

Gerhard Banse, Norbert Mertzsch

Einführung

Der vorliegende Band der „Sitzungsberichte“ enthält Beiträge des 9. Symposiums des Arbeitskreises „Allgemeine Technologie“ der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin (LS), das am 13. November 2020 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 mit dem Titel „Lebenszyklusanalysen. Stationen im Lebenszyklus von Technologien und Aspekte ihrer Bewertung“ durchgeführt und von der Rosa-Luxemburg-Stiftung finanziell gefördert wurde.¹

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 bislang acht Symposien mit nachfolgenden „Protokollen“ in den „Sitzungsberichten der Leibniz-Sozietät“.²

Auch mit dem 9. Symposium wurde wiederum an Überlegungen von Johann Beckmann in seinem im Jahre 1806 veröffentlichten „Entwurf der allgemeinen Technologie“ angeknüpft, diesmal insbesondere an seiner Forderung, „zum Verständnis und zur Beurtheilung“ (Beckmann 1806, S. 480) 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

1 Der Dank der Herausgeber gilt Herrn Professor *Dr. Björn Egbert*, Professur für Grundschulpädagogik Sachunterricht der Universität Potsdam, sowohl für sein Engagement beim Finden einer Räumlichkeit, die den im November 2020 angesichts der Corona-Pandemie geltenden staatlichen Hygiene-Maßnahmen entsprach, als auch für seine stringente Moderation des Symposiums.

2 Vgl. näher zum Arbeitskreis Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften <https://leibnizsozietaet.de/sozietaet/arbeitskreise/>

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). Dass das keine einfache Aufgabe ist, machen die nachfolgenden Beiträge deutlich. Aber unseres Erachtens führt daran kein Weg vorbei, wenn es – wie auf dem 7. Symposium herausgearbeitet – um zukunftsfähige, nachhaltige technikbasierte Lösungen geht (vgl. Banse/Reher 2017). Deshalb wurde im 8. Symposium dann Kreativität ins Zentrum der Überlegungen gerückt, genauer: der Weg von der Idee zum technischen Artefakt bzw. zur Technologie (vgl. Banse/Mertzsch 2019). Ging es also im 7. Symposium um das Ziel und im 8. Symposium um Mittel der Zielerreichung, so ging es im 9. Symposium um die technischen Sachsysteme selbst, also um – eine Ropohl’sche Adaptation eines Gedanken von Ernst Haeckel nutzend – die „technische Ontogenese“ und ihre Phasen.

Ausgehend von Überlegungen, die in „Beiträge zur Allgemeinen Technologie“ (vgl. Banse/Reher 2014) sowie in „Technologie und nachhaltige Entwicklung“ (vgl. Banse/Reher 2017) dargelegt wurden, war es Ziel des 9. Symposiums, den Lebenslauf von Technologien und der zugehörigen Artefakte chronologisch unter dem Blickpunkt der Allgemeingültigkeit (bezogen insbesondere auf technische, ökonomische, ökologische, rechtliche, soziale und humane Aspekte) 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.

Im ersten Beitrag würdigt *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. 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-Lehrern 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“.

Eine Würdigung von Horst Wolffgramm ist auch der Beitrag von *Elke Hartmann* und *Christian Hein* mit dem Titel *Allgemeine Technologie – Bilanz über 50 Jahre Forschungsarbeit für die Allgemeine Technische Bildung*. Dabei handelt es sich um einen Nachdruck aus der „Festschrift“ anlässlich seines 80. Geburtstages. Es wird der Stand der Ausarbeitung einer Allgemeinen Technologie dargestellt, wie sie über 50 Jahre maßgeblich durch und unter Federführung von Wolffgramm geschaffen wurde. Gezeigt werden ihre unterschiedlichen Aspekte und Entwicklungsrichtungen. Deutlich wird dabei das Potenzial der Allgemeinen Technologie als eine systemtheoretisch angelegte Theorie auch für die Fachdidaktik einer technischen Allgemeinbildung bzw. allgemeintechnischen Bildung.

Die nächsten zwei Beiträge widmen sich dem Thema *Der Lebenszyklus von Technologien im Rahmen der Allgemeinen Technologie*. Im Teil 1 geht *Norbert Mertzsch* auf generalisierte Überlegungen zu Lebenszyklusbetrachtungen ein, insbesondere auf die Teilgebiete bzw. Phasen Inbetriebnahme von Technologien, Betrieb von Technologien und Außerbetriebnahme und Rückbau von Technologien. Im Teil 2 behandelt *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 wird – 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 ist das Thema 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, denn der Lebenszyklus von Produkten steht in engem Zusammenhang mit dem Lebenszyklus von Technologien.

Uwe Pahl berichtet über *Erfahrungen mit dem Arbeitsmittel Inbetriebnahme-Management für komplexe technische Anlagen in Theorie und Praxis*. Dabei geht 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.

Kerstin Becker zeigt in ihrem Beitrag *Eine Energieerzeugungsanlage im Wandel der rahmenpolitischen und gesetzlichen Vorgaben am Beispiel der Wärmeerzeugung der Stadtwerke Rheinsberg GmbH*, 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 Geltungsdauer der meisten Gesetze. Die Anforderungen an Energieerzeu-

gungsanlagen haben sich um die Dimension der Anpassungsfähigkeit an gesetzliche und klimatische Veränderungen erweitert. Auch Energieerzeugungsanlagen können zu „strandet Investments“ werden. Es wird dargestellt, wie sich die energiepolitischen Veränderungen von 1989 bis zur Gegenwart am Beispiel der Wärmeversorgung der Stadt Rheinsberg anlagentechnisch widerspiegeln.

Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit von Elektromobilität – so *Ernst-Peter Jeremias* in *Einkommensenergien und Recycling – Wichtige Voraussetzungen für eine nachhaltige Elektromobilität* – stehen aktuell im Fokus der öffentlichen und fachlichen Diskussion. Deren Nützlichkeit für eine Klimawende im Sektor Verkehr wird dabei oft in Frage gestellt. Es ist unter den gegebenen Bedingungen unstrittig, dass die Beschaffung der notwendigen Rohstoffe in Verbindung mit der Nutzung des verfügbaren, vermögensenergielastigen Strommix in der Produktion von Elektrofahrzeugen und Batterien noch nicht ausreichend nachhaltig ist. Es wird die Position vertreten, dass das elektrische Kraftfahrzeug auf der Kurzstrecke bis ca. 250 km in Verbindung mit einer neuen Mobilitätsphilosophie unverzichtbar ist. Ein 1:1 Ersatz unseres heutigen motorisierten Individualverkehrs mit Verbrennungskraftfahrzeugen wird aber nicht möglich und sinnvoll sein. Die Schaffung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für ein nahezu einhundertprozentiges Recycling, insbesondere der heute gebräuchlichen Lithium-Ionen-Batterie, auf europäischer und nationaler Ebene ist eine weitere wichtige Voraussetzung – so das Fazit des Autors.

Um den *Rückbau von technologischen Anlagen* geht es *Norbert Mertzsch*. Für diesen lässt sich bei aller Unterschiedlichkeit technologischer Anlagen ein allgemeiner Verfahrensablauf entsprechend der Arbeitsschritte Planung der Rückbautätigkeit, Rückbau der technischen Anlage und der Gebäude, Entsorgung der Abfälle sowie Sanierung des Standorts beschreiben. In dem Beitrag wird auf die einzelnen Arbeitsschritte näher eingegangen. Um den Rückbau einer technischen Anlage effizient zu gestalten, sollten die Anforderungen des Rückbaus bereits bei der Planung neuer Anlagen Berücksichtigung finden.

Im abschließenden Beitrag *Der Produktlebenszyklus im Unterricht über Arbeit und Technik* zeigt *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 Linienfüh-

rung 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.

In *Schlusswort und Ausblick* fasst *Norbert Mertzsch* das Anliegen des Symposiums 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 gegebenenfalls 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. Abschließend werden drei inhaltliche Vorschläge für das in zwei Jahren durchzuführende 10. Symposium zur Allgemeinen Technologie unterbreitet.

Dieser „Protokollband“ wäre nicht zustande gekommen, wenn die Autorin und die Autoren nicht bereit gewesen wären, den zahlreichen Wünschen der Herausgeber – z. B. hinsichtlich Terminstellung, Manuskriptumfang, Präzisierungen – nachzukommen. Dafür herzlicher Dank. Unser Dank gilt auch Herrn *Georg B. Kaiser*, BMB-BuchManufacturBerlin, bei dem die „formale“ Vereinheitlichung und Gestaltung dieses Bandes wiederum in besten Händen lag. Last – but not least – sind die Herausgeber sowohl der Rosa-Luxemburg-Stiftung als auch dem Berliner Senat, insbesondere der Abteilung Forschung der Senatskanzlei, zu Dank verpflichtet, denn ohne deren finanzielle Unterstützung hätte einerseits das Symposium, aus dem diese Publikation hervorgegangen ist, nicht durchgeführt werden können, andererseits wäre der Druck dieses „Protokollbandes“ so nicht möglich gewesen.

Literatur

- Banse, G.; Mertzsch, N. (Hg.) (2019): Von der Idee zur Technologie – Kreativität im Blickpunkt. Berlin (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 138)
- Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.) (2014): Beiträge zur Allgemeinen Technologie. Berlin (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 36)
- Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.) (2017): Technologie und nachhaltige Entwicklung. Berlin (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 130)
- Beckmann, J. (1806): Entwurf der allgemeinen Technologie. In: Vorrath kleiner Anmerkungen über mancherley gelehrte Gegenstände. Drittes Stück. Göttingen, S. 463–533 – Auszugswise Nachdruck. Hg. v. M. Beckert. Leipzig 1990, S. 137–207; auch: Nachdruck. Hg. v. B. Meier u. H. Meschenmoser. Berlin 2011