



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

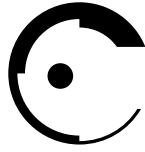
Direktor:
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

Technikphilosophie und Technikfolgenforschung in Russland

von

Vitaly G. Gorokhov

Februar 2001



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor:
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

Technikphilosophie und Technikfolgenforschung in Russland

von

Vitaly G. Gorokhov

Februar 2001

Die Schriften der „Grauen Reihe“ umfassen aktuelle Materialien und Dokumentationen, die von den Wissenschaftlern der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH laufend erarbeitet werden. Die Publikationen der „Grauen Reihe“ werden als Manuskripte gedruckt und erscheinen in loser Folge im Selbstverlag der Europäischen Akademie. Sie können über die Europäische Akademie auf schriftliche Anfrage hin bezogen werden.

Herausgeber



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Wilhelmstraße 56, D-53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Telefon: ++49 - (0)2641 - 973 - 300, Telefax - 320

e-mail: europaeische.akademie@dlr.de

Direktor:

Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann (V.i.S.d.P.)

ISSN 1435-487 X

Redaktion:

Dr. phil. Georg Kamp

Druck:

Druckerei Martin Warlich, Bad Neuenahr-Ahrweiler

Geleitwort

Die Europäische Akademie GmbH will die Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen, Technikfolgenbeurteilung und Wissenschaftsethik in den Staaten Ostmittel- und Osteuropas fördern und sucht die Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen dieser Länder. Im Rahmen dieser Bemühungen sind bereits mehrere Bände der *Grauen Reihe* erschienen, die der Untersuchung von 'Tendenzen und Perspektiven der Philosophie in Russland' (Bd. 9) und der 'Technikfolgenbeurteilung und Wissenschaftsethik in Ländern Ostmitteleuropas' (Bd. 10/1, 10/2) gewidmet sind. Mit dem vorliegenden Band zur Entwicklung der Technikphilosophie in Russland wird an diese Folge angeschlossen.

Professor Dr. Vitaly G. Gorokhov (Moskau / Karlsruhe) gilt als einer der führenden Wissenschaftstheoretiker und Technikphilosophen Russlands. Wir freuen uns, dass wir ihn für diesen Beitrag gewinnen konnten. Herrn Dr. Georg Kamp danken wir für die redaktionelle Bearbeitung des Textes.

Bad Neuenahr-Ahrweiler, im Februar 2001

Carl Friedrich Gethmann

INHALTSVERZEICHNIS

0	Einleitung	7
1	Technikphilosophie in Russland vom Ende des XIX. bis Mitte des XX. Jahrhunderts	10
	1.1 Technischer Optimismus – Philosophie der Technik von P. K. Engelmeyer	10
	1.2 Kulturkritik der Technik – Berdjajew, Bulgakov, Florenskij u.a.	19
	1.3 Technik und Ethik – technischer Fortschritt als moralischer Wert	24
2	Diskussionen und Strategien zum Thema „Sustainable Development in Gesellschaft, Technik und Wissenschaft“	28
	2.1 Revolutionäre und evolutionäre Entwicklungsarten – Das Streben nach Sustainability	28
	2.2 Wissenschafts- und Technikentwicklung	30
3	Technikphilosophie und Wissenschaftsphilosophie. Methodologie der Forschung und Projektierung	37
	3.1 Methodologische Analyse der Natur- und Ingenieurwissenschaften	37
	3.2 Über die Begriffe „Objekt“ bzw. „Gegenstand“ der Forschung und Projektierung	42
	3.3 Die Rolle des wissenschaftlichen Weltbildes in Naturwissenschaft und Technik	48
	3.4 Physikalische und technische Theorien, moderne Design Theorie	51
	Literatur	61

0 Einleitung

Die *Technik* ist im 20. Jahrhundert Gegenstand der Forschung für viele verschiedene (allgemeine und spezielle) Ingenieurs- sowie Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften geworden. Aber alle diese (ganz gleich ob allgemeinen oder speziellen) Disziplinen konzentrieren sich auf einzelne Formen oder einzelne Aspekte der Technik. Die Technik als Ganzes ist nicht der Gegenstand der Ingenieursdisziplinen und der technischen Wissenschaften. Für viele Naturwissenschaften ist die Technik Gegenstand spezieller naturwissenschaftlicher Forschung aus eigener naturwissenschaftlicher (z.B. physikalischer) Sicht, weil ohne technische Geräte die Realisierung der modernen naturwissenschaftlichen Experimente unmöglich wäre.

Technik durchzieht heute alle Gesellschaftsbereiche und ist entsprechend selbstverständlicher Gegenstand mehrerer Sozial- und Geisteswissenschaften, besonders der Soziologie und Psychologie. Dabei wird die Rolle von Technik und Technologie in der modernen Gesellschaft vor allem im Zusammenhang mit der Entwicklung der neuen Wirtschaftsstrukturen gesehen: Einerseits ist die Technik ein untrennbarer Teil dieser Wirtschaftsstrukturen; andererseits aber sind diese Wirtschaftsstrukturen auch notwendige Bedingung für den effektiven Einsatz von Technik, durch die die Hervorbringung, der Einsatz und die Verbreitung von Technik in der Gesellschaft befördert wird. Hier berühren sich Technikphilosophie einerseits und *Wirtschaftsphilosophie* andererseits.

Zur Bestimmung dessen, was Technikphilosophie ist, ist besonders ihr Verhältnis zur Wissenschaftsphilosophie und zur Technikgeschichte zu untersuchen. Die historische Technikentwicklung ist traditioneller Forschungsgegenstand der *Technikgeschichte* als einer besonderen historischen Disziplin. Dabei unterscheidet man üblicherweise die Geschichte verschiedener Technikbereiche und Technikentwicklungsstadien. Dabei aber finden die modernen Tendenzen und Richtungen der Technikentwicklung keine Berücksichtigung. Soll Technikgeschichte jedoch nicht nur einfach als ausführliche Beschreibung technischer Gerätschaften und technischer Ausrüstung in den verschiedenen Epochen betrieben werden, sondern als Geschichte der gesamten soziokulturellen Entwicklung des technischen (Ingenieurs-)Handelns, dann zeichnet sich der Zusammen-

hang zwischen der Geschichte der Technik und der Technikphilosophie klar ab: Technikphilosophie ist in diesem Fall ein Teil der Kulturphilosophie, der Theorie der Kultur und der Theorie der Technikgeschichte – also ein Teil der Kulturgeschichte. Ferner kommt der Philosophie der Technik aber auch eine prognostische Funktion zu.

Das Verhältnis der *Philosophie der Technik* und der *Philosophie der Wissenschaften* spiegelt das Verhältnis von Technik und Wissenschaft in verschiedenen Phasen der Kulturentwicklung wider:

- für die erste Phase der historischen Menschheitsentwicklung ist ein „Wissenssynkretismus“ charakteristisch: Wissenschaftliches und Technisches Wissen sind noch ungeschieden;
- in der Antike nehmen Wissenschaft und Technik eine parallele, aber relativ unabhängige Entwicklung; die „*techne*“ des antiken Handwerkers steht näher zur Kunst als zur Wissenschaft;
- in Renaissance und Aufklärung stützt sich die Wissenschaft immer mehr auf technische Experimente und im Gegenzug die Technikentwicklung auf wissenschaftliche Erkenntnisse;
- für die nächste Phase ist die Entstehung und die Entwicklung der technischen Wissenschaften und der wissenschaftlichen Technik kennzeichnend;
- die moderne Phase ist dadurch gekennzeichnet, dass zunehmend die Humanisierung der Technik erforderlich wird, weshalb die Technik nicht nur naturwissenschaftliche und mathematische Kenntnisse benötigt, sondern immer mehr auch durch sozial- und geisteswissenschaftliche Forschung begleitet werden muss.

In den zwei letzten Phasen besteht ein enger Konnex zwischen Technikphilosophie und Wissenschaftstheorie, aus dem sich ein Ansatz für die methodologische Analyse gewinnen lässt: Die *Philosophie der Technik* untersucht *erstens* Technikphänomene als Ganzes, *zweitens* nicht nur die immanente Technikentwicklung, sondern den Platz der Technik in der ganzen Gesellschaftsentwicklung, und sie berücksichtigt dabei *drittens* die historische Perspektive in ihrer gesamten Breite. Um den *Forschungsgegenstand* bzw. das *Forschungsobjekt der Technikphilosophie*

zu bestimmen, wird es hilfreich sein, das technische Handeln, das technische Erkennen und die Reflexion auf Technik zu unterscheiden. Ziel des technischen Handelns ist die Bereitstellung von Artefakten, es verschafft *die Technik* als technische Ausrüstung. Ziel des technischen Erkennens ist die Bereitstellung von Regeln, nach denen Technik im technischen Handeln anzuwenden ist, also von Regeln, die die effiziente Bereitstellung der Artefakte anleiten. Indem technisches Erkennen das technische Handeln „auf Regeln bringt“, gibt es zugleich Beschreibungen der durch das regelgemäße Handeln herzustellenden Artefakte. Das Ziel der Reflexion auf Technik hingegen besteht in der Klärung und Bestimmung der Bedeutung und der Rolle der Technik, des technischen Handelns und des technischen Wissens in der Geschichte einerseits, in der modernen Kultur andererseits. – Technik als technische Ausrüstung (Artefakt) und technisches Handeln sind Bereiche der Technologie, das technische Erkennen die Aufgabe der technischen Wissenschaften. Aufgabe der Technikphilosophie ist die Ausbildung der Reflexion auf Technik.

Die Philosophie der Technik widmet sich entsprechend einem anderen Forschungsobjekt als Technologie und technische Wissenschaften: Gegenstand der Technikphilosophie sind

- die Technik, technisches Handeln und technisches Erkennen als Kulturphänomene (Objekt der Forschung)
- die Ausbildung der Reflexion auf Technik

Aus dieser Bestimmung lassen sich leicht einige *Hauptgegenstandsbereiche* der Technikphilosophie entwickeln:

- kulturhistorische und soziokulturelle Aspekte von Kultur und Technik
- methodologische Probleme der Technikphilosophie, Methodologie der technischen Wissenschaften und Projektierung sowie Theorie der Erfindung
- Technikbewertung und Technikfolgenbeurteilung
- Ingenieursethik

Die *Hauptaufgabe der Technikphilosophie* kann entsprechend bestimmt werden als die Untersuchung des technischen Verhältnisses des Menschen zur Welt als die Bestimmung einer technischen Weltanschauung.

1 Technikphilosophie in Russland vom Ende des XIX. bis Mitte des XX. Jahrhunderts

Ein Rückblick auf die relativ kurze Geschichte der Philosophie der Technik macht deutlich, dass sie seit ihrer Entstehung auf eine Humanisierung der Technik gerichtet war. Der erste, der (1877) den Begriff „Technikphilosophie“ verwendet hat, war Ernst Kapp, der einen „anthropologischen Maßstab“ als eine der zentralen Grundlagen solchen Philosophierens propagiert.¹ Bereits seit den Anfängen der Technikphilosophie lassen sich dabei zwei Hauptrichtungen unterscheiden – der Technikoptimismus auf der einen, der Technikpessimismus auf der anderen Seite.

1.1 Technischer Optimismus – Philosophie der Technik von P. K. Engelmeyer

Die Ingenieurausbildung konnte in Russland auf eine lange Tradition zurückblicken. Die erste technische Hochschule wurde noch in der Zeit Peters des Großen gegründet: im Jahre 1700 eine technische Schule und im Jahre 1701 die Mathematische-Navigations-Schule in Petersburg. Diese Gründungen waren faktisch technische Mittelschulen. Im Jahre 1773 wurde die erste Bergbaufachschule von Nikolaj Sojmonow gegründet. 1809 gründete der spanische Ingenieur Augustin Betancourt (früher Professor an der Ecole Polytechnique in Paris) ein Verkehrswegebauinstitut (TH) in Petersburg. Als das Feudalsystem in Russland nach der Landwirtschaftsreform 1861 beseitigt wurde, kam es für die technischen Hochschulen zu einer Blütezeit. 1830 wurde die Handwerkschule in Moskau gegründet, die sich ab 1868 als Technische Hochschule (MTU) bezeichnete.² Auch spielten wissenschaftliche Gesellschaften im damaligen Russland eine bedeutende Rolle für die Technikfolgenforschung, wie z.B. die 1869 gegründete *Gesellschaft für Verbreitung des technischen Wissens*, deren Ziel in der Förderung technischen Wissens in Russland bestand.

¹ E. Kapp: Grundlinien einer Philosophie der Technik.

² Vgl. V.G. Gorokhov: Engineering: Art and Science, 173-181.

P. K. Engelmeyer (1855-1942)³, ein vorwiegend in Moskau lebender russischer, zu seiner Zeit sehr einflussreicher Ingenieur, Berater, Unternehmer und Vertreter in in- und ausländischen technischen Organisationen, publizierte in russischer, deutscher und französischer Sprache Aufsätze vor allem in ingenieurwissenschaftlichen Zeitschriften. Aus Anlass des 40. Jahrestages der Aufnahme seiner Aktivitäten als Ingenieur und seiner wissenschaftlichen und literarischen Arbeit wurde in der sowjetischen Zeitschrift 'Die Ingenieursarbeit' eine Reportage veröffentlicht, die ihn als Philosophen, Enzyklopädisten, Musiker, Maler und Ingenieur vorstellt.⁴ Tatsächlich versuchte er sich auf vielen Gebieten der Technik, war Erfinder, ordentliches Mitglied vieler technischer Gesellschaften, Pionier des Automobilismus in Russland, trat vor allem aber mit Beiträgen zur Technikphilosophie und zur Theorie der Erfindung hervor.

Einen wichtigen Beitrag leistete P. K. Engelmeyer für die Philosophie der Technik und die Theorie der technischen Erfindung als einer ihrer Bestandteile. Auf diesem Gebiet war er einer der ersten – nicht nur in Russland. Bereits Ende des vergangenen Jahrhunderts (1898) gibt er das Buch *Die technische Bilanz des 19. Jahrhunderts* [Tekhnicheskij itog 19 veka] heraus, in dem er die Hauptaufgaben und das Programm der Philosophie der Technik umreißt. Dieses Programm formuliert er auf dem IV. Internationalen Kongress für Philosophie in 1911, realisiert es darauf in einer Reihe von Veröffentlichungen.⁵

Die Hauptaufgaben der Technikphilosophie nach Engelmeyer bestehen in der Aufklärung der Wechselwirkungen zwischen der Technik und den verschiedenen kulturellen Bereichen, der Wirtschaft, den Künsten, dem Rechtswesen u.a. Eine herausragende Aufgabe der Technikphilosophie besteht in der Aufdeckung der Wechselwirkung zwischen Wissenschaft

³ Zu Engelmeyers Lebenslauf und Tätigkeiten siehe ausführlicher V.G. Gorokhov: Peter Klimentjewich Engelmeyer.

⁴ Vgl. Inshenernyj trud [Die Ingenieursarbeit], 1927, Nr. 9, 409.

⁵ Der Programmwurf findet sich in P.K. Engelmeyer: Philosophie der Technik, 587-596. Für dessen Umsetzung vgl. Engelmeyers 'Grundriss der Philosophie der Technik'; ders.: 'Was ist eine Erfindung?'; ders.: 'Das Erfinden'; ders.: 'Allgemeine Fragen der Technik' u.a. Als Hauptpublikationen Engelmeyers gelten: Der Dreiakt als Lehre von der Technik und der Erfindung und Filosoŭfija tehniki [Philosophie der Technik].

und Technik. Ferner ist die Entwicklung einer Theorie der Erfindung zu ihren Aufgaben zu zählen.

Kern seiner Überlegungen ist infolgedessen der Schöpfungsaspekt des Ingenieurs, sind die Erfindung (als Technik-Gewordenes) und das Werden dieser Erfindung, der Prozess des Erfindens (als wesentliches Moment des ingenieurmäßigen Handelns). Damit ist ein sehr breites Verständnis des Technik-Begriffs unterstellt.

Das Werden jeglicher Erfindungen kann dabei durch einen sogenannten „Dreiakt“ des Wollens, des Wissens und des Könnens charakterisiert werden – anders ausgedrückt: durch deren Zielsetzung, den Plan zur Erreichung dieses Ziels und die materiale Ausführung.⁶

Für seine Theorie der Erfindung führt Engelmeyer die Bezeichnung ‘Heurologie’ ein; ausführlich entwickelt er seine Ansätze in dem Artikel ‘Evrologija ili obschaja teorija tvorcestva’ [‘Heurologie, oder allgemeine Theorie des Schaffens’]:

Das schulmäßige Entwerfen; die Ausführung eines Programms, die Lösung einer gegebenen Aufgabe, dies alles ist ein Schaffen und Gegenstand der heurologischen Analyse. ... Nicht die Beschränkung der Heurologie auf ein Erfindungsgebiet, sondern die größtmögliche Erweiterung des in Betracht Gezogenen verspricht eine einheitliche, allgemeine Theorie vom menschlichen Schaffen zu liefern.⁷

Engelmeyer konzipiert dabei die Heurologie als eine allgemeine Handlungstheorie, die im Ausgang von einer Theorie des konkreten technischen Erfindens entwickelt ist, da sie so auf präzise und klar bestimmbarere Grundlagen gestellt werden kann:

Ausgangspunkt: heurilogische Identität der Erfindung, der Entdeckung & des Kunstwerkes, welche nur teleologisch verschieden

⁶ Vgl.: P.K. Engelmeyer: ‘Philosophie der Technik, eine neue Forschungsrichtung, 710’.

⁷ Vgl.: P.K. Engelmeyer: ‘Essai d’une „heurologie“ ou théorie générale de la création humaine’, ders.: ‘Evrologija ili obschaja teorija tvorcestva’, sowie ders.: ‘Erfindungslehre (Heurologie)’, 141: „Es wird sich indes herausstellen, dass die Theorie der Erfindung sich zwanglos erweitert zu einer allgemeinen Theorie des menschlichen Schaffens, für die ich seit 1909 das Wort Heurologie vorgeschlagen“.

sind. Nach Beseitigung einiger Vorurteile, die sich im Sprachgebrauch um die „Entdeckung“ gebildet haben ..., wird eine eingehende Analyse der technischen Erfindung vorgenommen, weil der techn. Erfolg heurilogisch durchsichtiger ist, als die Entdeckung & insbesondere als das Kunstwerk, wo der Künstler einsam schafft & wo jedes objektive Kriterium für die nachherige Beurteilung des Werkes mangelt. Die weitere Analyse verzweigt sich nach zwei Richtungen hin: A) die bestehende Erfindung erweist sich als eine Dreifaltigkeit: Prinzip (=Typ), Schema (=System) & Konstruktion. Das sind die drei Grade des Wesentlichen in einer jeden Erfindung, oder auch die drei Stufen der logischen Abstraktion. B) die werdende Erfindung, oder das Erfinden, erweist sich ebenso als Dreiakt, wo das Prinzip, das Schema & die Konstruktion nacheinander in die Erscheinung treten. Hernach wird dieselbe Trilogie in der Entdeckung & im Kunstwerk nachgewiesen, was leichter ausfällt, wenn man mit der technischen Erfindung beginnt. Hier endet eigentlich der analytische Teil meiner Arbeit; jedoch ich füge noch einen synthetischen Teil hinzu: die technische Erfindung wird juristisch betrachtet & die Erfindung allgemein, das menschliche Opus, wird mit der natürlichen Evolution verglichen, woraus sich eine monistische Evolutionslehre zu bilden verspricht. Die menschliche Schöpfung ist ja Ergebnis der Gedankenvariation & die natürliche Schöpfung das der sachlichen Variation; nun ist aber der Geist mit seiner Abbildung der Natur doch wieder nur ein Teil der Natur; so ist das menschliche Schaffen bloß die Fortsetzung des natürlichen Schaffens.⁸

Mit dieser Charakterisierung der Heurologie ist zugleich auch der Inhalt der 1909 publizierte Monographie *Der Dreiakt als Lehre von der Technik und der Erfindung* umrissen. Erfindungen sind stets etwas Neues, neu im „Effekt“ (d.h. Nutzung einer neuen Wirkpaarung zur Realisierung eines bekannten Ergebnisses) oder neu in der „Struktur“ (d.h. Nutzung einer bekannten Wirkpaarung zur Realisierung eines neuen Ergebnisses).

⁸ Brief nach Wien an Ernst Mach am 4./17. November 1907 aus Moskau. Vgl. hierzu ferner auch ders.: 'Heurologische Wert der technischen Erfindung', 127, 130.

Dabei ist für Engelmeyer dreierlei selbstverständlich: Zum *ersten* konkretisiert sich das Neue sukzessive von der Idee über das Schema, die Konstruktion und das Modell; *zweitens* ist Neues niemals völlig neu, sondern mit Altem vermischt und verbunden; *drittens* muss Neues aktiv gegen Altes und Bestehendes durchgesetzt werden und hat seine Lebens- und Überlebensfähigkeit durch Taten nachzuweisen.

Im *ersten Akte* – „Entstehung der Absicht. Akt des Wollens und der Intuition“ – wird durch das Auftauchen bzw. Aufklären einer Idee die Problemlösung in Form der Hauptbestandteile mehr erahnt denn gewusst. Typisch ist dabei der hypothetische Charakter des solchermaßen Vorgestellten, weil sowohl die Zweckmäßigkeit der Prinziplösung erst einmal nachzuweisen ist, als auch – bei begründeter Zweckmäßigkeit – die Prinziplösung bis zur Funktionsfähigkeit höchstwahrscheinlich modifiziert werden muss. Deshalb ist im *zweiten Akt* – „Ausarbeitung des Schemas. Akt des Wissens und Denkens“ – die Idee nachzuprüfen, aus der Absicht ein ausführbarer Plan zu machen und das zweckgerichtete und zweckmäßige Zusammenwirken der einzelnen Elemente zu ersinnen, wozu umfangreiche Kenntnisse erforderlich sind. Durch das „Experimentieren mit Gedanken und Sein“ wird das Neue und Charakteristische der Erfindung ermittelt bzw. ausgearbeitet, sodass im *dritten Akt* – „Konstruktive Ausführung der Erfindung. Akt des Könnens“ – der Plan ausgeführt werden kann. Dafür sind fachmännische Gewandtheit und gewerbliche Routine erforderlich. Erst mit der Realisierung des dritten Aktes ist das Werk vollendet und es kann von einer Neuerung, von einer Erfindung gesprochen werden.

In analoger Weise untersucht Engelmeyer den Prozess der Ingenieursprojektierung. Aber für ihn bedeutet eine solche Analyse nur den ersten Schritt zur allgemeinen Heurologie. Im Weiteren versucht er, seine Erfindungslehre zu verallgemeinern. Daher spricht er bzgl. des ersten Aktes nicht nur von einer Erfindungsidee, sondern auch über Hypothese, künstlerische Intention oder Wollen. Der zweite Akt befasst sich mit einem ausführlichen Plan eines Verfahrens, dem Schema einer sachlichen Erfindung, aber auch mit einer bewiesenen Hypothese, einem Modell, Plan oder Szenario eines Kunstwerks sowie dem detailliertem Entschluss zu

einer Handlung, Plan eines Unternehmens etc. Ergebnis des dritten Akts kann ganz allgemein (1) eine vollständige Erfindung eines mechanischen (wenn der Effekt durch die Form erzielt wird), chemischen (wenn ihre Substanz die Hauptsache bildet) oder in der Zeit verlaufenden Verfahrens sein; (2) eine vollendete Entdeckung („Lehre, Gesetz, Begriff usw., überhaupt ein klar formulierter Gedanke, der unsere Einsicht erweitert und somit einen wissenschaftlichen Effekt aufweist“); (3) ein Kunstwerk mit einem ästhetischen Effekt oder (4) „ein Willensakt, eine Tat, die ein Äußeres einem Inneren anpasst und ein Gewolltes in die Welt bringt“. „So erweitert sich die Dreiaktlehre zu einer Theorie des Willens ...“ und so entsteht die neue zukünftige allgemeine Heurologie.⁹

In der Philosophie der Technik galt die Technik von Anfang an als ein unabdingbarer Bestandteil der Kultur. Engelmeyer betont beispielsweise wiederholt, dass ein soziokulturelles Herangehen an die Technik geboten ist. In einer seiner frühen Arbeiten stellt er der Forschung die Aufgabe, zu untersuchen, in welchem Verhältnis die Technik zur ganzen Kultur steht.¹⁰ Diesen Zusammenhang näher zu bestimmen ist eine wichtige Aufgabe der Technikphilosophie. Im Jahre 1900 erscheint sein Artikel ‘Technik als Faktor der modernen Kultur’. Engelmeyer charakterisiert darin zunächst den Wilden im Reich der Tiere durch seine bloß passive biologische Anpassung an die natürliche Umwelt. In späteren Stadien hat sich der Mensch zu einem technischen Lebewesen entwickelt. „Technizismus“ nennt Engelmeyer die Lehre über dieses technische Lebewesen.¹¹ In einem Brief deutet Engelmeyer an, was er unter Technizismus als technischer Weltanschauung meint:

Der Mensch lebt, d.i. er befriedigt seine Bedürfnisse. Dass letzteres ihm möglich ist, liegt daran, weil er auf die Natur zweckmäßig einwirken kann. So ist der Mensch ein „technisches Wesen“. Das Einwirken auf die Natur wird aber insofern möglich, als der Mensch die „Verbindungen“ zwischen den Erscheinungen kennt. So ist Wissenschaft allgemein – das Wissen – die Vorbedingung der Tech-

⁹ Ders.: ‘Erfindungslehre (Heurologie)’, 144.

¹⁰ Ders.: Tehnitcheskij itog 19 veka.

¹¹ P.K. Engelmeyer: Filosoĥija tehniki. Bd. 4. Tehnizism [Technizismus], 143.

nik – des Könnens. Das Leben ist „faktisch“, d.i. außerlogisch, darum kann es rein intellektualistisch nicht erklärt werden: Intuition ist der Ursprung und Regulator alles Wissens. Intuitives Wissen ist das typische Sinnbild der Kunst, das Seitenstück zum Begriff in der wissenschaftlichen Ökonomie der Denkarbeit. Sie wird in der Kunst besser erreicht, als in der Wissenschaft. Doch ist die Wissenschaft leichter dem Mitmenschen zugänglich. Entdeckung einer Verbindung zw[eier] Erscheinungen ist eine gnoseologische Erfindung (Regel, Gesetz, Invariante). Das Endziel des (wissenschaftlichen wie künstlerischen) Wissens ist die Technik, darunter verstanden wird: eigentliche Technik, schaffende Kunst, Experimentierkunst, Lebenspraxis, Ethik. Darum nenne ich mein System **T e c h n i z i s m u s**.¹²

Technizismus im Sinne Engelmeyers ist entsprechend keineswegs zu verwechseln mit dem Technizismus im negativen Wortsinn. – Für Engelmeyer wie für andere Technikphilosophen seiner Zeit steht im Zentrum der philosophischen Untersuchung die Frage nach dem *Wesen der Technik*. Für die Beantwortung der Frage nach dem Wesen der Technik wendet sich Engelmeyer auch der deutsche Diskussionen zu.¹³

Der Ausdruck ‘Technik’ wird in einem engeren und in einem weiteren Sinne verwendet. Im *weiteren Sinne* ist Technik Teil eines jeden planmäßigen Handelns (Technik ist Organisation = Praxeologie): Eine jede Zwecktätigkeit hat ihre Technik; eine jede Tätigkeit und vor allem auch jede Berufstätigkeit lässt sich in technische Regeln fassen.¹⁴ Diese Verwendung ist jedoch zu allgemein, als dass sie für die Philosophie von Nutzen sein könnte – es wäre etwa damit z.B. die Wissenschaft eine Technik des Wissens.

Im *engeren Sinne* wird mit dem Ausdruck ‘Technik’ *erstens* jener Teil einer Kunst angesprochen, der nach außen gerichtet ist. Im diesem Sinne spricht man etwa von der Technik eines Malers, eines Musikers, eines

¹² Brief an Ernst Mach am 6.VI.1912.

¹³ P.K. Engelmeyer: ‘Allgemeine Fragen der Technik’, 97; ders.: ‘Philosophie der Technik’, 591-592.

¹⁴ E. von Mayer: Technik und Kultur.

Arztes, eines Richters. Gerade diese Verwendung dokumentiert sich bereits im griechischen und lateinischen Sprachgebrauch: Die technische Tätigkeit ist so alt wie der Mensch selbst („Homo faber“); Technik ist menschliches Handeln überhaupt.

Zweitens wird unter Technik eine spezielle Tätigkeit verstanden, nämlich diejenige, bei welcher der Mensch nützliche „Naturerscheinungen“ hervorzubringen anstrebt. In diesem Sinne spricht man etwa die Kunst eines Ingenieurs, eines Maschinenbauers, eines Chemikers u. dgl. als Technik an. Diese zweite Verwendungsweise hat sich erst allmählich im 18. Jahrhundert herausgebildet: Technik ist seither vor allem industrielle Technik oder Ingenieurstechnik.¹⁵

Im Anschluss an die zweite Verwendungsweise formuliert Engelmeyer eine eigene Definition:

Die Technik ist die Kunst, Naturerscheinungen planmäßig und auf Grund der erkannten natürlichen Wechselwirkungen der Dinge ins Leben zu rufen.¹⁶

Schließlich nähert sich Engelmeyer der Frage nach der technischen Weltanschauung an und versucht diese von der wissenschaftlichen Weltanschauung abzugrenzen: Zwar lässt sich zwanglos die Weltanschauung der Neuzeit eine wissenschaftliche nennen, aber erst im 19. Jahrhundert entsteht eine spezifisch technische Weltanschauung:

Das Augenmerk des Gelehrten ist gerichtet auf die Frage: *Was geschieht?* Dasjenige des Technikers auf jene: *Was soll geschehen?* Hat der Gelehrte das Bestehende erkannt, dann macht er Halt. Der Techniker dagegen fängt hier an und greift in die Natur ein, seinen Willen in die Naturkräfte hineintragend. Die technische Anschauung lehrt, dass der Mensch im Stande ist, vermitteltst natürlicher,

¹⁵ Werner Sombart versteht z. B. die Technik als Instrumentaltechnik, Produktionstechnik oder ökonomische Technik (W. Sombart: *Technik und Kultur*, 307-308).

¹⁶ P.K. Engelmeyer: *Allgemeine Fragen der Technik*, 97. *Verschiedene Ingenieure und Technikphilosophen nehmen diese Definition auf. So etwa M. Kraft: Das System der technischen Arbeit*, 665; E. Zschimmer: *Philosophie der Technik*, 38; W. Sombart: *Der moderne Kapitalismus*; F. Dessauer: *Streit um die Technik*, 113.

ihm zu Gebote stehender Mittel die Natur, d.i. Raum und Zeit, Kraft und Stoff, zu bezwingen und seinen Plänen dienstbar zu machen. Kurzum, die technische Weltanschauung löst sich in der Formel auf: *Der Mensch ist seines Glückes Schmied.*¹⁷

Das Fazit darf nachgerade als *der* Leitsatz des technischen Optimismus gelten. Von diesem Optimismus beseelt glaubten russische und deutsche Ingenieure im Ausgang des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts, mit Hilfe der Technik ließe sich sowohl die soziale als auch die natürliche Umwelt nach menschlichem Willen gestalten und nach „eigenem Vorbild“ formen. Durch eine stets voranschreitende technische Entwicklung – so die verbreitete Überzeugung – seien langfristig alle sozialen Probleme lösbar.

Mehrfach zitiert Engelmeyer in diesem Kontext den deutschen Philosophen Fred Bon, dessen Ausführungen „Über die Frage ›*Was soll ich thun, um - ?*‹ (*Philosophie der Technik*)“ er für eine wichtige Anfangsquelle der Technikphilosophie hält.¹⁸ Bon sieht das Ziel der Technik im Streben nach menschlichem Glück. Die Gesamtheit technischer Maßnahmen setzt sich zum Ziel, die Bedürfnisse des Menschen zu befriedigen. Seiner Meinung nach ist die Erreichung des Glücks das höchste technische Ziel in der Hierarchie der menschlichen Ziele. Alle technischen Fragen von der Art ‘Was soll ich tun, um ...?’ verknüpfen sich zu einer einzigen Frage: „*Was soll ich tun, um glücklich zu werden?*“ Das ist für ihn die allgemeine Form der technischen Fragen. Die Beantwortung dieser Frage steht für F. Bon im Zentrum, während die anderen technischen Fragen lediglich von zweitrangiger Bedeutung sind, weil in jeder Tätigkeit der Wunsch nach Glück als ausschlaggebend erkannt wird.

Für Engelmeyer gehört das 20. Jahrhundert der Technik und den Technikern – ihm kommt eine grundlegende Rolle in der Gesellschaft zu. Aber um dieser führenden Rolle zu entsprechen, soll er nicht nur speziell, sondern auch allgemein ausgebildet sein. Und das ist nur möglich mit Hilfe der Philosophie der Technik, die die höchste Stufe der technischen

¹⁷ P.K. Engelmeyer: ‘Allgemeine Fragen der Technik’, 98.

¹⁸ F. Bon: Über das Sollen und das Gute.

Bewusstseinsentwicklung darstellt.¹⁹ Die Philosophie der Technik ist das höchste Stadium des Selbstbewusstseins der Ingenieure. Die Möglichkeit der Entwicklung der Technikphilosophie ist stets auch mit den philosophischen Reflexionen und Diskussionen der Ingenieure verbunden. In Deutschland wurden philosophische Fragen der Technik von vielen Ingenieuren (z. B. Max Euth, Franz Reuleaux, Alois Riedler, Karl Weihe u.a.) diskutiert. In dieser Zeit war auch in Russland ein für die Entwicklung einer Philosophie der Technik notwendiges intellektuelles Klima unter den russischen Ingenieuren vorhanden. Viele interessante Artikel über die humanen Aspekte der Technik auch von deutschen Ingenieuren wurden in russischen Technikzeitschriften publiziert. Der russische Ingenieur und Technikphilosoph P. K. Engelmeyer beeinflusste diese Entwicklung wesentlich. Das war eine Strömung der positiven Technikbetrachtung als einer optimistischen Hoffnung für die künftige Menschheitsentwicklung. Von dieser Strömung sind auch die destruktiven technokratischen Ideen ausgegangen. Aber in Russland war am Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts auch eine andere mächtige Gegenströmung entstanden, die die technische Entwicklung ganz negativ betrachtet und mit der religiösen Kulturkritik der Technik verbunden war.²⁰

1.2 Kulturkritik der Technik – Berdjajew, Bulgakov, Florenski u.a.

Heute wird in Russland breit das Erbe der russischen, besonders der religiösen Philosophen diskutiert, weshalb es für das Verständnis der heutigen russischen Philosophie (und der geistigen Situation in Russland überhaupt) wichtig ist, die Konzeptionen dieser Philosophen zu kennen. Russische Intellektuelle suchen heute wieder verbreitet die Antworten auf die Probleme, die durch die jüngere Entwicklung Russlands aufgegeben sind, in der eigenen geistigen Geschichte. Wie es früher kennzeichnend war für den progressiven Intellektuellen, die rationale westliche Philosophie zu interpretieren, so ist in jüngerer Zeit üblich, sich auf diejenigen russischen Philosophen zu beziehen, die vor der Oktober-Revolution und kurz

¹⁹ P.K. Engelmeyer: 'Philosophie der Technik', 588-590; ders.: 'Vorarbeit zur Philosophie der Technik', 86-88.

²⁰ N. Berdjajew: 'Der Mensch und die Technik', 31, 34.

danach gearbeitet und das kommunistische Regime kritisch beobachtet haben. Im Folgenden ist diese Philosophie vorgestellt, insoweit sie Bezug nimmt auf die technisch-philosophischen Themen.

Nikolas Berdjajew (1884-1948)²¹ hat seine zahlreichen Schriften nicht streng methodisch, sondern in essayistischer Manier verfasst – zurückgreifend auf persönliche geistige Erfahrungen und Überzeugungen. Das trifft auch auf seinen Beitrag zur Technikphilosophie ‘Der Mensch und die Technik’ zu.²² Berdjajew geht von einem Dreiphasenmodell der Kulturgeschichte aus. Die drei Stadien entsprechen den Formen der Beziehung zwischen Geist einerseits und Natur andererseits: (1) In der „*organischen* Epoche“ war der Geist noch in die Natur versenkt und menschliches Leben vollzog sich in Abhängigkeit von der Natur, die als großer Organismus erlebt wurde. (2) In der „*kulturellen* Epoche“ trennt sich der Geist von der Natur los und bildet eine selbstständige Kultursphäre. Beide Epochen zusammen bilden die „*tellurische* Periode“, in der „der Mensch physisch und metaphysisch durch die Erde bestimmt wurde“. (3) In der „*technischen* Epoche“, die theoretisch durch die naturwissenschaftliche Revolution eingeleitet wurde, bemächtigt sich der Geist der Natur und wird zu ihrem Herrscher, indem er durch Wissenschaft und Technik eine neue, diesseitige Realität erschafft. An die Stelle des Lebens im kosmischen Organismus tritt die zu menschlichen Zwecken „mechanisch“ konstruierte „Organisation“ der Existenzbedingungen. Das Ende der technischen Epoche bedeutet den Übergang vom „Organismus“ zum „Mechanismus“.²³

So obsiegt am Ende eine Kultur des „Machens“: Die Technik triumphiert im 20. Jahrhundert und zerstört den Glauben an eine unverrückbare Naturordnung. Die Technik ist laut Berdjajew in „subjektiver“ Hinsicht die Eigenart des industriellen, künstlerischen und geistigen Schaffens, ein „maximales Ergebnis mit dem kleinsten Aufwand der Kraft zu erzielen“, in „objektiver“ Hinsicht hingegen das „Arsenal aller Mittel, Instrumente und Werkzeuge“ jenes Schaffens. In beiderlei Hinsicht ist die Technik nur Mittel, kein Ziel.

²¹ Für eine ausführliche Darstellung Berdjajews vgl. B. Schultze: *Russische Denker*, 361.

²² Berdjajew, N.: ‘Der Mensch und der Technik’.

²³ Ebd., 15-16.

Berdjajew sieht die größte Gefahr der Technik in einer „Dehumanisierung“:

Die Technik versetzt dem humanistischen Ideal des Menschen und der Kultur einen tödlichen Stoß. Die Maschine ist ihrem Wesen nach antihumanistisch.²⁴

Hier ist der Mittelpunkt seiner Kulturkritik der Technik. Aber das darf nicht selbst die Technikphilosophie treffen, die seit ihren Anfängen auf eine Humanisierung der Technik gerichtet war. Eine der Grundlagen der Technikphilosophie von Berdjajew ist, wie bei Ernst Kapp, der vielen als der erste Technikphilosoph gilt, der anthropologische Maßstab.²⁵

Der zentrale Begriff seiner Technikphilosophie ist „*Organprojektion*“. Dieser Begriff bedeutet die Verallgemeinerung der Begriffe „Werkzeug“ und „Maschine“ als Projektionen der menschlichen Organe. So reproduziert der Mensch in den Werkzeugen stets nur sich selbst. Die Hand gilt ihm als das Vorbild der technischen Geräte und Werkzeuge, den Hammer etwa deutet er als die Nachbildung des Armes mit geballter Faust.

Dieses Prinzip der Organprojektion hat E. Kapp seiner gesamten Philosophie der Technik zugrunde gelegt: In allen seinen Schöpfungen aus natürlichen Werkstoffen reproduziere der Mensch unbewusst seine eigenen Organe und erkenne sich selbst ausgehend von diesen künstlichen Gebilden.²⁶

Pavel Florenski (1881-1943) hat sich in einem postum veröffentlichten Artikel mit dem Gedanken der Organprojektion auseinandergesetzt.²⁷ „Die technischen Werkzeuge“ sind Organe, Fortsetzung, Projektion des menschlichen Organismus, was in Beispielen für die wichtigsten menschlichen Organe (Hand, Ohr, Auge, Nerven, Knochengerüst, Blut) nachge-

²⁴ *Ebd.*, 43.

²⁵ Vgl. *E. Kapp*: Grundlinien einer Philosophie der Technik.

²⁶ Vgl. *K. Schilling*: Philosophie der Technik, 10.

²⁷ *Pavel Florenski* forschte hauptsächlich im theologischen Bereich – als sein Hauptwerk gilt allgemein das Buch *Der Pfeiler und die Grundfeste der Wahrheit* (in Auszügen wiederabgedruckt in *ders.*: An den Wasserscheiden des Denkens). Daneben aber publizierte er auch wissenschaftsphilosophische Aufsätze unter Titeln wie 'Wissenschaft als symbolische Beschreibung' oder eben den angeführten Beitrag 'Organoprotekcija', 39-42.

wiesen wird. Das synthetische Werkzeug aber, das prinzipiell alle Werkzeuge in sich vereinigt, ist das Haus, welches selber Projektion des ganzen menschlichen Organismus ist: Der Leib ist „Haus der Seele, Wohnung der Vernunft“. Weil nun die technischen Werkzeuge ihrem Wesen nach Projektion irgendeines Organs sind, besteht

die historische Aufgabe der Technik darin, bewusst ihre Organprojizierung fortzusetzen, ausgehend von den Lösungen, welche vom unbefangenen Aufbau des Leibes durch die Seele vorgegeben werden.

Der Mensch ist demnach Maß der Technik, und Florenski leitet daraus Prinzipien der technischen Entwicklungen ab. Das Maß des Menschen selber aber ist für ihn das Fleisch gewordene *Wort*, ja der Dreieinige Gott selbst. Die Gesamtheit technischen Schaffens verkörpert sich im „Haus“, welches Projektion des menschlichen Lebens als Ganzes und dessen Typus wiederum der – nach der Norm der Dreiteiligkeit gebaute – Tempel ist. Damit ist Florenski in die Mitte seiner Weltanschauung gelangt, dem Trinitätsgeheimnis, das alle Bereiche des Wissens erklärt und zusammenbindet.²⁸

Berdjajew sieht in der Entfernung des Menschen von den Geboten des Schöpfers eine Tragödie der technischen Kultur, der entsprechend nur durch einen neuen religiösen Impuls zu entrinnen ist.²⁹ Durch die Technik wird der Mensch zum Demiurgen, zu einem Erbauer der Welt. Aber der prometheische Geist des Menschen vermag nicht, Herr zu werden über die von ihm geschaffene Technik, Macht zu gewinnen über die von ihm entfesselte Energie der Natur. Berdjajew unterstreicht die Zerstörungskraft der Technik. Er warnt vor der Technokratie – der Herrschaft derjenigen kleinen Menschengruppe, die sich im Besitze der entscheidenden Geheimnisse technischer Erfindungen befindet. Die Frage der Technik ist nach Berdjajew ein geistiges und religiöses Problem, weil es dabei um das Schicksal der Menschheit, um Leben und Tod für den Menschen geht.³⁰

²⁸ Vgl. M. Silberer: Die Trinitätsidee im Werk von Pavel A. Florenskij, 34-35.

²⁹ N. Berdjajew: 'Der Mensch und der Technik', 20. Vgl. ebd., 41.

³⁰ Vgl. a.a.O., 47.

Das sich in dieser Auffassung dokumentierende Prinzip entspricht dem anthropologischen Kriterium, das den zweiten Lehrsatz der Technikphilosophie von Ernst Kapp bildet: Der zentrale Gegenstand aller wissenschaftlichen Forschung ist stets der Mensch, der zu sich selbst immer wieder zurückkehrt.

Sergei Bulgakov (1871-1944) stellt bereits in seiner Doktorarbeit *Philosophie der Wirtschaft* (erscheint als Buch 1912 in russischer Sprache) mit Bitternis und Besorgnis fest:

Unsere Generation, die von dieser Weihung [gemeint ist die Schaffung einer künstlichen Welt] erfasst ist, verwischt jegliche Grenze bei der Bestimmung des Machbaren. Die „Welt ist plastisch“, kann auf verschiedene Art und Weise reproduziert werden... Wir leben unter dem Eindruck der wachsenden Macht unserer Wirtschaft, die grenzenlose Aussichten für das „Schaffen der Kultur“ eröffnet.³¹

Ein solcher Standpunkt eines Ingenieurs oder eines Konstrukteurs unterscheidet sich grundsätzlich vom Standpunkt eines mittelalterlichen Handwerkers, der um den Zusammenhang seines technischen Handelns mit dem Weltall stets besorgt war. Er hat stets seine eigenen Handlungen in Wechselbeziehung mit dem kulturellen und natürlichen Makrokosmos vollzogen. Den heutigen Ingenieuren fehlt gelegentlich solche Besorgnis.

Bulgakov zufolge besteht das wahre Streben des Lebens darin, in sich selbst alles Unbelebte, alles Mechanische zu besiegen, aufzulösen. Die metaphysische Methode Bulgakovs zielt auf die Überwindung der Widersprüche zwischen der wissenschaftlichen Tätigkeit des Menschen, die sich der wissenschaftlichen Erkenntnis der Natur widmet, einerseits, und einem Organismus, der sich im Zuge der wirtschaftlichen Tätigkeit der Menschheit stetig das Künstliche zum Natürlichen, das Mechanische zum Organischen anverwandelt. In diesem Zusammenhang entwickelt Bulgakov etwa bereits Vorstellungen einer abfallfreien Produktion oder einer ökologisch sauberen Technik. Bulgakov blieb jedoch ein Rufer in der Wüste vor dem Hintergrund des triumphalen Aufmarsches der technischen Zivilisation.

³¹ S. Bulgakov: *The Philosophy of Economy*, 135.

1.3 Technik und Ethik – technischer Fortschritt als moralischer Wert

Noch 1898 stellt Engelmeyer in einer Polemik zu L. Tolstoi (‘Kritik der wissenschaftlichen und literarischen Ansichten von Leo Tolstoi’) die Frage, wo die Berührungspunkte zwischen Technik und Ethik liegen. Die Antwort, die er selber gibt, lautet: dort, wo die Ziele des Guten und des Nützlichen miteinander übereinstimmen. Die Wissenschaft strebt nach dem Wahren, die Technik nach dem Nützlichen, die Kunst nach dem Schönen, die Ethik nach dem Guten. Sie alle zusammen bilden damit die vier Hauptfaktoren der menschlichen Kultur.³² Damit erweist es sich als notwendig, die humanistischen Werte als „kategorischen Imperativ“ zum Orientierungspunkt allen technischen Handelns zu machen.

Unter mehrfachem Bezug auf biblische Quellen formuliert Engelmeyer seine Vorstellungen einer philosophischen Ethik:

Der Mensch will für sich das Meiste. Ethisch handelnd, soll er das Meiste für die Mitmenschen zu erzielen suchen. Unendlich sind die ethischen Ziele, doch endlich des Menschen Kraft. Nur unter der größten Sparsamkeit kann der Mensch seine Pflichten erfüllen, denn er darf nicht außer Sicht lassen, dass man die Wohltäter nach ihren Leistungen abschätzt: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen“ (Matth. 7, 16 und 20). Da von dem Wohltäter faktisch unendliche Leistung gefordert wird, so ist alle Kraft und alles Leben des Einzelnen ein verschwindend kleiner Aufwand. „Niemand hat größere Liebe, denn die, dass er sein Leben lässt für seine Freunde“ (Joh. 15, 13). Das eigene Leben ist wirklich das Meiste, was der Mensch zu geben im Stande ist. Hätte aber Jesus gleich anfangs den Golgatha bestiegen, so hätte seine irdische Tat nicht so reiche „Früchte“ getragen. Dessen bewusst, entwich Er nach Galiläa, als Johannes verhaftet wurde (Matth. 4, 12). Erst an die Grenze Seiner irdischen Mittel herangerückt, nahm Er den Tod. Ganz richtig sagt

³² P.K. Engelmeyer: *‘Tehnika kak faktor sowremennoj kultury’*, 82.

³³ P.K. Engelmeyer: *‘Allgemeine Fragen der Technik’*, 519.

der Volksmund: „Gott habe die Menschheit erkaufte“. Die ethische Tat ist, wie jede andere, ein Kauf. Und was verbreitet zwischen Millionen die Wohltat Jesu? Das gedruckte Wort, ein Fleck, das kleinste der menschlichen Mittel. Ist es darum nicht immer das stärkste?³³

Solche Wendung zum Religiösen darf als typisch gelten für die philosophische Ethik in der russischen Philosophie gegen Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhundert. Sie ist eng mit der ungebrochenen christlichen Traditionen der russischen Intelligenz verbunden. – Dieselbe Haltung zeigt sich so z.B. auch bei Berdjajew, wenn er die Technik in der Moderne triumphieren und damit den Glauben an eine unverrückbare Naturordnung zerstört sieht.³⁴

Nach Bulgakov ist die Technologie ein System aller Mittel, mit denen es möglich ist, auf die Natur einzuwirken. Die Möglichkeit der Technologie besteht in der grundsätzlichen Verfügbarkeit der Natur für menschliches Handeln. Der Mensch als ein aktiver und bewusster Teil der Welt wird zum Zentrum des Weltorganismus, und seine potentielle Weltbeherrschung ist durch einen teilweisen und allmählichen wirtschaftlichen Prozess realisierbar. Aber der Mensch ist nicht Gott: Er ist nicht allmächtig und kann nicht aus Nichts schöpfen, was er will. Der Mensch handelt frei und originell, solange er die Möglichkeiten seiner eigenen Natur ausschöpft. Aber seine eigene Natur, genauso wie die Umwelt, hat er als eine Gabe empfangen.³⁵

Berdjajew bezeichnet die Technik als die letzte Liebe des modernen Menschen und sieht in ihr eine Herausforderung des christlichen Bewusstseins, die noch nicht bewältigt ist.

Eine doppelte Einstellung zur Maschine hat sich in der christlichen Welt gebildet. Die meisten Christen halten die Technik für eine religiös neutrale und geistig indifferente Sphäre. Die Technik, meinen sie, ist Sache der Ingenieure und Erfinder. Sie vervollkommnet das

³⁴ N. Berdjajew: *'Der Mensch und der Technik'*, 20-22.

³⁵ S. Bulgakov: *Filosofija Hosjajstwa*, 88-89.

materielle Leben und schafft Bequemlichkeiten, die auch von den Christen benutzt werden. ... Demgegenüber erlebt eine christliche Minderheit die Technik in den apokalyptischen Perspektiven ...

Beide Haltungen sind, nach Berdjajews Meinung, unbefriedigende Antworten, er sieht

im einen Fall eine Flucht vor der Mitverantwortung für die Ergebnisse der menschlichen Tätigkeit, im anderen Fall einen Verzicht auf das schöpferische Eingreifen in die Geschehnisse der Welt.³⁶

Damit ist noch einmal der Gegensatz zwischen Technikoptimismus einerseits und der Kulturkritik der Technik auf den Punkt gebracht. Die Lösung der Probleme ist aber nicht lediglich auf einer der Seiten zu suchen: Es geht nicht um einen Verzicht auf Technik überhaupt, ebensowenig wie um ein beliebiges Ausloten des technisch Machbaren, sondern um eine technische Einstellung zur Umwelt, ohne die die Existenz der menschlichen Zivilisation unmöglich wäre, es geht um die Suche nach neuen, humanen Formen des Umgangs mit der Technisierung. Wir stehen erst am Anfang des Weges, und unsere Aufgabe besteht darin, selbst die innere Einstellung der technischen Wissenschaft und der Ingenieurstätigkeit zu verändern. Sie lässt sich aber nur verändern durch eine Umorientierung des technischen Denkens und in erster Linie durch die entsprechende Gestaltung der Ingenieurausbildung. Darin liegt eine wesentliche Aufgabe der Philosophie der Technik.

Eine weitere wesentliche Aufgabe liegt in der Aufklärung menschlicher Vorstellungen vom Fortschritt. Die Bedeutung einer Fortschrittstheorie liegt darin, dass sie für den modernen Menschen sowohl eine Metaphysik als auch eine Theologie ist. Bisher jedoch wurden solche Theorien ausschließlich mit den Methoden der positiven Wissenschaften formuliert.

In Wirklichkeit geht es um die Religion des Fortschrittes, in der die Menschheit die Rolle des Schöpfers spielt. In dieser Religion ist ein wichtiges Ziel des unendlichen Fortschrittes die größte Summe des Glücks für die größte Zahl der Menschen – das Ziel des Eudaimonismus:

³⁶ N. Berdjajew. *‘Der Mensch und die Technik’*, 7-9.

Die Frage „Was soll ich tun, um glücklich zu werden?“ wird damit zur wichtigsten Leitfrage der Technik.³⁷ Doch glaubt S. Bulgakov, dass das eudaimonistische Ideal als Maßstab für die Abschätzung der historischen Entwicklung direkt zu amoralischen Folgen führt: Erstens führt es zur Vergötterung der menschlichen Bedürfnisse, zweitens erscheint das Leiden der einen Menschengeneration nur als eine Brücke zur Glückseligkeit der späteren Generationen.³⁸ Bulgakov formuliert deutlich die Hauptvoraussetzungen solcher Fortschrittstheorien:

moralische Freiheit der menschlichen Persönlichkeit als eine wichtige Bedingung für autonome sittliche Lebensweise; absoluter Wert der Persönlichkeit und ideelle Natur der menschlichen Seele, die Fähigkeit für eine unendliche Entwicklung und Verbesserung hat; absolute Vernunft, die die Welt und Geschichte regiert; sittliche Weltordnung oder des Reichs moralischer Ziele sowie das Gute nicht nur als subjektive Vorstellung, sondern auch als objektive und wirkmächtige Grundlage.³⁹

Die marxistische Theorie des wissenschaftlichen Sozialismus gibt ein beredtes Beispiel für solch wissenschaftliche Fortschrittstheodizee. Was solche Fortschrittstheorie in der Realität bringen kann, zeigt die Geschichte Russlands der 70 Jahre nach der Oktober-Revolution. Der Marxismus übernimmt von der christlichen Religion die Idee vom Menschen als dem Zentrum des Universums und als dem Herrn der Schöpfung, aber an die Stelle des Anthropozentrismus setzt er einen Soziozentrismus. Das soziale Kollektiv, dem quasi göttliche Verehrung zuteil wird, ersetzt nicht nur Gott, sondern auch den Menschen. Es gibt nur das kollektive Gewissen, den kollektiven Verstand und die kollektive Freiheit, und entsprechend auch nur die kollektive (nicht persönliche) sittliche Gruppenverantwortlichkeit.

³⁷ F. Bon: Über das Sollen und das Gute, 94-95.

³⁸ S. Bulgakov: *Filosofija Hošajstwa*, 284-285.

³⁹ *Ebd.*, 296.

2 Diskussionen und Strategien zum Thema „Sustainable Development in Gesellschaft, Technik und Wissenschaft“

2.1 Revolutionäre und evolutionäre Entwicklungsarten – Das Streben nach Sustainability

Es gibt zwei Modelle der gesellschaftlichen Entwicklung – Evolution und Revolution. Revolutionäre Entwicklung bedeutet eine künstlich beschleunigte politische, wirtschaftliche und wissenschaftlich-technologische Entwicklung in allen gesellschaftlichen Bereichen. Phasen revolutionärer Entwicklung hat Russland schon mehrmals erlebt – v.a. etwa im schnellen und schmerzhaften Übergang vom Kapitalismus zum Sozialismus. Heute versucht das Land eine ähnlich zügige Entwicklung vom Sozialismus zum Kapitalismus voranzubringen. Hierbei wäre ein moderates Tempo und ein umsichtiges Voranschreiten wünschenswert: Es bedarf einer sanfteren, evolutionären, aber umso grundsätzlicheren Entwicklung – die Orientierung sollte gerade die einer nachhaltigen Entwicklung sein.

In den staatlichen Programmen ist Nachhaltigkeit als Entwicklungsziel sehr deutlich formuliert.⁴⁰ Gegenwärtig durchläuft Russland eine Reihe mikrorevolutionärer Prozesse. Der Weg zur nachhaltigen Entwicklung könnte dabei durch die Veränderung des menschlichen Bewusstseins erfolgen. Veränderungen in Forschung und Lehre sind im Stande, ein neues Evolutionsbewusstsein hervorzubringen:

„Technoevolution“ geht durch Innovationsprozesse parallel mit der Bioevolution. Aber die Geschwindigkeit der „Technoevolution“ steigert sich beständig. Am Ende des 20. Jahrhunderts ist der Innovationszyklus schon auf etwa 10 Jahre geschrumpft – dies sind bereits drei Größenordnungen mehr als bei der Bioevolution:

Es gibt zwei Szenarien für die weitere Gesellschaftsentwicklung. Das erste – wenig realistische – ließe sich als das technokratische Szenario

⁴⁰ Vgl. *insb.* RUSSIA on the Way to Sustainable Development, 10-11.

bezeichnen: Es wäre der partielle oder vollständige Ersatz der Bioregulation durch Technik. Realistischer ist jedoch das zweite Szenario:

According to them, the only way of the settlement of the global ecological problems the cut of anthropogeneous impact on the biosphere up to the level, at which it will become undisturbed again and will be firmly undisturbed, as the regulative resources of the biota will be able to maintain the level. This maximum level is called the economic capacity of biosphere. The fulfillment of this condition is the criterion of the „sustainable development“. ... The „direction“ of civilization passing to sustainable development, must, of course, change: it will be incompatible with blind „anthropozentrism“, „conquering nature“, uncontrolled demographic processes, which are not ecologically justified.

Es ist daher dringend erforderlich, den traditionell überkommenen Anthropozentrismus (Mensch als Zentrum des Universums, Herr einer Natur, die dem Menschen dient) aufzugeben:

his intellect has to be used not only for invention and realizing of the new technologies, but also for the recognizing of the consequences of his actions and their assessment.⁴¹

Nach dem Muster des geläufigen Ausdrucks „Biosphäre“ ist in der Technikphilosophie gelegentlich von der „Technosphäre“ die Rede. Die Technosphäre stellt danach die Hülle der Erde dar, in der die praktische menschliche Tätigkeit verwirklicht ist – sie ist faktisch die umgewandelte Biosphäre. Jedoch arbeitet der Mensch nicht nur in der Technosphäre, er lebt auch in ihr. Diese aber kann sich nicht ohne ihn entwickeln und degeneriert ohne beständigen menschlichen Eingriff. Die innerhalb der Biosphäre zweckorientiert von der Menschheit eingerichtete Technikwelt untersteht dabei allerdings den objektiven, vom menschlichen Willen unabhängigen Gesetzen der Natur. Der Mensch, der bestimmte praktische Ziele verfolgt und durch die Schaffung der Technikwelt diese Ziele errei-

⁴¹ Ebd., 46,48-49. Vgl. auch: V. Danilov-Danilian / K. Losev: *The Problems of the Sustainable Development of the Mankind*, 39-52; dies.: *Ekologija i ustojčivoje rasvitie*.

chen will, kann nicht *alle* Folgen seines technischen Handelns voraussehen: Sein Handeln geht über sein Wissen hinaus – sein Leben (seine Natur) aber ebenso auch über sein Handeln.⁴²

2.2 Wissenschafts- und Technikentwicklung

In den totalitären Gesellschaften sind Forschung und Lehre in der Regel stark ideologisch reglementiert. In demokratischen Gesellschaften herrscht demgegenüber eine weitgehende Freiheit in Forschung und Lehre. Es lassen sich dabei zwei Hauptweisen der theoretischen Wissensorganisation in der modernen Forschung und Lehre unterscheiden: einerseits die monodisziplinäre, andererseits die interdisziplinäre Wissensorganisation. Erstere tendiert eher zu monologischen und faktisch absoluten Formen des Wissenschaftsbetriebs, die andere mehr zu pluralistischen, dialogischen und demokratischen Formen. In Westeuropa ist ein besonderer Zivilisationstyp – die *technogene Zivilisation* – entstanden.⁴³

In diesem Zusammenhang ist vor allem zu betonen, dass die Disziplinarität der modernen Wissenschaft und Technik eine sehr wichtige Errungenschaft des 19. und 20. Jahrhunderts ist. Weder die Antike noch die mittelalterliche Wissenschaft und Technik waren im Wortsinn disziplinar, ebenso wenig die Wissenschaft der frühen Neuzeit, obwohl sie schon nach Disziplinarität strebt: Wissenschaft ist im Altertum keine spezialisierte und nach Disziplinen geordnete Unternehmung und noch nicht von Praxis und Technik abgelöst. Ein wichtiger Schritt auf diesem Wege war die antike Revolution in der Wissenschaft, welche die theoretische Form der Erkenntnisse und der Erschließung der Welt als selbstständige Sphäre der menschlichen Tätigkeit hervorbrachte. Gleichwohl war antike Wissenschaft komplex in ihrem Streben nach vollständiger Erfassung des theoretisch zu Begreifenden und philosophisch zu Denkenden. Diese Intention der allumfassend komplexen Betrachtung des Forschungsgegenstandes, das Streben nach vollständigem Wissen, selbst um den Preis

⁴² Zum Begriff der Technosphäre vgl. insb. O.D. Simonenko: *Sotvorenije technosfery*, 22 - 31, 28.

⁴³ V. Stepin: *Postnichtklassische Wissenschaft und Werte der technologischen Zivilisation; ders.: 'Globale Krisen und Wertproblem des wissenschaftlich-technischen Fortschritts'*.

der Homogenität und des systematischen Charakters, sind noch bezeichnender für die mittelalterliche Wissenschaft und Technik bis hin zur Renaissance. In der Renaissancezeit hat sich diese Intention im Ideal der enzyklopädisch entwickelten Persönlichkeit des Wissenschaftlers und Ingenieurs ausgedrückt, die in den verschiedensten Bereichen von Wissenschaft und Technik bewandert ist.

In der Wissenschaft der frühen Neuzeit allerdings lässt sich bereits die Tendenz zur Spezialisierung und Ausgliederung einzelner Aspekte und Seiten des Gegenstandes beobachten. Gleichzeitig entwickelt sich das Ideal der neuen Wissenschaft, demzufolge Ingenieursaufgaben mit theoretischen Mitteln lösbar werden, und damit zugleich auch das Ideal einer neuen, auf den Wissenschaften zu gründenden Technik. Und obwohl ein solch wissenschaftliches Verständnis der Technik zuerst nur im Sinne einer leitenden Idee existierte, hat gerade dieses zur Entwicklung der disziplinären Organisation der Wissenschaften beigetragen. Diese Neuorganisation war zugleich auch mit einer Professionalisierung des Wissenschaftlers und Ingenieurs verbunden und ging mit einer Erhöhung seines gesellschaftlichen Status einher. Die Spezialisierung und Professionalisierung von Wissenschaft und Technik im Verein mit der gleichzeitigen Technisierung und Szientifizierung der Technik führte zum Entstehen einer Vielfalt wissenschaftlicher und technischer Disziplinen, die sich im 19. und 20. Jahrhundert zum mehr oder weniger wohlgestalteten Gebäude der disziplinären Wissenschaft und Technik ausbildeten. Dieser Prozess war auf des Engste mit der Entwicklung der speziellen wissenschaftlichen Ausbildung und der auf Wissenschaft begründeten Ingenieursausbildung verbunden.

„Die Wissenschaft“ hat heute eine tief differenzierte Struktur, die eine Menge von Disziplinen, Forschungsgebieten und Forschungsrichtungen aufweist, in denen die konkreten professionellen Forschungen und Entwicklungen hauptsächlich durchgeführt werden. Die Ingenieurstätigkeit, die einen Impuls zur Entwicklung der disziplinären Wissenschaft gab, wird selbst später nach diesem Vorbild gebaut. Das bezieht sich in erster Linie auf die sogenannten technischen Wissenschaften, die heute sogar die Form besonderer wissenschaftlich-technischer Disziplinen annehmen.

In den letzten Jahrzehnten haben sich im Bereich der modernen Wissenschaft und Technik wesentliche Veränderungen vollzogen, die nahelegen, vom Entstehen einer qualitativ neuen, nichtklassischen Epoche in der Entwicklung zu sprechen. Die Besonderheit dieser nicht-klassischen Epoche besteht darin, dass im Prinzip für die Lösung der komplexen wissenschaftlich-technischen (oder besser: praktischen) Probleme beliebige Theorien, Kenntnisse und Methoden herangezogen werden können. Die einzelnen Theorien, Methoden und Disziplinen werden dabei natürlich entsprechend umgearbeitet und neu durchdacht. Schließlich entwickeln sich neue spezifische Mittel der Forschung, die diese Aufgaben effektiv zu lösen erlauben. Das bedeutet eine strengere Orientierung der modernen Wissenschaft an der Lösung verschiedener äußerst praktischer Probleme, in erster Linie ingenieurstechnischer und wirtschaftlicher Probleme. Gleichzeitig dringen die ingenieurmäßigen Methoden, Projekteinstellungen und methodische Projektverfahren der Arbeit immer tiefer in die Sphäre der „reinen“ Wissenschaft ein und verändern dabei die traditionellen Normen und Wertorientierungen der wissenschaftlichen Forschung von Grund auf. Es hat sich ein ganzer Block neuer wissenschaftlich-technischer Disziplinen herausgebildet, die für die Lösung ihrer spezifischen Probleme systemtheoretische Vorstellungen, Methoden und Begriffe verwenden. Solche neuen Disziplinen entsprechen oft nicht dem methodologischen Standard der klassischen Wissensordnung, was jedoch nicht bedeutet, dass sie keinen Anspruch auf den Status einer Wissenschaftsdisziplin hätten. Eher gilt das Umgekehrte: Angesichts der neuen Erscheinungen in der realen Ingenieurs- und Forschungstätigkeit müssen veraltete methodologische Vorstellungen modifiziert werden. Hierzu ist die interdisziplinäre Technik- und Wissenschaftsforschung nötig.⁴⁴

Die moderne Epoche der Wissenschafts- und Technikentwicklung zeichnet sich dadurch aus, dass neben der Spezialisierung der Wissenschaft und Technik neue produktive Ideen und Richtungen vor allem an der Grenze zwischen verschiedenen Wissenschafts- und Technikeinrichtungen und

⁴⁴ Vgl.: *E.M. Mirskij*: Meshdisziplinarnyje issledovanija i disziplinar'naja nauka; Metodologičeskie problemy vsaimodejstvija obšestvennykh, estestvennykh i tehničeskikh nauk; *V.G. Gorokhov*: Metodologičeskij analiz naučno-tehničeskikh distsiplin; *A.P. Ogurtzov*: Disziplinar'naja struktura nauki.

Projekten entstehen. Mit anderen Worten: Das Bestreben zur Interdisziplinarität ist eines der wichtigsten Merkmale unserer Zeit. Die ständige Diskussion über die Berechtigung, bestimmte Probleme zur Sprache zu bringen, sich der Geschichte der Wissenschaft, Kunst und Kultur zuzuwenden, um ihre Muster zu erkennen und deren Interpretation neu vorzunehmen sowie die methodologischen Grundlagen der Komplexitätsforschung zu analysieren, ist hier keine Folge der fehlenden Reife, kein Anzeichen für das Zurückbleiben hinter dem Ideal der Naturwissenschaft im engen Sinne dieses Wortes, als monologische Wissensordnung, sondern ein normaler und sogar notwendiger Zustand, Ausdruck eines deutlichen Bestrebens zur Demokratisierung und Pluralisierung der Wissensordnung in Forschung und Lehre. Dazu gehört auch die Technikphilosophie als ein Teil des Ingenieursbewusstseins. Somit hat die *Technikphilosophie* die folgenden *zwei Hauptquellen*: 1) die Genesis der *Technikphilosophie als einen Bereich der Philosophie* (die innerphilosophische Entwicklung); 2) die Entstehung der *Technikphilosophie als reife Phase immanenter Entwicklung des Ingenieursdenkens*.

Die Philosophie der Technik ist also der höchste Stand der Verallgemeinerung in der Technik, ein höherer Stand der Entwicklung des technischen Selbstbewusstseins. Aber auch in der Technik selbst befindet sich immer eine besondere Technikphilosophie, die nicht an der Oberfläche liegt und durch die Philosophie der Technik allererst zu rekonstruieren ist. Es gibt sozusagen „Philosophie der Technik“ als eine philosophische Reflexion und „Philosophie“ in jeder Technik, welche noch reflektierend erfasst werden muss.⁴⁵

Technikfolgenforschung und sozial-ökologische Expertise technischer und ökonomischer Großprojekte wurden in Russland schon in den 70er und 80er Jahren eingesetzt. Es war vor allem mit der Tätigkeit des Staatskomitees für Wissenschaft und Technik (GKNT) der UdSSR und damals neu gegründete Forschungsinstitut für Systemforschung (VNIISI) in diesem Komitee verbunden. Seit 1979 hat dieses Institut ein Jahrbuch

⁴⁵ V. Gorokhov: 'A New Interpretation of Technological Progress', 31-32. Vgl. auch: ders.: Engineering: Art and Science, 191-243; ders.: 'Scientific and Technological Progress, Democracy, Participation and Technology Assessment in Russia', 103-105.

„Systems Research. Methodological Problems“ (Moscow: Publishing House „Nauka“) veröffentlicht. Als eine wichtige Grundlage dafür war die Idee der Notwendigkeit der wissenschaftlichen und informationellen Vorbereitung für „Decision Maker“ auf Grund der „Assessment and Comparison of Alternatives“.

In fact, the consultant extends the decision maker's capacities in elicitation of information, formulation and realization of a certain policy.⁴⁶

Dabei ging es mehr um Systemanalyse und Prognose der Entwicklung von (technischen, ökonomischen, ökologischen u. a.) Großsystemen und Industriebereichen in Rahmen des Plansystems.⁴⁷ In dieser Zeit spielten auch die „Ergonomie“⁴⁸ und das „Design (technische Ästhetik = industrielle Formgestaltung)“⁴⁹ als Basisdisziplinen für die Technikfolgenforschung eine bedeutende Rolle. Es geht dabei um die Abschätzung des „Mensch-Maschine“-Systems aus „technisch-humanistischer“ Perspektive nicht nur im Sinne einer Technikfolgenforschung nach der Projektierung der neuen technischen Großsysteme, sondern auch im Sinne einer Forschung, die dem technischen Konstruieren vorausgreift und es begleitet. Diese Forschung wurde unter dem Titel des ergonomischen und künstlerischen Konstruierens geführt. Aufgaben dieser Art hat vor allem ein damals neu gegründetes Forschungsinstitut für technische Ästhetik (VNIITE) des Staatskomitees für Wissenschaft und Technik (GKNT) der UdSSR übernommen, dessen Auftrag zunächst eigentlich in einer Technikfolgenabschätzung auf rein technischer Ebene, nicht so sehr auf politischer Ebene bestand. Zugleich aber werden die globalen Probleme der

⁴⁶ Vgl. z.B.: Systems Research II, 98-99, 131.

⁴⁷ Vgl. z.B.: Ju.I. Chernjak: Sistemnyj analiz v upravlenii ekonomikoj; S.A. Sarkisjan / L.V. Golovanov: Prognozirovanie razvitija bolshikh sistem; G.M. Dobrov: Prognozirovanije nauki i tekhniki; O.I. Larichev: Nauka i iskusstvo prinjatija reshenij; Sozjalnoje projektirovanije. *Grundlage für diese Forschungseinrichtung waren mehrere Übersetzungen (Vgl. z. B.: Nauka, tekhnika i upravlenieje) und Überblicke (Vgl. z. B.: Metodologija otzenki i vybora projektov issledovanij i razrabotok) der amerikanischen Literatur über System Analyse und System Management.*

⁴⁸ Vgl.: W.P. Sintschenko / W.M. Mumipov: Osnovy ergonomiki; Ergonomika v opredelenijakh.

⁴⁹ Vgl.: Esteticheskiye problemy khudoshestvennogo konstruirovaniya kompleksnykh objektov; Problemy i printzipy organizatsii dejatelnosti po sozdaniju disajn-programm; Khudoshestvennoje modelirovanije kompleksnogo objekta; Problemy tipologicheskogo modelirovaniya kompleksnykh objektov disajna.

menschlichen Entwicklung angeführt, die große Bedeutung für die ganze Welt unabhängig von den jeweiligen Gesellschafts-Systemen haben. Zu diesen globalen Problemen gehören auch die Umweltprobleme.

Damit war deutlich der Weg zur Gestaltung von Umweltpolitik eingeschlagen.⁵⁰

Als effektives Instrument für die Realisierung der Umweltpolitik wurde in der Russischen Föderation die staatliche ökologische Expertise entsprechend dem Gesetz „Durchführungsbestimmung zur staatlichen ökologischen Expertise“ von 11. Juli 1996 Nr. 698 eingesetzt:

The state environmental expertise carries out a precautionary control in the field of environmental protection and rational use of natural resources, follows-up the compliance with legislative and normative requirements for technological safety, constructive reliability, building stability, environmental safety and economic feasibility of proposed activity during pre-planning and drafting of documentation. The state environmental expertise is the most effective lever in a complicated mechanism of environmentally compatible decision-making. The purpose of the state environmental expertise is a support to environmentally reasonable economic and other decision-making by executive bodies, as well as by legal and physical persons. ... *Introduction into practice of the Environmental Impact Assessment (EIA) procedures is very important.* The assessment of economic activity environmental impact is a process promoting environmentally-substantiated administrative decision-making on implementation of economic activity by means of determination of possible negative consequences.⁵¹

⁵⁰ *Beispiel einer Warnung vor umweltschädlichen Großprojekten waren etwa die Publikationen abweichender Meinungen relativ unabhängiger Wissenschaftler über die Notwendigkeit des Großprojekts einer „Rückführung der großen sibirischen Flüsse (vor allem Irtysh) durch Kurgan-, Orenburgregion und kasachischen Steppe zum Aralsee“: Das Wasser versickere im Boden und versalze damit große landwirtschaftliche Flächen. Das Projekt wurde letztendlich gestoppt, obwohl das Ministerium für Wasserwirtschaft starke finanzielle Interessen hatte, das Projekt zu realisieren (Vgl. z. B.: V.I. Danilov-Danilian / A.A. Ryvkin: O dolgosrochnykh aspektakh ekonomiki prirodopolsovanija).*

⁵¹ The National Environmental Action Plan of the Russian Federation for 1999 - 2001, 31, 49.

Solche sozial-ökologische Expertise war die Aufgabe der territorialen Organe des Staatskomitees der Russischen Föderation für Umweltschutz (Umweltministerium).⁵² Territoriale Organe des Umweltministeriums existieren auch seit Anfang 1988 und sind seit dieser Zeit verpflichtet, die ökologische Expertise durchzuführen. Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) müssen seit dieser Zeit für alle neu entwickelten technischen und wirtschaftlichen Projekte die entsprechenden Projektorganisationen selbst durchführen. Die territorialen Organe des Staatskomitees für Umweltschutz erfüllen dann die Kontrollfunktion.

⁵² *Das Umweltministerium existierte in der Sowjet-Union seit 1988 zunächst als Staatskomitee für Naturnutzung und Umweltschutz, dann als Ministerium und in der Russischen Föderation seit 1996 wieder als Staatskomitee. Seit 19.05.2000 ist das Staatskomitee der Russischen Föderation für Umweltschutz aufgelöst und seine Funktionen sind dem Ministerium für Natürlichen Ressourcen übertragen.*

3 Technikphilosophie und Wissenschaftsphilosophie. Methodologie der Forschung und Projektierung

Zur Zeit spielt in Russland die Gestaltung der Lehrmaterialien und die Darstellung bisheriger Forschungstätigkeit eine besonders große Rolle in der Philosophie der Wissenschaften und der Technik. Erst jetzt ist es möglich geworden, in allen technischen Universitäten spezielle Kurse über Technikphilosophie und Wissenschaftstheorie anzubieten. So wurden inzwischen in allen russischen Universitäten Pflichtkurse zu Themen wie „Moderne Konzeptionen der Naturwissenschaft“ eingerichtet. Das erklärt, warum es in diesem Bereich z. Zt. mehr konstruktive Zusammenarbeit als theoretische Auseinandersetzungen gibt: War es früher fast unmöglich, ein Lehrbuch über die Technik- und Wissenschaftsphilosophie zu publizieren, so versuchen nun Autoren und Verlage mit großer Anstrengung, die steigende Nachfrage zu befriedigen.⁵³ Dabei wird die Einführung in die Philosophie der Wissenschaften und der Technik auch durch die jetzt in großer Zahl erscheinenden Übersetzungen der Schriften westlicher Wissenschaftstheoretiker⁵⁴ sowie Technikphilosophen⁵⁵ erleichtert.

3.1 Methodologische Analyse der Natur- und Ingenieurwissenschaften

Die Methodologie der Forschung und die Methodologie der Planung sind wichtige Teile der Wissenschafts- und Technikphilosophie. Diese Disziplinen sind in der russischen Philosophie der 60er und 70er Jahre des 20. Jahrhunderts auf Grund der Kritik des Positivismus und Neopositivismus

⁵³ V.S. Stepin / V.G. Gorokhov / M.A. Rosov: *Filosofija nauki i tehniki*; N.I. Ivanov: *Filosofija tehniki*; V.G. Gorokhov / V.M. Rosin: *Vvedenije v filosofiju tehniki*; V.G. Gorokhov: *Konzeptii sowremennoj nauki i tehniki*; u.a.

⁵⁴ Schon in früheren Jahren wurden bereits die Arbeiten von R. Carnap, P. Feyerabend, G. Holton, A. Koyre, T.S. Kuhn, I. Lakatos, L. Laudan, M. Polanyi, K.R. Popper, H. Reichenbach, St. Toulmin u.a. ins Russisch übersetzt, publiziert und mehrfach kommentiert.

⁵⁵ Wichtigen Einfluss hatten die Übersetzungen der Schriften von H. Lenk „Nachdenken über moderne Technik“ (1995) und C. Mitcham „What is the Philosophy of Technology“ (1996) sowie eines Sammelbandes „Filosofia tehniki v FRG“ [*Philosophie der Technik in BRD*] (1989) mit Artikeln von Adorno, Beck, Bähme, Hickel, Huning, Janich, Krupp, Lenk, Lübbe, Rapp, Ropohl, Sachsse, Schadewald, Weingart, Zimmerli u.a.

entstanden und wurden von diesen Richtungen stark geprägt.⁵⁶ Sie unterstreichen besonders die *methodologische Funktion* der modernen Philosophie und wissenschaftlichen Forschungstätigkeit: Die moderne Methodologie der Forschung und Planung als ein wichtiger Teil der Wissenschafts- und Technikphilosophie hat heute in Russland eine überwiegende Orientierung auf inhalts-methodologische (nicht formal-logische) Analysen der Struktur und der Entwicklung des theoretischen Wissens.

Ein Methodologe untersucht die Forschungs- und Projektierungstätigkeit „von außen“ und nimmt damit die Position eines außerhalb der Wissenschaft und Technik stehenden Beobachters ein. Im Prinzip kann eine solche Position freilich auch ein Wissenschaftler oder ein Ingenieur einnehmen, indem er nicht nur seine professionelle Tätigkeit im bestimmten konkreten Wissenschafts- oder Technikbereich ausübt, sondern auch seine eigene Tätigkeit methodologisch reflektiert. Üblicherweise sind aber diese beiden Positionen in der Wissenschaft und Technik ausdifferenziert. Zwischen den Positionen existieren jedoch Reflexionsbeziehungen.⁵⁷

Es gibt unterschiedliche Typen und Ebenen der Methodologie der Wissenschaft sowie der methodologischen und methodischen Tätigkeit⁵⁸:

- philosophische Methodologie (zum Beispiel ein Handlungsprinzip der marxistischen Philosophie), allgemeinwissenschaftliche Prinzipien (zum Beispiel der Systems Approach) und konkret-wissenschaftliche oder spezielle Methodologie in jedem Wissenschafts- oder Technikbereich;
- man muss deswegen die philosophische Kategorien und wissenschaftliche Begriffe und Gesetze sowie allgemeine methodologische Empfehlungen und methodische Hinweise (konkrete Einweisungen für die Erfüllung der bestimmten Schriften von den konkreten professionellen Tätigkeit) unterscheiden;

⁵⁶ Vgl. z. B. als die erste Publikationen in dieser Reihe: Problemy logiki nauchnogo posnaniija; Logika i metodologija nauki.

⁵⁷ Vgl. z. B.: G.P. Schedrowitzkij: Isbrannyje trudy; E.G. Judin: Sistemnyj podhod i prinzip dejatelnosti.

⁵⁸ I.V. Blauberg / E.G. Judin: Stanovlenije i suschnost sistemnogo podhoda.

- es gibt normative und deskriptive methodologische Analyse, aber sie sind sehr eng miteinander verbunden, weil die methodologische Analyse der Wissenschaft immer eine konstruktive Funktion hat;
- als verschiedene Sphären der methodologischen Analyse der Wissenschaft können wir dann die methodologische Analyse der Wissenschaft als Ganzer, die methodologische Analyse der einzelnen Bereiche der wissenschaftlichen Kenntnisse und die methodologische Analyse der einzelnen Methoden, Begriffe und Probleme der Wissenschaft bezeichnen.

Aus solchen Ausgangspunkten ist in den 70er und 80er Jahren auch die methodologische Analyse der technischen Wissenschaften, des wissenschaftlich-technischen Wissens neben der philosophisch-methodologischen Analyse der Naturwissenschaften (vor allem Physik) entstanden. Dabei wurde aber eine Reihe allgemeiner Einsichten gewonnen, die zweifellos nicht nur eine disziplinäre Bedeutung im Bereich der technischen Wissenschaften haben, sondern es zugleich auch ermöglichen, die Verhältnisse von Theorie und Praxis, Erkenntnis und Projektierung, Wissenschaft und Technik, Grundlagenforschung und angewandter Forschung sowie Anwender- und Wirkungsforschung neu zu bewerten. Ferner ermöglichen sie es, den Aufbau von Forschungsprinzipien der modernen wissenschaftlichen Theorie sowie die Mechanismen ihrer Genesis und Evolution besser zu verstehen. Das Interesse an einer philosophischen Analyse der technischen Wissenschaften nahm zu, weil in der jüngsten Zeit der Umfang der technischen Erkenntnisse und die Bedeutung der Theorie für die wissenschaftlich-technische Tätigkeit wesentlich gewachsen sind, und weil heute an alle wissenschaftlichen Disziplinen die Forderung herangetragen wird, praktische Ergebnisse hervorzubringen. Des Weiteren haben sich die Grenzen zwischen der Grundlagen- und der angewandten Forschung verschoben, zumal sich die Vorstellungen über die Regeln der theoretischen Forschung selbst gewandelt haben und die realisierten Artefakte zunehmend in das Gravitationsfeld einer sich aufbauenden Anwendungs- und Wirkungsforschung geraten. Dieser Zusammenhang hat sich zusätzlich durch den Bedarf an Anwendungswissen verkompliziert, das heißt, die Projektierung eines Vorhabens muss darüber reflektieren, was die Anwender mit dem Ergebnis machen werden und

welche Folgen es für das Gesamtsystem hat, wenn die Anwender den Prozess oder die Technologie sozial nicht beherrschen.⁵⁹

Die methodologische Reflexion ist heute nicht nur für die Naturwissenschaften, sondern auch für die verschiedenen anderen Gebiete charakteristisch, vor allem für die Ingenieurs-, Projektierungs- und Innovationstätigkeit.⁶⁰ Dabei handelt es sich nicht nur um die Methodologie der wissenschaftlichen Forschung im engeren Sinne, sondern auch um die im weitesten Sinne verstandene Methodologie der Projektierung. Für die moderne Systemprojektierung ist die ständige Diskussion über die Berechtigung, bestimmte Probleme zur Sprache zu bringen, sich der Geschichte der Wissenschaft, Kunst und Kultur zuzuwenden, um ihre Muster zu erkennen und deren Interpretation neu vorzunehmen sowie die *methodologischen* Grundlagen der interdisziplinären Technikforschung und Systemprojektierung zu analysieren, keine Folge der unvollkommenen Reife dieser Forschung und Projektierung, kein Anzeichen für das Zurückbleiben hinter dem Ideal der Naturwissenschaft im engen Sinne dieses Wortes, sondern ein normaler und sogar notwendiger Zustand.

Eine der vom Standpunkt der Wissenschafts- und Technikphilosophie wichtigsten Besonderheiten der modernen interdisziplinären Technikforschung und Systemprojektierung ist ihre deutlich ausgeprägte *methodologische Orientierung*. Im Rahmen der interdisziplinären Technikforschung und Systemprojektierung werden konkret methodologische Untersuchun-

⁵⁹ *In den letzten Jahrzehnten wurden in Russland eine Reihe von Büchern veröffentlicht, die die technischen Wissenschaften in ihrer Rolle bei der Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts analysieren und dabei die Besonderheiten ihrer Funktion im Prozess der Entstehung dieser Disziplinen sowie den Wechsel ihrer Bedeutung im System der Sozial-, Natur- und Ingenieurwissenschaften für den Aufbau der Forschung beschreiben. In diesen Werken sind die Ergebnisse der Forschung dargelegt, die in Moskau, Leningrad, Tomsk und Nowosibirsk u.a. durchgeführt wurden. In der Zeitschrift „Voprossy Filosofii“ [Fragen der Philosophie] schenkt man auch der Veröffentlichung vom Materialien über die methodologischen Probleme der technischen Wissenschaften große Aufmerksamkeit. Seit 1978 werden in der genannten Zeitschrift regelmäßig Beiträge zu diesem Problemkreis nicht nur von Philosophen, sondern auch von Ingenieuren und Vertretern der technischen Wissenschaften veröffentlicht. Im Jahr 1981 wurde regelmäßig in einer speziellen Rubrik über „Methodologische Probleme des wissenschaftlich-technischen Fortschritts“ und „Sozialphilosophische und methodologische Probleme der modernen Ingenieurstätigkeit und der Projektierung“ geschrieben. (Vgl.: V. Gorokhov: 'Methodological Research and Problems in the Technological Sciences', 247-270).*

⁶⁰ *„...methodological work deals with various types of activity: ordinary practice, design/engineering, research, management, etc. as well as their organized materials. Its final goal is to provide for the specification of their structure, organization and further development“ (G.P. Shchedrovitsky: 'Methodological Organization of Systems-Structural Research and Development', 64).*

gen durchgeführt, die über die methodische Ausarbeitung und über die Projektierung oft unmittelbar praxiswirksam werden. Mitunter ersetzen sie sogar die technische Theorie, weil – besonders in den ersten Entwicklungsetappen – die allgemein-theoretischen Mittel oftmals ungenügend ausgearbeitet sind. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass für derartige interdisziplinäre Technikforschung die Vorbilder fehlen. Aus anderen Disziplinen können solche Vorbilder jedoch nur nach einer entsprechenden methodologischen Analyse übernommen werden. Das erhöht die Rolle und die Verantwortung der Wissenschaftsmethodologie und der methodologischen Komponente der Technikphilosophie gegenüber den jeweiligen konkreten methodologischen Untersuchungen beträchtlich.

Einen bedeutenden Platz in den russischen Publikationen nimmt die Erforschung der Beziehung zwischen der Ingenieurstätigkeit und der Naturwissenschaft einerseits und der zwischen Erkenntnis und Projektierung andererseits ein. So zeichneten sich etwa bei der Diskussion über das Verhältnis von Erkenntnis und Projektierung zwei Hauptstandpunkte ab. Nach der ersten Auffassung sind Erkenntnis und Projektierung für jede Art von Tätigkeit charakteristisch. Natürlich können die Erkenntnis- und Projektierungsfunktion einerseits in den verschiedensten Bereichen der menschlichen Tätigkeit, zum Beispiel in der Kunst, unterschieden werden (die Wissenschaft kann auch als eine Art der Projektierung von Modellen betrachten werden). Andererseits aber ist nach diesem Standpunkt die Extrapolation der erwähnten Funktionen in die Vergangenheit möglich. Es ist also möglich, die entsprechenden Arten der Tätigkeit auch in uralten Kulturen zu untersuchen, zum Beispiel im mittelalterlichen Gewerbe, beim Bau von ägyptischen Pyramiden u.a., und zwar als Varianten der Projektierung. Dieser Standpunkt vermag jedoch nicht zu überzeugen. Korrekter ist die andere Auffassung, derzufolge Projektierung als ein ganz konkretes historisches Gebilde zu betrachten ist, das in der modernen Kultur zu Anfang des 20. Jahrhunderts entstand und mit einer bestimmten Entwicklungsetappe der Ingenieurstätigkeit, nämlich dem technischen Projektieren, verbunden ist. In diesem Falle ist die Erkenntnis und die Projektierung in einer fortlaufenden technologischen Reihe zu betrachten, in der die wissenschaftliche Erkenntnis das Wissen vermittelt, um wissenschaftlich-technische Aufgaben zu lösen, die in der Ingenieurpraxis entstehen.

3.2 Über die Begriffe „Objekt“ bzw. „Gegenstand“ der Forschung und Projektierung

Zunächst geht es um ein Objekt der gegenständlich-praktischen Tätigkeit des Menschen überhaupt und dann um das Objekt der wissenschaftlichen Forschung und technischen Projektierung. Dem Terminus ‘Objekt (oder ‘Gegenstand’) der wissenschaftlichen Erkenntnis’ werden zwei Bedeutungen zugeschrieben. Einmal bezeichnet man mit dem Terminus ‘Objekt wissenschaftlicher Erkenntnis’ (1) Dinge, Gegenstände, Naturprodukte, die den sinnlichen Wahrnehmung oder instrumentellen Einwirkung zugänglich sind, (2) zum anderen benutzt man diesen Fachausdruck zur Bezeichnung abstrakt-theoretischer Konstruktionen.

Die unterschiedliche Verwendung des Terminus ‘Objekt’ erklärt sich daraus, dass wir es bei der Untersuchung der Erkenntnistätigkeit des Menschen mit zwei Objektebenen zu tun haben: (1) in der einen sind „*Objekte der instrumentellen Tätigkeit des Subjekts*“ enthalten, (2) in der anderen wirkt das theoretische Denken. Dieses wird auch als *abstraktes Objekt* bezeichnet. Erstere stellen materielle Instrumente der praktischen Tätigkeit dar, letzteres existiert ideell als Bedeutung der Termini einer theoretischen Sprache. Die Unterscheidung zwischen abstrakten Objekten und Gegenständen der praktischen Tätigkeit war Voraussetzung für die erkenntnistheoretische Problemstellung des *Verhältnisses von Wissen und objektiver Realität*. Die unmittelbaren Objekte wissenschaftlicher Erkenntnis sind immer theoretische Konstruktionen und keine sinnlichen Dinge, die wahrgenommen werden können.

Wie kann man nun zeigen,

dass die theoretischen Objekte den objektiven Eigenschaften, Verbindungen und Beziehungen der Gegenständen der Natur entsprechen?⁶¹

Ferner stellt sich die Frage, welche Spezifika den Objekten bzw. Gegenständen der wissenschaftlichen Forschung in den technischen Wissenschaften zukommen.⁶²

⁶¹ B.I. Iwanow / W.W. Tscheschew: Entstehung und Entwicklung der technischen Wissenschaften, 26.

⁶² Spezifika der Technischen Wissenschaften, 165, 192.

Trotz der unterschiedlichen Akzente kamen fast alle Forscher zu der Auffassung, dass die technischen Wissenschaften mit den Naturwissenschaften sowohl genetisch als auch in ihrer Fragestellung sowie methodologisch eng verbunden sind; Naturwissenschaften lieferten den technischen Wissenschaften die ersten theoretischen Ansatzpunkte und das Ideal der Wissenschaftlichkeit. Selbst die Darstellungsweise von Objekten und ihre Abbildung in Begriffen, die Einstellung zur theoretischen Organisation des Wissens über ideale Objekte und die Mathematisierung sind ihnen entlehnt. Zugleich wurden in den technischen Wissenschaften alle Aussagen einheitlich codiert und in einen neuen Typ der Organisation theoretischen Wissens transformiert.⁶³ Man kann mit gewisser Berechtigung sagen, dass die technischen Wissenschaften umgekehrt auch die Entwicklung der Naturwissenschaften stimulieren und zwar durch die Thematisierung neuer Probleme und direkte neuartige Fragestellungen.⁶⁴

Oft ist es nicht möglich, in der interdisziplinären Technikforschung und Systemprojektierung das *Subjekt* und das *Objekt* auseinanderzuhalten und eindeutig zu fixieren. Das forschende und objekt-projektierende Subjekt muss gleichzeitig seine eigene Tätigkeit ständig analysieren und organisieren, das heißt, sich selbst zum Objekt der eigenen Forschung machen. Und das Objekt der Forschung ist nicht mehr nur das traditionelle technische Objekt (zum Beispiel eine Maschine), sondern unter Umständen ein besonderes Subjekt, genauer gesagt seine Tätigkeit einschließlich der in sie einbezogenen Maschinen. Darin kommt die humanistische Intention dieser Disziplin zum Tragen, die Unmöglichkeit, die menschliche Tätigkeit als ideales Objekt der klassischen Naturwissenschaft, das heißt, ohne Rücksicht auf den subjektiven Faktor zu betrachten.⁶⁵

⁶³ Eine Reihe von Publikationen ist darüber entstanden. Als Erstes wurden veröffentlicht: Spezifika tehnikeskikh nauk; Vsaimosyjas estestvennyh i tehnikeskikh nauk.

⁶⁴ V. Stepin: Universalien der Kultur und die Wege der wissenschaftlich-technischen Entwicklung; V.S. Stepin / V.G. Gorokhov / M.A. Rosov: Filosofija nauki i tehniki, 23-27.

⁶⁵ Das Problem der Differenzierung der „Objekt-Subjekt“ Beziehungen in der klassischen und nicht-klassischen Wissenschaften wurde in Russland besonders intensiv diskutiert in Bezug auf die Quantenphilosophie (Vgl.: Filosofija elementarnyh chastitz). In den klassischen Naturwissenschaften steht das Erkenntnissubjekt einem passiven Objekt gegenüber und manipuliert es, um objektive Kenntnisse zu gewinnen. In der modernen Quantenphysik hingegen spielt das Forschungsobjekt selbst eine aktive Rolle. Das Objekt bleibt im Verlaufe des Experiments nicht stets dasselbe. Es ist daher sehr wichtig, die Wechselbeziehungen zwischen Objekt und Subjekt der Untersuchung (sozusagen den Einfluss des Subjekts auf das Objekt und das eigene selbstständige Bewegungsvermögen des Objekts) zu berücksichtigen.

Für die moderne interdisziplinäre Technikforschung und Systemprojektierung ist es nicht genug, die Objekt-Subjekt-Beziehungen nur auf philosophischer Ebene zu berücksichtigen. *Die Systemprojektierung* hat nicht die Projektierung von Ingenieursobjekten zum Gegenstand, sondern Systeme der menschlichen Tätigkeit wie *Steuerungssysteme* (Organisationssysteme), *Bedienungssysteme* u.a. Bei der eigentlichen modernen Ingenieurstätigkeit handelt es sich aber nicht nur um die Errichtung einzelner Ingenieursobjekte, sondern um die Projektierung des gesamten Handlungssystems, in das sie einbezogen werden (Bedienungssystem, Steuerungssystem, Betriebsweise des Systems), sowie um die Reorganisieren der Tätigkeit selbst zur Schaffung eines komplizierten Ingenieursobjekts, was ohne die praktische Koordinierung der Tätigkeit der Konstrukteure, die die einzelnen Teilsysteme entwerfen, unmöglich ist. Deshalb wird nicht das traditionelle Ingenieursobjekt zum Objekt der Komplexforschung und Systemprojektierung, obwohl es auch kompliziert ist, sondern ein qualitativ neues Objekt, das sich aus zwei Teilen zusammensetzt: Erstens ist das Objekt der Forschung und Organisation die Tätigkeit selbst, die auf die Entwicklung und das Funktionieren des komplizierten Systems (*Projektierung der Projektierung*) abzielt, zweitens handelt es sich um das vorgegebene Objekt, das nach seiner Hervorbringung nicht nur in die soziale Lebenswelt aufgenommen wird, um ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen, sondern auch unter Umständen bestimmte Tätigkeiten ersetzt.⁶⁶

Die *moderne* Projektierung ist ihrem Wesen nach Systemprojektierung nicht nur, weil sie auf die Schaffung eines besonderen Objekts im Rahmen eines *komplizierten* Systems abzielt, sondern auch deshalb, weil die Projektierungstätigkeit selbst ein integriertes System darstellt und deshalb als in ihm eingeschlossen betrachtet wird. So werden zum Beispiel in der Systemtechnik Steuerungsprogramme entwickelt, und die Projektierungsidee dringt in die Steuerungstätigkeit ein. Die Notwendigkeit der Steuerung eines komplizierten und heterogenen Prozesses der Systemprojektierung hat zur Folge, dass zum System der Projektierungstätigkeit selbst ein Projektierungsverhalten gehört. Das Schema dieser Tätigkeit wird als

⁶⁶ V.G. Gorokhov: Metodologitscheskij analiz sistemotekniki.

eine Art Projekt betrachtet. Die Beschreibung und folglich die Erforschung der Leistungs- und Projektierungstätigkeit, im weitesten Sinne der menschlichen Tätigkeit schlechthin, ändert letztendlich auch die ursprüngliche von Ingenieuren vorbereitete Projektierungseinstellung. Statt des bisherigen Projektverhaltens kann die Projektierung als menschliche Tätigkeit neu formuliert werden, wenn letztere sich im sozialen Milieu und in der vorhandenen kulturellen Tradition neu formierte und spontan neu bildete. An ihren Platz treten dann methodologische Empfehlungen und methodische Vorschriften, genauer gesagt, sie gehören organisch zum Projekt dazu. Die Projektierung selbst wird zur Quelle des Projektierungsproblems und gelangt auf diese Weise in den Bereich der kulturhistorischen Tätigkeit, sie wird zum kulturhistorischen Projektieren.

In der modernen interdisziplinären Technikforschung und Systemprojektierung ist die methodologische Reflexion der eigenen „synkretistischen“ Forschungs- und Projektierungstätigkeit ständig nötig. Die Ursache liegt darin, dass weder das Produkt als ein kompliziertes System, das nur in der Vorstellung als integrale auftritt, zum Beispiel Systemtechnik, noch die Tätigkeit selbst, die von verschiedenen Teilnehmern ausgeführt wird, noch irgendwelche wissenschaftlichen Grundlagentheorien es ermöglichen, wie in der klassischen technischen Wissenschaft alle einzelnen Teile, Aspekte und Positionen gedanklich zu einen Ganzen zusammenzufassen. Überdies ist auch ihre reale praktische Koordinierung unmöglich, zum Beispiel im Rahmen der systemtechnischen Tätigkeit, und folglich auch bei der Herstellung eines adäquaten integralen Produkts des komplizierten Systems. Offensichtlich sucht deshalb der Systemtechniker eine Stütze in der Methodologie und vor allem im systembedingten Herangehen, aus dem er die Hauptbegriffe und Vorstellungen schöpft. Er findet sie meist nicht in einer ausreichend entwickelten Form zur Lösung der ihm angetragenen konkreten wissenschaftlich-technischen Aufgaben vor und ist deshalb gezwungen, selbst zum Methodologen einer bestimmten wissenschaftlich konkreten Ebene zu werden, um die noch fehlenden konzeptuellen und theoretischen Schemata seiner Disziplin selbst zu schaffen.⁶⁷

⁶⁷ V.G. Gorokhov: Metodologitscheskij analiz nauchno-technicheskikh distziplin.

Ein weiterer Aspekt der Spezifika des Objektes der technischen Wissenschaften wird bei der Klärung des Verhältnisses zwischen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung untersucht. Oft wird die Meinung geäußert, die technischen Wissenschaften gehörten zu den angewandten Disziplinen, deren Aufgabe in der Erforschung und Entdeckung von Zusammenhängen und in der Auswertung der wissenschaftlichen Ideen in der Praxis, das heißt in der materiellen Produktion besteht. Manchmal unterscheidet man zwischen den technischen und den angewandten Wissenschaften und man glaubt, dass sie neben den Grundlagenwissenschaften unterschiedliche Niveaus der Konkretisierung und Verallgemeinerung des Wissens darstellen. Die Aufgabe der technischen Wissenschaften besteht darin, Werkstoffe, Maschinen, Apparate und mechanische Vorrichtungen zu erfinden sowie technologische Prozesse und Arbeitsprozesse zu erforschen. Ihr Gegenstand ist die theoretische Verallgemeinerung von Entwicklungsrichtungen der Technik und die Unterstützung der Ingenieurstätigkeit, während die angewandten Wissenschaften die Lösung der verschiedensten praktischen Aufgaben nicht nur technischer Art zum Ziel haben. Die technischen Wissenschaften sind eine weitere Konkretisierung der angewandten Wissenschaft auf dem Gebiet der Technik. Die Objekte der technischen Wissenschaften

bilden eine besondere Synthese von „Natürlichem“ und „Künstlichem“. Das Künstliche der Objekte technischer Wissenschaften besteht darin, dass sie Produkte menschlicher Tätigkeit sind, die Form, Eigenschaften und Bedingungen der Gegenstände in Übereinstimmung mit der vorgegebenen äußeren Funktion verändern. Ihre Natürlichkeit wird zweifach deutlich: Erstens werden sie wie alle künstlichen Objekte letztlich aus Material gefertigt, das das gesellschaftliche Subjekt in der natürlichen Umwelt vorfindet. Zweitens wirken in jedem technischen Objekt Naturgesetze.⁶⁸

Es ist wichtig zu bemerken, dass die experimentellen Objekte der Naturwissenschaften genauso auch eine Mischung aus „Natürlichem“ und

⁶⁸ B.I. Iwanow / W.W. Tscheschew: Entstehung und Entwicklung der technischen Wissenschaften, 55.

„Künstlichem“ darstellen. Nur ein technisch vorbereitetes Experiment ermöglicht es den Naturwissenschaften, ihr Hauptziel zu erreichen, das in der Erklärung und Voraussage des Verlaufs der natürlichen Prozesse besteht.⁶⁹ Tatsächlich muss der Wissenschaftler, um ein Experiment auszuführen, nach vollständiger Beseitigung etwaiger Nebeneinflüsse den natürlichen Vorgang auf eine künstliche Weise unter Bedingungen wiederherstellen, die in der Natur in reiner Form nicht vorkommen. Die im Experiment künstlich geschaffenen Situationen müssen, ihrerseits, in wissenschaftlicher Hinsicht als einige idealisierte Konstruktionen dargestellt und beschrieben werden. Trotz der breiteren Deutung läuft diese Definition auf die Unterscheidung von *reinen* und *angewandten* Wissenschaften hinaus. Während die einen neue Kenntnisse vermitteln, suchen die anderen, diese Kenntnisse zu nutzen. Allerdings haben inzwischen die technischen Wissenschaften ein eigenständiges hohes theoretisches Niveau erreicht und können deshalb nicht mehr als Forschungen betrachtet werden, die nur die Anwendung von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung und den Naturwissenschaften zum Ziel haben. In ihnen werden eigenständige theoretische Prinzipien benutzt und spezifische ideale Objekte konstruiert sowie neue wissenschaftliche Gesetze auf der Basis eigenständiger mathematischer Modelle formuliert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass heute der Begriff *Wissenschaften* selbst erweitert worden ist.

Die technischen Wissenschaften, besonders diejenigen, die sich in der letzten Zeit herausgebildet haben, sind durch ihre Ausrichtung als Ingenieurwissenschaften selbst Grundlagenforschung geworden. In ihnen wird die Aufgabe gelöst, spezielle theoretische Forschungen durchzuführen; die Analyse dieser Forschungen wird deshalb in Zukunft zu einer der wichtigsten Aufgaben in der Methodologie der Wissenschaft werden. In der russischen Literatur über die Methodologie der technischen Wissenschaften haben diese Forschungen die Bezeichnung *Theorie der Technik* erhalten. Dabei lassen sich die folgenden Gesichtspunkte unterscheiden: (1) die technischen Wissenschaften werden nicht nur mit der angewandten Naturwissenschaft identifiziert, (2) die Naturwissenschaften und die

⁶⁹ Vgl.: V.G. Gorokhov / V.M. Rosin: Vvedeniye v filosofiju tehniki, 10-13.

technischen Wissenschaften werden als gleichberechtigte wissenschaftliche Disziplinen betrachtet, (3) in den technischen Wissenschaften wird auch eine eigene Grundlagenforschung (technische Theorie) und angewandte Forschung betrieben.

3.3 Die Rolle des wissenschaftlichen Weltbildes in Naturwissenschaft und Technik

Die inhaltsmethodologische Analyse der Entstehung physikalischer Theorien legt die Unterscheidung der speziellen und verallgemeinerten (fundamentalen) theoretischen Schemata einerseits, der speziellen wissenschaftlichen Weltbilder und *dem* allgemeinen *wissenschaftlichen Weltbild* andererseits zu Grunde. Eine methodologische Analyse des Begriffes „wissenschaftliches Weltbild“ fesselt heutzutage die Aufmerksamkeit vieler russischer Philosophen.⁷⁰ Sie untersuchen aber vor allem das physikalische oder, in allgemeinerer Hinsicht, das naturwissenschaftliche Weltbild. Daneben finden sich auch Beiträge über das technische Weltbild:

Dieses Weltbild existiert nicht als eine einzelne Theorie. Es ist ein ideelles Model der Technikwelt, übertheoretisches Gebilde und gleichzeitig ein Phänomen des alltäglichen Bewusstseins..., es widerspiegelt die Welt durch das Prisma der menschlichen Bedürfnisse... [es] ist die höchste Form der Systematisierung des technischen Wissens... Das technische Weltbild ist insgesamt eine ganzheitliche Beschreibung der Technikwelt (Technosphäre)...⁷¹

Das technische Weltbild ist auch ein spezielles Weltbild der technischen Wissenschaften. Das spezielle wissenschaftliche Weltbild ist ein ontologisches „Universalschema“, das hinsichtlich einer „Familie“ wissenschaftlicher Disziplinen die Funktion einer methodologischen Orientierung bei der Wahl der theoretischen Mittel einnimmt, der Wissenschaft eine verallgemeinerte Betrachtung des Gegenstands vorgibt, indem es oftmals das Ziel eines Experiments ausrichtet und das Extrapolieren ermit-

⁷⁰ Vgl.: V.S. *Stepin* / L.F. *Kusnetyova*: Nauchnaja kartina mira v strukture tekhnogennoj Zivilisazii, 257, 258.

⁷¹ I.F. *Ignatjeva*: Antropologija tehniki, 20-25.

telter theoretischer Ergebnisse auf die Klasse zukünftiger Experimente ermöglicht. Im Rahmen einer jeden wissenschaftlichen Disziplin wird es in Form des ontologischen Schemas konkretisiert, das eine ganze Reihe spezieller Schemata verallgemeinert, die in mehreren Bereichen seiner Untersuchung ausgearbeitet sind.

Das naturwissenschaftliche und das allgemeinwissenschaftliche Weltbild sind Ergebnis einer Synthese spezieller Weltbilder, wobei philosophischen Ideen und Grundsätzen eine entscheidende Rolle zukommt.

Das allgemeinwissenschaftliche Weltbild, „das Vorstellungen über die Natur und über das Leben der Gesellschaft einschließt“, liegt anscheinend über der disziplinären Organisation der Wissenschaft. Die speziellen Weltbilder verschiedener Wissenschaften (der Physik, Biologie, Astronomie usw.) sind mit der Synthese von Kenntnissen innerhalb einzelner Wissenschaftszweige verbunden. Sie sind mit den „Grundlagen der Theorie der gegebenen Wissenschaft und mit der empirischen Schicht von Kenntnissen“ verbunden.⁷²

Wie auch in der Naturwissenschaft können in Bezug auf wissenschaftlich-technische Disziplinen spezielle und verallgemeinerte theoretische Schemata ausgedeutet werden. Die speziellen theoretischen Schemata entsprechen bestimmten Forschungsrichtungen oder -bereichen, die verallgemeinerten Schemata einigen wissenschaftlich-technischen Disziplinen. Es besteht in den technischen Wissenschaften eine Analogie auch zu den speziellen wissenschaftlichen Weltbildern – ontologische „Universalschemata“, die mit verschiedenen „Familien“ gleichartiger wissenschaftlich-technischer Disziplinen übereinstimmen. Ein verallgemeinertes ontologisches Schema wird zu einem „Universalschema“ bezüglich der gegebenen Klasse von Ingenieursobjekten nach der Einführung der Prozedur ihrer theoretischen Synthese, was seine Projizierung auf die Klasse potentiell möglicher (hypothetischer) Ingenieursobjekte eines gegebenen Typs ermöglicht. Hauptunterschiede der naturwissenschaftlichen und der tech-

⁷² W.S. Stepin: *‘Intensives Wachstum des wissenschaftlichen Wissens und potentiell mögliche Linien der historischen Wissenschaftsentwicklung’*, 703-705.

nischen Theorie treten in Erscheinung vor allem hinsichtlich einer besonderen „Weltansicht“. In der Naturwissenschaft wird diese „Ansicht“ im sogenannten wissenschaftlichen Weltbild ausgedrückt, in dem beliebige reale Objekte als natürliche, von menschlichem Handeln nicht abhängende Objekte behandelt werden. In den technischen Wissenschaften bestehen ebenfalls entsprechende Analogien. Darin aber werden andere Ontologisierungsprinzipien entwickelt, die mit einer klaren Orientierung auf die Ingenieurleistung zu tun haben.

Die modernen wissenschaftstechnischen Disziplinen, wie zum Beispiel die Systemtechnik, orientieren sich an Systemweltbildern – auf eine Systemontologie. Aber in den klassischen technischen Wissenschaften wird das physikalische Weltbild als Ausgangsauffassung gebraucht. In der Elektronik zum Beispiel, die einen ganzen Komplex, eine „Familie“ von Disziplinen darstellt, wird als ein solches ontologisches „Universalschema“ das transformierte theoretische Schema der Elektrodynamik benutzt. Das physikalische Bild von elektromagnetischen Wechselwirkungen (Schwingungen, Wellen, Feldern) vereinigt sich hier mit einer Strukturdarstellung der technischen Systeme, in denen diese Naturvorgänge verlaufen und künstlich unterhalten werden. Eben ihre organische Vereinigung bildet ja das ontologische „Universalschema“ einer gegebenen „Familie“ von wissenschaftstechnischen Disziplinen. Einerseits ist es ein Entwicklungs- und Konkretisierungsergebnis des ontologischen „Universalschemas“ (des speziellen wissenschaftlichen Weltbildes) einer naturwissenschaftlichen Basisdisziplin unter Anpassung an neue Funktionsweisen von Ingenieursobjekten. Andererseits wird dieses Schema im Prozess der Systematisierung und Verallgemeinerung verschiedener spezieller theoretischer Beschreibungen und Berechnungen von Typenschemata der Bauweise von Ingenieursobjekten, der Erfassung der Gemeinsamkeit ihrer Struktur formiert. Spezielle theoretische Schemata gruppieren sich um einzelne idealisierte Konstruktionselemente eines gegebenen Ingenieursobjekts und stellen neue Forschungsrichtungen („Bündel“ von Theorien)⁷³ innerhalb der gegebenen wissenschaftlich-technischen Disziplin dar. Deswegen spiegelt das Bild des Funktionsbereichs der Ingenieursob-

⁷³ O.D. Simonenko: Elektrotechničeskaja nauka v pervoj polovine XX veka.

jekte ja nicht nur „äußere“ Naturvorgänge wider, sondern auch „innerhalb“ eines Ingenieursobjekts verlaufende Prozesse. Es schließt das Klassifikationsschema potentiell möglicher Ingenieursobjekte des gegebenen Typs, wie auch ihre Funktionsweisen, ein. Das ontologische „Universalschema“ einer wissenschaftlich-technischen Disziplin erfüllt die wichtige methodologische Funktion der methodologischen Orientierung für eine noch nicht realisierte Ingenieurstätigkeit.⁷⁴

Ein Ingenieur orientiert sich immer (offensichtlich oder nicht, bewusst oder unbewusst) an einem solchen ontologischen Schema. Er stellt es der „Gestalt“ eines von ihm zu untersuchenden oder zu projektierenden Ingenieursobjektes gegenüber. Dieses Schema hilft ihm, sich bei der Wahl von ihm zu bewältigender wissenschaftlich-technischer Aufgaben zurechtzufinden. Gerade im Ergebnis des Aufbaus des ontologischen „Universalschemas“ kann eine wissenschaftlich-technische Disziplin auf die progressive Entwicklung der Ingenieurstätigkeit entsprechender Art einwirken. Und diese Forderung wird an die technische Theorie als eine der grundlegenden Forderungen gestellt. Somit werden in der *technischen Theorie* auf Grund von Materialien eines und desselben Ingenieursobjekts mehrere „operative Felder“ aufgebaut. Damit stimmen verschiedene theoretische Schemata, der konzeptionelle und mathematische Apparat überein. In jedem solchem „Feld“ werden verschiedene Idealobjekte und Mittel für das Operieren mit ihnen benutzt, werden Sonderaufgaben gelöst. Gleichzeitig erlaubt ihre deutliche wechselseitige Entsprechung und ihre Entsprechung mit der Struktur eines realen Ingenieursobjekts, ermittelte Ergebnisse von einer Ebene zu einer anderen und in die Sphäre der Ingenieurstätigkeit zu übertragen. Der Wechselwirkungsmechanismus dieser „operativen Felder“ kann nur im Ergebnis einer detaillierten methodologischen Analyse der Funktion der technischen Theorie erschlossen werden.

3.4 Physikalische und technische Theorien, moderne Design Theorie

Da die ersten wissenschaftlich-technischen Disziplinen nach dem Vorbild und als Anwendung naturwissenschaftlicher Basisdisziplinen (vor allem

⁷⁴ V.G. Gorokhov: Metodologitscheskij analiz nauchno-technicheskikh distziplin.

der Physik) gebildet wurden und erst in späteren Etappen ihrer Entwicklung zu selbständigen Disziplinen wurden, so ist es zweckmäßig für die Bestimmung der Aufbau- und Funktionsspezifik der technischen Theorie, deren spezielle Vergleichsanalyse durchzuführen. Solches Vergleichen ist von Nutzen sowohl für die tiefere Einsicht in die Spezifika technischer Wissenschaften, als auch für die genauere Fassung der methodologischen Vorstellung über die Struktur der Theorie im allgemeinen. Deshalb wollen wir zuerst die Auffassung der Struktur und der Genese theoretischer Schemata der Naturwissenschaften erörtern, die hinlänglich exakt in der modernen Methodologie der Wissenschaft hauptsächlich auf Grund der methodologischen Analyse der physikalischen Theorie ausgearbeitet wurde.

Die methodologische Analyse der technischen Theorie in Russland ist auf Untersuchungen gegründet, die besonders ausführlich und erfolgreich V. Stepin unternommen hat.⁷⁵

Sogar in den entwickelten und hoch mathematisierten physikalischen Theorien muss man mit Gedankenexperimenten arbeiten. Diese Experimente sind Operationen mit theoretischen Modellen, welche nicht außerhalb der Theorie liegen. Sie gehören zu ihrem Bestand und bilden ihr inneres Skelett. Man muss sie aber von ähnlichen Modellen unterscheiden, die als Mittel zur Konstruktion der Theorie dienen, aber als solche nicht in die Theorie eingehen. Die theoretischen Modelle, die zum Bestand der Theorie gehören, werden wir theoretische Schemata nennen. Sie sind wirkliche Schemata der von der Theorie erforschten Objekte und Prozesse und spiegeln ihre wesentlichen Beziehungen wider. In der entwickelten Theorie kann man fundamentale und partielle theoretische Schemata unterscheiden. Vom Standpunkt des inneren Aufbaues der Theorie stellen sie ein System theoretischer Konstrukte dar, in dem streng bestimmte Beziehungen existieren. ... Die Beziehungen der grundlegenden abstrakten Objekte werden durch die fundamentalen Gesetze der Theorie beschrieben. ... Das Funktionieren der

⁷⁵ V.S. Stepin: Stanovlenije nauchnoj teorii. Vgl. auch: ders.: Teoreticheskoje snanie.

neuen Theorie und die Erweiterung ihres Anwendungsbereiches erzeugt neue Muster der Lösung von Aufgaben, die neben den vorhandenen in den Bestand der Theorie eingehen. Diese ursprünglich vorhandenen Muster verändern ihre Form bei der Umarbeitung der Theorie, bleiben aber in ihrem Bestand erhalten.⁷⁶

Auch die technischen Wissenschaften haben einen analogen theoretischen Aufbau, aber mit bestimmten Besonderheiten.

Da das Hauptziel der technischen Theorie in der Beschreibung der Wechselbeziehungen, der Abhängigkeiten zwischen den Charakteristiken der Strukturelemente und der äußeren Funktionsweise des Objektes besteht, verwendet sie ein besonderes ideales Modell des Objektes, das sich vom idealen Modell des physikalischen Prozesses unterscheidet. Offensichtlich muss es das Modell der Struktur des Objektes sein.

Es gibt dabei drei Hauptforderungen an die idealen technischen Objekte:

1) Sie müssen die Struktur des Objektes abbilden; 2) in den idealen technischen Objekten werden die physikalischen Zusammenhänge zwischen den Elementen des Objektes repräsentiert; 3) die idealen Objekte der technischen Theorien sind eng mit den idealen Modellen der physikalischen Prozesse verbunden, wobei es die Verbindung gestattet, vom idealen Objekt zum idealen Prozess überzugehen und umgekehrt.⁷⁷

Drei Hauptbestandteile lassen sich in der Struktur der naturwissenschaftlichen Theorie unterscheiden: theoretische Schemata, mathematischer und konzeptioneller Apparat. Die *theoretischen (ontologischen)* Schemata stellen eine Gesamtheit idealer Objekte der Theorie dar, die, einerseits, auf die Anwendung des entsprechenden mathematischen Apparats und, andererseits, auf die Projektierung möglicher experimenteller Situationen orientiert sind. Sie sind so konstruiert, dass sie es erlauben, einige mathematische Operationen (Berechnungen) auszuführen. Anders gesagt: Die

⁷⁶ V.S. Stepin: 'Die Wechselbeziehung von Entwicklung und Funktion physikalischer Theorien'.

⁷⁷ W.W. Tscheschew: Ideale Objekte der technischen Wissenschaften, 206, 207.

theoretischen Schemata sind idealisierte Spezialvorstellungen, die oft in einer bestimmten grafischen Darstellung verankert werden. In der Elektrodynamik etwa spielen sie die Rolle der Vorstellung vom elektromagnetischen Feld. Die theoretischen Schemata drücken auch eine besondere „Weltansicht“ vom bestimmten in der Theorie vorgegebenen Standpunkt aus (eben darum können sie als ontologisch bezeichnet werden). Vom Standpunkt des in der Theorie benutzten mathematischen Apparats aber muss es als ein Objekt des Operierens betrachtet werden, das in bestimmter Hinsicht das reale Objekt vertritt. Somit sind die idealen Objekte (abstrakte, idealisierte Theorieobjekte) von großer Bedeutung besonders in mathematisierten wissenschaftlichen Theorien. Sie werden speziell im theoretischen Wissen als Resultat einer Sonderart der Idealisierung und Schematisierung von experimentellen Objekten konstruiert. Im weiteren Kontext muss die Rede nicht nur von experimentellen Objekten, sondern auch von den Objekten der Ingenieurstätigkeit – von Ingenieursobjekten sein.

In der Theorie der technischen Disziplinen lassen sich dieselben Bestandteile voneinander unterscheiden wie in der der naturwissenschaftlichen, sie werden dort aber einen anderen Gehalt haben. Auch in der Theorie der technischen Disziplinen gibt es Idealobjekte, die „homogen“ sind, d.h. aus einem fixierten Satz von Bestandteilen (Elementen) nach bestimmten Prozedurregeln der Konstruktion zusammengefügt sind. Diese idealen (idealisierten) Elemente entsprechen den standardisierten konstruktiven Elementen, die in Ingenieurskatalogen eingetragen sind. Die Spezifika der Theorie einer technischen Disziplin bestehen darin, dass ihre Resultate nicht so sehr auf die Erklärung von Naturvorgängen als vielmehr auf das Konstruieren von Ingenieurobjekten gerichtet sind. Die naturwissenschaftliche Theorie hingegen ist auf die Erklärung und Prognose naturwissenschaftlicher Tatsachen orientiert und hat es nur mit dem Experiment zu tun. In der technischen Theorie liegen die Dinge prinzipiell anders: Von erstrangiger Bedeutung ist hier ein konstruktives Schema des technischen Objektes, das unmittelbar auf die Projektstätigkeit orientiert ist. Das Problem der Interpretation und der empirischen Begründung wird in der technischen Wissenschaft als Realisierungsaufgabe formuliert.

Man pflegt entsprechend auch zwischen dem empirischen und dem theoretischen Niveau des technischen Wissens zu unterscheiden. Die untere Ebene, die den idealen Objekten der technischen Theorie unmittelbar entspricht und mit den empirischen – konstruktiv-technischen, technologischen und praktisch-methodischen – Kenntnissen verbunden ist, ist auf die Auswertung in der Ingenieurspraxis ausgerichtet. Dadurch werden im wesentlichen die methodologischen Spezifika der technischen Theorie bestimmt, die eine Projektierungsausrichtung hat: Ihren Idealobjekten muss obligatorisch die Klasse der hypothetischen technischen Objekte entsprechen, die erst noch zu schaffen sind.

In der technischen Theorie werden drei Gruppen von Beschreibungen unterschieden: (1) naturwissenschaftliche, (2) funktionale und (3) morphologische, denen die Begriffe *Prozess*, *Funktion* und *Struktur* entsprechen. Dabei besteht eine durchgängige Korrelation zwischen diesen Beschreibungen, die die physikalischen, technischen und konstruktiven Parameter des idealen Objekts der technischen Theorie betrifft.⁷⁸ Eine variante, ausführlichere Vorstellung unterscheidet in der technischen Theorie die drei Typen theoretischer Schemata: *Funktionale Schemata*, die auf die mathematische Beschreibung ausgerichtet sind; *prozessuale*, die die natürlichen Prozesse beschreiben, wie sie im Ingenieursobjekt ablaufen oder besser, das Funktionieren festhalten, und *strukturelle*, die die konstruktiven Parameter und Ingenieursberechnungen sowie die Struktur des Objekts erfassen. Zuerst wird die Ingenieursaufgabe formuliert, die dann als wissenschaftliches Problem thematisiert und danach in ein mathematisches Modell transformiert wird. Diese formalisierte Lösung wird über eine Reihe von äquivalenten Schemata auf das Niveau der prozessualen und strukturellen Schemata übertragen. Diese theoretischen Berechnungen müssen nun entsprechend der verschiedenen ingenieurmäßigen, sozialen, ökonomischen, ökologischen u.a. Forderungen korrigiert werden. Das kann es notwendig machen, neue Elemente in die theoretischen Schemata der technischen Wissenschaft einzubringen.⁷⁹ Am Anfang steht eine Aufgabe für die Ingenieure, ein bestimmtes technisches

⁷⁸ W.W. Tscheschew: *Technicheskoe snanie kak objekt metodologicheskogo analiza*.

⁷⁹ V.G. Gorokhov: *Metodologitscheskij analiz nauchno-technicheskikh distsiplin*.

Objekt zu schaffen. Eine der Hauptaufgaben der technischen Theorie ist die Ausarbeitung von Typen von Strukturschemata für verschiedene (alle möglichen) Forderungen und Bedingungen. Damit wird die Schaffung beliebiger technischer Objekte im voraus theoretisch abgesichert sein.⁸⁰

Die mathematischen Modelle erfüllen in der technischen Theorie mehrere Funktionen, so zum Beispiel bei Ingenieurberechnungen, die in der entwickelten technischen Theorie für die Analyse und Synthese der theoretischen Schemata benutzt werden. Die Anwendung der mathematischen Methoden bei der Verifikation der idealen Objekte ermöglicht eine Selbstentwicklung der technischen Theorie. Durch die Manipulation mathematischer Parameter erhält man Kenntnisse über Prozesse ohne eine vollzogene Ingenieurspraxis, wobei die mathematischen Methoden im Prozess ihrer Anwendung selbst gewisse Änderungen erfahren. So gewann zum Beispiel die Operationsrechnung, die zur Lösung von praktischen Ingenieuraufgaben entwickelt wurde, ihre abgeschlossene logische Form erst viel später. Die Anwendung der Mathematik im Rahmen von Ingenieurberechnungen erfordert eine bestimmte Idealisierung des technischen Objekts. Der Forscher – als Vertreter der technischen Wissenschaft – arbeitet gleichzeitig mit den theoretischen Schemata der physikalischen Theorie, mit theoretischen Schemata der technischen Theorien und mit den mathematischen Modellen, die durch den physikalischen Inhalt und durch den Inhalt der Ingenieurstätigkeit interpretierbar werden.

Schließlich findet in Russland eine breite Diskussion darüber statt, ob neben den Theorien der technischen Wissenschaften („technischen Theorien“) auch die sogenannte Design Theorie als eine Theorie (ähnlich den naturwissenschaftlichen Theorien) akzeptiert werden soll.

Die moderne philosophisch-methodologische Reflexion der Design Theorie und technischer Theorien in Russland beinhalten:

- Untersuchung der Design Theorie in den modernen Wissenschafts- und Technikbereichen (Systems Design, systemtechnische und soziotech-

⁸⁰ Ebd. Vgl. auch: V.G. Gorokhov: 'Osobennosti sodershatelno-metodologicheskogo analiza stanovlenija i rasvitiija tehničeskoj teorii', 184-213.

nische Projektierung, ergonomische und ingenieur-psychologische Projektierung u.a.) sowie die methodologische Prinzipien der *General Design Theory* (Theorie der Projektierung der Handlungssystemen)⁸¹;

- Versuche des Aufbaus der General Design Theorie in der konkreten technischen Bereichen; *General Design Systems Theory* als einen Art der *General Systems Theory*;⁸²
- Neben der methodologischen Analyse der konkreten technischen Theorien in verschiedenen technischen Wissenschaften entwickelten manche Wissenschaftler die Idee einer einheitlichen technischen Wissenschaft, der allgemeinen Theorie der Technik, die ausgehend von humanistischen Prinzipien, ein höheres Niveau der Synthese des Wissens darstellen soll. Die technischen Wissenschaften haben ein gemeinsames Objekt, die Technosphäre. Eben deshalb kann man von der Begründung einer allgemeinen Theorie der Technik sprechen, die alle technischen Wissenschaften in Bezug auf dieses Objekt vereinigt;⁸³
- Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften und methodologische Analyse der modernen technischen Theorie und Methodologie der technischen Verfahren und Handlungsweisen als Allgemeinen Theorie der System Projektierung (auf Grund der philosophisch-methodologische Analyse der naturwissenschaftliche Theorie – z.B. bei V. Stepin).⁸⁴

Die moderne technische Theorie wird hingegen nicht nur als naturwissenschaftliche Theorie, sondern auch als *die klassische* Theorie aufgebaut. Hier gilt das Ideal des axiomatischen Theorieaufbaus in keiner Weise. Das Hauptproblem, das vor der z.B. theoretischen Systemtechnik steht, besteht im Übergang von der synkretischen Beschreibung der platzierten Ingenieursaufgabe mit Hilfe von theoretischen Mitteln und Vor-

⁸¹ Vgl.: Inshenerno-psihologicheskije projektirovanije; Problemy teorii projektirovynija predmetnoj sredy; Rasrabotka i venedrenije avtomatisirovannyh sistem v projektirovanii; L.A. Kuschichov / V.F. Sidorenko: 'Paradigma sistemnogo disajna'.

⁸² Vgl.: N.P. Buslenko: Modelirovanije sloshnyh system.

⁸³ W.W. Figurovskaja: Technitscheskoje snanije.

⁸⁴ Siehe z.B. V. Stepin: 'Philosophische Probleme der Wissenschaft und Technik'.

stellungen verschiedenster wissenschaftlicher Disziplinen zum homogenen abstrakten ontologischen Schema. Das ist in erster Linie erforderlich, damit in der Systemtechnik der entsprechende mathematische Apparat eingesetzt werden kann. In der modernen technischen Theorie nimmt die Komplexforschung den Platz der Analyse der Schemata und die Systemprojektierung den Platz der Synthese ein. Dabei werden nicht nur die theoretischen Schemata verschiedener technischer, naturwissenschaftlicher, mathematischer und gesellschaftlicher Disziplinen, sondern auch Ingenieursforderungen und -beschränkungen zu einem Komplex zusammengefügt (konfiguriert).⁸⁵ Die moderne technische Theorie orientiert sich im Unterschied zur klassischen auf allgemeinwissenschaftliche (methodologische) Vorstellungen und Begriffe (systemhafte, kybernetische usw.) und „universelle“ Mittel der Computermodellierung. Deswegen wird ihr Aufbauprozess zwangsläufig beschleunigt. Er ist mit einer Adaptation dieser schon ausgebauten „universellen“ Vorstellungen und Schemata verbunden. Das ist ein wichtiger Schwerpunkt der Diskussion über die moderne Theoriegestaltung zwischen Technikphilosophen, Wissenschaftstheoretikern und Ingenieuren. Ingenieure versuchen oft, eine technische Theorie als axiomatisches Gebilde zu gestalten. Wissenschaftstheoretiker behaupten, dass nur die physikalische Theorie eine echte Theorie ist. Technikphilosophen wiederum untersuchen die verschiedenen konkreten Varianten der Entwicklung der technischen Theorien und vergleichen die Besonderheiten der klassischen und modernen wissenschaftstechnischen Disziplinen.

Die modernen wissenschaftstechnischen Disziplinen kann man nicht mehr als nur angewandte Bereiche der entsprechenden Naturwissenschaften auffassen. Das nicht nur, weil in ihnen eine eigene, technische Theorie herausgebildet wurde. Viele von ihnen sind auf die Ausnutzung der gesellschafts- und sozialwissenschaftlichen Kenntnisse ausgerichtet. Darüber hinaus orientieren sie sich nicht mehr am Ideal des Aufbaus der technischen Theorie, das den Naturwissenschaften entlehnt wurde. Für sie ist der komplexe Charakter der theoretischen Forschungen und die Systemorientierung typisch. Das führt zu einer Änderung der Modalitäten in der

⁸⁵ Problemy issledovanija sistem i struktur, 15-23, 61-67, 73-78.

Organisation der theoretischen Kalküle in den technischen Wissenschaften. Um aber diese Änderungen festhalten zu können, muss man zur Untersuchung der geschichtlichen Evolution des technischen Wissens und der Ingenieurwissenschaften übergehen.

Es lassen sich zwei Haupttypen der wissenschaftstechnischen Disziplinen, die *klassischen* und die *nicht-klassischen*, unterscheiden. Die klassischen Disziplinen sind gegenständlich, auf einen bestimmten Typ des zu erforschenden und zu projektierenden Objekts (Mechanismus, Maschine, Technische Einrichtung, elektronischer Schwingkreis usw.) ausgerichtet. Nicht-klassische Disziplinen sind hingegen auf unterschiedliche Klassen wissenschaftstechnischer Aufgabenkomplexe orientiert, obwohl das Objekt der Forschung und das Objekt der Projektierung hierbei zusammenfallen können. Zu diesen Disziplinen gehören zum Beispiel die Systemtechnik⁸⁶, die Informatik und ähnliche mehr. Grundsätzlich verschieden (aber doch vergleichbar) sind diese zwei Typen von Disziplinen auch mit den ihnen entsprechenden theoretischen Forschungen.

In den klassischen wissenschaftstechnischen Disziplinen, wie Getriebelehre und Maschinenbau, der theoretischen Elektrotechnik, der Hochfrequenztechnik usw. bildete sich die technische Theorie im Wesentlichen entsprechend den Normen und Idealen der Organisation der wissenschaftlichen Kenntnisse, die der jeweiligen naturwissenschaftlichen Grundlagentheorie (theoretische Mechanik, Elektrizitätstheorie, Elektrodynamik usw.) entlehnt wurden. Die technische Theorie aber, die sich von der Naturwissenschaft oder Mathematik abgespalten hat, formiert allmählich ihre eigenen Ideale und Normen zur Organisation der theoretischen wissenschaftlichen Kenntnisse, die durch die Orientierung auf ein ganz bestimmtes Gebiet der Ingenieurspraxis festgelegt sind. Die modernen komplexen (nicht-klassischen) wissenschaftstechnischen Disziplinen orientieren sich schon nicht mehr auf eine Grundlagentheorie (Naturwissenschaft, bestimmte technische Wissenschaft, Sozial- oder Geisteswissenschaft) hin, sondern auf den gesamten Komplex der wissenschaftli-

⁸⁶ *Die Systemtechnik darf sowohl als technische Wissenschaft, als auch als Zweig der Technik und als wissenschaftlich-technische Tätigkeit betrachtet werden (V.G. Gorokhov: 'Development of Systems Engineering Theory', 182-196).*

chen Kenntnisse und Disziplinen. Deshalb bildet sich in ihnen ein neuer Typ der Forschung und des Projektierung heraus: die komplexe Forschung und Systemprojektierung.

Als Grundlage für eine solche Unterscheidung im Bereich der technischen Wissenschaften ist die Idee des Wechsels von Typen der wissenschaftlichen Rationalität in der Wissenschaftsgeschichte zu nennen: die *klassische*, *nichtklassische* und *postnichtklassische* Wissenschaft.⁸⁷ Besonders wichtig wird es sein, die Merkmale für die *postnichtklassische* Wissenschaft zu definieren. Dazu gehört vor allem die Erforschung und Projektierung „menschengemäßer“ Systeme, die bei der Wahrheitsuche auch mit den Strategien und der möglichen Modifikationsrichtungen solcher Systeme direkt mit den humanistischen Werten verbunden sind. Zur Zeit – dies zeichnet sich ab – ist ein neues Paradigma der wissenschaftstechnischen Entwicklung im Entstehen.⁸⁸

⁸⁷ V.S. Stepin: *Filosofskaja antropologija i filosofija nauki, 177-189*; ders.: 'Postnichtklassische Wissenschaft und Werte der technogenen Zivilisation'; V.S. Stepin / V.G. Gorokhov / M.A. Rosov: *Filosofija nauki i tehniki, 291-306*. „One can single out three basic historical types of rationality, i.e. classical, non-classical and post-non-classical science. Classical science assumes that true knowledge of an object is conditioned by the elimination, in the process of theoretical explication and description, of all that which has to do with the subject, its goals and values as well as the means and procedures of its activities. Non-classical science (its example being a relativist quantum physics) takes into account the relation between the knowledge of the object and the nature of the means and procedures of the activity in which the object is discovered and cognized. Nevertheless, relations between intrascientific and social goals and values are still outside scientific reflection, though defining implicitly the nature of knowledge (defining what is it that we isolate and conceive in the world as well as the way we do it)“. (V.S. Stepin: *Teoreticheskoje snanie, 724*).

⁸⁸ Diese Problematik der Verbindung zwischen traditionellen und modernen Wissenschafts- und Technikentwicklung ist in mehreren letzten Veröffentlichungen im heutigen Russland vorgestellt: *Filosofija tehniki: istorija i sowremennost*; B.I. Ivanov: *Filosofskije problemy technikosnanija*; I.F. Ignatjeva: *Zekhnicheskije i mnemicheskije; Tradizionnja i sovremennaja tehnologija*; V.G. Gorokhov: *Konzeptzii sowremennoj nauki i tehniki; u.a.* *Ferner in den Materialien zweier Allrussischer Kongresse für Philosophie: Materialien des 1. Allrussischen Kongresses für Philosophie, Sankt Petersburg, 4.-7.06.97. „Mensch - Philosophie - Humanismus“ Bd. V. Philosophie in der Wissens-, Technik- und Glaubewelt. Sektion „Philosophie der Wissenschaft und Technik“; Materialien der wissenschaftlichen Konferenz „High Technologie und die moderne Zivilisation“; Materialien des 2. Allrussischen Kongresses für Philosophie, Jekaterinburg, 7.-11.06.99. „XXI Jahrhundert: Russlands Zukunft in der philosophischen Dimension“ Bd.1, Teil 2. Sektion „Über die Grundlagen der Technikphilosophie“.*

Literatur

- Berdjajew, N.: 'Der Mensch und die Technik', (1933), in Ch. Hubig, A. Huning, G. Ropohl (Hrsg.): *Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie*. Berlin 2001
- Blauberg, I.V. / Judin, E.G.: *Stanovlenije i suschnost sistemnogo podhoda* [Entstehung und Wesen des Systems Approach]. Moskwa 1973
- Bon, F.: *Über das Sollen und das Gute. Eine begriffsanalytische Untersuchung*. Leipzig 1989
- Bulgakov, S.: *Filosofija Hosjajstwa* [Philosophie der Wirtschaft]. Moskwa 1990
- Bulgakov, S.: *The Philosophy of Economy*. New York 1982 (Russisch)
- Buslenko, N. P.: *Modelirovanije sloshnykh sistem* [Modellierung komplexer Systeme]. Moskwa 1978
- Chernjak, Ju. I.: *Sistemnyj analiz v upravlenii ekonomikoj* [System Analyse in der Wirtschaftsmanagement]. Moskwa 1975
- Danilov-Danilian, V. / Losev, K.: 'The Problems of the Sustainable Development of the Mankind', in: *State of Russia in the surrounding world 1998. The analytical series*. Moscow 1998, 39-52 (Russisch)
- Danilov-Danilian, V. / Losev, K.: *Ekologija i ustojchivoje rasvitie* [Ökologie und nachhaltige Entwicklung]. Moskwa 2000
- Danilov-Danilian, V.I. / Ryvkin, A.A.: *O dolgosrochnzkh aspektakh ekonomiki prirodopolsovanija* [Über die langfristigen Aspekte der Ökonomie der Naturnutzung]. *Trudy VNIISI*, 1984, Nr. 7
- Dessauer, Fr.: *Streit um die Technik*. Frankfurt a. M. 1958
- Dobrov, G.M.: *Prognozirovanije nauki i tekhniki* [Die Prognose in Wissenschaft und der Technik]. Moskwa 1975
- Engelmeyer, P.K.: 'Allgemeine Fragen der Technik'. *Dinglers Polytechnisches Journal*, 1899-1900, Bd. 312, H. 7, Bd. 315, H. 2, 5, 7, 9, 10, 33

- Engelmeyer, P.K.: 'Das Erfinden'. *Kölnische Zeitung*, 1895, Febr. 15, 16, 18, Nr. 138, 141, 147
- Engelmeyer, P.K.: 'Erfindungslehre (Heurologie)'. *Technik und Kultur*, 1928, H. 9
- Engelmeyer, P.K.: 'Essai d'une „heurologie“ ou théorie générale de la création humaine', in: *Ann. IV Congresso Internazionale de Filosofia*. Bologna, 1911, Vol. 3. Nendeln/Lichtenstein [Klaus Reprint] 1968, 582-586
- Engelmeyer, P.K.: 'Evrologija ili obschaja teorija tvorchestva' [Heurologie, oder allgemeine Theorie des Schaffens], in: *Voprossy teorii i psihologii twortchestwa* [Die Fragen der Theorie und der Psychologie des Schaffens]. Charkov, 1914, T. 5, 131-160; 1916, T. 7, 76-108
- Engelmeyer, P.K.: 'Grundriss der Philosophie der Technik'. *Kölnische Zeitung*, 1894, Nr. 605, 608
- Engelmeyer, P.K.: 'Heurologische Wert der technischen Erfindung'. *Scienza (Revista die scienza)*. Bologna 1911, Vol. X, Anno V.
- Engelmeyer, P.K.: 'Philosophie der Technik, eine neue Forschungsrichtung'. *Prometheus*, 1900, N. 565
- Engelmeyer, P.K.: 'Philosophie der Technik', in: *Ann. IV Congresso Internazionale de Filosofia*. Bologna, 1911, Vol. 3. Nendeln/Liechtenstein [Klaus Reprint] 1968
- Engelmeyer, P.K.: 'Tehnika kak faktor sowremennoj kultury' [Technik als Faktor der modernen Kultur], in: *Mir Boshij* [Welt Gottes], 1907, Nr. 7
- Engelmeyer, P.K.: 'Was ist eine Erfindung?'. *Civielingenieur*, 1895, Bd. 61, H. 4
- Engelmeyer, P.K.: *Der Dreiakt als Lehre von der Technik und der Erfindung*. Berlin 1910
- Engelmeyer, P.K.: *Filosofija tehniki* [Philosophie der Technik]. Moskwa, 1912

- Engelmeyer, P.K.: *Tekhnicheskij itog 19 veka* [Eine Technische Bilanz des 19. Jahrhunderts]. Moskwa 1898
- Engelmeyer, P.K.: Vorarbeit zur Philosophie der Technik. *Technik und Kultur*, 1928, H. 9, 86-88
- Ergonomika v opredelenijakh* [Ergonomie in Definitionen]. Moskwa 1980
- Esteticheskiye problemy khudoshestvennogo konstruirovaniya kompleksnykh objektov* [Ästhetische Probleme der künstlerische Konstruktion komplexer Objekte]. Trudy VNIITE. *Tekhnicheskaja Estetika*, Nr. 25. Moskwa, 1980
- Figurovskaja, W.W.: *Technitscheskoje snanije. Ossobennosti vosniknovenija i funkcionirovanija* (Technisches Wissen. Besonderheiten der Entstehung und des Funktionierens). Nowosibirsk 1979
- Filosofia tehniki v FRG* [Philosophie der Technik in der BRD]. Moskwa 1989
- Filosofija elementarnyh chastitz* (tridtzat let spustja) [Philosophie der Elementarteilchen (dreißig Jahre danach)]. Moskwa 1995
- Filosofija tehniki: istorija i sowremennost* [Technikphilosophie: Geschichte und Gegenwart]. Moskwa [Russische Akademie der Wissenschaften] 1997
- Florenski, P.: Organoprojeksija, in: *Dekorativnoje iskusstvo SSSR* [Dekorative Kunst der UdSSR] 145 (1969) 39-42
- Florenski, P.: *An den Wasserscheiden des Denkens. Ein Lesebuch*. Berlin 1994
- Gorokhov, V. G. / Rosin, V. M.: *Vvedenije v filosofiju tehniki* [Einleitung in die Technikphilosophie]. Moskwa 1998
- Gorokhov, V.: 'A new Interpretation of Technological Progress'. In: *The Society for Philosophy and Technology: Advances in the Philosophy of Technology* [=Proceedings of a Meeting of the International Aca-

- demy of the Philosophy of Science*. Karlsruhe, Germany, May 1997]. Newark, Delaware 1999
- Gorokhov, V.G.: 'Development of Systems Engineering Theory', in: *Systems Research II. Methodological Problems*. Oxford 1985, pp. 182-196
- Gorokhov, V.G.: 'Osobennosti sodershatelno-metodologicheskogo analiza stanovlenija i rasvitija tehniceskoi teorii' [Besonderheiten der inhaltsmethodologischen Analyse der Entstehung und Entwicklung der technischen Theorie], in: *Filosofija - nauka - zivilizacija* [Philosophie - Wissenschaft - Zivilisation]. Moskwa 1999
- Gorokhov, V.G.: *Engineering: Art and Science*. Moscow 1990
- Gorokhov, V.G.: *Konzeptii sowremennoj nauki i tehniki* [Konzeptionen moderner Naturwissenschaft und Technik]. Moskwa 2000
- Gorokhov, V.G.: Methodological Research and Problems in the Technological Sciences: A Review of the Literature in Russian, in: *Research in the Philosophy of Technology*. Vol. 15. Social and Philosophical Constructions of Technology. Greenwich (Connecticut) 1995
- Gorokhov, V.G.: *Metodologitscheskij analiz nauchno-tehnicheskikh distziplin* [Methodologische Analyse der wissenschaftlich-technischen Disziplinen]. Moskwa 1984
- Gorokhov, V.G.: *Metodologitscheskij analiz sistemotekhniki* [Methodologische Analyse der Systemtechnik]. Moskwa 1982
- Gorokhov, V.G.: *Peter Klimentjewich Engelmeyer. Inshener-mekhanik i filosof tekhniki 1855-1941* [P. K. Engelmeyer. Ingenieur-Mechaniker und Philosoph der Technik 1855-1941]. Moskwa 1997
- Gorokhov, V.G.: Scientific and Technological Progress, Democracy, Participation and Technology Assessment in Russia, in: *Veda, Technika, Spolecnost. Science, Technology Society. Teorie Vedy. Theory of Science*, 1999, VIII (XXI) 1-2

- Ignatjeva, I. F.: *Antropologija tehniki* [Anthropologie der Technik]. Ekaterinburg 1992, S. 20-25
- Inshenerno-psihologicheskoje projektirovanije* [Ingenieur-psychologische Projektierung]. Bd. 1, 2. Moskwa 1970
- Ivanov, B. I.: *Filosofskije problemy technikosnanija* [Philosophische Probleme der technischen Wissen]. Sankt-Peterburg [Russische Akademie der Wissenschaften] 1997
- Ivanov, N. I.: *Filosofija tehniki* [Philosophie der Technik]. Twer 1997
- Iwanow, B. I. / Tscheschew, W. W.: *Entstehung und Entwicklung der technischen Wissenschaften*. Moskwa, Leipzig 1981
- Judin, B. G.: *Sistemnyj podhod i prinzip dejatelnosti* [Systems Approach und Handlungsprinzip]. Moskwa 1978
- Kapp, E.: *Grundlinien einer Philosophie der Technik*. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten. Braunschweig 1877 (Nachdruck: Düsseldorf 1978)
- Khudoshestvennoje modelirovanije kompleksnogo objekta* [Künstlerisches Modellieren komplexer Objekte]. Trudy VNIITE. Tekhnicheskaja Estetika, Nr. 31. Moskwa 1981
- Kraft, M.: *Das System der technischen Arbeit*. Leipzig 1902
- Kusmichov, L. A. / Sidorenko, V. F.: 'Paradigma sistemnogo disajna' [Paradigma des Systems Design], in: *Sistemnyje issledovanija. Metodologicheskije problemy*. Eshegodnik 1981 [Methodologische Probleme. Jahrbuch 1981]. Moskwa 1981
- Larichev, O. I.: *Nauka i iskusstvo prinjatija reshenij* [Wissenschaft und Kunst der Heuristik]. Moskwa 1979
- Lenk H. *Rasmyshlenija o sovremennoj tekhnike*. [Nachdenken über moderne Technik]. Moskwa 1996
- Logika i metodologija nauki* [Logik und Methodologie der Wissenschaften]. Moskwa 1965

Mayer, E. von: *Technik und Kultur*. Gedanken über die Verstaatlichung des Menschen. Berlin 1906

Metodologičeskije problemy vsaimodejstvija obšhestvennykh, estestvennykh i tekhnicheskikh nauk [Methodologische Aspekte der Wechselwirkung von Gesellschafts-, Natur- und technischen Wissenschaften]. Moskwa 1981

Metodologija otzenki i vybora projektov issledovanij i razrabotok [Methodologie der Abschätzung und Auswahl von Projekten der Forschung und Entwicklung]. Moskwa 1981

Mirskij, E. M.: *Meshdisziplinarnyje issledovanija i disziplinarная nauka* [Interdisziplinäre Forschung und disziplinäre Wissenschaft]. Moskwa 1980

Mitcham, C.: *Chto takoe filosofija tekhniki* [What is the Philosophy of Technology]. Moskwa 1995

Nauka, tekhnika i upravlenieje [Science, Technology and Management]. Moskwa 1966

Ogurtzov, A. P.: *Disziplinarная struktura nauki* [Disziplinäres Struktur der Wissenschaft]. Moskwa 1998

Problemy i printzipy organizatsyii dejatel'nosti po sozdaniju disajn-programm [Probleme und Prinzipien der Handlungsorganisation für die Schaffung von Design-Programmen]. Trudy VNIITE. Tekhnicheskaja Estetika, Nr. 26. Moskwa 1980

Problemy issledovanija sistem i struktur [Probleme der Untersuchung von Systemen und Strukturen]. Moskwa 1965

Problemy logiki nauchnogo poznaniya [Probleme der Logik wissenschaftlicher Erkenntnis]. Moskwa 1964

Problemy teorii projektirovynija predmetnoj sredy [Probleme der Theorie des gegenständlichen Milieus]. Trudy VNIITE. Tehnicheskaja estetika. Moskwa 1974

- Problemy tipologicheskogo modelirovanija kompleksnykh objektov disajna* [Probleme der typologischen Modellierung komplexer Design-Objekte]. Trudy VNIITE. Tekhnicheskaja Estetika, Nr. 48. Moskwa 1985
- Rasrabotka i venedrenije avtomatisirovannyh sistem v projektirovanii* (teorija i metodologija) [Herstellung und Einführung automatisierter Systeme in der Planung (Theorie und Methodologie)]. Moskwa 1975
- RUSSIA on the Way to Sustainable Development*. Moscow 1996
- Sarkisjan, S. A. / Golovanov, L.V.: *Prognozirovanie razvitija bolshikh sistem* [Prognostizieren der Entwicklung der Großsystemen]. Moskwa 1975
- Schedrowitzkij, G. P.: *Isbrannyje trudy* [Ausgewählte Werke]. Moskwa 1995
- Schilling, K.: *Philosophie der Technik*. Herford 1968
- Schultze, B.: *Russische Denker. Ihre Stellung zu Christus, Kirche und Papsttum*. Wien 1950
- Shchedrovitsky, G. P.: 'Methodological Organization of Systems-Structural Research and Development: Principles of the General Scheme.' In: *Systems Research II. Methodological Problems*. Oxford 1985
- Silberer, M.: *Die Trinitätsidee im Werk von Pavel A. Florenskij*. Versuch einer systematischen Darstellung in Begegnung mit Thomas von Aquin. Würzburg 1984
- Simonenko, O. D.: *Sotvorenije tehnosfery: problemnoje osmyslenije istorii tekhniki* [Die Erschaffung der Technosphäre: Problemerkennntnis der Technikgeschichte]. Moskwa 1994
- Simonenko, O. D.: *Elektrotechnicheskaja nauka v pervoj polovine XX veka* [Elektrotechnische Wissenschaft im ersten Teil des XX. Jahrhunderts]. Moskwa 1988
- Sintschenko, W. P. / Munipov, W. M. *Osnovy ergonomiki* [Grundlagen der Ergonomie.]. Moskwa 1979

- Sombart, W.: *Der moderne Kapitalismus*. Historisch-systematische Darstellung des gesamteuropäischen Wirtschaftslebens von seinen Anfängen bis zur Gegenwart. 2. Auflage, München, Leipzig, Bd. 3: Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus, 1927; Neudruck Berlin 1987
- Sombart, W.: Technik und Kultur, in: *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*. Bd. XXXIII. Tübingen 1911
- Sotzialnoje projektirovanije* [Prognose der Entwicklung von Großsystemen]. Moskwa 1982
- Spezifika der Technischen Wissenschaften*. Leipzig 1980
- Spezifika tehničeskih nauk* [Das Wesen der technischen Wissenschaften]. Leningrad 1974
- Stepin, V.: 'Die Wechselbeziehung von Entwicklung und Funktion physikalischer Theorien'. Vortrag bei der Verleihung der Ehrendoktorwürde der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften der Universität Karlsruhe am 22. Juni 1999
- Stepin, V.: 'Globale Krisen und Wertproblem des wissenschaftlich-technischen Fortschritts', in: V.S. Stepin, V.G. Gorokhov, M.A. Rosov: *Filosofija nauki i tehniki*. Moskwa 1996
- Stepin, V.: 'Intensives Wachstum des wissenschaftlichen Wissens und potentiell mögliche Linien der historischen Wissenschaftsentwicklung'. In: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 1987, Nr. 8
- Stepin, V.: 'Philosophische Probleme der Wissenschaft und Technik (Methodologische Analyse der naturwissenschaftlichen und technischen Theorien)' in: V. Gorokhov (Hrsg.): *Jahrbuch des Deutsch-Russischen Kollegs 1999 – 2000*. Moskau, 2000
- Stepin, V.: 'Postnichtklassische Wissenschaft und Werte der technogenen Zivilisation' (unveröffentlichte Übersetzung)
- Stepin, V.: *Stanovlenije nauchnoj teorii* [Die Entstehung der wissenschaftlichen Theorie]. Minsk 1976

- Stepin, V.: *Teoreticheskoje snanie* [Theoretische Wissen]. Moskwa 2000
- Stepin, V.S.: *Filosofkaja antropologija i filosofija nauki* [Philosophische Anthropologie und Wissenschaftsphilosophie]. Moskwa 1992
- Stepin, V.S.: *Universalien der Kultur und die Wege der wissenschaftlich-technischen Entwicklung* (unveröffentlichte Übersetzung)
- Stepin, V.S. / Gorokhov, V. G. / Rosov, M. A.: *Filosofija nauki i tehniki* [Philosophie der Wissenschaft und Technik]. Moskwa 1996
- Stepin, V. S. / Kusnetyova, L. F.: *Nauchnaja kartina mira v strukture tehnogennoj Zivilisazii* [The Scientific Picture of the World in the Culture of Technogenic Civilisation]. Moskwa 1994
- Systems Research II. Methodological Problems.* Oxford u.a. 1985
- Tscheschew, W. W.: 'Ideale Objekte der technischen Wissenschaften'. In: *Spezifik der Technischen Wissenschaften.* Leipzig 1980
- Tscheschew, W. W.: *Technicheskoje snanie kak objekt metodologicheskogo analiza* [Technisches Wissen als Objekt der methodologischen Analyse]. Tomsk 1981
- Vsaimosvjas estestvennyh i tehničkih nauk* [Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaften und technischen Wissenschaften]. Moskwa 1976
- Zschimmer, E.: *Philosophie der Technik.* Jena 1913

In der Grauen Reihe sind bisher erschienen:

- 1 Technikfolgenabschätzung: Konzeptionen im Überblick; Carl Friedrich Gethmann, Armin Grunwald, 9/96; 2. Aufl. 7/98
- 2 Umweltprobleme und globaler Wandel als Thema der Ethik in Deutschland; Carl Friedrich Gethmann, 9/96; 2. Aufl. 10/98
- 3 Sozialverträgliche Technikgestaltung: Kritik des deskriptivistischen Verständnisses; Armin Grunwald, 10/96
- 4 Technikfolgenbeurteilung der Erforschung und Entwicklung neuer Materialien. Perspektiven in der Verkehrstechnik. Endbericht zum Vorprojekt; Arbeitsgruppe Neue Materialien, 1/97
- 5 Zur Wissenschaftstheorie der Genetik. Materialien zum Genbegriff; Mathias Gutmann, Peter Janich, 4/97
- 6 Klimavorhersage und -vorsorge; Stephan Lingner, Carl Friedrich Gethmann, 7/97
- 7 Xenotransplantation. Ethische Fragen und Probleme; Jan P. Beckmann, 7/97
- 8 Perspektiven der Robotik. Überlegungen zur Ersetzbarkeit des Menschen; Michael Decker, 11/97
- 9 Philosophie in Rußland. Tendenzen und Perspektiven; Carl Friedrich Gethmann, Nikolaj Plotnikov, 5/98
- 10 Technikfolgenbeurteilung in Ländern Mittel- und Osteuropas; Gerhard Banse (Hrsg.), 6/98
- 11 Biodiversitätsforschung in Deutschland. Potentiale und Perspektiven; Mathias Gutmann, Wilhelm Barthlott (Hrsg.), 11/98
- 12 Biodiversität als Problem der Naturethik. Literaturreview und Bibliographie; Thorsten Galert, 12/98
- 13 Geistiges Eigentum und Copyright im multimedialen Zeitalter. Positionen, Probleme, Perspektiven; Gerhard Banse, Christian J. Langenbach (Hrsg.), 2/99

- 14 Materials Science in Europe; Karl-Michael Nigge, 3/99
- 15 Modelling Climate Change and its Economic Consequences. A review; Meinhard Schröder, Stephan Lingner (eds.), 6/99
- 16 Robotik. Einführung in eine interdisziplinäre Diskussion; Michael Decker (Hrsg.), 9/99
- 17 „Protection Profile“ – Ein industriepolitischer Ansatz zur Förderung des „neuen Datenschutzes“; Otto Ulrich, 11/99
- 18 Zur Umweltgefährdungsbewertung von Schadstoffen und Schadstoffkombinationen durch Reichweiten- und Persistenzanalyse; Ulrich Müller-Herold, Martin Scheringer, 12/99
- 19 Environmental Standards. Combined Exposures and their Effects on Human Beings and their Environment (Summary); Christian Streffer et al., 1/00
- 20 Genetische Diagnostik und Versicherungsschutz. Die Situation in Deutschland; Felix Thiele (Hrsg.), 1/00
- 21 Entwicklung und Innovation; Michael Weingarten, 4/00
- 22 The Species Concept in Prokaryotic Taxonomy; Ramon Roselló-Mora, Rudolf Amann, 8/00
- 23 Präventiver Bodenschutz. Problemdimensionen und normale Grundlagen; Stephan Lingner, Erik Borg, 9/00
- 24 Embryo Experimentation in Europe; Minou Bernadette Friele (Hrsg.), 2/01
- 25 Tierschutz als Staatsziel? Naturwissenschaftliche, Rechtliche und Ethische Aspekte; Felix Thiele (Hrsg.), 2/01

