

# WANDLUNGEN IN DER INTERDISZIPLINÄREN TECHNIKBEZOGENEN SICHERHEITSFORSCHUNG

GERHARD BANSE

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen und mit verschiedenen Methoden wird Ursachen, Wirkungen und Wahrscheinlichkeiten von Schadensfällen sowie ihren Verläufen ebenso nachgegangen wie Möglichkeiten ihrer Verhinderung bzw. Limitierung. Damit sind unterschiedliche Ausprägungen von „Sicherheitsgewährungen“ bzw. „-gewährleistungen“ verbunden, die mit „Sicherheitserwartungen“ korrespondieren. Um dem adäquat Rechnung tragen zu können, zeichnen sich in der interdisziplinären Sicherheitsforschung derzeit konzeptionelle Wandlungen ab (die jedoch nicht „trennscharf“ separierbar sind), auf die im Beitrag näher eingegangen wird.

DOI: 10.26410/SF\_4\_2/21/3

## ABSTRACT

Through different scientific disciplines and with different methods, the causes, effects and probabilities of damage cases and their progression are investigated as well as possibilities of their prevention or limitation. This is associated with different expressions of “security grants” or “security guarantees”, which correspond to “security expectations”. In order to be able to adequately take this into account, conceptual changes are currently emerging in interdisciplinary security research (which, however, cannot be “clearly” separated), which will be discussed in more detail in the article.

## KEY WORDS

Gefahr, Kultur, Risiko, Sicherheit, Sicherheitsforschung, Technik // Culture, Danger, Risk, Security/Safety, Security Research, Technology.

**GERHARD BANSE, PROFESSOR  
DR. SC. PHIL. PROFESSOR E.H.**  
e-mail: gerhard.banse@t-online.de  
Berliner Zentrum Technik & Kultur

---

*„Das Leben ist keine unlogische Angelegenheit; trotzdem stellt es für die Logik eine Falle dar. Es scheint eben ein klein bißchen mathematischer und regulärer, als es ist; seine Genauigkeit ist augenfällig, seine Ungenauigkeit aber verborgen; seine Unberechenbarkeit liegt im Hinterhalt“.*

(Gilbert Keith Chesterton; zit. nach Bernstein 1997, 424)

## 1. Hintergrund

Die Sicherheit technischer Handlungsvollzüge und technischer Hervorbringungen als weitgehender Ausschluss von oder bewusster Umgang mit (möglichen) Gefährdungen für „Schutzgüter“ nimmt in den handlungsleitenden Wertvorstellungen technischer Welterzeugung einen herausragenden Platz ein. Das betrifft auch so aktuelle Entwicklungen wie Industrie 4.0 oder Servicerobotik.

Sicherheit (als Schutz von ... bzw. Schutz vor ...) zu gewährleisten, ist Aufgabe auch (nicht nur!) der (technikbezogenen) Sicherheitsforschung. Durch unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen und mit verschiedenen Methoden wird Ursachen, Wirkungen und Wahrscheinlichkeiten von Schadensfällen sowie ihren Verläufen ebenso nachgegangen wie Möglichkeiten ihrer Verhinderung bzw. Limitierung. Damit sind unterschiedliche Ausprägungen von „Sicherheitsgewährungen“ bzw. „-gewährleistungen“ verbunden, die mit „Sicherheitserwartungen“ korrespondieren (vgl. auch Banse 2018, 2020).

Die traditionelle Sicherheitsforschung ist:

- (1) vor allem Domänen-spezifisch;
- (2) zumeist „Sicherheits-illusionär“;
- (3) häufig unterkomplex.

Darüber hinaus zeigen sich eine Vielfalt in:

- (1) wissenschafts-disziplinärer,
- (2) erkenntnisorientierter,
- (3) thematischer (gegenständlicher) sowie
- (4) institutionelle Vielfalt Hinsicht.

Wandlungen in der (technischen) Lebenswelt stellen diese Merkmale nun zunehmend in Frage:

- Die Technikentwicklung ist zunehmend Domänen-übergreifend (vor allem infolge der Informatisierung

aller Bereiche);

- die Technikentwicklung ist zunehmend internationalisiert (z.B. beim Entwurf und bei Zulieferungen);
- die Technikverwendung und -nutzung basiert zunehmend auf globalem Techniktransfer.

Um dem adäquat entsprechen zu können, sind somit auch in der interdisziplinären Sicherheitsforschung Wandlungenerforderlich. Diese deuten sich in bzw. mit mindestens folgenden konzeptionellen „Übergängen“ an (die jedoch nicht „trennscharf“ separierbar sind):

- (1) Übergang zu einem erweiterten Sicherheitsverständnis, das zugleich vereinheitlichend und „querschnittlich“ ist;
- (2) Übergang von der „Illusion der Sicherheit“ zum „Management von Unsicherheit“, mit dem stärker „Unbestimmtheit(en)“ (auch im Sinne von „Nichtbestimmbarkeit“) und „Nicht-Wissen“ in den Fokus der Überlegungen gelangen (vgl. dazu ausführlicher Banse 2016);
- (3) Übergang zur stärkeren Einbeziehung sicherheitskultureller Erwägungen, in denen kulturbedingte Verhaltensmerkmale erfasst werden, die für die Gewährleistung der technikbezogener Sicherheit im komplexen Zusammenspiel von Technik, Organisation, Mensch und Umwelt bedeutsam sind (vgl. dazu ausführlicher Banse 2011; Belyová 2013; Belyová/Banse 2013 sowie Abschnitt 2.4).

## 2. Wandlungen

### 2.1. „Status quo“

Um den vor sich gehenden Wandel in der Sicherheitsforschung besser verstehen bzw. einordnen zu können, seien drei kurze Anmerkungen zu deren „state-

of-the-art“ vorangestellt (vgl. dazu auch Banse 2013; Banse et al. 2009).

(1) Da technische Sicherheit einerseits nur multidisziplinär theoretisch bzw. konzeptionell „erzeugt“ werden kann, technische Sicherheit aber andererseits vorrangig über die Technikwissenschaften (als produkt- wie prozessorientierte Disziplinen) „realisiert“ wird, erfordert das zunächst die Systematisierung und „Zusammenführung“ dieser unterschiedlichen disziplinären Wissensbestände, d.h. ihre Integration in einem erweiterten Sicherheitsverständnis (das dann zugleich auch über den Bereich des Technischen hinausweist). Rückblickend auf die (technische) Sicherheitsforschung kann nämlich festgestellt werden, dass sich mit der Ausweitung des Forschungsfeldes (komplexere Erfassung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen, Einbeziehung von Mensch-Technik-Interaktionen, Verständnis von Technik als soziotechnischem und kulturellem „Phänomen“) zugleich der Bereich der involvierten wissenschaftlichen Disziplinen über die Technik- und die Wirtschaftswissenschaften (sowie der mit ihnen verbundenen Naturwissenschaften und Mathematik) hinaus ständig erweitert hat und gegenwärtig auch viele sozial-, kultur- und geisteswissenschaftliche Disziplinen betrifft (vgl. auch Banse 1996). Soziotechnische Systeme werden als untrennbar organisierten Mengen von Menschen und Technologien verstanden, die in einer bestimmten Weise strukturiert sind, um ein spezifisches Ergebnis zu produzieren, Sicherheit und Verlässlichkeit in soziotechnischen Systemen sind Gegenstand arbeits-, ingenieur- und organisationspsychologischer Betrachtungen, etwa mit Blick

auf Sicherheitskultur und organisationales Lernen in sicherheitskritischen Einrichtungen sowie das Treffen von Vorkehrungen gegen Risiken aus der Unternehmensumwelt. Erweitertes Sicherheitsverständnis meint also die zunehmende Überwindung domänenbezogener und wissenschaftsdisziplinärer „Engführungen“.

(2) Entscheidungen hinsichtlich (technischer) Sicherheit sind stets Entscheidungen unter Unbestimmtheit, die dadurch relevant wird, dass die Entscheidungs- und Handlungsfolgen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und/oder ihres Eintretens nicht oder nicht vollständig bekannt sind. Damit ist eine doppelte Unbestimmtheit gegeben:

- Chancen wie Gefahren sind *Möglichkeiten*, die sich (erst) zukünftig als Handlungsfolgen einstellen oder als Wirkungen ergeben können.
- Während in der Gegenwart zu entscheiden und zu handeln ist, stellen sich die (möglichen) Wirkungen der Handlung erst *zukünftig* ein (oder auch nicht).

Als sicher, fest und genau kalkulierbar unterstellte Zusammenhänge in Technik und technischem Handeln erweisen sich zunehmend als Fiktion für eine wissenschaftlich adäquate Erfassung und darauf aufbauende Strategien des Umgangs mit technik-basierten bzw. induzierten Chancen und Gefahren. Charakteristisch wird der bewusste und (ein-)geplante Umgang mit Unbestimmtheiten (der Technik) infolge der Einsicht in deren prinzipielle Irreduzibilität. Das „Herstellen“ von Sicherheit ist in diesem Verständnis nicht in erster Linie oder vorrangig Eliminierung nicht-handhabbarer Zusammenhänge (etwa infolge von Kontingenz und Am-

biguitäten), sondern deren Überführung in handhabbare, strukturierte, „systemische“ Formen. Insofern kommt auch „Nicht-Wissen“ eine tragende Bedeutung zu. Dabei geht es erstens um die „Strukturierung“ des Nichtwissens, zweitens um das Herausarbeiten der Vorläufigkeit, der möglichen (und wahrscheinlichen) Relativierung von Wissensbestandteilen, drittens um das Kommunizieren von Nicht-Wissen, viertens um kulturelle Praxen des Umgangs mit Nichtwissen und fünftens um das – nicht nur in der (wissenschafts- und technikbasierten) Medizin immer relevantere – „Recht auf Nichtwissen“ (vgl. auch Banse 2016).

(3) Hinsichtlich der technikbezogenen Ansätze bezogen sich die sicherheitswissenschaftlich ausgerichteten Beiträge (forschungs-)chronologisch zunächst vorrangig auf die technischen Sachsysteme selbst (Technik als Problemquelle: „technisches Versagen“ – Erhöhung von Zuverlässigkeit). Später wurde der Fokus erweitert: Untersucht wurden sodann menschliche Handlungsvollzüge im Zusammenhang (Mensch als „Problemquelle“: „menschliches Versagen – Verbesserung der Mensch-Technik-Interaktion) und schließlich die Wechselbeziehungen zwischen technischen Lösungen und Organisationen (Stichwort: Sicherheitskultur, vgl. auch Abschnitt 2.4).

## 2.2. Von gegenständlichen Spezifizierungen ... zum erweiterten (umfassenden) Sicherheitsverständnis

Wie bereits genannt, ist die „klassische“ Sicherheitsforschung gegenstandsspezifisch ausgeprägt. Derartige Bereiche sind etwa Chemie und Chemische Technik, Energietechnik und Energietechnologien, Gentechnik, Gesellschaft, Politik und Kultur, individuelle Arbeits- und Lebensbedingungen, Informations- und

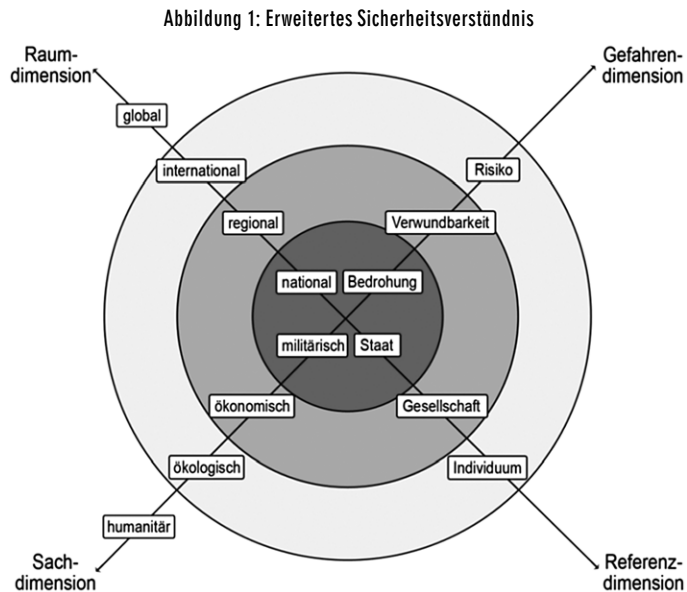
Kommunikationstechnologien, Medizin und Gesundheit, Ökologie und natürliche Umwelt, Verkehr und Verkehrstechnik sowie Wirtschaft und Finanzen, wobei in diesen Bereichen zusätzlich noch zwischen sogenannten Safety- Security-Aspekten unterschieden wird. Konsequenz dessen ist, dass es eine konzeptionell-theoretisch äußerst heterogene Basis gibt:

- Es gibt kein einheitliches Verständnis von (Technik-) Sicherheit (z.B. Sicherheit als Abwesenheit von Gefahr oder als Form des Umgangs mit bzw. der Überwindung von Unsicherheit, Unterscheidung zwischen sogenannter „objektiver“ Sicherheit einerseits und „subjektivem“ Sicherheitsgefühl andererseits).
- Es gibt keinen einheitlichen methodologischen Rahmen (z.B. deskriptive versus normative Ansätze, formalisierte versus „verbale“ Konzepte, akteurszentrierte versus technikzentrierte Sichten).
- Sicherheitsüberlegungen beziehen sich häufig nur auf einzelne (unterschiedliche) Phasen des vollständigen „Sicherheits-Zyklus“ (Sicherheits- bzw. Unsicherheitswahrnehmung und -identifizierung, Sicherheitsanalyse und -abschätzung, Sicherheitsbewertung und -entscheidung, Sicherheitsgewährung bzw. -management).

Das auf diese Weise entwickelte „enge“ Sicherheitsverständnis ist

- zumeist weitgehend disziplinär (und weniger interdisziplinär) konzipiert;
- reflektiert „blinde Flecken“ und implizite Voraussetzungen der jeweiligen disziplinären Konzeptualisierungen oftmals nicht;
- bezieht neuere konzeptionelle Ansätze (anderer Disziplinen?) kaum ein.

Vor diesem Hintergrund bildet sich nun allmählich ein erweitertes, domänenübergreifendes Sicherheitsverständnis aus, dass etwa – wie im Vorschlag von Christopher Daase – neben der Gefahren- und der Sachdimension auch die Raum- und die Referenzdimension erfasst (siehe dazu Abbildung 1)



Quelle: Daase 2010, 5.

Das schließt dann auch den Übergang von der Betrachtung technische Sachsysteme zur Berücksichtigung von soziotechnischen Systemen als grundlegendem Ausgangspunkt ein (siehe dazu Abschnitt 2.4). Zugleich werden Sicherheitskommunikation, Sicherheitsarchitektur und Sicherheitskultur zu disziplinübergreifenden Perspektivierungen.

Dass dieser Übergang auch (oder vor allem?) durch technische Entwicklungen befördert oder zumindest angeregt wird, sei lediglich mit Hinweisen auf technische Wandlungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien und den damit verbundenen neuen Chancen-Gefahren-Konstellationen belegt:

(a) Der Trend von (bekannten) Großrechnern über P, (lokale) Server und Mobiltelefonie hin zu (anonymen, ver-

netzten, global verteilten) Großrechnern („Wolke“!!) ist mit zunehmender Intransparenz verbunden;

(b) der Übergang von der Mensch-Computer-Interaktion bzw. -Kommunikation zur Computer-Computer-Interaktion bzw. -Kommunikation („Internet der Dinge“; IoT) schließt einerseits mit dem zunehmenden Umfang der zugrundeliegenden Programme (mehrere Mio. Programmzeilen!) „Schwachstellen“ ein und führt andererseits mit der Zunahme der Variablen und deren Vernetzung zu höherer Komplexität mit einem Mehr an möglichen nichtintendierten Wechselwirkungen und Eigendynamiken;

(c) „ubiquitous computing“ im umfassendsten Sinn (einschließlich Home-

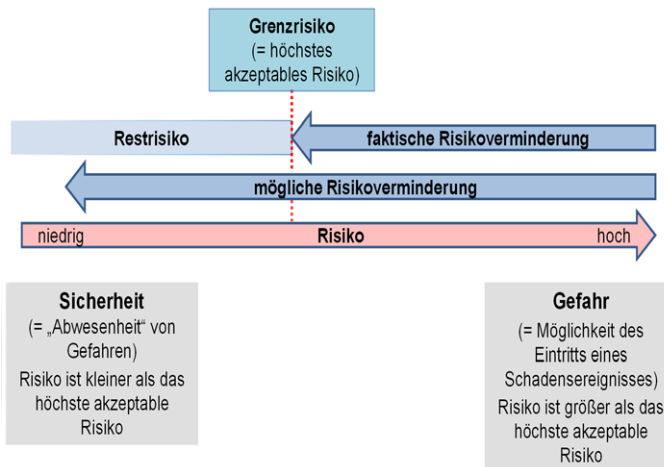
- und Building Automation, Automotive, Industrie 4.0, ...) ist – zumal in offenen Netzen – mit größerer Verletzlichkeit und Angreifbarkeit der Systeme verbunden;
- (d) vor allem „wireless-Lösungen“ mit vereinheitlichten und autonomen Grundkomponenten („Algorithmen“; „Codes“) führen zu einer erhöhten, wenn nicht gar umfassenden Kompromittierbarkeit der genutzten Systeme.

### 2.3. Von der „Illusion der Sicherheit“... zum „Management von Unsicherheit“

Ziel der „klassischen“ (und auch der meisten aktuellen) sicherheitstheo-

retischen Überlegungen war bzw. ist eine (die?) Antwort auf die Fragen: „Wie sicher ist sicher genug? und: „Mit wieviel Sicherheit wollen wir leben?“ Darin verbergen sich – durch die Fixierung auf „Sicherheitsideal“ mit allen Konsequenzen – normative Probleme auf der sozialen Mikro-, Meso- und Makroebene. Beispielhaft sei hier auf die DIN 31000 „Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten“ aus dem Jahr 2011 verwiesen, in der auch der Zusammenhang von Gefahr, Sicherheit, Grenzurisiko und Restrisiko unter dem Aspekt von Risiko und Risikoverminderung dargestellt wird (siehe dazu Abbildung 2).

Abbildung 2: Zusammenhänge nach DIN 31000



Quelle: Eigene Darstellung.

- „Definitiv“ bestimmt (festgelegt) ist:
- Gefahr: Risiko ist höher als das höchste akzeptable Risiko;
  - Sicherheit: Risiko ist kleiner als das höchste akzeptable Risiko;
  - Grenzurisiko ist das (nach notwendiger Risikoverminderung) höchste akzeptable Risiko;

- Restrisiko ist das nach tatsächlicher Risikoverminderung verbleibende Risiko.

<sup>1</sup> Damit einher geht die Überzeugung (das Paradigma), sich zwar nur allmählich, aber doch zielgerichtet und kontinuierlich der „absoluten“ Sicherheit bis auf ein – letztlich vernachlässigbares – „Restrisiko“ zu nähern bzw. nähern zu können. Aaron Wildavsky charakterisierte das als die „Suche nach einer fehlerlosen Risikominimierungsstrategie“ (vgl. Wildavsky 1984), Wolfgang Krohn und Peter Weingart charakterisierten das als „Illusion der Sicherheit über Sicherheit“ (Krohn/Weingart 1986, 3).

Deutlich wird aber auch:

1. Die unterschiedlichen Risiko „anteile“ werden durch das jeweilige Maß an Akzeptanz unterschieden. Unklar bleibt indes, wie es zur Festlegung bzw. Feststellung des „Akzeptablen“ kommt (vgl. auch acatech 2011; Renn/Zwick 1997). Technikkonflikte (wie etwa bezogen auf Genfood, Kernenergie oder CCS) machen auch deutlich, dass das kein trivialer Prozess ist.
2. Zu klären ist, was sich hinter dem sogenannten „Restrisiko“ verbirgt. – Eine Präzisierung mit Blick auf Technik und Techniksicherheit findet sich in der Norm EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“ aus dem Jahr 2011, nach der das Restrisiko jenes Risiko ist, das verbleibt, nachdem Schutzmaßnahmen getroffen wurden, wobei es einen abschätzbaren und einen *unbekannten* (!!) Anteil umfasst<sup>2</sup> – und gerade der unbekannt Anteil ist zumeist zentral für Technikkonflikte, denn dabei handelt es sich vorrangig um hypothetische Aussagen,<sup>3</sup> sicherlich von unterschiedlicher Plausibilität, Relevanz und Signifikanz. Um das sogenannte Restrisiko geht es auch in der „Kalkar-Entscheidung“<sup>4</sup> des Bundesverfassungs-Gerichts vom 08. August 1978: „In einer notwendigerweise mit Ungewißheit belasteten Situation“ gelte: „Für die Gestaltung der Sozial-

ordnung muß es insoweit bei Abschätzungen anhand praktischer Vernunft bewenden. Ungewißheiten jenseits dieser Schwelle praktischer Vernunft sind unentrinnbar und insofern als sozialadäquate Lasten von allen Bürgern zu tragen.“ Mit den Anmerkungen 119 und 124 des Textes der Entscheidung der Verfassungsrichter bedeutet Restrisiko, dass „die Wahrscheinlichkeit eines künftigen Schadens nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen“ ist und „in Kauf“ zu nehmen sei<sup>5</sup>.

Zu berücksichtigen in diesem Zusammenhang ist jedoch, dass für derartige Risikoüberlegungen folgende methodische Voraussetzungen müssen gegeben sein müssen:

- (a) Das risikobegründende Ereignis tritt sehr häufig ein.
- (b) Das risikobegründende Ereignis kann gut beobachtet werden.
- (c) Der risikobegründende bzw. mit dem Risiko verbundene Ereignisraum ist homogen.
- (d) Das Schadensereignis kann eindeutig einer bestimmten Risikoquelle zugeordnet werden.
- (e) Erfahrungen ermöglichen die Erfassung statistischer Regelmäßigkeiten und die Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten.

Dahinter verbirgt sich die bekannte Einsicht, dass sich kalkulierte Risiken stets auf statistische Gesamtheiten und keinesfalls auf Einzelereignisse beziehen. Wenn keine Ereignisgesamtheit Grundlage der Betrachtung ist, können Risikoüberlegungen rasch zu einer „Ge-

<sup>2</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Restrisiko> [11.01.2021].

<sup>3</sup> Damit ist ein gravierender Unterschied angesprochen, denn es werden bestätigtes wissenschaftliches Wissen und praktische Erfahrung zunehmend durch hypothetische Annahmen (Modelle, Idealisierungen, Komplexitätsreduktionen, Analogien, ...) ersetzt, theoretisch fundiertes und empirisches Wissen durch Wahrscheinlichkeitskalküle verdrängt, und Risiken können nicht mehr nach dem „trial-and-error“-Verfahren ermittelt und reduziert werden.

<sup>4</sup> Es ging um Pläne der deutschen Atomindustrie zum Bau eines Atomreaktors vom Typ „Schneller Brüter“ bei der Stadt Kalkar in Nordrhein-Westfalen.

<sup>5</sup> Vgl. BVerfG Beschluss vom 8. August 1978, Az. 2 BvL 8/77 (Schneller Brüter, Kalkar I). In: BVerfGE 49, 89ff. (<https://openjur.de/u/166332.html> [aufgesucht am 11.04.2017]). – An diese Entscheidung schloss sich eine breite und konträre politische wie wissenschaftliche Diskussion an, die hier nicht dargestellt werden kann. Sie hat der interdisziplinären Risikoforschung starke Impulse gegeben (vgl. Banse/Bechmann 1998; Bechmann 1993).

fahrenarithmetik“ führen, da „auch die fleißigsten Berechnungen [...] mehr Rateals Rechenwerk bleiben“ (Fölsing 1980, 186, 183).

Angesichts dessen sollte die Fragestellung in „Wie unsicher ist sicher genug?“ bzw. „Mit wieviel Unsicherheit müssen wir leben?“ geändert werden. Damit bzw. dabei wird deren Beantwortung zu einem eher deskriptiven Problem (ebenfalls auf der sozialen Mikro-, Meso- und Makroebene), denn es geht um Entscheidung(en) bzw. Handeln unter Bedingungen „unvollständigen Wissens“. Dabei ist aus kognitiven und aus normativen Ursachen – teils temporär, teils prinzipiell – unklar, ob bzw. inwieweit „vollständige Information“ erzeugt werden kann:<sup>6</sup>

- Die *kognitive* (wissens-mäßige) Seite hängt damit zusammen, dass die sachlichen Voraussetzungen und praktischen Folgen einer Entscheidung oder Handlung infolge (gradueller) Nichtwissens nicht umfassend bestimmbar sind (wobei es dafür neben ontologischen, epistemischen und methodischen Ursachen auch solche finanzieller oder zeitlicher Art gibt).
- Die *normative* (wert-mäßige) Seite hängt damit zusammen, dass das, was als Risiko bzw. seine möglichen positiven oder negativen Folgen betrachtet sowie welcher Bereich möglicher Zugewinne oder Verluste wahrgenommen oder nicht wahrgenommen wird, von unterschiedlichen Wertungen abhängig ist. Über diese besteht infolge differierender Sichtweisen, Interessen und Wertvorstellungen einschließlich „Abwägungen“ der am

Risikogeschehen Beteiligten selten Einigkeit. Im Vordergrund stehen (unterschiedliche) Leitbilder und Prioritäten, Bewertungskriterien und Präferenzfolgen sowie Maßstäbe und Indikatoren für Risikohandeln bzw. entsprechende Verfahren.

Hier zeigt sich der Widerspruch zwischen dem cartesianischen Erkenntnisideal einerseits und der „Lebenswelt“ andererseits. Merkmale des Ideals sind die Kriterien aus René Descartes' unvollendeten „Regulae ad directionem ingenii“ („Regeln zur Ausrichtung der Erkenntnis-kraft“, „Regeln zur Leitung des Geistes“) aus der Zeit nach 1619: Kausalität und Determinismus, Homogenität, Superponierbarkeit und Zerlegbarkeit, Reversibilität und Stabilität (vgl. Descartes 1955; vgl. auch Häfele 1993, 168). Dass die mit diesem „cartesianischen Weltbild“ verbundenen Ansprüche hinsichtlich Unbestimmtheiterfassung oder gar – beseitigung nicht vollständig einlösbar waren bzw. sind, zeigt(e) sich sowohl mit zunehmenden Kontingenzerfahrungen, mit dem Erleben nichtintendierter Handlungsfolgen, in Differenzen zwischen dem (natur-) wissenschaftlich begründeten bzw. „unterlegten“ Entwurf und der angestrebten bzw. realisierten technischen Funktionsfähigkeit oder -erfüllung („Lücke“ zwischen Theorie und Praxis) als auch in Erfahrungen aus Unfällen, Havarien und Katastrophen im Bereich der Technik, die (zumeist schlagartig) den Verlust oder das Nichtvorhandensein von Kontrolle über Zusammenhänge, deren Beherrschung man angenommen oder unterstellt hatte, verdeutlichen.

Die neuere Sicherheitsforschung ist deshalb stärker lebensweltlich fundiert, indem sie Kontingenz mit all ihren Konsequenzen (vgl. Graevenitz/Marquard 1998), die Hypothetizität von Prognosen

<sup>6</sup> Hinzu kommt die *methodologische* Seite, die die genutzten Methoden (d.h. regelbasierten Vorgehensweisen zur Gewinnung neuen bzw. Verifizierung vorhandenen Wissens) mit ihren je spezifischen Vor- und Nachteilen betrifft.



(„Zukünfte“; vgl. Grunwald 2012), unbeabsichtigte Nebenwirkungen von Handlungen (vgl. Merton 1936) sowie Irrtümer und menschliche Handlungsfehler (vgl. Guggenberger 1987) berücksichtigt. Die mehr „klassischen“ Methoden versuchen – getreu dem „Sicherheits-Paradigma“ – Unbestimmtheit im Bereich der Technik weitgehend zu eliminieren und auf Gewissheit bzw. Sicherheit zurückzuführen, während „neuere“ Ansätze versuchen – im Gefolge des „Unbestimmtheits-Paradigmas“ – mit Ungewissheit und Unsicherheit sozusagen „zu leben“, Wege für den Umgang mit eben dieser Unbestimmtheit zu weisen. Beispiele für „neuere“ Ansätze sind:<sup>7</sup>

- Konzept des soziotechnischen Systems (MMS);
- „Fehlerfreundliche Technik“ (inhärente Sicherheit);
- Kontextualisierung (Kontexterweiterung);
- Kulturelle „Beherrschbarkeit“;
- Prinzip der pragmatischen Konsistenz;
- Konzeptionen zum / Umgang mit „Nichtwissen“ („Recht auf Nichtwissen“).

#### 2.4. Von eher technikzentrierten Konzepten ...zu mehr sozio-kulturellen Konzepten

Oben ist bereits darauf verwiesen worden, dass (enge) technikzentrierte

Konzepte für die moderne Sicherheitsforschung ungeeignet sind. Das verweist auf zwei eng zusammenhängende konzeptionelle Veränderungen.

*Erstens:* Im Bereich der (technischen) Sicherheit wird (wurde?) häufig von einem Technikbild ausgegangen, in dem – vor allem auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse – alles exakt, rational und umfassend antizipier- bzw. projektierbar sei – ein sogenanntes (mechanisch-)deterministisches Technikbild. Mit diesem kognitiven Fundament sind zufällige Ereignisse im Zusammenhang mit Sicherheit weitgehend ausgeschlossen bzw. werden allein auf die Nichtberücksichtigung bereits existierender, noch nicht vorhandenen bzw. „unexakten“ Wissens – oder auf einen unangemessenen, „unprofessionellen“, „laienhaften“ Umgang mit der „an sich“ sicheren Technik – zurückgeführt. In diesem Bild wird Technik als statisch und „berechenbar“ (in des Wortes mehrfacher Bedeutung!) unterstellt, zukünftige Verläufe seien prognostizierbar, Tendenzwenden und Trendbrüche ausgeschlossen. Auf diese Weise wird die Zukunft auf eine lineare Fortschreibung der Gegenwart, Neues auf eine (wenn auch möglicherweise komplizierte) „Umgestaltung“ des Bestehenden (das allein infolge seines Bestehens hinreichend legitimiert sei) reduziert. Dem steht nun ein Technikbild gegenüber, für das „Kontingenzen“, Ambiguitäten und „Unschärfen“ als den technischen Sachsystemen inhärent und den Mensch-Technik-Interaktionen immanent sind bzw. – schärfer – als konstituierend angenommen werden (siehe Abbildung 3).

<sup>7</sup> Diese neueren Ansätze verweisen zugleich auf die prozedurale Komponente der Sicherheitsgewährung, die die über- bzw. transindividuelle Festlegung von Präferenzfolgen und Beurteilungsmaßstäben für Entscheidungen betrifft. Sollen das nicht top down-Entscheidungen der Politik sein, muss diese Festlegung als Such- und Entscheidungsprozess organisiert werden, bei denen die relevanten Akteure die zu verfolgenden Ziele und die darauf aufbauenden bzw. davon ausgehenden Konzepte bei Berücksichtigung realer Macht- und Interessenkonstellationenaushandeln müssen (z.B. im Rahmen partizipativer Verfahren). Ziel sind letztendlich konsensfähige und bindende Resultate durch vielfältige kommunikative Prozesse über technisch bedingte Gefahren und Unsicherheiten.

Abbildung 3: „Traditionales“ („mechanistisches“) versus komplexes Technikverständnis

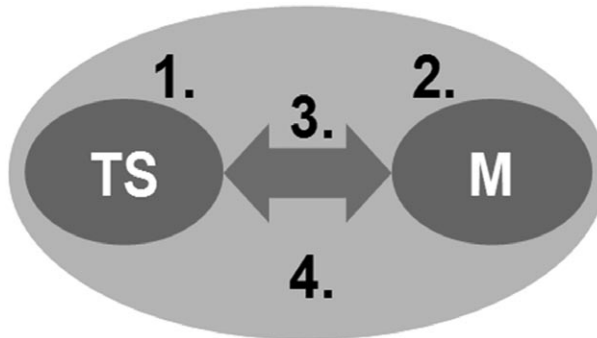
„Eindeutigkeit“	„Mehrdeutigkeit“
deterministisches System	stochastisches System
statisches System	dynamisches System
Wiederholbarkeit	(eingeschränkte) Wiederholbarkeit
Faktizität	Hypothetizität
exakte Beschreibung	„unscharfe“ Beschreibung
Kontinuum	Vielheit / Komplexität
Einzelheit	Diskontinuum
technikzentriert/-orientiert	anthropo- / humanorientiert
disziplinär	multi- / transdisziplinär

Eigene Darstellung

*Zweitens:* Es ist von einem sozio-technischen und – weitergehend – von einem sozio-kulturellen Verständnis auszugehen. Das bedeutet, dass erstens personale bzw. soziale Systeme einerseits und Sachsysteme andererseits eine integrierte Handlungseinheit eingehen

(sozio-technisches System; vgl. Ropohl 1979, 181f.) und dass es sich zweitens bei sozio-technischen Systemen um in eine (organisatorische, soziale, ökonomische, kulturelle, ...) Umwelt eingebettete Systeme („embeddedsystems“) handelt (sozio-kulturelles System; siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: Technisches Sachsystem als „eingebettetes System“



- 1.: TS – technisches Sachsystem  
 2.: M – Mensch (im Herstellungs- und im Verwendungskontext)  
 3.: Wechselwirkung zwischen M und TS  
 4.: „Umgebung“ (für Herstellungs- wie für Verwendungshandeln)

Quelle: Eigene Darstellung

Aus Abbildung 4 lässt sich schlussfolgern, dass sich die Sicherheit in Mensch-Technik-Interaktionen gewährleisten bzw. verbessern lässt durch „Investitionen“

1. in die TS bei deren konstruktiver Auslegung und produktionstechnischer Herstellung, etwa durch Verbesse-

rungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Handhabbarkeit, der Schadensvorbeugung und der Gefährdungsbewehr;

2. in M etwa durch die Ausprägung von Kompetenz und spezifischer Persönlichkeitseigenschaften);
3. in die „Wechselwirkung“ von TS und M, etwa durch solche technischen

Komponenten oder personellen Ausprägungen, die die Möglichkeit von Fehlern und/oder Irrtümern verringern;

4. in die (rechtliche, soziale, kulturelle, ...) „Umgebung“ der Technikherstellung, vor allem aber der Techniknutzung (z.B. „Sicherheitskultur“).

Dieses „Umfeld“ wird weitgehend (jedoch nicht vollständig!) auch durch das geprägt, was man seit etwa drei Jahrzehnten als „Sicherheitskultur“ bezeichnet.<sup>8</sup> Damit wird eine Einsicht thematisiert, die spätestens mit der Reaktorkatastrophe von Chernobyl im Jahre 1986 gewonnen wurde: neben technischen und unmittelbar an den Nutzer adressierte Maßnahmen sind soziokulturelle Aspekte von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit von bzw. in Technik-Mensch-Interaktionen. Thematisiert wird damit, dass der technische Ablauf von sicheren bzw. sichernden technischen Systemen bzw. die Suche nach geeigneten Sicherungsstrukturen und -verfahren in einem nicht unbeträchtlichen Maße von nicht-technischen Vorgaben bestimmt und kontrolliert wird bzw. zukünftig kontrolliert werden muss (vgl. Belyová/Banse 2013). Es gilt nämlich zu begreifen, dass Technik „ihren Einsatz und ihren alltäglichen Gebrauch [...] in einem sozio-kulturellen Kontext, im Kontext kollektiver Interpretationen und Deutungen“ (Hörning 1985, 199) findet. Das bedeutet auch, dass der Umgang mit Unbestimmtheit eine kulturelle Dimension hat, eben die der Sicherheitskultur.

<sup>8</sup> Kultur wird hier im Sinne (mehr oder weniger) stabiler Muster („pattern“) und Praktiken („practices“) verstanden, und zwar als Muster und Praktiken der Kommunikation, des Denkens, des Fühlens und Empfindens und des Verhaltens und Handelns in Relation zu Raum und Zeit. Derartige Muster und Praktiken können durchaus relevant in Bezug zu (technischer) Sicherheit sein, etwa durch die in der „Kultur des Alltäglichen“ manifesten Nutzungsmuster- und -praxen von TS.

Generell geht es um eine stärkere Berücksichtigung des „Kulturellen“, und zwar in Form von

- „Fehlerkultur“ (als Teil der Unternehmens- oder „Behörden“kultur) sowie
- *Sicherheitskultur* (als Teil der Mensch-Technik-Interaktion auf der Mikro- und der Meso-Ebene).

Hinsichtlich „Sicherheitskultur“ sind folgende Einsichten zu berücksichtigen:

- Zu unterscheiden ist zwischen einer (mehr) „theoretischen“ Ebene (vor allem in Form von Anweisungen, Regeln, Vorschriften, Statements, Codes usw.) und einer (mehr) „praktischen“ Ebene (als gelebte und praktizierte Sicherheitskultur: sicherheitsbezogene handlungsrelevante bzw. -leitende Einstellungen, Werte und grundlegende Überzeugungen der Mitarbeiter)
- individuelle Sicherheitskulturen (Mikroebene) enthalten implizite Anteile (unreflektierte Denkgewohnheiten und Handlungsrouninen);
- transindividuelle Sicherheitskulturen (ab Mesoebene) sind zumeist heterogen und zunehmend „hybrid“ (Kontexte von Intrakulturalität);
- Sicherheitskultur lässt sich nur indirekt über Indikatoren „messen“.

### 3. Fazit

Ziel von Sicherheitsforschung bleibt selbstverständlich die Erhöhung von Sicherheit, mithin die Überwindung bzw. Reduzierung von Unbestimmtheit. Das kann sowohl bedeuten, dass Gefahren tatsächlich abgeschafft bzw. reduziert werden, als auch, dass sich veränderte Sicherheitsüberzeugungen oder gar -fiktionen im Sinne der „Umdefinition und Verlagerung von Ungewissheit“ (Bonß 1997, 23) herausbilden. Allerdings: Das „Herstellen“ von Sicherheit ist in diesem Verständnis nicht Eliminierung nicht-

handhabbarer Zusammenhänge (etwa infolge von Kontingenz und Ambiguitäten), sondern deren Überführung in handhabbare, strukturierte, „systemische“ Formen, womit „aus einem Universum denkbarer Möglichkeiten bestimmte Möglichkeiten als handlungsrelevant ausgewählt, andere hingegen als irrelevant ausgeblendet werden“ (Bonß 1997, 24). Solche Aktivitäten wie das Aufweisen eines möglichen Ereignis- oder zukünftigen Zustandsspektrums, das Ableiten von Erwartungswerten, das Abwägen von Aufwand und Nutzen oder die Kalkulation von „Gewinnen“ und „Verlusten“ (nicht allein im monetären Sinne) dienen der zielgerichteten Einflussnahme und produktiven Handhabung von Unbestimmtheit. „Mehrdeutigkeit“ wird auf diese Weise nicht in erster Linie in „Eindeutigkeit“ überführt, „Zufälligkeit“ nicht auf „Notwendigkeit“ zurückgeführt – obwohl das nicht ausgeschlossen ist –, sondern als „eindeutig“ und „wohlbestimmt“ gefasst und behandelt. Auf diese Weise wird vor allem ein methodischer Gewinn erzielt, ist doch (nur?) so ein rationaler Zugriff auf Situationen un-vollständiger Information möglich.

Die vorstehend skizzierten Wandlungen in der interdisziplinären Sicherheitsforschung führen zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Die nach wie vor vorherrschende Fixierung auf das Ideal vollständiger Sicherheit muss überwunden, zumindest relativiert werden (Perspektivenwechsel!).
- Es gilt: Die Unbestimmtheit hinsichtlich der zukünftigen Wirkungen heutiger Entscheidungen und Handlungen ist eine bestimmende Größe unseres Lebens, d.h. die „Risikobehaftetheit“ ist irreduzibel – Leben unter Unbestimmtheit (in einem unbestimmten

Ausmaß!) ist Normalität.

- Reduzierung, Limitierung oder Eingrenzung der Unbestimmtheit sowohl hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit (ursachenorientiert) als auch des zu erwartenden Schadensausmaßes (wirkungsorientiert), d.h. eine zielgerichtete Einflussnahme und produktive Handhabung („Beherrschung“) von Unbestimmtheit ist präventiv durch verschiedene Vorgehensweisen jedoch möglich.
- Neue technische Lösungen stellen oftmals einen Kultur(um)bruch dar (d.h. einen gravierenden Wandel im menschlichen Handeln), der mit „Irritationen“ bei den Nutzern (z.B. in Form von Handlungsfehlern oder inadäquaten Handlungsroutinen) verbunden sein kann.
- Unbestimmtheiten auch hinsichtlich technischer Sachsysteme und technischer Lösungen werden individuell unterschiedlich, z.T. konträr wahrgenommen, registriert und bewertet – damit ist eine Vielfalt von möglichen Sichtweisen verbunden.

Mit *Charles Perrow* gilt: „Katastrophen sind selten, [jedoch könne man] daraus wenig Trost beziehen“ und „Systemunfälle sind ungewöhnlich, sogar selten; dennoch ist diese Tatsache alles andere als beruhigend, wenn sie eine Katastrophe nach sich ziehen können“ (Perrow 1989, 13, 18).

## Literatur

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hg.), Akzeptanz von Technik und Infrastrukturen: Anmerkungen zu einem aktuellen gesellschaftlichen Problem, Springer-Verlag, Berlin. a.O. 2011.

Banse G. (Hg.), Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. Von der Illusion der Sicherheit zum Um-

- gang mit Unsicherheit, Verlag edition sigma, Berlin 1996.
- Banse G., Im Fokus der Sicherheitsforschung: Sicherheitskulturen, in: Kulturelle Diversität und Neue Medien. Entwicklungen – Interdependenzen – Resonanzen, G. Banse, I. Krebs (Hg.), trafo Verlag, Berlin 2011, 207-227.
- Banse G., Sicherheit, in: Handbuch Technikethik, A. Grunwald (Hg.), Metzler Verlag, Stuttgart/Weimar 2013, 22-27.
- Banse G., Über den Umgang mit Unbestimmtheit, Leibniz Online. Zeitschrift der Leibniz-Sozietät e. V., Nr. 22, 2016. – URL: <http://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2016/03/Banse.pdf> [abgerufen am 11.01.2021]
- Banse G., (Grand) Challenges in der interdisziplinären technikbezogenen Sicherheitsforschung, in: „Grand Challenges“ meistern. Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung, M. Decker, R. Lindner, St. Lingner, C. Scherz, M. Sotoudeh (Hg.), Nomos Verlag, Baden-Baden 2018, 131-145.
- Banse G., Über den Umgang mit Unbestimmtheit. Aktuelle Tendenzen, in: Sicherheit und Risiko – Vermittlung, Verständnis und Verwirklichung der Kulturen, S. Ruda, B. Egbert, J. Erdmann (Hg.), trafoVerlag, Berlin 2020, 91-111.
- Banse G., Bechmann G.: Interdisziplinäre Risikoforschung. Eine Bibliographie. Westdeutscher Verlag, Opladen 1998.
- Banse G., Rothkegel A., Renn O., Interdisziplinäre Sicherheits- und Risikoforschung, in: Sicherheitsforschung – Chancen und Perspektiven, P. Winzer, E. Schnieder, F.-W. Bach (Hg.), München (acatech) 2009, 155-170
- Bechmann G. (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Grundlagen und Ergebnisse interdisziplinärer Risikoforschung, Westdeutscher Verlag, Opladen 1993.
- Belyová L., Kulturelle Faktoren qualitätsorientierter Unternehmensstrategien unter sicherheitsrelevanten Aspekten, trafo Verlag, Berlin 2013.
- Belyová L.; Banse, G., Sicherheit und Sicherheitskultur, in: Technik – Sicherheit – Techniksicherheit, G. Banse, E.-O. Reher (Hg.), trafo Verlag, Berlin 2013, 21-31.
- Bernstein P.L., Wider die Götter. Die Geschichte von Risiko und Risikomanagement von der Antike bis heute, Gerlin Akademie Verlag, München 1997.
- Bonß W., Die gesellschaftliche Konstruktion von Sicherheit, in: Sicherheit in der unsicheren Gesellschaft, E. Lippert, A. Prüfert, G. Wachtler (Hg.), Verlag für Sozialwissenschaften, Opladen 1997, 21-41.
- Daase Chr., Der erweiterte Sicherheitsbegriff, Frankfurt am Main (Goethe-Universität) 2010 (Working Paper 1 / 2010). – URL: <http://www.sicherheitskultur.org/fileadmin/files/WorkingPapers/01-Daase.pdf> [abgerufen 10.04.2017]
- Descartes R., Regeln zur Leitung des Geistes [1619ff.], Felix Meiner-Verlag, Hamburg 1955.
- Fölsing A., Gefahren in Ziffern und Zahlen. Über das Problem der Risikobewältigung in der Technik, Kursbuch, Nr. 61, 1980, 178-188.
- Graevenitz G. v., Marquard O., Christen M. (Hg.), Kontingenz, Wilhelm Fink Verlag, München 1998.
- Grunwald A., Technikzukünfte als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung, Karlsruhe Scientific Publishing, Karlsruhe 2012.
- Guggenberger B., Das Menschenrecht auf Irrtum. Anleitung zur Unvollkommenheit, Carl Hanser Verlag, München 1987.
- Häfele W., Natur – und Sozialwissenschaftler zwischen Faktizität und Hypothetizität, in: Wissenschaftsmilieus. Wissenschaftskontroversen und soziokulturelle Konflikte, J. Huber, G. Thurn (Hg.), Verlag edition sigma, Berlin 1993, 159-172.
- Hörning K.H., Technik und Symbol. Ein Beitrag zur Soziologie alltäglichen Technikgangs, Soziale Welt, Jg. 36, H. 3, 1985, 185-207.

- Krohn W., Weingart P., „Tschernobyl“ – das größte anzunehmende Experiment, Kursbuch, Nr. 85, 1986, 1-25.
- Merton R. K., The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action, *American Sociological Review*, Vol. 1, No. 6, 1936, 894-904
- Perrow Ch., Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, Campus-Verlag, Frankfurt am Main/New York 1989.
- Renn O., Zwick M. M., Risiko und Technikakzeptanz, Springer-Verlag, Berlin u.a.O. 1997.
- Ropohl G., Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie, Carl Hanser Verlag, München/Wien 1979.
- Wildavsky A., Die Suche nach einer fehlerlosen Risikominimierungsstrategie, in: Ermittlung und Bewertung industrieller Risiken, S. Lange (Hg.), Springer-Verlag, Berlin u.a.O. 1984, 224-234.
- ren mehrere Gastwissenschaftleraufenthalte an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, der Pennsylvania State University, der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH und dem damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe. 2011 bis 2014 Senior Researcher am ITAS/KIT und 2015 bis 2018 an der EA European Academy of Technology and Innovation Assessment Bad Neuenahr-Ahrweiler. 1974 Promotion zum Dr. phil. (HU Berlin), 1981 Habilitation zum Dr. sc. phil. (AdW der DDR) – jeweils mit technikphilosophischen Themen, 1988 Ernennung zum Professor für Philosophie an der AdW der DDR, 2000 Bestellung zum Honorarprofessor für Allgemeine Technikwissenschaft an der BTUC und Berufung zum Gastprofessor an der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Matej-Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik), 2011 Ernennung zum Professor e.h. (ehrenhalber) der Schlesischen Universität Katowice (Polen). Mitglied (seit 2002) bzw. Ehrenmitglied (seit 2019) des LIFIS – Leibniz-Instituts für interdisziplinäre Studien; Mitglied (seit 2000), Vizepräsident (2009 bis 2012) und Präsident (2012 bis 2019) der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V.; Vorsitzender des Kuratoriums der Stiftung der Freunde der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften (seit 2019).

## About the Author

**Banse, Gerhard, Professor Dr. sc. phil. Professor e.h. geb.** 1946 in Berlin; Professor für Philosophie; Abitur 1964 in Berlin, Studium der Chemie, Biologie und Pädagogik an der Pädagogischen Hochschule Potsdam, danach Doktorand an der Sektion Philosophie der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB); von 1974 bis 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften (AdW) der DDR, am Lehrstuhl Technikphilosophie der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus (BTUC), am Institut für Philosophie der Universität Potsdam, am Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme Cottbus und am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), Campus Nord (ehemals Forschungszentrum Karlsruhe GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft). Von 1986 bis 1990 Vizepräsident der Urania – Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse, Berlin; in den 1990er Jah-

Lehre u.a. an der Humboldt-Universität zu Berlin, der TH Wismar, der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, der Universität Potsdam, der Hochschule Bochum, der Matej-Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik), der Schlesischen Universität Katowice (Polen), der Technischen Hochschule (Polytechnikum) Rzeszów (Polen) und der Technischen Universität Graz (Österreich).

Hauptarbeitsgebiete: Technikphilosophie (Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften, interdisziplinäre Risikoforschung, Kulturalität von Technik), Allgemeine Technikwissenschaft (Allgemeine Technologie,

Technikgeneseforschung) und Technikfolgenabschätzung (vor allem im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Informationstechnische Sicherheit) sowie Anbahnung/Konsolidierung von Kooperationsbeziehungen mit Ländern Osteuropas im Bereich Technikphilosophie, Technikfolgenabschätzung, Nachhaltigkeit und Informationsgesellschaft.

Herausgeber, Mitherausgeber, Autor bzw. Mitautor von über 400 Buch- und Zeitschriftenpublikationen.