

Symposium „Lebenszyklusanalysen. Stationen im Lebenszyklus von Technologien und Aspekte ihrer Bewertung“ – Bericht

Der Arbeitskreis „Allgemeine Technologie“ der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften widmet sich seit 2001 verschiedenen Facetten und Fragestellungen einer Allgemeinen Technologie, vor allem in Form von Symposien mit nachfolgenden „Protokollen“ in den „Sitzungsberichten der Leibniz-Sozietät“. Die bisherigen Symposien waren folgenden Schwerpunkten gewidmet:

- 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);
- Technologie und nachhaltige Entwicklung (2016);
- Von der Idee zur Technologie – Kreativität im Blickpunkt (2018).

Das 9. Symposium am 13. November 2020 wurde vom Arbeitskreis „Allgemeine Technologie“ gemeinsam mit dem Verein Brandenburgischer Ingenieure und Wirtschaftler e.V. (VBIW) und der Professur für Grundschulpädagogik Sachunterricht der Universität Potsdam im Campus Griebnitzsee der Universität Potsdam durchgeführt und von der Rosa-Luxemburg-Stiftung finanziell gefördert. Mit dem Symposium wurde wiederum an Überlegungen von Johann Beckmann in seiner im Jahre 1806 veröffentlichten „Allgemeine Technologie“ angeknüpft, insbesondere an seine Forderung, „zum Verständniß und zur Beurtheilung“ technischer Systeme beizutragen. Im Mittelpunkt stand die systematische Betrachtung aller Phasen des Lebenszyklus („From cradle to grave“) von Technologien und technischen Sachsystemen („Artefakte“). Zur Lebenszyklusanalyse gehört auch die Einbeziehung und Bewertung sämtlicher ökonomischer, sozialer, ökologischer, kultureller und weiterer Wirkungen während der Produktion (Herstellung), der Nutzungsphase und der Stilllegung bzw. Entsorgung („Auflösung“) eines technischen Sachsystems sowie der damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse (z.B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe). Zu den Umweltwirkungen zählt man sämtliche umweltrelevanten Entnahmen aus der Umwelt sowie die Emissionen in die Umwelt (Umwelt als Quelle und Senke).

Ausgehend von Überlegungen, die in „Beiträge zur Allgemeinen Technologie“ (2014; hg. von Gerhard Banse und Ernst-Otto Reher, „Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften“, Bd. 36) sowie in „Technologie und nachhaltige Entwicklung“ (2017; hg. von Gerhard Banse und Ernst-Otto Reher, „Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften“, Bd. 130) dargelegt wurden, war es Ziel des Symposiums, den Lebenslauf von Technologien und der zugehörigen Artefakte chronologisch unter dem Blickpunkt der Allgemeingültigkeit zu betrachten. Dazu gehören vor allem:

- in der *Herstellungsphase*: Ressourcenbereitstellung und –verbrauch, Energieverbrauch, Toxizität, Raum- und Gebäudebedarf, Transportbedarf (Entfernungen);
- in der *Nutzungsphase*: Energieverbrauch, Nutzungsdauer und –muster, direkte und indirekte Induktions- sowie Rebound-Effekte;
- in der *„Auflösungsphase“* (Zerlegung, Recycling, Deponierung): Transport-, Energie-, Platzaufwand, Toxizität, Nachnutzung des Standorts.

In seinen Eröffnungsworten wies der Alt-Präsident der Leibniz-Sozietät, Herr *Gerhard Banse*, nach der Begrüßung der 15 TeilnehmerInnen auf die Corona-bedingten Probleme bei der Vorbereitung und Durchführung des Symposiums hin. So fielen zwei Vorträge aus, ein Vortrag konnte nur verlesen werden und mehrere an der Veranstaltung Interessierte hatten kurzfristig abgesagt. Die Zielstellung des Symposiums wurde von ihm in den Zusammenhang mit vorangegangenen Veranstaltungen gestellt: Auf dem 7. Symposium war herausgearbeitet worden, dass es um zukunftsfähige, nachhaltige technikbasierte Lösungen geht. Das 8. Symposium hatte dann Kreativität ins Zentrum unserer Überlegungen gerückt, genauer: den Weg von der Idee zum technischen Artefakt bzw. zur Technologie. Ging es also im 7. Symposium um das Ziel und im 8. Symposium um Mittel der Zielerreichung, so geht es im 9. Symposium – im Rahmen ihrer „Ontogenese“ – um die technischen Sachsysteme selbst.

Im ersten Vortrag der Session 1 würdigte Herr *Gerhard Banse* unter dem Titel „Horst Wolfgramm (1926 – 2020). Einer der „Väter“ der modernen Allgemeinen Technologie“ den am 10. Februar 2020 verstorbenen Erziehungswissenschaftler Horst Wolfgramm. Horst Wolfgramm gehört neben Günter Ropohl (1939 – 2017) zu den bedeutendsten und einflussreichsten „Vätern“ der modernen Allgemeinen Technologie. Spätestens seit seiner Berufung zum Professor mit Lehrauftrag für Polytechnische Bildung und Erziehung an der Universität Halle-Wittenberg im Jahr 1964 hat er sich systematisch mit Elementen, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme befasst, seine Einsichten im Konzept der Organstruktur technischer Systeme verallgemeinert und zur inhaltlich-theoretischen Grundlegung der Ausbildung von Polytechnik-Lehrer genutzt. Im Rahmen des 2. Symposiums des Arbeitskreises Allgemeine Technologie im Jahr 2004 „Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie“ hielt er einen Vortrag zu „Gegenstandsbereich und Struktur einer Allgemeinen Techniklehre“.

Der zweite Vortrag widmete sich dem Thema „Der Lebenszyklus von Technologien im Rahmen der Allgemeinen Technologie“. Im Teil 1 trug Herr *Norbert Mertsch* generalisierte Überlegungen zu Lebenszyklusbetrachtungen von vor. Er ging dabei besonders auf die Teilgebiete bzw. Phasen Inbetriebnahme von Technologien, Betrieb von Technologien und Außerbetriebnahme und Rückbau von Technologien ein. Im Teil 2 des Vortrags behandelte Herr *Gerhard Banse* Aspekte der systematischen Erfassung und umfassenden Bewertung der vielfältigen Effekte („Impacts“) von Technologien, bezogen auf diese einzelnen Phasen, insbesondere jedoch auf die gesamte Lebensdauer. Dazu gibt es mehrere bewährte und zum Teil standardisierte Methoden („Werkzeuge“), vor allem verschiedene Varianten der Technikfolgenabschätzung („Technology Assessment“), die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die Lebenszyklus-Analyse (Life-Cycle-Assessment, LCA) oder Öko-Bilanzierung, die verschiedenen „Fußabdrücke“ (z.B. ökologischer, CO₂- und Wasser-Fußabdruck) sowie den sogenannten ökologischen Rucksack. Deren Anwendung ist indes – wie exemplarisch am Smartphone dargestellt wurde – mit unterschiedlichen Problemen verbunden (z.B. dem Wissens-, dem Werte- und dem Interdisziplinaritäts-„Dilemma“).

„Der Lebenszyklus von Technologien am Beispiel der Entwicklung und Produktion von Effektpigmenten“ war das Vortragsthema von Herrn *Gerhard Pfaff*. Die Entwicklung und Produktion moderner Effektpigmente, aber auch die aller anderen Pigmente und vieler chemischer Produkte erfolgt heute auf der Basis eines modernen Projektmanagements. Hierbei werden konkrete Anforderungen in Bezug auf das zu entwickelnde Produkt, die dafür benötigten Technologien, die erwarteten Herstellmengen sowie die Umsatz- und Gewinnentwicklung im Verlauf des Produktlebenszyklus und des Technologielebenszyklus formuliert. Die Entwicklung von Effektpigmenten vom Labor bis zum Markt und der zu deren Herstellung benötigten Technologien ist ein geeignetes Beispiel, um die Lebenszyklen von chemischen Produkten und deren Technologien aufzuzeigen.

Herr *Uwe Pahl* berichtete über „Erfahrungen mit dem Arbeitsmittel Inbetriebnahme-Management für komplexe technische Anlagen in Theorie und Praxis“. Dabei ging er auf Projekte zur Errichtung von Gebäuden mit einer komplexen technischen Gebäudeausrüstung (TGA) wie Laborgebäude und Krankenhausbauten sowie von Industrieanlagen und Kraftwerken ein. Diese stehen in der Regel unter einem hohen Zeit- und Kostendruck. Die Gebäude und Anlagen werden in der Folge häufig mit zahlreichen mehr oder minder schweren Mängeln in Betrieb genommen und an den Nutzer übergeben. In der Folge ergeben sich zähe Mängelbeseitigungs-Verfahren mit vielfach unzufriedenen Nutzern, erhöhten Betriebskosten oder einer unzureichenden Energieeffizienz auch dann, wenn im Planungsverfahren im Grundsatz solide gearbeitet wurde. Hier setzt das Instrument des Inbetriebnahme-Managements an, das in der theoretischen Betrachtung der DIN 6039 zunächst mit viel Papier verbunden zu sein scheint. Wird es jedoch bereits in der Planungsphase – spätestens mit Beginn der Ausführungsplanung – konsequent angewandt, können die in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) und in der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) enthaltenen Schwächen bezüglich der Gewerke-Koordination und der Gewerke-übergreifenden Leistungen ausgeglichen werden. Es entsteht eine ganzheitliche Organisation insbesondere hinsichtlich des Gewerke-übergreifenden Inbetriebnahme-, Abnahme- und Übergabeprozesses.

Der Vortrag von Frau *Kerstin Becker* „Eine Energieerzeugungsanlage im Wandel der rahmenpolitischen und gesetzlichen Vorgaben am Beispiel der Wärmezeugung der Stadtwerke Rheinsberg GmbH“ wurde von Herrn *Norbert Mertzsch* verlesen. Der Vortrag zeigte, dass energiewirtschaftliche Gesetze und politische Vorgaben sich in komplexen energetischen Anlagen manifestieren. Die technologische Funktionalität ist nicht mehr die hinreichende Bedingung für den wirtschaftlichen Erfolg. Die technischen Nutzungsdauern der Anlagen sind heute um ein Vielfaches länger als die Geltungsdauern der meisten Gesetze. Die Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen haben sich um die Dimension der Anpassungsfähigkeit an gesetzliche *und* klimatische Veränderungen erweitert. Auch Energieerzeugungsanlagen können zu „strandet Investments“ werden. Im Vortrag wurde aufgezeigt, wie sich die energiepolitischen Veränderungen von 1989 bis zur Gegenwart am Beispiel der Wärmeversorgung der Stadt Rheinsberg anlagentechnisch widerspiegeln.

Im letzten Vortrag „Der Produktlebenszyklus im Unterricht über Arbeit und Technik“ zeigte Herr *Bernd Meier*, dass technische Bildung als Element einer zeitgemäßen Allgemeinbildung defizitär ist. Ursache ist einerseits eine immer noch dominante Orientierung des Bildungsverständnisses am traditionellen humanistischen Bildungsideal und andererseits ein nicht immer widerspruchsfreies Konzept einer allgemeinen technischen Bildung. Insbesondere fehlt offensichtlich immer noch eine klare curriculare Linienführung für einen Unterricht über Arbeit und Technik. Mit dem Beitrag wird der Versuch unternommen, mögliche Linienführungen unter Berücksichtigung des Konstrukts „Produktlebenszyklus“ aufzuzeigen. Dabei wird der Lebenszyklus sowohl aus technischer als auch aus ökonomischer Perspektive betrachtet und anhand ausgewählter Unterrichtsbeispiele illustriert.

An die Vorträge schlossen sich Nachfragen und eine interessante Diskussion zu zahlreichen der vorgetragenen Aspekte im Zusammenhang mit Lebenszyklus-Betrachtungen an, stringent moderiert durch Herrn *Björn Egbert*.

In seinem Schlusswort dankte Herr *Norbert Mertzsch* allen TeilnehmerInnen für ihr Interesse und ihren Beitrag zum Gelingen des Symposiums. Dessen Anliegen fasste er mit dem Verweis zusammen, dass Lebenszyklusanalysen mindestens eine dreifache Bedeutung zukommt: Erstens werden diese zur systematischen Untersuchung der Umweltauswirkungen von Produkten während ihres Lebensweges. Damit lassen sich dann Produkte in ihren Umweltwirkungen vergleichen und diese Umweltwirkungen ggf. durch Änderungen im

Herstellungsprozess bzw. bei der Nutzung verringern. Zweitens werden unter betriebswirtschaftlichen Aspekten Lebenszyklusanalysen für die operative und strategische Planung genutzt, um den gewünschten Gewinn zu erzielen. Aus Sicht der Allgemeinen Technologie können Lebenszyklusanalysen drittens Technologieschöpfern Hilfestellung bei der Gestaltung einer Anlage bieten, damit Schnittstellen für mögliche spätere Erweiterungen der Produktion eingeplant werden und ein späterer Rückbau mit bedacht wird. Auch dem Personal, das den eigentlichen Betrieb durchführt, sowie den Planern und Durchführenden eines Rückbaus von Anlagen nach Nutzungsende geben Lebenszyklusanalysen wichtige Hinweise. Da viele Maßnahmen und Handlungen im Lebenslauf von Technologien technologieübergreifend sind, könn(t)en sie fachübergreifend gelehrt werden. Das würde auch an die Überlegungen von Horst Wolffgramm anschließen. Abschließend wurden drei inhaltliche Vorschläge für das in zwei Jahren durchzuführende 10. Symposium zur Allgemeinen Technologie unterbreitet:

- „Allgemeine Technologie – eine Bestandsaufnahme“: Nach 21 Jahren Tätigkeit des Arbeitskreises Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät ist Bilanz zu ziehen, was erreicht wurde, was offen blieb und was auf die Forschungsagenda zu setzen sei.
- Auch das mögliche bzw. nötige Zusammenspiel von physikalischer und virtueller Welt wäre im Rahmen der „Allgemeinen Technologie“ zu besprechen. So kann beispielsweise zwar die Software für eine Prozessanlage ständig an wechselnde Gegebenheiten angepasst werden, aber der eingebaute Druckbehälter muss die geplante Lebensdauer erreichen.
- In Anknüpfung an die Arbeiten von Horst Wolffgramm könnte auch der Blick auf die Anwendung der Prinzipien der „Allgemeinen Technologie“ in Fachgebieten, die bisher nicht im Fokus der Symposien standen (z.B. das Bauwesen), gerichtet werden.

Die zeitnahe Publikation der Beiträge in den „Sitzungsberichten der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften“ ist vorgesehen.

Gerhard Banse, Norbert Mertzsch
Co-Vorsitzende des AK Allgemeine Technologie