 Dresden;
marek.hauptmann@tu-dresden.de

Ulf Holzendorf

Jahrgang 1954

Dr. rer. nat.

Ulf Holzendorf hat seine Qualifikationen vor allem an der Pädagogischen Hochschule Potsdam erworben (Diplomlehrer für Polytechnik; über ein Forschungsstudium erfolgte die Promotion zum Dr. rer. nat.). Innerhalb dieser Zeit erwarb er schulische Erfahrungen an einer Polytechnischen Oberschule als Vertretungslehrer. Sein beruflicher Werdegang begann an der Sektion Polytechnik als Lehrer im Hochschuldienst. Seit 1991 engagierte er sich in verschiedensten bundesweiten Interessenverbänden wie dem Verband „Haushalt in Bildung und Forschung“, dem er selbst vier Jahre vorstand. Als Mitglied der GATWU arbeitete er langjährig im Vorstand. Durch Inhaltsveränderungen im Ausbildungsprozess für Lehramtsstudierende sieht er gegenwärtig seine Schwerpunkte in den Bereichen der Ernährungs- und Verbraucherbildung. Hierzu gibt es viele Vernetzungen, wie u.a. zur Vernetzungsstelle Schulverpflegung, zu den Verbraucherberatungsstellen und zum einschlägigen Ministerium. Im Jahr 2004 konnte ein Studienaufenthalt an der Universität Hanoi in Anspruch genommen werden. Ulf Holzendorf ist Herausgeber und Mitautor verschiedenster deutscher Schulbücher und Lehrerhandbüchern für den Inhaltsbereich Wirtschaft-Arbeit-Technik.

Kontakt: Universität Potsdam, Professur für Technologie und berufliche Orientierung,
Lehreinheit für Wirtschaft-Arbeit-Technik, Karl-Liebknecht-Straße 24-25, 14476 Potsdam;
holzendorf@uni-potsdam.de

Ernst-Peter Jeremias

Jahrgang 1953

Dr.-Ing.

1972 Berufsausbildung mit Abitur bei Bergmann Borsig, Görlitzer Maschinenbau; 1972 bis 1976 Studium Kraftwerksanlagen und Energieumwandlung (Ingenieurhochschule Zittau), Abschluss als Hochschulingenieur (1975); 1976 Diplomingenieur; 1976 bis 1980 Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter für Reaktorwärmetechnik im KKW Rheinsberg; 1980 bis 1991 Tätigkeit als Gruppenleiter für Reaktorwärmetechnik im KKW Rheinsberg; 1988 Promotion zum Dr.-Ing. (Akademie der Wissenschaften der DDR, Kernforschungszentrum Rossendorf); 1991 bis 1994 entec Planungsgesellschaft GbR (Geschäftsführender Gesellschafter); seit 1994 tetra ingenieure GmbH – Planungs- und Beratungsgesellschaft für Energie- & Umwelttechnik und Gebäude- & Versorgungstechnik (Geschäftsführender Gesellschafter); aktuelles Fachgebiet: Energiewirtschaftliche Grundsatzfragen; aktuelles Arbeitsgebiet ist die Umsetzung energiewirtschaftlicher Grundsatzfragen in gewerbliche und kommunale, zukunftsorientierte Energiekonzepte und -strategien (dabei wird insbesondere der Einsatz regenerativer Energien untersucht und berücksichtigt); seit 1991 Mitglied im Verband Beratender Ingenieure VBI, seit 2014 Mitglied des VBIW.

Kontakt: jeremias@tetra-ingenieure.de

Christian Kohlert

Jahrgang 1953

Professor h. c. Dr.-Ing.

1971 bis 1975 Studium der chemischen Verfahrenstechnik an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg; 1975 bis 1978 Wissenschaftliche Aspirantur am Technologischen Institut (TU) in Leningrad bei Prof. V. N. Krasovski; 1978 Dr.-Ing.; 1978 bis 1991 wissenschaftlicher Oberassistent an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg; seit 1991 Mitarbeiter bei Klöckner Pentaplast GmbH & Co. KG in Montabaur; 1998 Ehrenprofessor am Technologischen Institut (TU) St. Petersburg; seit mehreren Jahren Direktor für Prozesstechnologie von Klöckner Pentaplast Europa und Manager des Projekts Russland. Mitglied der Internationalen Akademie der Wissenschaften des Hochschulwesens (IHEAS) Moskau. Seit 2011 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: Rotsteinerstraße 14, 56414 Oberahr;
c.kohlert@kpfilms.com

Jens-Peter Majschak

Jahrgang 1962

Professor Dr.-Ing.

1984 bis 1989 Studium in der Fachrichtung Verarbeitungsmaschinen an der Technischen Universität Dresden, Abschluss: Diplom; 1988 Diplompraktikum am Polytechnischen Institut (heute Technische Universität) in Riga; 1997 Promotion zum Dr.-Ing.; 1989 bis 1991 wissenschaftlicher Assistent an der Technischen Universität Dresden, Grundlagenuntersuchungen zur Unterstützung der kreativen Lösungsfindung in den frühen Phasen des Konstruktionsprozesses von Verarbeitungsmaschinen; 1992 bis 1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Dresden, DFG-Projekt „Beratungssystem Verarbeitungstechnik“; 1994 bis 1996 Geschäftsführer der Firma GVL Gesellschaft für Verpackungstechnik und -logistik mbH in Dresden; 1995 bis 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik (FhG-AVV) in Dresden; 2000 bis 2001 leitender Projektingenieur Geschäftsbereich Technische Informationssysteme bei Firma IZK GmbH; 2002 bis 2004 Abteilungsleiter am Fraunhofer Institut Verfahrenstechnik und Verpackung (Freising); seit Okt. 2004 Professur Verarbeitungsmaschinen / Verarbeitungstechnik an der Technischen Universität Dresden und Leiter des Fraunhofer Anwendungszentrums Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik. Seit 2013 Ordentliches Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig

Kontakt: Technische Universität Dresden, Institut für Verarbeitungsmaschinen und Mobile Arbeitsmaschinen, 01062 Dresden;
jens-peter.majschak@tu-dresden.de

Bernd Meier

Jahrgang 1951

Professor Dr. paed. habil.

Seine Qualifikationen erwarb er vor allem an der Pädagogischen Hochschule Potsdam (Diplomlehrer, Dr. paed., Dr. sc. paed). Er begann seine berufliche Entwicklung als Lehrer für Polytechnik, arbeitete nach seiner Promotion zwei Jahre im Ministerium für Volksbildung der DDR, um dann wieder an die Pädagogische Hochschule Potsdam zurückzukehren. Seit 1991 war er in verschiedenen Führungspositionen in der Humanwissenschaftlichen Fakultät aktiv, wo er 1997 zum Professor für Arbeitslehre berufen wurde. Seit 2008 ist er Professor für Technologie und berufliche Orientierung an der Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften tätig. Sein besonderes Interesse widmet er Prozessen der Lehrerbildung und Curriculumentwicklung. Bernd Meier hat in vielen Ländern gearbeitet, darunter Deutschland, Vietnam, Polen, Russland und Tadschikistan. Er ist Herausgeber und Mitautor von mehr als 50 deutschen Schulbüchern und Lehrerhandbüchern sowie von Lehrbüchern für die Lehrerbildung in Vietnamesisch, Russisch, Polnisch und in Tadschikisch.

Seit 2010 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, seit 2016 einer ihrer Vizepräsidenten.

Kontakt: Universität Potsdam, Professur für Technologie und berufliche Orientierung,
Lehrereinheit für Wirtschaft-Arbeit-Technik, Karl-Liebknecht-Straße 24-25, 14476 Potsdam;
meierbe@uni-potsdam.de

Norbert Mertzsch

Jahrgang 1950

Dr. rer. nat.

Lehre als Elektromontageschlosser im Reichsbahnausbesserungswerk Potsdam; 1968 bis 1972 Studium der Chemie (Technische Hochschule für Chemie „Carl Schorlemmer“), Abschluss als Diplom-Chemiker; 1972 bis 1985 Tätigkeit im VEB Stickstoffwerk Piesteritz; 1976 Fachchemiker für Analytik und Spektroskopie (Karl-Marx-Universität Leipzig); 1984 Promotion (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg); 1985 bis 2013 Tätigkeit im Kernkraftwerk Rheinsberg; seither Rentner und Freier Mitarbeiter der Firma tetra ingenieure GmbH in Neuruppin

Mitglied des Vereins Brandenburgischer Ingenieure und Wirtschaftler e.V. (VBIW), hier: Vorsitzender des Vereins und Leiter des Regionalvereins Nordwestbrandenburg sowie Leiter des Arbeitskreises Umweltschutz / Erneuerbare Energien.

Kontakt: mertzsch@t-online.de

Gerhard Öhlmann

Jahrgang 1931

Professor Dr. rer. nat. habil.

Abitur 1950 an der Oberschule Haldensleben; ab 1950 Studium der Chemie an der Martin-Luther-Universität Halle, Dezember 1951 Delegation nach Leningrad, 1956 Diplom an der Staatlichen Shdanov-Universität in Leningrad, 1957 Promotion an gleicher Universität mit

einer Arbeit zum Thema „Wechselwirkung des Epoxidrings verschieden substituierter Glycidsäureester mit aliphatischen und aromatischen Aminen“; 1957 Arbeitsgruppenleiter im Institut für Verfahrenstechnik der organischen Chemie in Leipzig, ab 1960 Leiter der Arbeitsgruppe (später Abteilung) für chemische Reaktionskinetik im Institut für physikalische Chemie der DAW in Berlin: Beginn einer Grundlagenforschung zu den Ursachen der klopfenden Verbrennung in Otto-Motoren; 1969 Habilitation an der Humboldt-Universität Berlin mit einer Arbeit zum Mechanismus der Gasphasenoxydation von Kohlenwasserstoffen mittlerer Kettenlänge; im gleichen Jahr Berufung zum Leiter des Bereichs Katalyse und Kinetik des Zentralinstituts für physikalische Chemie: Arbeiten zur heterogenen Katalyse von Oxydationsprozessen an Oxidclustern sowie Kohlenwasserstoffumwandlungen an Zeolithen; 1970 Berufung zum Professor durch die Akademie der Wissenschaften der DDR; 1974 Wahl zum Ordentlichen Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; 1985-1990 Direktor des Zentralinstituts für Physikalische Chemie der AdW der DDR; seither Vorruhestand und Übergang in die Altersrente; zahlreiche Aktivitäten als wissenschaftlicher Berater (VAW Bonn, INTERCAT USA, Alsipenta, TRICAT, Süd-Chemie). Seit 1993 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: goehlmann@t-online.de

Ernst-Otto Reher

Jahrgang 1936

Professor Dr. sc. techn. Professor h. c. Dr. h. c.

1956 bis 1961 Studium der Verfahrenstechnik an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad; 1961 Dipl.-Ing.; 1961 bis 1962 Forschungs- und Entwicklungsingenieur der Farben- und Lackindustrie Berlin; 1962 bis 1965 Wissenschaftliche Aspirantur an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad bei Professor P. G. Romankow; 1965 Dr.-Ing.; 1965 bis 1969 Wissenschaftlicher Oberassistent an der TH Merseburg; 1969 bis 1971 Dozent für Angewandte Rheologie; 1971 Promotion B (Habilitation) an der Technologischen Hochschule (TU) in Leningrad zum Dr. sc. techn.; 1972 bis 1993 Ordentlicher Professor für Allgemeine Verfahrenstechnik an der TH Merseburg; 1993 bis 1999 Verantwortlicher für Forschung, Entwicklung und Anwendungstechnik in der Firma Göttfert-Werkstoffprüfmaschinen GmbH Buchen (Odenwald); z. Zt. Berater der Firma Göttfert-Werkstoffprüfmaschinen GmbH und Gastdozent im Rahmen der Herder-Stiftung an der Technologischen Hochschule in St. Petersburg; Mitglied der Internationalen Wissenschaftsakademie der Hochschulen und Universitäten in Moskau.

Seit 1999 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: Am Bruchsee 7, 06122 Halle;
otto.reher@gmx.de

Dieter Seeliger

Jahrgang 1939

Professor Dr. rer. nat. habil.

Ab 1957 Studium der Physik in Moskau und Spezialstudium der Kernphysik in Dubna; 1968 Promotion zum Dr. rer. nat. und 1971 Habilitation auf dem Gebiet Mechanismus von Kernreaktionen; 1972 Berufung als Ordentlicher Professor für Neutronenphysik, zugleich Leitung des Wissenschaftsbereichs für Kernphysik an der Technischen Universität Dresden; Forschungsarbeiten zu Kernreaktionen und physikalischen Grundlagen nuklearer Verfahren der Energiegewinnung, Vorlesungen über Experimental-, Kern- und Neutronenphysik; Berufungen in den Wissenschaftlichen Rat für Kernphysik am Vereinigten Institut für Kernforschung in Dubna (1974) und das Internationale Kerndatenkomitee der IAEA in Wien (1980); Gastprofessur in Osaka (1988), Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (seit 1990); ab 1992 Geschäftsführer eines auf den Gebieten Umwelttechnik, Nuklearsanierung und Uranbergbau tätigen Ingenieurunternehmens der US-amerikanischen General Atomics Gruppe, seit 2004 Ruhestand und Tätigkeit als Unternehmensberater. Seit 2002 Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.

Kontakt: dieterseeliger@web.de

Bernd Thomas

Jahrgang 1949

Dr.-Ing.

1968 Abitur und Facharbeiter für Maschinenbau; 1968 bis 1972 Studium der Werkstofftechnik an der Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, Abschluss als Dipl.-Ing.; Forschungsstudium bis 1975. Ab 1975 Forschungsingenieur und Fachverantwortlicher im Eisenhüttenkombinat Ost (EKO) Eisenhüttenstadt; 1981 Promotion zum Dr.-Ing. (Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, Sektion Chemie und Werkstofftechnik). Ab 1991 Leiter Organisations- und Rechenstation Roheisenwerk im EKO; 1995 Übergang zu Electronic Data Systems Deutschland GmbH (EDS) als Projektverantwortlicher für IT-Systeme in der Roheisenerzeugung, 2009 Hewlett-Packard GmbH. 2011 Übergang in den Ruhestand. Seit 2012 Mitglied im Verein Brandenburgischer Ingenieure und Wirtschaftler e.V. (VBIW); Leiter des Ortsvereins Frankfurt (Oder) und Mitarbeit im Arbeitskreis Umweltschutz/Erneuerbare Energien.

Kontakt: bhthomas@gmx.de

Hinweise zur Gestaltung der Manuskripte

Es ist vorgesehen, Vorträge und Diskussionsbeiträge in einem Band der „Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften“ zu publizieren. Manuskripte sind sowohl in elektronischer Form (E-Mail, Diskette oder CD) als auch (möglichst) in Form eines Papierausdrucks an Gerhard Banse (gerhard.banse@partner.kit.edu oder praesident@leibnizsozietat.de) zu übergeben.

Termin: bis spätestens 30. Juni 2016

Umfang: Vortrag max. 50.000 Zeichen (einschließlich Leerzeichen)

Diskussionsbeitrag max. 17.500 Zeichen (einschließlich Leerzeichen)

Bei der *Manuskriptgestaltung* sind folgende Hinweise zu berücksichtigen:

- Reihenfolge (alles 12p, einzeilig): Beitragstitel (evtl. Untertitel); Vorname + Nachname (ohne Titelei usw.); Text; Literaturverzeichnis; Angaben zum Autor (Name, Vorname, Titel, Anschrift, E-Mail-Adresse); erklärende Fußnoten sind möglich.
- Keine automatische oder manuelle Silbentrennung sowie möglichst wenig Voreinstellungen verwenden.
- Abbildungen (Graphiken, Schemata), bitte, in einem gängigen und damit *bearbeitbaren* Grafik-Programm schwarz-weiß-grau gestalten und nicht in den Text integrieren, sondern als Extradatei beifügen sowie als Originaldokument mitsenden; im Text ist die Stelle zu markieren, an der später (etwa) die Abbildung einzupassen ist.
- Zu Abbildungen und Tabellen gehören eine Überschrift und ein exakter Quellennachweis.
- Modus für Literaturangaben:

Literaturangaben im Text

- Literaturverweise sollten in der Form >> (vgl. Bayerl 1998) <<, wenn es um den Gesamttext als Beleg, in der Form >> (vgl. Bayerl 1998, S. 318f.) <<, wenn indirekt zitiert, und in der Form >> (Braun 1996, S. 319) <<, wenn direkt zitiert wird, eingefügt werden.
- Bei zwei Autoren sind beide Autoren aufzuführen – z.B. >> (Bayerl/Weber 1998) <<, ab drei Autoren wird nur der erste Autor angegeben und mit >> et al. << ergänzt, z. B. >> (vgl. Dietz et al. 1996) <<.
- Werden gleichzeitig mehrere Arbeiten als Beleg genannt, so sollten die einzelnen Autoren alphabetisch angeordnet sein – z. B. >> (vgl. Bayerl/Weber 1998; Dietz et al. 1996; Poser 1998) <<.
- Falls im Text vom gleichen Autor mehrere Arbeiten mit dem gleichen Erscheinungsjahr zitiert werden, ist die Form >> (Bayerl 1998a) << sowie >> (Bayerl 1998b) << zu wählen.

Angaben im Literaturverzeichnis

- Zitierte Literatur ist alphabetisch, mehrere Arbeiten des gleichen Autors sind dann chronologisch zu ordnen.
- Bei Büchern werden Autorenname, Vorname(n), (Erscheinungsjahr): Titel mit Untertitel. Verlag, Erscheinungsort(e) und Erscheinungsjahr angegeben – z. B.: >> Poser, Stefan (1998): Museum der Gefahren. Die gesellschaftliche Bedeutung der Sicherheitstechnik. Waxmann Verlag: Münster/New York/München/Berlin <<.
- Bei Sammelbänden werden Name(n) und Vorname(n) des/der Herausgeber(s) (Hg.) (Erscheinungsjahr): Titel mit Untertitel. Verlag, Erscheinungsort(e) und Erscheinungsjahr angegeben – z. B.: >> Bayerl, Günter; Weber, Wolfhard (Hg.) (1998): Sozialgeschichte der Technik. Ulrich Troitzsch zum 60. Geburtstag. Waxmann Verlag: Münster/New York/München/Berlin <<.
- Die Angaben zu Beiträgen aus Sammelbänden sind wie folgt vorzunehmen: >> Bayerl, Günter (1998a): Die Erfindung des Autofahrens: Technik als Repräsentation, Abenteuer und Sport. In: Bayerl, Günter; Weber, Wolfhard (Hg.): Sozialgeschichte der Technik. Ulrich Troitzsch zum 60. Geburtstag. Waxmann Verlag: Münster/New York/München/Berlin 1998, S. 317-329 <<.
- Analog ist bei Zeitschriftenbeiträgen zu verfahren – z. B.: >> Bayerl, Günter (1998b): Ein „Leuchtturm“ in der Region – Abraumförderbrücke F60 in Klettwitz-Nord. In: Forum der Forschung. Wissenschaftsmagazin der Brandenburgischen Technischen Universität, Jg. 4, H. 6, S. 40-47 <<.

Kontaktadressen:

**Leibniz-Sozietät der Wissenschaften
zu Berlin e.V.**

Langenbeck-Virchow-Haus
Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin
☎ (030) 2080 314
<http://www.leibnizsozietat.de>
post@leibnizsozietat.de

**Karlsruher Institut für Technologie
KIT – Campus Nord**

Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
☎ (0721) 6082 2501
<http://www.itas.kit.edu>
gerhard.banse@partner.kit.edu