

Burkhard Meißner

Die technologische Fachliteratur der Antike

Burkhard Meißner

Die technologische Fachliteratur der Antike

Struktur, Überlieferung und Wirkung
technischen Wissens in der Antike
(ca. 400 v. Chr.–ca. 500 n. Chr.)



Akademie Verlag

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Meißner, Burkhard:

Die technologische Fachliteratur der Antike : Struktur,
Überlieferung und Wirkung technischen Wissens
in der Antike ; (ca. 400 v. Chr.–ca. 500 n. Chr.) / Burkhard Meißner. –
Berlin : Akad. Verl. 1999

Zugl.: Halle, Univ., Habil.-Schr., 1996
ISBN 3-05-003194-8

© Akademie Verlag GmbH, Berlin 1999

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.
Das eingesetzte Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Druck: GAM Media, Berlin
Bindung: Druckhaus „Thomas Müntzer“, Bad Langensalza

Printed in the Federal Republic of Germany

Inhalt

Vorwort	7
Einleitung	9
1. Zweck und Ziel technischen Vorgehens	37
1.1. Technik und Bedürfnisse	37
1.1.1. Technik als Teil der Zivilisation und Lebensform	37
1.1.2. Technik als Autonomiegewinn: Meisterung des Schicksals	42
1.1.3. Erhaltung von Leben und Gesundheit als Ziel der Techniken	49
1.1.4. Technik und Paratechnik: Die Technik innerhalb und außerhalb der Grenzen instrumenteller Vernunft	50
1.1.5. Technik als Verstellung und Verdeckung	58
1.2. Technik und Bildung	62
1.2.1. Bildungswirkung der Techniken	62
1.2.2. Allgemeine Bildung des Technikers	74
1.2.3. Rhetorik und Poetik der Technik	85
1.3. Technik, Brillanz und schöner Schein	88
1.4. Ansehen des Technikers und seiner Arbeit	89
1.5. Schein und Gestaltung	91
1.6. Technik und Kampf: Ausbreitung und Expansion	95
1.7. Technik und ökonomische Rationalität	99
2. Die Mitteilung technischen Wissens	123
2.1. Berufsausbildung in der Antike	123
2.1.1. Bildung und Ausbildung bei Homer und Hesiod	123
2.1.2. Bildung und Ausbildung bei den Medizinern	125
2.1.3. Die Ausbildung im Handwerk	130
2.1.4. Ausbildungsverträge	135
2.1.5. Schriftlichkeit und Mündlichkeit	139
2.1.6. Sophistische Ausbildung und sokratische Kritik	142
2.1.7. Mobilisierung beruflichen Wissens: Grenzen und Formen	143

2.2.	Literarische Tradierung technischen Wissens	146
2.2.1.	Klassische Zeit	146
2.2.1.1.	Fachliteratur	146
2.2.1.2.	Land- und Hauswirtschaft	147
2.2.1.3.	Kriegswissenschaft	148
2.2.1.4.	Medizin	149
2.2.1.5.	Musik und Unterhaltung	157
2.2.1.6.	Zusammenfassung	159
2.2.2.	Hellenismus	161
2.2.2.1.	Herrscher und technischer Spezialist	161
2.2.2.2.	Militärtechnik und Mechanik	161
2.2.2.3.	Medizin	167
2.2.2.4.	Zusammenfassung	169
2.2.3.	Landwirtschaftsliteratur der römischen Republik	170
2.2.3.1.	Zusammenfassung	177
2.2.4.	Prinzipat, Frühe Kaiserzeit	178
2.2.4.1.	Mechanik, Architektur und Kriegswissenschaften	178
2.2.4.2.	Landwirtschaftslehre	194
2.2.4.3.	Medizin	198
2.2.4.4.	Plinius' <i>Naturgeschichte</i>	209
2.2.4.5.	Zusammenfassung	217
2.2.5.	Kaiserzeit, 2.-3. Jahrhundert	219
2.2.5.1.	Medizin	219
2.2.5.2.	Galen	226
2.2.5.3.	Techniktheorien bei Spezialisten und Laien	245
2.2.5.4.	Architektur, Mechanik und Kriegswissenschaften	246
2.2.5.5.	Vermessungswesen	255
2.2.5.6.	Technisch-praktische Sammelschriften	257
2.2.5.7.	Zusammenfassung	261
2.2.6.	Spätantike	263
2.2.6.1.	Mechanik und Architektur	263
2.2.6.2.	Medizin und Pharmakologie	268
2.2.6.3.	Mechanik und Militärwissenschaften	277
2.2.6.4.	Tiermedizin und Landwirtschaft	292
2.2.6.5.	Laienmedizin und wissenschaftliche Medizin im 5. Jahrhundert	304
2.2.6.6.	Die mechanischen Disziplinen im 5. und 6. Jahrhundert	310
2.2.6.7.	Medizin und Landwirtschaftslehre im 6. und 7. Jahrhundert	317
2.2.6.8.	Frühbyzantinische Militärwissenschaft und Medizin	333
2.2.6.9.	Zusammenfassung	340
	Zusammenfassung der Ergebnisse	345
	Indizes	351
	Abkürzungen	351
	Literatur	351
	Quellen	386
	Namen und Sachen	415

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist im Dezember 1996 von der Philosophischen Fakultät (Fachbereich Kunst- und Altertumswissenschaften) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg als Habilitationsschrift angenommen worden. Sie trug den Titel *"Tradition und Technik: Studien zur Anwendung, Bewahrung und Erweiterung technischen Wissens in der Antike"* und erscheint in leicht veränderter und gekürzter Fassung.

Viel verdanken die Modifikationen und Verbesserungen am Text den Gutachtern im Habilitationsverfahren: Prof. Dr. J.Ebert, Prof. Dr. A.Mehl (Halle) und Prof. Dr. D.Timpe (Würzburg). Nützliche und hilfreiche Hinweise gaben Prof. Dr. R.Jakobi und Dr. M.Nenninger (Halle), Prof. Dr. K.D.Fischer (Mainz), Dr. W.C.Schneider (Darmstadt) und Prof. Dr. J.Malitz (Eichstätt). Hilfreich war der Gedankenaustausch mit Prof. Dr. A.Winterling und Dr. T.Schmitt (Bielefeld), Prof. Dr. L.-M.Günther und Dr. W.Günther (München), sowie die Diskussion im Kolloquium von Prof. Dr. W.Nippel (Berlin). Auch den intensiven Gesprächen mit Prof. Dr. K.-E.Petzold (Tübingen) und Prof. Dr. F.Gschnitzer (Heidelberg) verdankt die Arbeit viel.

Die Anfertigung des vorliegenden Buches profitierte von einem einjährigen Lehr- und Forschungsaufenthalt an der Universität Rom I "La Sapienza", den Prof. Dr. D.Musti und Prof. Dr. A.Giardina ermöglichten; fruchtbar war die Arbeit in den Bibliotheken des Deutschen Archäologischen Institutes Rom und vor allem der *École française de Rome*. Zu danken ist auch der *Fondation Hardt (Vandœuvres-Genève)* für die Möglichkeit zu ungestörter Arbeit an dem Manuskript und Dr. H.Beck (Köln), der manchen nützlichen Hinweis gab und mir die Möglichkeit eröffnete, zeitweise die Universitätsbibliothek Cambridge zu nutzen. Meine Frau, Dr. A.Meißner, half immer mit Zuspruch und Inspiration.

Halle, Juni 1999

Einleitung

Die Geschichte des Altertums behandelt die Technikgeschichte als einen ihrer Gegenstände, um die Entwicklung der antiken Technik zu erklären. Die Altertumswissenschaften wunderte dabei das Spannungsverhältnis zwischen scheinbarer Modernität geistiger, literarischer und technischer Leistungen der Antike und der Einfachheit und Ineffizienz vieler ihrer Verfahrensweisen; erklärungsbedürftig erschienen entweder die außerordentlichen Kulturleistungen oder die Primitivität der Antike. Technische Höchstleistungen der Antike wurden dabei oft besonderen Umständen der Mobilisierung griechischen Geistes im Hellenismus zugeschrieben; spätere Epochen, die Spätantike zumal, galten als konservativ. Die vermeintliche Primitivität antiker Technik wurde erklärt mit dem vermeintlich agrarischen Charakter antiker Gesellschaften, dem Angebot an Sklavenarbeitskräften und einer fortschrittsfeindlichen Einstellung und Geringschätzung ökonomischer Effizienzüberlegungen. Auch wenn eine Reihe dieser Vorstellungen und Erklärungsansätze durch die Forschung inzwischen verworfen ist, fehlt es an einer Untersuchung, die die antike technische Entwicklung nicht in ihrer Frühzeit, sondern in hellenistischer und römischer Zeit sowie in der Spätantike von den Quellen her beurteilt. Eine solche Untersuchung wird hier vorgelegt.

Technik ist ein Sammelbegriff: Er bezeichnet Disziplinen, die handlungsorientiertes Regelwissen vermitteln, insbesondere diejenigen, die an technischen Hochschulen gelehrt werden, außerdem die Gestaltungen dieser Disziplinen. Technische Hochschulen gab es in der Antike nicht, wohl aber einen geordneten, wenn auch nicht staatlich geregelten Ausbildungsbetrieb in Medizin, Mechanik und Architektur. Diese Techniken wie auch Strategie und landwirtschaftliche Betriebsführung wurden nicht allein durch persönlichen Kontakt, sondern auch als literarischer Stoff tradiert: Was die Antike als *τέχναι* lehrte, war wie moderne *Techniken* grundsätzlich literarisierbar und ablösbar von persönlicher Erfahrung und Nachahmung. Um das Verhältnis der antiken Techniken zu Fortschritt und Veränderung zu bestimmen, liegt es daher nahe, diese anhand ihrer Fachliteraturen zu studieren.

Die Moderne verdankt wesentliche Aspekte des Begriffes der *Technik* wie das Wort *Technik* der Antike, auch wenn seine Verwendung durch neuzeitliche Deutungen bestimmt und nur indirekt von der antiken *τέχνη* abgeleitet ist; **τεχνική τέχνη* (*künstliche Kunst*) wäre, anders als *μηχανική τέχνη* (*Mechanik*), ein Pleonasmus¹. Das Wort *Technik* wurde im späten 18. Jahrhundert aus dem Französischen übernommen, zur gleichen Zeit wie *Metaphysik*, *Ästhetik*, *Psychologie* und *Technologie*². Es wurde in ähnlicher Weise zum Kollektivsingular wie *l'histoire/Geschichte* (aus *les histoires/Geschichten*)³: Während man im 16. und 17. Jahrhundert *Mechanica* schrieb, mechanische Gegenstände und Probleme also noch so be-

1 Feminine Form des substantivierten Adjektivs (*τεχνική*) als Personennamen: Teos ehrt nach 170 n. Chr. *Aur(elia) Technica*, Tochter einer gleichnamigen Mutter [CIG 3094 = Le Bas - Waddington II 2,1559].

2 MACKENSEN (1977) 133f. *Technologie*: BECKMANN (1780).

3 Vgl. KOSELLECK (1979); KOSELLECK u. MEIER u. ENGELS u. GÜNTHER (1975). Noch Condorcet sprach im Plural von *Techniken* und *Wissenschaften* wie im Singular von *Wissenschaft* und *Technik*, CONDORCET (1976) 207f. In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts entstehen mit entsprechenden begrifflichen Singularisierungen Geschichtsphilosophie, philosophische Anthropologie und Ästhetik; MARQUARD (1981) 40-42 schreibt diese Erscheinungen einer philosophischen Neubestimmung des Menschseins der Tendenz zur Kompensation für einen "*Lebensweltverlust des Menschen*" zu.

zeichnete wie die Schule des Aristoteles⁴, tendierte das 18. Jahrhundert zu Sammelbegriffen im Singular, weil es eine neue Einheit der Methode und neue Institutionen der Lehre und Forschung bezeichnen wollte wie die 1795 gegründete *École polytechnique*⁵. *Technik* wurde zum Wort für eine übergeordnete Disziplin einer Vielzahl praktischer Lehren⁶. Was in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts noch unter dem Titel *Architectura Hydraulica* behandelt wurde⁷, traktierte in der zweiten JOHANN ESAIAS SILBERSCHLAG als *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues*⁸: Die einzelne Technik im Singular bezeichnet nun einen systematisch geordneten Lehrstoff⁹, der seine eigene Grundlegung sichert, indem er sich in den Kontext einer mechanischen Oberdisziplin einordnet statt sich anderen praktischen Künsten an die Seite zu stellen, - dies markiert der Übergang von der *Architektur* zur *Technik*.

In Antike und früher Neuzeit wird im Lateinischen das Femininum und im Griechischen der Neutrum plural verwendet¹⁰; das weibliche Eigenschaftswort bezeichnet in der Antike eine Kunstfertigkeit der Natur oder einer wissenschaftlichen Methode¹¹, das Neutrum im Singular die Technizität einer Methode, das Technische an ihr¹². Wie heute, bezeichnet der Sammelbegriff im Singular die Einheit einer technischen Lehre¹³; *τεχνηκὴ παιδεία* ist bei Aristoteles jede professionelle Berufsausbildung - z.B. des Musikers - *τεχνηκὴ πραγματεία* bei Platon die systematische Erforschung und Gestaltung einer Sache¹⁴. Man spricht von

4 Vgl. MONTE, GUIDOBALDO DEL (1577); BUCHHEIM u. SONNEMANN (1990) 96; [Arist.], *Προβλήματα μηχανικά*.

5 BUCHHEIM u. SONNEMANN (1990) 148.

6 Fabrikwesen als literarischer Gegenstand in Wörterbüchern und enzyklopädischen Darstellungen in Frankreich: RÉAUMUR et al. (1761-89); JAUBERT (1766).

7 Vgl. BÉLIDOR (1729), u. BÉLIDOR (1740). Noch 1790 verfaßte M.R. DE PRONY, Mitgründer der *école polytechnique*, seine *Nouvelle Architecture Hydraulique*, PRONY (1790).

8 SILBERSCHLAG (1772-1773). Abb. in HUFELD (1990) 50f. Etwa gleichzeitige Wasserbauschrift: BRAHMS (1767-1773). Ende des 18. Jahrhunderts ist *Technik* als Allgemeinbegriff etabliert, vgl. v. BOEHMER (1791).

9 Der Prozeß der Singularisierung strebt nach Reduktion der Zahl der Axiome für den Aufbau der Disziplinen, vgl. z.B. d'ALEMBERT (1743). Gesichtspunkt allumfassender Lehre: LEUPOLD (1724); ZEISING (1612-13). Das Paradigma des Theaters blieb maßgeblich, wenn die Disziplin des Begriffes methodischen Einheit ermangelte, vgl. LEUPOLD (1726).

10 *μηχανικά*, *Mechanica*; *τεχνικά* *Technica*.

11 Galen., *De usu partium* IV 349: ... ἡ τε ... φύσις οὐ πάντη τεχνική, ... τεχνικὴν δ' ἐνδείκνυται τὴν φύσιν; Galen., *De cribus libri iii* IX 581: καὶ γὰρ καὶ τεχνικὴ τῆσδε τῆς ἀρχῆς ἡ διάγνωσις ἐστὶν καὶ μεγάλα δηλοῦν πέφυκεν; Hippocr., *De decente habitu* 2: ... μέθοδος τις ἐόσθα τεχνικὴ ἐργάζεται.

12 Arist., *Rhet.* 1355b31-34: ἡ δὲ ρητορικὴ περὶ τοῦ δοθέντος ὡς εἰπεῖν δοκεῖ δύνασθαι θεωρεῖν τὸ πιθανόν, διὸ καὶ φαμεν αὐτὴν οὐ περὶ τι γένος ἴδιον ἀφωρισμένον ἔχειν τὸ τεχνικόν.

13 Galen., *De naturalibus facultatibus* II 46 (von der Medizin): οὐ γὰρ δι' ἄλλο τί γ' ἦν αὐτὴ τὸ τεχνικὴ τ' εἶναι καὶ τοῦ ζῶου διασωστικὴ καὶ τῶν νοσημάτων κριτικὴ παρὰ τὸ προσείσθαι μὲν καὶ φυλάττειν τὸ οἰκίον, ἀποκρίνειν δὲ τὸ ἀλλότριον. *De usu partium* IV 349 (s.o. Anm. 11); Sext. Empir., *Adv. mathematicos* pr. 32-33: καὶ γὰρ ὁ ἀτεχνος πρὸς τὰ τεχνικὰ τῶν θεωρημάτων πεπηρωμένος οὐκ ἂν δύνατο τινα διδάσκειν ἃ μὴδὲ τὴν ἀρχὴν οἶδεν, καὶ ὁ τεχνίτης διαβλέπων ἐν τοῖς τεχνικοῖς θεωρήμασι καὶ γινώσκει αὐτῶν ἐσχηκῶς οὐ δεήσει τὸ διδάξοντος. λείπεται οὖν τὸν τεχνίτην τοῦ ἀτέχνου διδάσκαλον εἶναι λέγειν.

14 Arist., *Pol.* 1341b8-32, bes. 9-10; Plat., *Gorg.* 501b: ... τινες ... περὶ ψυχὴν τοιαῦτα ἄλλαι πραγματεῖαι, αἱ μὲν τεχνικαί, ... προμήθειάν τινα ἔχουσαι τοῦ βελτίστου περὶ τὴν ψυχὴν, αἱ δὲ τούτου μὲν ὀλιγοροῦσαι κτλ.

den *τεχνικά* als Produkten fachlicher Raffinesse¹⁵, zusammenfassend für alle Gestaltungen menschlicher Zweckmäßigkeit im Gegensatz zu Zufall oder Natur¹⁶. Diogenes Laertius nennt in seinen Schriftenlisten genau die Kategorie technischer Lehrschriften, die wir hier als Schriften zur *Technik* untersuchen, *τεχνικά*: Bücher über Medizin, Landwirtschaft, Vermessungswesen, Zeichnen, Kriegswesen und Verwandtes¹⁷. Stellt man die aufklärerische Singularisierung in Rechnung, die nicht ohne Ausnahme griff, denn man spricht von *Technik* wie von *Techniken* und verbindet mit dem Singular nicht immer die Idee einer alles umfassenden Methode¹⁸, zeigt sich, daß in der Antike Begriff und Sache der *Technik* mit dem griechischen *τέχνη* und dem daraus abgeleiteten Adjektiv im Neutrum Plural (*τεχνικά*) bezeichnet, und Name, Begriff und Sache der *Technik* mit *τέχνη*, *ars* und *technicus* verwandt sind und als von der Praxis ablösbares handlungsleitendes Wissen bezeichnen¹⁹.

Zunächst verdecken aber eigentümliche moderne Homonymien im Gebrauch des Wortes *Technik* den Zugang zu dem damit in der Antike Gemeinten. Es scheint charakteristisch für den modernen Gebrauch des Wortes *Technik* zu sein, daß er zum einen eine bestimmte Vorgehensweise oder ein durch diese Vorgehensweise erzeugtes Produkt bezeichnen kann²⁰. Der Begriff der *Technik* hat einen ausgezeichneten Bezug auf das Tun der Menschen, aber er bezeichnet auch eine Kategorie verdinglichter Praxis. Zum anderen zeichnet es *Technik* aus, daß man dem Tun selbst eine *Technik* zuschreiben kann, aber auch ein bestimmtes Tun überhaupt als *Technik* auffaßt; wir sprechen von der *Technik* eines Vorgehens wie von der

15 Plut., *Arat.* 12,6; Philo, *Leg. alleg. lib. i-iii* II 75 (κατὰ τέχνας τεχνικά δημιουργήματα); *De gigant.* I 2: ... καὶ τὰ τεχνικά μέντοι καὶ ἐπιστημονικά καὶ ἀγαθὰ καὶ καλὰ ὄντα ὀλίγα τὴν τῶν ἀτέχνων καὶ ἀνεπιστημόνων καὶ ἀδίκων καὶ συνόλως φαύλων...

16 Platon, *Leges* 889a: *Ἔοικε, φασίν, τὰ μὲν μέγιστα αὐτῶν καὶ κάλλιστα ἀπεργάζεσθαι φύσιν καὶ τύχην, τὰ δὲ σμικρότερα τέχνην, ἣν δὴ παρὰ φύσεως λαμβάνουσαν τὴν τῶν μεγάλων καὶ πρώτων γένεσιν ἔργων, πλάττειν καὶ τεκταίνεσθαι πάντα τὰ σμικρότερα, & δὴ τεχνικά πάντες προσαγορευόμεν; Albinus, *Epitome doctrinae Platonicae sive didascalikós* IX 2: Ὅυτε γὰρ τοῖς πλείστοις τῶν ἀπὸ Πλάτωνος ἀρέσκει τῶν τεχνικῶν εἶναι ἰδέας, ὅλον ἀσπίδος ἢ λύρας, κτλ.; Simplic., *In Aristotelis categorias commentarium* VIII 327-328: ... ἔτι δὲ τὰ μὲν ἐστὶ φυσικά, ὡς τὸ θερμαίνειν, ψύχειν, τὰ δὲ τεχνικά, ὅλον ἰατρεῦειν, τεκταίνειν, καὶ τὰ μὲν πεπερασμένα, ὡς τὰ ἐν ταῖς τέχναις, τὰ δὲ ἀπειρα καὶ ἀκατάπαυστα, ὡς ἐπὶ τῶν θεῶν ποιήσεων καὶ τῶν οὐρανίων, ἐπερ αἰδῖος ὁ κόσμος ἐστίν. Simplic., *In Aristotelis physicorum libros commentaria* IX 260; IX 314 (τὰ δὲ τεχνικά δεῖσθαι τοῦ παραδείγματός φησι). Artefakte als *τεχνικά*: Themist., *In Aristotelis physica paraphrasis* V 2,36; Themist., *In Aristotelis libros de anima paraphrasis* V 3,39: ... τούτων τὰ φυσικά, ὅλον γῆ πῦρ ὕδωρ ἀήρ ... ταῦτα γὰρ τῶν ἄλλων ἀρχαί... ὅλως τὰ τεχνικά συμβεβηκόςτος χώρων ἔχει πρὸς τὰ τῆς φύσεως. Vgl. V 3,95-96. Natürliche in Analogie zu technischer Zweckmäßigkeit: Arist., *Historia animalium* 620b10-11: ἔστι δὲ καὶ ἐν τοῖς θαλαττίοις ζῴοις πολλὰ τεχνικά θεωρῆσαι πρὸς τοὺς ἐκάστων βίους.

17 Diog. Laert., IX 48,16-24 ≈ Demokr. (D. u. K.) 68 A 33 ll. 39-34: Τεχνικά δὲ τάδε: Πρόγνοις, Περί διαίτης ἢ διαιτητικόν, [ΓΗ] Ἱητρικὴ γνώμη, Αἰτίαι περὶ ἀκαριῶν καὶ ἐπικαριῶν, Περί γεωργίας ἢ Γεωμετρικόν, Περί ζωγραφίας, Τακτικόν καὶ Ὀπλομαχικόν. τοσαῦτα καὶ τάδε.

18 Singuläre *artes* im 17. Jahrhundert: WELPER (3. Aufl. 1708); DOPPELMAYR (1719); Singularisierung hier begründet durch methodische Einheit. Plural im Titel der *Encyclopédie*: DIDEROT U. D'ALEMBERT (Hsgg.) (1751-1772).

19 Cn. Naevius ap. Varr., *De Ling. Lat.* VII 107: ... ut apud N<a>evium ... in T[h]echnico ...; Quint., *Inst. Orat.* II 13,15: ... interim nolo se iuvenes satis instructos si quem ex iis qui breues plerumque circumferuntur artis libellum edidicerint et uelut decretis technicorum tuos putent. Multo labore, adsiduo studio, uaria exercitatione, plurimis experimentis, altissima prudentia, praesentissimo consilio constat ars dicendi. *τέχνη* als vom Tun verschiedenes Wissen: LÖBL (1997) 210-212.

20 SCHMUTZER (1994) 1-25.

Technik als Vorgehen. Ein Musiker hat eine *Technik*, bestimmte berufliche Spezialisten beschäftigen sich mit *Technik*. Im Singular bezeichnet *Technologie* oft die Lehre von der Gesamtheit aller Verfahren zur Verwandlung von Rohmaterialien in Endprodukte; in diesem Sinne fällt *Technik* mit dem Begriff für die materielle Zivilisation zusammen, *Technologie* mit der Wissenschaft davon. Als ausgezeichnete(r) Zweig der Technik, als *high-tech*, gelten so heterogene Dinge wie Elektronik, Laser- und Informationstechnologie sowie Gentechnik²¹. Man verwendet *Technik* als Allgemeinbegriff wie als Spezifikum offenbar deswegen, weil man voraussetzt, daß zweckgerichtetes Tun irgendwie technisierbar, durch Regelmitteilung und Übung anleitbar ist, andererseits solche Handlungsanleitung zu beruflicher Spezialisierung führt oder von dieser begleitet ist; man verwendet Technik als Begriff für ein Handeln wie für Produkte deswegen, weil man annimmt, daß diese Produkte zwar ihrerseits Werkzeuge und Ausgangsstoffe weiterer Arbeit sein können, aber auch unabhängig davon gehandelt und ausgetauscht werden können. Abstrakt kann es daher scheinen, als sei *Technik* ein Begriff für Zweckrationalität schlechthin²², insbesondere für eine durch ökonomische Zwecksetzungen finalisierte instrumentelle Vernunft. Mit deren Zwecken und gemessen an den Kosten verliert *Technik* so zugleich oft ihre Legitimität, wird als Methode widernatürlicher Bedürfnisbefriedigung und -durchsetzung betrachtet, der es entgegenzutreten gilt.

Technik und *Technologie* bezeichnen also Verschiedenes. Diese Vieldeutigkeit teilen die Begriffe aber mit ihren griechischen Wurzeln: *τέχνη* heißt sowohl ein geübtes, regelgerechtes, kunstmäßiges Vorgehen, wie auch dessen Produkt; *τέχνη* bezeichnet einen zweckmäßig eingesetzten Trick, in vielen Verträgen verbotene Versuche ihrer Übertretung. Deutlich tritt im Griechischen aber der versachlichte Gebrauch des Wortes *τέχνη* gegenüber dem auf Handlungen bezogenen zurück²³. Darin verhält sich die Moderne anders: Eines ihrer Kennzeichen ist der rapide Ersatz handlungsbezogener Anleitung durch in Gegenständen sich objektivierendes Wissen, das Herausfallen der Rhetorik aus dem höheren Wissenskanon und die Teilung ihrer auf die Herstellung und Sicherung von Zustimmung gerichteten Funktion in spezialisierte, produktionsorientiert arbeitende Wissenschaftsdisziplinen (z.B. Betriebswirtschaft, Didaktik)²⁴.

Technik und *Technologie* lassen sich daher nicht einfach durch eine Liste antiker Termini als Gegenstand bezeichnen. Die Technikgeschichte der Antike beschreibt als *Technik* in der Regel die materiellen Mittel zur Befriedigung materieller und immaterieller Bedürfnisse (Ernährung, Kleidung, Behausung, Gesundheit, Unterhaltung) sowie die Methoden zur Herstellung solcher Mittel²⁵. Die mit diesen Methoden verbundenen Einstellungen, Haltungen,

21 Vgl. WAHRIG (1985) s.vv. *Technik, Techniker, technisch, Technologie*; G.DROSDOWSKI u.a. (²⁰1991) 708.

22 WEBER (1922, 1985) 32f.

23 Vergegenständlicht: z.B. Soph., *Oedip. Col.* 472f.: *Κρατήρες εἰσιν, ἀνδρὸς εὐχειροῦς τέχνη*... Illegitimer Weg der Interessendurchsetzung (IG I³ 40): *κατὰ ταῖδε Χαλκιδέας δμῶσαι· οὐκ ἀπο[σ]τέσσομαι ἀπὸ τοῦ [δ]έμοιο τὸ 'Αθηναίων οὐτε τε[χ]νῶν οὐτε μηχανῶν οὐδεμιᾶ οὐδ' ἔπει οὐδὲ ἔργου οὐδὲ τοῦ ἀφισταμένου πείσσομαι, κτλ.* Vgl. LIDDELL U. SCOTT U. JONES U. MCKENZIE (⁹1940 erw. ND 1996) 1784-1786. *πάση τέχνη καὶ μηχανῶν* als *mit allen erdenklichen Mitteln* in adhortativem oder dissuasivem Kontext (Xenoph. *Anab.* IV 5,16; VII 2,8; vgl. Thuc. V 18,4: *μήτε τέχνη μήτε μηχανῶν μηδεμιᾶ*).

24 SCHMUTZER (1994) 10. Vgl. HABERMAS (⁵1979).

25 SCHNEIDER (1992) 1-30, insbes. 3. ROPOHL (1976), (1979), (1988) folgend zählt Schneider zur Technik künstliche Gegenstände, deren Herstellung und deren Verwendung, ebda.

Verhaltensweisen und Anschauungen werden ebenfalls im Rahmen der Technikgeschichte beschrieben²⁶.

Eines der Motive für die Beschäftigung mit den technischen Zivilisationen der Antike und mit antiken Einstellungen zur technischen Zivilisation ist das Interesse an einem Urteil über die technische Innovativität der antiken Gesellschaften. Nachdem seit der Renaissance antike Erfindungen und Entwicklungen noch zu ganz unmittelbar praktischen Zwecken studiert wurden, also als Leitfaden zu eigener Fertigung, distanzierte sich das 18. Jahrhundert von der Antike als Vorbild: Der Ökonom J. Beckmann stellte in der Moderne Erfindungen erstmals geschichtlich dar, formulierte aber zugleich auch einen ersten *Entwurf der allgemeinen Technologie*²⁷; in dem Moment, in dem sich das moderne Bewußtsein der großen Entfernung seiner technischen Zivilisation von der als Vorbild abhanden kommenden Antike bewußt wird, beginnt es, sich kompensatorisch der Kontinuität zwischen antiker, moderner und künftiger Technik als Geschichte zu vergewissern²⁸.

Die Einheit in allen diese Fortschrittsgeschichte durchziehenden zivilisatorischen Brüchen konnte in der sich akkumulierenden Erfahrung und dem sich verbessernden Wissen des Menschengeschlechts als eines Kollektivsubjektes gesehen werden, sofern Erfindungen als Betätigungen subjektiver Spontaneität und Kreativität angesehen wurden²⁹. Eine materialistische Soziologie der Technik, die die erfinderische Spontaneität des kreativen Geistes bestreitet, mußte dagegen die unendliche Rückständigkeit der Antike gegenüber der modernen Maschinenwelt betonen, die mit einem zuvor ungekannten Maß an Arbeitsteilung auch ein zuvor ungekanntes Maß an Unmenschlichkeit und Ausbeutung in den Arbeitsprozeß gebracht habe; die marxistische Interpretation des Verhältnisses zwischen der modernen Welt der Industrie und der antiken Technik betont den Unterschied, die Distanz, die zwischen einer durch Kapitalakkumulation, Arbeitsteilung und Ersatz menschlicher Arbeit durch Maschinen geprägten Welt der Moderne und allen früheren Epochen bestehe³⁰.

Die lang dauernde wissenschaftliche *querelle* über die Frage, ob die Antike technischen Fortschritt erlebte; ob sie sich, wenn sie ihn erlebte, seiner bewußt war; ob sie ihn, wenn sie sich seiner bewußt war, positiv oder negativ bewertete und warum sie ggf. durch einen solchen Fortschritt nicht gekennzeichnet war, hängt also eng damit zusammen, in welchem

26 SCHNEIDER (1989); GARA (1994); TRAINA (1994).

27 LENK (1982) 14f.; SCHNEIDER (1989) 17. BECKMANN verfaßte seine *Anleitung zur Technologie* nicht für Mechaniker, sondern künftige Staatsbeamte zur Orientierung, TROITZSCH U. WOHLAUF (1980) 45-56.

28 CONDORCET (1976) 207-222 [voll. 1793, hsg. 1795] behandelt die Geschichte der Menschengattung als Geschichte ihrer moralischen, wissenschaftlichen und zivilisatorischen Vervollkommnung; darin eingebettet ist die Entwicklung der Techniken, von denen künftig eine immer höhere Produktivität erwartet wird. Vgl. auch FERRARI (1984) 296.

29 Charakteristisch für eine idealistische Interpretation der Technikgeschichte: HEGEL (1961 ND 1980) 342-361. Hegel schreibt in seinen geschichtsphilosophischen Vorlesungen aus den 20er Jahren des 19. Jhdts den Griechen die Erfindung technischer Naturbeherrschung zu. Diese tritt in die Welt als "*Gestaltung der schönen Individualität*", also als Wirkung geistiger Kreativität. Zum Rückbezug auf die Antike in Wissenschaft und Technik während der Renaissance ders., ebda. 549-552. HEGEL muß, um die Geschichte von Wissenschaft und Technik als notwendiges Kontinuum zu erzählen, dem Geist die Fähigkeit zuschreiben, technische Erfindungen genau dann zu machen, wenn er sie braucht: "... *das Technische findet sich ein, wenn das Bedürfnis vorhanden ist*" (ebda. 552).

30 Vgl. MARX (1978) 120-137. Industrielle Maschinerie als Ursache rapider Arbeitsteilung: MARX (1971) 402-406; nach MARX besteht eine Dialektik von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen, nicht eine eindeutige Determination der gesellschaftlichen Verhältnisse durch die technische Entwicklung.

Maße und in welcher Weise materialisiert man *Technik* versteht. Die Fassung des Problems der Fortschrittlichkeit oder Rückständigkeit antiker Gesellschaften und Zivilisationen ist dabei mit den Antinomien und Paralogismen verbunden, die die Kontroverse zwischen Materialismus und Idealismus begleiten: Der Idealist muß annehmen, daß dem erfindenden Geist alles möglich sei, doch er kann nicht erklären, warum dieser Zeit dafür braucht und unter bestimmten - auch materiellen - Umständen bestimmte Technologien realisiert; der Materialist muß dagegen voraussetzen, daß Entwicklungen, Erfindungen und Entdeckungen nicht spontan, sondern als Wirkungen politisch-ökonomischer Verhältnisse in die Tat umgesetzt werden, doch er kann nicht erklären, warum unter ähnlichen Verhältnissen verschiedene und unter verschiedenen Verhältnissen ähnliche Techniken erfunden, entwickelt und verwendet werden³¹.

Die Technikgeschichtsschreibung tendiert, um den angedeuteten Ausweglosigkeiten zu entgehen, seit etwa 25 Jahren zu einer Sicht der technischen Entwicklung, die weniger die einzelne originäre Erfindung als ihren wirtschaftssystematischen Zusammenhang als Ursache technischer Veränderung ansieht; manche Veränderungen im Produktionsprozeß werden gar nicht in die Tat umgesetzt auf dem Wege der Planung von der Idee über Projekt und Plan zur Umsetzung, sondern durch unmerkliche, allenfalls nachträglich bewußte Modifikationen handwerklicher Methoden³². Zwar erschöpft sich die Geschichte technischer Innovationen nicht in Erfindungsgeschichte, doch abstrahiert andererseits der ökonomische oder soziologische Determinismus von einem Charakteristikum der *Technik*: Nach allgemeinem Sprachge-

31 GILLE und PAULINYI folgend, vgl. SCHNEIDER (1992) 12-16, bedient man sich zuweilen des Begriffes des *technischen Systems*; man setzt voraus, daß die Techniken einzelner Produktionsbereiche voneinander abhängig und als Wechselwirkungssystem miteinander verbunden sind; Technikgeschichte erscheint dann als Abfolge technischer Systeme. Ein solches Modell stellt Epochen der Zivilisationsgeschichte dar und erklärt technische Entwicklungen, indem es sie auf andere Entwicklungen und schließlich die Abfolge technischer Systeme zurückführt, kann aber so nur schwer beispielsweise das Nebeneinander hochentwickelter nuklearen Waffentechnik, einer weniger entwickelten zivilen Nukleartechnik, eines leistungsschwachen Transportwesens und einer wenig mechanisierten Landwirtschaft in der ehemaligen Sowjetunion erklären. Darüber hinaus wird der Begriff des *technischen Systems* mehrdeutig gebraucht. Als Grundbegriff der Zivilisationsgeschichte bezeichnet er Wissen, Können und Tun zu bestimmten Zeiten in bestimmten Bereichen; daneben aber untersucht man als sog. *große technische Systeme*, BRAUN u. JOERGES (1994), großräumige dauerhafte Infrastrukturgebilde (Telephon- und Eisenbahnnetz, Weltraumprogramme), die mit einer Technologie auch bestimmte Organisationsformen bedingen, und deren fehlerloses Funktionieren für die Gesellschaft vitale Bedeutung hat. Solche Systeme stehen zwar möglicherweise in Wechselwirkung untereinander, doch werden derartige Systeme gerade nicht fortlaufend abgelöst und ersetzt durch funktionale Äquivalente: Es gab Versorgungsnetze, für die es in späterer Zeit kein Äquivalent gab (römisches Straßennetz, Wasserversorgung). *System* meint in diesem Zusammenhang ein langlebiges Aggregat aus Geräten, Handlungs- und Sachwissen sowie Organisationsstrukturen, die in der Regel bestimmter politischer Voraussetzungen bedürfen (amerikanisches Weltraumprogramm - amerikanisch-sowjetische Bipolarität). Während der zivilisationsgeschichtliche Begriff des *technischen Systems* alle Techniken jeweils auf fundamentale Produktionsstrukturen bezieht, verwendet die Theorie technischer Netzwerke einen Begriff des technischen Systems, der auch einzelne große Institutionen unabhängig von ihrem Verhältnis zu fundamentalen Produktionsstrukturen bezeichnet.

32 Vgl. SCHNEIDER (1992) 3-5: Nachzeichnung der Kritik an einer am Leitfaden der Erfindungsgeschichte orientierten Geschichte der Technik. Schneider verweist auf das Phänomen der Mehrfacherfindung als Beleg für den Einfluß sozialer Faktoren und des Standes der Technik auf deren Neuerungen (ders., ebda. 5). Es war bezeichnenderweise ein Text zum Wert einer Technik, der in der deutschen Geistesgeschichte besonderen Einfluß auf die literarische Ausbildung des Geniegedankens gespielt hat: GOETHE'S *Von deutscher Baukunst*, SCHMIDT (1985) 193ff.

brauch besteht Technik nicht in erster Linie in handwerklichen Herstellungsweisen. Von technischen Verfahren erwartet man im Unterschied zu handwerklichem Vorgehen vielmehr, daß sie sich prinzipiell als von den Herstellungspraktiken abgelöstes Wissen formulieren lassen. Die Kritik der Sokratiker Aristoteles und Platon am sophistischen Unterricht betonte zwar gegen die Lehre der Sophistik, daß jede praktische Lehre praktischer Erfahrung und Urteilsfähigkeit bedürfe, bestreitet den Sophisten jedoch nicht, daß *τέχνη* prinzipiell als Regelwissen, also theoretisch formuliert und mitgeteilt werden könne. Das Vermögen zur Angabe von Gründen und Ursachen zeichnet vielmehr den, der es besitzt, vor dem weniger bewußt sein Metier Praktizierenden aus, weil jener besser dazu in der Lage sei, sein Fach zu lehren, weil seine Lehre nicht allein auf Imitation, auf der Einsicht in Gründe und Ursachen, also Regelwissen, beruhe³³. *Technik* meint etwas anderes, wenn als *Technik* jede Form der Produktion beschrieben wird, einschließlich des Handwerks; im allgemeinen bedient man sich aber des Kriteriums der als Regel- und ggf. Herrschaftswissen von der unmittelbaren Praxis ablösbarer Gehalte, um *Technik* zu bestimmen. Zunächst ist festzuhalten, daß der Sprachgebrauch der modernen Technikgeschichte dem Gebrauch der Wörter *τέχνη* im Griechischen und *ars* im Lateinischen entspricht, nicht immer jedoch dem Begriff, den die antike philosophische Tradition sich von technischem Vorgehen machte³⁴. Zu diesem Begriff gehört, daß den Techniker gegenüber dem Handwerker sein Wissen auszeichne, und daß es eine soziale bzw. funktionale Überordnung des Technikers über den Handwerker gibt, daß also unter den Produzenten horizontale und vertikale Differenzierungen im Sinne der Arbeitsteilung bestehen, wobei den vertikalen auch Unterschiede nach dem Grad der Abstraktion und der Literarisierung der Disziplinen entsprechen³⁵.

33 Aristoteles definiert *τέχνη* als Vermögen der Hervorbringung und als rationale Betätigung; mißlingender Technik spricht er nicht Rationalität, sondern Richtigkeit ab, Arist., *EN* 1140a20-23. Zusammenhang von *Technik* und Erfahrung, Erfahrungsmangel bedingt Heteronomie (*τύχη*): *Metaph.* 981a3-b10. Kraft des Erfahrungswissens bemächtigt sich der Mensch seines Schicksals: *τέχνη* bedarf des Vergleiches vieler Erfahrungen und ihrer Subsumption unter eine Regel. Praktische Urteilsfähigkeit ist erfahrungsabhängig: Theoriekenntnis ohne Erfahrung ist atheoretischer Erfahrung unterlegen. Die Leistung der Theorie besteht in Ursachenkenntnis. Ursachenkenntnis und Fähigkeit zur Mitteilung praktischer Regeln und damit zu Lehre und Organisation der Arbeit unterscheidet nach Aristoteles den leitenden Techniker vom ausführenden Handwerker: Paradigma des Architekten (981a30-b6). Den *Techniker* unterscheidet nach Aristoteles also vom Handwerker eine höhere Bewußtseinsstufe und größere Befähigung zur Lehre (981b7-10). Ähnlich Platon, der den bildenden Künsten im *Gorgias* Sprachlichkeit und Theoriefähigkeit aber noch abspricht (450a-451a); Plat., *Phaedr.* 260e4-5 und 270b5-6 unterscheidet *τέχνη* und auf unbegrifflicher Erfahrung beruhende *ἀτεχνος τριβή*. Wie Aristoteles bestreitet Platon die Möglichkeit rein buchmäßiger praktischer Lehre: Es komme nicht allein auf die Erlernung von Methoden an, sondern auch auf die Beurteilung der Umstände ihrer Anwendung, die jedoch nicht theoretisch zu vermitteln sei (*Phaedr.* 268a-d). Platon wie Aristoteles betrachten als *Technik* also nur, was sein Vorgehen als praktische Erfahrung wie als Regelwissen lehren kann; dieses muß abstrakt mitteilbar sein. Als Paradigma für *Technik* gelten Architektur und Medizin. Vgl. LENK (1982) 16.

34 Erfindungsreichtum und Intellektualität als Eigenschaften des Handwerkers im griechischen Mythos: FRONTISI-DUCROUX (1992/93) 93-105; (1975).

35 Arist., *EN* 1094a1-16; vgl. Bestimmung des höchsten Gutes durch Eudoxos von Knidos, Arist. *EN* 1172b12-15. Die sokratische Präzisierung des Begriffes der *τέχνη* erfolgte auch zu Zwecken der Sophistenkritik: Der Sophist gibt vor, *εὐδαιμονία* und *ἀρετή* durch Mitteilung der Technik wirkungsvollen Redens zu vermitteln. Er kann aber nicht sagen, ob seine Begriffe für Geltungsansprüche, Normen und Werte mehr sind als Funktionen eines Partikularinteresses, und ob es das Produkt, für das seine Schüler zahlen, überhaupt gibt. Wenn das gute Leben, so die Sokratiker, als Technik lehrbar ist, dann nicht durch Vor-

Aristoteles' Betrachtung über Hierarchien von Zwecken und Mitteln legt den Grund zu einer Ethik als Güterlehre. Zu den Formen, in denen menschliches Verhalten nach Gütern strebt, und die Aristoteles daher wiederholt als Muster heranzieht, gehört ihre Produktion, die *ποίησις*; Güter können materielle Gegenstände sein oder flüchtige Erlebnisse. *τέχνη* ist Produktion, Produktion ist die Schaffung von Gegenständen, und zwar so, daß deren Entstehung nicht ohne die willentliche Tätigkeit des Produzenten erklärt werden kann³⁶; Technik erlaubt, was ohne sie gemäß der Natur der Dinge nicht geht, sie bildet gleichsam eine zweite Natur analog zur ersten, die den Zwecken des Menschen, nicht natürlicher Teleologie, zur Verwirklichung verhilft. Ihre Produkte werden ausgetauscht bzw. auf dem Markt verkauft, wobei sich im Verhältnis der verschiedenen Preise das Verhältnis der Bedürfnisse (*χρεία*) ausdrückt³⁷. Die Regeln, nach denen Technik Zwecke mit Mitteln verbindet, sind Regeln der Zweckmäßigkeit; handwerkliches Vorgehen besitzt Rationalität, seine *ratio* kann mitgeteilt und gelehrt werden³⁸. Techniken entwickeln sich darum³⁹, Akkumulation von

lesungen und Mitteilung von Regelwissen, denn auch im Handwerk gilt: Das Urteil darüber, ob eine Regel in einer Situation anzuwenden sei, ist nicht wiederum Sache der Anwendung einer weiteren Regel, sondern einer durch Erfahrung gebildeten Urteilskraft.

36 Vgl. Arist., *EN* 1140a1-23. Das Gegenteil der Herstellung, den Naturprozeß, bestimmt Aristoteles als Prozeß, der das Prinzip der Veränderung in sich selbst statt einem externen Handwerker trägt, in *Phys.* 192b8-194b15.

37 Arist., *EN* 1132b21-1133b28.

38 Arist., *EN* 1140a1-18; *Metaph.* 981a20-981b10.

39 Arist., *Pol.* 1268b22-1269b19. Dazu EDELSTEIN (1967b) 118-122: Fortschritt werde in den Techniken oft als Positivum, in der Politik als weder grundsätzlich negativ noch positiv bewertet. Edelsteins posthumes Werk ist unabgeschlossen; es betrachtet die klassische und frühhellenistische Zeit. EDELSTEIN (1967a) 402-408 kritisiert eine rein statische Sicht der wissenschaftlich-technischen Zivilisation der Antike; antiker Naturwissenschaft sei experimentelles Vorgehen nicht abzuspüren. Edelstein bestreitet die These einer grundsätzlichen Trennung theoretischer und praktischer Disziplinen in der Antike und weist nach, daß die antiken theoretischen Wissenschaften den Kontakt zur technischen Zivilisation nicht abreißen ließen, ebda. 408-414. Er urteilt aber, nach einer produktiven Phase griechischer Forschung habe die literarische Kanonisierung des Wissens zu seiner Erstarrung und Unfruchtbarkeit geführt. Ohne den Kontakt zwischen Wissenschaft und Handwerk zu leugnen bestreitet EDELSTEIN dem Handwerk einen entscheidenden Einfluß auf die Herausbildung der griechischen Wissenschaft, gegen FARRINGTON (1949 ND 1963), FARRINGTON (1939), FARRINGTON (1947). Vgl. COHEN u. DRABKIN (1958). Die Urteile über das Verhältnis antiker Wissenschaft zur Praxis beruhen auf nicht allgemein geteilten Voraussetzungen über Wissenschaft und Technik der Moderne. Während EDELSTEIN und FARRINGTON eine Praxisorientierung antiker Wissenschaft als Stärke anerkennen, sieht HEIBERG (1925) 67-73 im Überwiegen des Praktischen in der antiken Mechanik - außer bei Hipparchos - eine Schwäche. Zur These der Sterilisierung antiker Wissenschaft durch literarische Tradition vgl. DIHLE (1980): Plinius vermennt originäre Beobachtungsdaten und tradierte falsche geographische Anschauungen. DIHLE (1989) 295ff.; 510ff.: Blüte der antiken Wissenschaften in hellenistischer Zeit durch königliche Förderung, Rückgang des Forschungs- und Innovationsdranges in der römischen Kaiserzeit gegenüber der Bewahrung des Tradierten. Zum Fortschrittsgedanken: EDELSTEIN (1965): Edelstein unterscheidet die theoretischen und technische Disziplinen nach ihrer Fortschrittlichkeit. EDELSTEIN (1967b) schreibt den Technikern im Unterschied zu den Theoretikern besondere Orientierung am Fortschrittsgedanken zu, vgl. auch EDELSTEIN (1963): Frühe griechische Wissenschaft sei isolierte theoretische Ursachenforschung; Vorgänger in der Forschung wurden nur als Vertreter falscher Meinung behandelt; PLATO und ARISTOTELES kennen den kollegialen, gemeinsamer Fortschritte bewußten Forscher, der - auch praktisches - Regelwissen formuliert (nach Arist., *Metaph.* 981a7ff.). Die Stoiker bemerkten die Kreativität der Forschung (Begriff der *altera natura*, Cic., *De nat. deorum* II 60,152). Theoretische Möglichkeiten wurden jedoch technisch in der Antike nicht völlig ausgeschöpft, vgl. REHM 135ff.). Ursachen

Wissen schließt Lücken und verwirklicht Verbesserungen. Aristoteles entwickelt eine eminent literarische Vorstellung vom Fortschritt: Die Gliederung liegt vor, der Fortschritt führt sie aus⁴⁰.

Diese Vorstellung von einem durch die Möglichkeit literarischer Wissensakkumulation natürlich bewegten Fortschritt durchzieht die antike Techniktheorie bis in die schulmäßigen Definitionen der *Technik*: *τέχνη* ist ein System von Regeln⁴¹, deren Anwendung eingeübt wird und die sich auf ein für das Leben nützliches Ziel richten; im engeren Sinne praktische Techniken sind die produzierenden Gewerbe im Unterschied zu den Handwerken des Wortes (Grammatik, Philosophie, Rhetorik)⁴². Vorausgesetzt wird, daß Technik grundsätzlich ei-

dafür nach EDELSTEIN (1965) u. (1963): (1) Der antike Empirismus (Empirikerschule) beschränkte die Möglichkeit rationaler Naturerkenntnis; (2) antike Wissenschaft habe vor allem theoretische, nicht angewandte Forschung betrieben, sie hätte sich nicht von der Philosophie emanzipiert, während die Technik in der Hand konservativer Handwerker geblieben sei; (3) die antike Mentalität habe natürliche Grenzen menschlichen Handelns anerkannt; dem antiken Forscherethos (vgl. Erasistratos über Übung und Training, Galen, *De consuet.* 1 p. 2; 1 p. 12-14) sei Anerkennung nur ausnahmsweise zuteil geworden.

40 *Es scheint in der Macht jedes beliebigen zu liegen, das fortzuführen und im Detail auszufüllen, dessen Grundgliederung gut gemacht ist, und die Zeit selbst wirkt darin als Erfinder oder guter Helfer; so kommen auch die Fortschritte der Techniken zustande; jeder kann nämlich das im einzelnen Fehlende nachtragen*, Arist., *EN* 1098a21-26. Ähnlich Philon über den Fortschritt der Geschützbaukunst: Philon, *Belop.* 1ff. (50-51 W). Mit den aufgeführten Elementen des Begriffes der *Technik* - Innovativität, Produktion nach Regeln der Zweckmäßigkeit, Methodizität, Kommunikation, Vermarktung, Erfahrung, kontinuierliche Verbesserung - wurde bestimmt, was gemeinhin im Altertum als Kennzeichen technischen Vorgehens in Medizin, Architektur, Weberei, Gesang, Tanz, Militärtechnik, Rhetorik usw. angesehen wurde: im Diktum über Neuheiten in den *τέχναι*, den Korinthern auf der Versammlung von Sparta 432/431 durch Thukydides zugeschrieben (Thuc. I 71,3), in den Romanen von Achilleus Tatios und Longos, die sexuelles Handeln als technisches Vorgehen begreifen [TESKE (1991); dazu MEISSNER (1993b)] und in der Persiflage Lukians über Schmarotzer als *τέχνη* [Lucian., *De parasito*, dazu NESSELRATH (1985)].

41 Die Deutung technischen Wissens als Regelsystem führt zu einem ambivalenten Verhältnis zum Phänomen der Veränderung, das dem modernen Betrachter als Fortschrittsfeindlichkeit erscheinen kann. Ein Beispiel dafür ist die Isokrates' Kritik an der technischen Methode (Isocr., *In Soph.* XIII 12-13), die nicht eine antitechnische Einstellung, sondern eine bestimmte Form der rhetorischen Ausbildung begründen will; Isokrates setzt voraus, daß die Technik ein Regelsystem für produktive Tätigkeit sei. Von einem System erwartet er, daß es unveränderlich sei. Dann stellt sich das Applikationsdilemma: Wenn Regeln unveränderlich in der Zeit sind, die Situationen ihrer Anwendung aber je verschiedene sind, kann die Anwendung der Regeln selbst nicht nach Regeln geschehen. Isokrates kritisiert, daß nach einer solchen Auffassung der Technik als abgeschlossenes Regelsystem kein Raum für neue Erfindung (*εὐρίσκειν*) bestehe. Er beharrt aber auf einer handwerklichen Deutung des *πρῶγμα ποιητικόν*: Der bestmögliche Rhetor ist der *τεχνικώτατος*. *τέχνη* kann als Paradigma für die Bildungsleistung der Rhetorik nach Isokrates' Auffassung nicht allein als Applikation von Regeln verstanden werden, weil sie der Kreativität bedarf. Vgl. FUHRMANN (1960); KNELL (²1991). Methodenbegriff der *τέχνη* als systematische Lehre: WILMS (1995).

42 Charakteristisch [Supplementa artis Dionysianae vetusta ed. G.Uhlig, *Grammatici Graeci* I 1, Leipzig (1883) ND Hildesheim (1965) 115-117]: *Τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐκ καταλήψεων ἐγγεγυμνασμένων πρὸς τι τέλος εἰρηστων τῶν ἐν τῷ βίῳ. τῶν δὲ τεχνῶν διαφοραὶ εἰσι δύο. αἱ μὲν γὰρ αὐτῶν εἰσι λογικαί, αἱ δὲ πρακτικαί. καὶ λογικαὶ μὲν εἰσι ὅλον γραμματικὴ, ῥητορικὴ, φιλοσοφικὴ· πρακτικαὶ δὲ ὅλον τεκτονικὴ, χαλκευτικὴ καὶ αἱ τοῦτοις παραπλήσιοι. Feiner differenziert der Sophist Troilos von Side, um in Abgrenzung von überflüssigen Scheintechniken die Aufgaben der Redekunst zu bestimmen: Troilus Soph., *Proleg. in Hermog. art. rhet.* ed. C.Walz, *Rhetores Graeci* VI, Stuttgart (1834) ND Osnabrück (1968) 42-55, bes. 43-48. Ähnliche schulmäßige *τέχνη*-Definitionen: [Galen.], *Defin. med.* XIX 350f.: *η' Τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐγκαταλήψεων συγγεγυμνασμένων πρὸς τι τέλος εἰρηστων τῶν ἐν τῷ βίῳ. ἢ ὁτως. τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐγκαταλήψεων συγγεγυμνασμένων ἐφ' ἔν τελος τὴν ἀναφορὰν ἔχοντων*; anschließend abweichende hippo-*

nen Nutzen für das Leben abwerfen müsse⁴³; dies zeichnet also nicht die mechanische Technik vor anderen aus⁴⁴. Nutzen, Lehrbarkeit und Fortschrittlichkeit gelten als Eigenschaften von *Techniken*, die die *τέχνη* zum methodischen Modell für Wissenschaften überhaupt werden ließen⁴⁵. Man erwartete also im 5. und 4. Jhd. v.Chr. von einer Reihe von Wissen kontinuierlich akkumulierenden Disziplinen eine fortschrittliche Entwicklung. Daher ist es erstaunlich, daß moderne Darstellungen der antiken Technik dieser teilweise die Fortschrittlichkeit absprachen⁴⁶.

In der Moderne ist ein wichtiges Kennzeichen der Industrietechnik der Ersatz menschlicher - manueller oder geistiger - Arbeitskraft als Produktionsfaktor durch Kapital, Energie und Maschinen, um einen knappen teuren Produktionsfaktor durch billigere zu ersetzen. Da dies in gleicher Weise in der Antike nicht geschah, haben moderne Analytiker den Schluß gezogen, daß einsparbare Produktionsfaktoren wie Arbeit in der Antike nicht knapp und teuer gewesen sind, oder daß der Wunsch nach einer Verbilligung der Produktion gar nicht bestand. Im ersten Fall betrachtete man die Verfügbarkeit von Sklaven oder freien Arbeitskräften als Ursache einer Stagnation, im zweiten grundsätzliche Grenzen der antiken Wirtschaftsmentalität, die die Rationalisierung der Produktion nicht als Anliegen privaten oder staatlichen Handelns begriffen habe⁴⁷.

Diejenigen modernen Arbeiten, die mit Marx die Antike als geprägt durch die Produktionsverhältnisse der Sklaverei ansahen, nahm in der Regel an, eine unbegrenzte Verfügbarkeit menschlicher Arbeitskraft habe den Bedarf nach Mechanisierung und Automatisierung gar nicht entstehen lassen. Aristoteles' Äußerung, nur wenn materielle Werkzeuge intelligent genug würden, ihre Arbeit selbsttätig zu verrichten, brauche man keine Sklaven mehr⁴⁸ deutete man als Ausdruck eines Sklaverei erfordernden und komplexe Maschinen

kratische Definitionen; schulmäßig wurde die *τέχνη*-Definition daher erst später. Vgl. auch Syrian., Sopat. u. Marcellin., *Schol. ad Hermog. Stat.* ed. C. Walz, *Rhetores graeci* IV, Stuttgart (1834) ND Osnabrück (1968) 53; Lucian., *De paras.* 4. *τέχνη*-Definition als *κοινὸς λόγος*: Sext. Empir., *Adv. mathem.* VII 109. Schulmäßige *τέχνη*-Definition wohl auf die Erkenntnislehre Chrysisps (3. Jhd. v.Chr.) und Zenons von Kitition (4. Jhd. v.Chr.) zurückgehend, *SVF* II fr. 93-98; Olympiod., *In Plat. Gorg. Comment.* 12,1.

43 [Galen.], *De remed. parab.* XIV 311-313; *Introd. seu medic.* XIV 685 *τέχνη γάρ ἐστι σύστημα ἐγκαταλήψεων καὶ διανοιών, ποιὸν τε καὶ ποσὸν συγγεγυμνασμένον, πρὸς τι τέλος νευροσῶν χρήσιμον τῷ βίῳ*; *De opt. secta ad Thrasyb.* I 107 (*καθ' ὅσον δὲ πρὸς τι τέλος συντείνει εἰς τὸν βίον φέρον, δεῖ ἕκαστον τῶν θεωρημάτων χρήσιμον εἶναι καὶ ἀναγκαῖον*).

44 So aber SCHÜRMAN (1991) pass. Vgl. Heron, *Pneum.* I pr.; *Dioptr.* 2: *Ὅτι δὲ πολλὰς παρέχεται τῷ βίῳ χρείας ἢ πραγματεῖα, δι' ὀλίγων ἐστὶν ἐμφανίσαι*. Vgl. *Geom.* 1,1 über den Nutzen der Geometrie.

45 Zur Rolle der Technik als Modell in der Geschichte der antiken Philosophie ISNARDI PARENTE (1966).

46 Literaturbericht: OLESON (1986).

47 Vgl. HODGES (1970 ND 1996) 177f.: Außer in der Glasindustrie sei in hellenistisch-römischer Zeit kein neuer Rohstoff der Bearbeitung zugeführt worden; fehlende Innovativität habe drei Ursachen gehabt, die Sklaverei, die Verfügbarkeit freier Arbeitskraft in der Kaiserzeit, die durch Mechanisierung verelendet wäre, und inkompetente Besitzer und Manager, die keine innovativen Organisations- und Produktionsmethoden anwandten; die antike Philosophie habe für die Ausprägung einer Mentalität konservativer Bürokraten gesorgt. Skepsis gegenüber Fortschrittlichkeit und Leistungskraft antiker Technik auch z.B.: REECE (1969); MAZZA (1970); KOYRÉ (1967). DESCARTES (1637) 10 setzt voraus, daß es Zweck mathematisch angeleiteter *arts* sei, *diminuer le travail des hommes*; über wiss.-techn. Fortschritt durch Herstellung von Öffentlichkeit und Kooperation ebd. 98-106.

48 Arist., *Pol.* 1253b33-1254a1; Krates ap. Athen. VI 267e-268a.

ausschließenden Standes der Entwicklung der Produktivkräfte. Auch solche marxistischen Arbeiten, die statt der Sklaverei die Ausbeutung des unabhängigen Kleinproduzenten durch eine landbesitzende Oberschicht in den Vordergrund stellen, halten daran fest, daß ein bestimmter technischer Stand der Produktion die Entwicklung der antiken Gesellschaften begrenzte⁴⁹: Technikgeschichte hat in diesem historisch-materialistischen Kontext den Entwicklungsstand der Produktivkräfte als einen notwendig eingetretenen zu erklären.

Kritiker solcher Auffassungen bestritten mindestens eine der vorausgesetzten Annahmen, die Verfügbarkeit von Sklavenarbeit oder die mangelnde Innovativität. KIECHLE zeigte, daß technische Entwicklungen zur Einsparung von Arbeitskraft in der Antike (Manufakturorganisation in der Kaiserzeit, Mechanik der Brotteigbereitung) eintraten, obwohl Sklavenarbeitskraft günstig verfügbar war: Zwischen Mechanisierung und Knappheit der Arbeitskraft besteht kein notwendiger Zusammenhang⁵⁰. Die Frage der technischen Entwicklungshöhe antiker Zivilisationen wurde nicht allein unter technischen Aspekten und historisch-materialistischen Voraussetzungen debattiert. In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts war umstritten, inwiefern es in der Antike Volkswirtschaften gab, oder ob nicht der Gegenstand moderner Volkswirtschaftslehre selbst historisch entstanden gedacht werden müsse. MEYER, BELOCH und ROSTOVZEFF setzten voraus, wirtschaftliches und politisches Handeln und Institutionen der Antike ließen sich beschreiben wie modernes Wirtschaften, HEICHELHEIM, BÜCHER, POLANYI, HASEBROEK und FINLEY dagegen sahen die antike Wirtschaft auf einer zu primitiven Entwicklungsstufe als daß volkswirtschaftliche Perspektiven auf sie anzuwenden wären. Ein Argument gegen die Modernität antiken Wirtschaftens liegt im Fehlen einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und in der Beschränkung antiker Wirtschaftsliteratur auf Hauswirtschaft⁵¹; dadurch sei auch der Grad der Rationalität wirtschaftlichen Handelns und Planens beschränkt gewesen. Man erklärt dies als theoretische Folge einer vermeintlichen ökonomischen Tatsache, der geringen Bedeutung über den Einzelhaushalt hinausgehender Austauschbeziehungen. Näher läge es, in dieser Beschränkung der antiken Wirtschaftsliteratur auf die Betriebswirtschaft eine Folge dessen zu sehen, daß die heidnische Antike die Denkfigur einer *List der Vernunft* (Hegel) oder *invisible hand* (Adam Smith), notwendige Ingredienzien politischer Ökonomie, nicht systematisch ausgebildet hat, sondern

49 STE.CROIX (1981). WHITE (1970) bestreitet, daß Knappheit oder Ineffizienz der Sklavenarbeit Anreiz zu technischer Entwicklung geboten hätten.

50 KIECHLE (1969) vermutet in der Mentalität liegende Sperren gegen technischen Fortschritt in der Antike; KIECHLE richtet sich gegen Auffassungen wie die von KOLENDO (1968); Kofendo vermutet, vom 1. zum 2. Jhd. n.Chr. habe eine Verknappung von Sklaven zur Entwicklung produktiverer Verfahren in der italischen Landwirtschaft geführt. Die Annahme einer rein konservativen Mentalität der Antike bezweifelt von GILLE (1980).

51 Vgl. FINLEY (1979); (1974); ROSTOVZEFF (1972); (1929); POLANYI (1957); (1977); HASEBROEK (1928); SCHUMPETER (1954) 60ff.; MEYER (1924); SCHEFOLD (1994) 111ff.; AUSTIN u. VIDAL-NAQUET (1977); HUMPHREYS (1978); BRAUNERT (1967). FINLEY's These, daß Aristoteles' Wirtschaftslehre das methodische Niveau moderner Wirtschaftstheorie nicht erreiche, tritt entgegen MEIKLE (1979); (1991a); (1991b): FINLEY könne nur zeigen, daß Aristoteles SCHUMPETER'sche Kriterien einer gültigen Wirtschaftsanalyse (s.o.) nicht erfülle, nicht aber, daß diese Kriterien allgemeingültig seien; methodisch ähnelte Aristoteles' politische Ökonomie (*EN* V 5,1132b21ff.; *Pol.* 1253b1ff.; 1259a37ff.; 1261a30f.) der von Marx. Gegen die These beschränkter betriebswirtschaftlicher Rationalität sprechen Beispiele investiver Landwirtschaft und rationaler Betriebsorganisation, vgl. KEHOE (1988b); (1988b); (1989); (1993); (1994) über Verstetigung, nicht unbedingt riskante Maximierung der Erträge als ökonomisches Motiv römischer Grundbesitzer; RATHBONE (1991); ROSTOVZEFF (1987); (1936); (1922).

Kompensationsphänomene als unberechenbare Größen, als kontingenter Neid der Götter o.ä., dachte. Da in dieser Debatte um die Modernität antiken Wirtschaftens als Begründung der Entwicklungsstand der antiken Produktionsverhältnisse auf einer objektiv gedachten Entwicklungsachse erscheint, nennen wir auch die ihr zugrundegelegte Vorstellung antiken Wirtschaftens materialistisch: Modern erscheint es unter der Voraussetzung, Wirtschaften erfolge in Antike wie Moderne auf der Grundlage identischer anthropologischer Gegebenheiten und gleicher materieller Elementarverhältnisse, vormodern dagegen, wenn diese Voraussetzung bestritten und die Wirtschaftsgeschichte als umfassende Veränderung interpretiert wird, die die Voraussetzungen ihrer modernen Deutung selbst schuf.

Für die Auseinandersetzung nach dem Zweiten Weltkrieg um Modernität oder Primitivität der antiken Zivilisation ist kennzeichnend, daß sie mit Argumenten geführt wird, die mehr auf Anschauungen, Verhaltensformen, Denken und Mentalität als auf die materiellen Relikte antiken Wirtschaftens Bezug nimmt⁵². Nicht unbedingt gültig erscheint eine der Voraussetzungen dieser Debatte, die Annahme nämlich, eine rasche und nachhaltig sich technisch entwickelnde Gesellschaft sei grundsätzlich durch Zukunftsoptimismus gekennzeichnet, eine Gesellschaft der Stagnation durch Pessimismus⁵³; es ist darüber hinaus nicht ausgemacht, ob tatsächlich Konservatismus die antiken Einstellungen zu technischen Vorgehensweisen prägte.

Die Einschätzung von Technik und Technologie der Antike hängt offenbar mit grundsätzlichen Dilemmata des historischen Bewußtseins zusammen; von empirischen Beschreibungen antiker Techniken allein ist keine Entscheidung in der Frage ihrer Beurteilung zu erwarten. Zwar ist die Geschichte der Erforschung der antiker Technik in den letzten hundert Jahren eine Geschichte sicher zunehmenden Detailwissens, doch grundsätzlich lassen sich die Urteile über die Fortschrittlichkeit antiker Technik selbst nicht in eine Geschichte wissenschaftlichen Fortschrittes im Verständnis der antiken Technik⁵⁴ einordnen, sondern bleiben gegensätzlich. Die Umkehrung der Fragestellung - die Antike sei eine Agrargesell-

52 Eines der Argumente FINLEY's für die technische Rückständigkeit antiker Zivilisationen besteht darin, daß kein antiker Text einen grenzenlosen Fortschritt als möglich oder wünschbar bezeichnet, FINLEY (1965). Negation der Fortschrittsidee auch: BURY (1932) 7; PLEKET (1967). Anders: EDELSTEIN (1967b); ROMILLY (1966). Intensivste Bejahung des zivilisatorischen Fortschrittes findet sich im 18. Jahrhundert; während sich der tatsächliche Fortschritt im 19. und 20. Jhd. noch beschleunigte, verlor sich seine positive Bewertung zunehmend. In der Gegenwart beweist die technikskeptische Debatte im Anschluß an den Report des *Club of Rome* über *Grenzen des Wachstums* nicht das Ende des Zivilisationsfortschrittes, sondern die Verbreitung der Bemühung um seine angemessene Beurteilung. Energieintensive Massenmotorisierung, Entwicklung und Verbreitung elektrischer Haushaltsgeräte und halbautomatische Massenfertigung in den 60er und 70er Jahren dieses Jahrhunderts - ohne Massenarbeitslosigkeit - waren von ökologisch begründeten Zweifeln am Wert technischen Fortschritts begleitet, ähnlich energieintensive Büro- und Produktionsautomatisierung, die in den 80er und 90er Jahren zu Massenarbeitslosigkeit führten, begegnen kaum entsprechender Skepsis gegenüber dem technischen Fortschritt. Finley setzt voraus, Fortschritt sei vom Bewußtsein seiner Notwendigkeit oder Wünschbarkeit begleitet; Fortschrittsbewußtsein dürfte zwar ein Indiz für Fortschritt sein, ein notwendiger Zusammenhang, der den Schluß *ex negativo* rechtfertigte, besteht nicht. Als Ursache vermeintlich begrenzter Fortschrittsorientierung der griechischen Zivilisation betrachtet man deren religiöse Scheu vor einer Ausbeutung der göttlichen Natur; erst der christliche Monotheismus habe die Natur entgöttert, neuzeitliche Säkularisation zu ihrer Ausbeutung befreit, WHITE jr. (1967); RAPP (1978); LÄMMLI (1968). Antike Beispiele der Bejahung einer Ausbeutung der Natur: SCHNEIDER (1993).

53 Diese Voraussetzung bei DODDS (1973); FINLEY (1979).

54 SCHNEIDER beschreibt den Wandel in der Einschätzung antiker Technik als Meinungswechsel von Mehrheiten und Modephänomen, vgl. SCHNEIDER (1992) 25-29.

schaft und daher *a priori* so rückständig, daß nicht ihre Rückständigkeit, sondern ihre beobachtbaren Fortschritte der Erklärung bedürften⁵⁵ - umgeht zwar die Aporie, weil sie nicht erklären muß, warum ein zu erwartendes Ereignis nicht eingetreten sei, setzt sich aber mit der Vorstellung einer rückständigen Agrargesellschaft in Widerspruch zum Selbstverständnis der literarischen Eliten der Antike, die sich auch durch andere als bäuerliche Erwerbsformen und durch eine gegenüber anderen Zivilisationen raffiniertere Kultur und fortschrittliche Techniken geprägt sahen.

Die Erforschung der antiken Technik konzentrierte sich bis in die 30er Jahre dieses Jahrhunderts auf die Rekonstruktion der Produktionsmethoden des antiken Gewerbes, so in den Spezialdarstellungen von BLÜMNER und FORBES⁵⁶. Eine Einschätzung der Modernität antiker Technik war dabei meist nicht Zweck, sondern Voraussetzung der Arbeit⁵⁷. Die Distanzierung der modernen Natur- und Ingenieurwissenschaften von ihren antiken Vorläufern überließ die antike Technik den Altertumswissenschaften, während die antike Technik für die wissenschaftlich-technische Zivilisation der Moderne ihre Bedeutung als Vorbild und Maßstab verlor. Im Unterschied zu den modernen Ingenieurwissenschaften konnte von den Altertumswissenschaften, ohne eine praktische Vorbildwirkung geltend zu machen, eine Nähe der antiken zur modernen Technik behauptet werden⁵⁸; DIELS verbindet die Auffassung, die antike Technik sei mit der modernen in ihren Problemstellungen und -lösungen grundsätzlich kompatibel, mit der Überzeugung von ihren nur begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten. Technik und Technikern sei in der Antike die seit der Renaissance übliche Breitenwirkung versagt geblieben; ein aristokratisches Ethos habe ihr Ansehen begrenzt, Sklavenarbeit keinen Anreiz zur Maschinisierung geboten⁵⁹; durch humanistische Werthaltungen beeinflusst ist DIELS' negatives Urteil über die Technik des Mittelalters als vermeintlicher Zwischenzeit, die tatsächlich zahlreiche gegenüber der Antike fortschrittliche Lösungen entwickelte⁶⁰. Mit einem strukturellen Arbeitskräfteüberangebot und dem theoretischen Charakter der antiken Technik wurde, anders als durch DIELS, auch ein grundsätzlicher Abstand zwischen antiker und moderner Technik begründet; man erklärte diesen Abstand auch mit den begrenzten Möglichkeiten der Antike zur Erschließung von Kapital, Energie und Rohstoffen⁶¹. SAMBURSKY (1965) meint, die handfesten und unpräzisen antiken Kraft-, Raum-, Orts- und Bewegungsbegriffe hätten das Scheitern der technischen Me-

55 SCHNEIDER (1992) 29.

56 BLÜMNER (1874-1887); FORBES (²1964-1971); ähnlich MERCKEL (1899).

57 Vgl. NEUBURGER (1919); FELDHAUS (1914); (1930). FELDHAUS setzt eine kontinuierliche Entwicklung der Handwerkstechnik voraus; in der Maschinenteknik habe es nur Gelegenheitsarbeiten gegeben, in der höfischen Großtechnik, einem Phänomen des ideologischen Überbaus, keine Kontinuität; erst seit 1600 gab es eine systematisch gelehrt Großtechnik (ebda., 424-425).

58 Vgl. Diels (²1920). Das Vorwort der ersten Auflage (1914) V-VI betont die Kontinuität zwischen antiker und moderner technischer Zivilisation (V-VI). Im 12. Jhdt. habe man an die technischen Leistungen der Griechen erneut angeknüpft, ders. ebda. 107.

59 DIELS (²1920) 29-33; 40-41.

60 GIES U. GIES (1995) 37.

61 LOMBROSO FERRERO (1920). ROSTOVITZEFF (1929) bestreitet strukturelle Grenzen der antiken Entwicklungsmöglichkeiten; die Verelendung breiter Bevölkerungskreise und das Fehlen von Massenmärkten habe Massenproduktion und Industrialisierung verhindert. REHM (1938) behauptet, die Antike habe menschliche und tierische Arbeitskraft nie effektiv substituieren können.

chanik bedingt. Verweigerung technischer Innovation⁶², Geringschätzung angewandter gegenüber theoretischen Kenntnissen⁶³, die antiken Agrargesellschaften und die Landbesitzermentalität ihrer Führungsschichten⁶⁴ wurden geltend gemacht, um die Grenzen antiker technischer Entwicklungsmöglichkeiten abzustecken. Prononciert führte VERNANT eine technische Stagnation der Antike, SCHUHL folgend, auf eine "*blocage de la pensée technique des Grecs*" zurück⁶⁵. Gleichzeitig wurde die vermeintliche Stagnation der Antike in der westlichen Welt auch damit erklärt, daß es an einer liberalen Wirtschaftsverfassung gefehlt habe, einer vermeintlich notwendigen Voraussetzung technischen Progresses⁶⁶.

Eine Variante der These einer grundsätzlichen oder in nachhellenistischer Zeit sich herausbildenden Konservativität der antiken Kultur und Zivilisation besagt, daß erst die christliche Eschatologie zur Formulierung einer Fortschrittsidee in der Antike in der Lage gewesen wäre. Diese These hat zuletzt KINZIG entwickelt⁶⁷: Die heidnische Antike habe weder Begriff noch Terminus eines universellen Fortschrittes gebildet; zwar werde auch der moderne Fortschrittsbegriff nicht einheitlich verwendet⁶⁸, doch könne man einige generelle Charakteristika des modernen Fortschrittsbegriffes namhaft machen: Zustandsfolge, Zeitlichkeit, Neuheit der Zustände, Wertsteigerung, Reflexivität bzw. Bewußtheit und teleologische Ori-

62 AYMARD (1948); AYMARD in: PARIAS (1959-1960) I 371ff.

63 Vgl. FARRINGTON (1949) meint, in Griechenland folge die Entstehung der Wissenschaften der praktischen Disziplinen; die spätere Entwicklung der griechischen Wissenschaft kennzeichne Abneigung gegenüber der technischen Praxis und Stagnation (ebda. 13-41). Ähnlich WHITE (1959); (1984) 27-48; 172f. (modifiziert, beschreibt verschiedene technische Fortschritte); (1980).

64 FINLEY (1965): Die Antike habe Arbeitsteilung als Voraussetzung qualitativer, nicht quantitativer Verbesserungen angesehen. Vgl. PLEKET (1973-74): Die Antike habe wenig in Produktivitätssteigerung investiert, weil antikes Wirtschaften nicht am Ertrags-, sondern am Geltungsnutzen interessiert gewesen sei; vgl. auch PLEKET (1967). Für den Leser römischer Agrarschriftsteller dürfte diese Feststellung überraschend sein. Die Unsicherheit des Urteils über die Leistungen der antiken Zivilisation liegt auch begründet in widersprüchlichen Auffassungen von den Leistungen der modernen Zivilisation. TRAINA (1994) 11 meint, technischer Fortschritt habe sich in der Antike eher quantitativ als qualitativ manifestiert, seine Maßstäbe widersprechen also denen Finley's.

65 VERNANT (1985) 39; SCHUHL (²1947) XIII. VERNANT (1985) 53-57: Methodische, persönliche und soziale Trennung zwischen Praktikern und Theoretikern, Sinken der Dynamik technischen Denkens; Platons Begriff des Werkes als Abbild einer Idee interpretiert VERNANT als Illustration eines rein reproduktiven Begriffes handwerklichen Vorgehens; die Bewußtwertung der Methodik der Produktion durch Sophistik und Philosophie habe zu einer Abschließung der als Regelsystem begriffenen τέχνη von ihrer Erfahrungsgrundlage geführt. Nach FARRINGTON (²1962) 133ff. ist neben der Sklaverei Platons Idealismus Ursache angeblicher technischer Stagnation. Deutlich werden hier moderne Thesen über Ursachen technischen Fortschrittes vorausgesetzt: (1) Idealismus hemme technischen Fortschritt, (2) persönliche bürgerliche Freiheit fördere Fortschritt.

66 HODGES (1970 ND 1996): Reichtum und Varietät verfügbarer Rohstoffe bestimmen und begrenzen Entwicklungsmöglichkeiten; die Antike habe nie einen stetigen Fortschritt gekannt, sondern nur kurze Phasen rapider Entwicklung; Begrenzend wirke auch die Kommunikation: Die politisch-sozialen Verhältnisse der Antike hätten Statik und autoritäre Regierungen erzwungen, und Bürokraten zu intensive Kontrollen ausgeübt; man habe viel Kapital großräumig zentral investiert, sodaß Technologien nicht leicht zu wechseln waren. Der politische Wille habe auf eine Erhaltung des *status quo* gezielt. Fortschritt sei daher nur unter dem Druck von außen eingetreten; weniger entwickelte Außenvölker hätten sich als lernfähigere und innovativere erwiesen, ebda. 241-242.

67 KINZIG (1994).

68 KINZIG (1994) 66-71 gegen MEIER (1978).

entierung; erst christliches Denken habe in diesem Sinne die Geschichte als Fortschritt begreifen können⁶⁹. Dies heißt nicht, die Vorstellung von Fortschritten im einzelnen habe in der Antike nicht existiert; dort, wo das Christentum besondere zivilisatorische Leistungen positiv wertet, verdanke dies sich im allgemeinen einer Rezeption heidnischer Vorstellungen⁷⁰. Was der Antike gefehlt habe, sei nicht die Idee technischer Fortschritte, sondern eine auf dem Begriff des Fortschrittes beruhende Geschichtsmetaphysik⁷¹. Die Studie von KINZIG behauptet also, daß die Zivilisation der heidnischen Antike technische Fortschritte erfuhre, doch daraus nicht den Schluß auf eine permanente, allumfassende Verbesserung der Lebensverhältnisse zog, und daß dagegen die christliche Spätantike dieser grundsätzlichen Fortschrittserwartung huldigte, obwohl sie technisch stagniert habe⁷². Diese Annahme einer technischen Stagnation der Spätantike trifft allerdings nicht zu⁷³. Vielmehr scheint es, als sei die Antike durch fortschrittliche Technologien gekennzeichnet, doch der eindeutige Zusammenhang zwischen technischem Fortschritt und der Idee oder Erwartung eines allgemeinen Progresses sei nicht gegeben.

In der durch den historischen Materialismus bestimmten Forschung ersetzte die Kritik des Einflusses von Herrschaftsverhältnissen auf die technische Entwicklung zunehmend den zuvor vorherrschenden Determinismus der Produktionsverhältnisse: Auch der Marxismus beurteilt die antike Technik zunehmend als Teil einer durch Verhaltensformen und Gewohnheiten bestimmten Lebensform. MIGLIO kritisiert die Vorstellung, Innovationsunfähigkeit oder -unwilligkeit habe den Untergang Roms bewirkt: Die antike Geistesgeschichte habe sowohl den Gedanken des technischen Fortschrittes wie den zivilisatorischen Dekadenz gekannt⁷⁴; allein eine verbreitete Einstellung zu Fortschritt und Innovation kann daher nicht den Roms Untergang bewirkt haben; Miglio sieht dessen Ursache vielmehr in der Herrschaft einer müßiggängerischen Elite und der Durchsetzung ihrer Einstellungsmuster gegenüber denen der produzierenden Schichten⁷⁵; weitere Studien des *Tecnologia, economia e società*-Projektes behandeln ebenfalls in erster Linie die Einstellungen gegenüber technischer Innovation: In der römischen Kaiserzeit habe technologischer Konservatismus geherrscht⁷⁶.

69 KINZIG (1994) 73-78.

70 KINZIG (1994) 376-441.

71 Technischer und zivilisatorischer Fortschritt sei nicht Gegenstand spätantiker Geschichtsmetaphysik, KINZIG (1994) 571-574.

72 KINZIG (1994) 572.

73 SCHNEIDER (1992) 34f.; 111f.; 158; 199; 221 zählt spätantike technische Verbesserungen auf (Wassermühlen, Glasherstellung, insbesondere Fensterglas, Kuppelbau, Codex). Vgl. auch JAMES u. THORPE (1995).

74 Vgl. DELVILLE (1910); AGAZZI (1976); DENBOER (1977); EDELSTEIN (1967b); DODDS (1973); GATZ (1967).

75 MIGLIO (1980) bes. 19.

76 LANA (1980): Die technische und philosophische Literatur der Kaiserzeit betreibe nicht Erneuerung und Erweiterung, sondern Erhaltung und Wiedergewinn von Wissen, dessen Sicherung und Gewinnung Aufgabe niedrig stehender Schichten gewesen sei; das Bildungsideal der Herrschenden sei praxisfeindlich und durch Dekadenzvorstellungen geprägt gewesen. Die Wissenschaft habe sich der herrschenden Moral unterworfen, Autonomie und Förderung hätten dieser gefehlt. Ähnlich über die Fremdheit von Technik und Führungsschichten CRACCO RUGGINI (1980): Ökonomische seien von technischen Verbesserungen nicht erwartet worden, der Zusammenbruch des römischen Reiches habe zum Ende der Herrschaft seiner Elite und zur Freisetzung neuer Innovationspotentiale geführt. WHITE (1980) betont darüber hinaus die Ein-

Genaue Untersuchungen einzelner Technikbereiche haben tatsächlich Fortschritte beim Ersatz menschlicher und tierischer Arbeitskraft gezeigt und damit Erklärungen fehlender Innovativität widerlegt⁷⁷, die in der Abkehr vom Idealismus und in bestimmten ökonomischen Institutionen (Abkehr von Sklaverei bzw. Märkte) Voraussetzungen zivilisatorischen Fortschrittes sehen und in der Antike vermissen. So wurde BLOCH folgend die Geschichte als Prozeß des Fortschrittes der Produktivität gesehen und die Wassermühle als Technik des Mittelalters, nicht der Antike, betrachtet⁷⁸; Wasserräder aber waren seit dem zweiten Jahrhundert n. Chr. im Römischen Reich sehr verbreitet⁷⁹. Die antiken Zivilisationen waren für ihr Bestehen und für die luxuriöse Gestaltung des Lebens außerdem auf die Herausbildung und Entwicklung großtechnischer Systeme angewiesen (Wasserver- und -entsorgung, Bäder)⁸⁰. Ihrer Abhängigkeit von der Funktionsfähigkeit dieser Systeme war die Antike sich bewußt, und sie entwickelte diese weiter, auch mit dem Blick auf einen ökonomischen Einsatz der Ressourcen.

Man hat daher in den zusammenfassenden Arbeiten der letzten etwa 30 Jahre solche Fortschritte beschrieben und die Bedingungen zu bestimmen versucht, unter denen sie zustande kamen; nicht das Fehlen selbständiger Ingenieure und Projektentwickler, sondern der Mangel an staatlicher Förderung technischer Innovation wurde als Kennzeichen antiker Technik identifiziert⁸¹, obwohl griechische und römische Architekten sehr wohl als Selbständige um staatliche Aufträge konkurrierten und die Förderung der Kriegstechnik durch hellenistische Herrscher geradezu die Form von Projektförderungen innerhalb eines Rüstungswettlaufes annehmen konnte⁸². Als Innovationsmoment wird oft die gesellschaftliche

fachheit römischer Technik; Unterhaltungsautomaten und Spielzeugtechnik hätten in erster Linie politische Stabilität erzeugt. Vgl. auch MÜLLER (1989).

77 Bergbau: ROSUMEK (1982).

78 BLOCH (1935). Ähnlich: GILLE (1954); WHITE JR. (1962) 80ff.; FINLEY (1965); BLAINE (1976); REYNOLDS (1983) 48-54.

79 WIKANDER (1990); WIKANDER (1991); (1989); (1984); (1981); (1979); GÄHWILER u. SPECK (1991); HODGE (1991).

80 FRONTINUS-GESELLSCHAFT (*1989); (?1991-1994); TÖLLE-KASTENBEIN (1994); CROUCH (1993); JEANCOLAS (1986); BRÖDNER (1983).

81 DAUMAS (1969) 256-258 (Fortschritte antiker Techniken, Rom): Perfektionierung des Zementbaus (Bogen, Kuppel, Treppenhaus, Brücke, Aqaedukt usw.), Dachziegel, Heizung, Straßenbau, Hafenbau, Landvermessung, Steuerruder, Mosaiken, Masseneramik, Glas, Fibeln, Wassermühle, Militärmaschinen, Baumpflanzung, Weinbau, Austernzucht, Naturdüngung, Einsatz der Brache; Übernahme von Techniken: Fahrzeuge, Segel, Pflug, Erntemaschine, Fässer, Nähkleidung, Seife, Emaille, Damaszener Waffen, Armsessel; Erfindungen: Bogenkuppel, Fensterglas, Meilenstein, Brückenaaedukt, Laufgewichtswaage, Schraubenpresse, Werkzeuge (Schere, Hobel, Rahmensäge, Dorn, Bohrer, Bohrkurbel, Schlüssel, Weberkamm), archimedische Schraube, Blasebalg, Dünger, Wachskerze, metallene Bettgestellfeder, Theatervorhang, Sonnenzelt, Kodex, Stenographie. Fehlen administrativer Forschungsförderung, Tradierung technischen Wissens durch gildeähnliche Vereinigungen. Fehlen mechanisierter Industrie, wissenschaftlich geplanter Maschinen und wissenschaftlicher Agrarproduktion. Griechen: Begraben des Wissens vom Maschinenwesen in Büchern. Sklavenverfügbarkeit erkläre geringe Mechanisierung. Fortschritt im Agrarwesen beschränkte sich auf Baumfruchtspflege; wissenschaftliche Ertragssteigerung habe es nicht gegeben. Zu Innovationen auch WHITE (1984).

82 MARSDEN (1969); (1971). Marsden beschreibt den Rüstungs- und Forschungswettlauf zwischen Ptolemäern und Attaliden um eine Kalibrierungsformel für Torsionsgeschütze, die die den Ptolemäern finanzierten Entwickler fanden; sie erlaubt, die Baugrößen eines Geschützes in ein Verhältnis zu einer

Anerkennung für ideenreiche Techniker betrachtet: In der Antike habe diesen die Anerkennung gefehlt, und daher habe es Innovation nur ausnahmsweise gegeben⁸³.

Naheliegender wäre es, die Rückständigkeit der antiken wissenschaftlich-technischen Zivilisation gegenüber der unserer Gegenwart nicht als erklärungsbedürftig anzusehen, fehlte ihr doch das Aggregat anderthalbtausendjähriger Erfahrung, von Wissen, Können, Reflexion, Einsicht, von materiellen und immateriellen Gütern, die die Menschheit erst in der Folge akkumulierte. Wer nämlich die antike Zivilisation in einen Kontext der menschlichen Zivilisationsgeschichte einordnet, setzt voraus, das Subjekt dieser Geschichte sei die - sich ihrer selbst zunehmend bewußt werdende - Menschheit als Gattung; deren Geschichte sei Fortschritt; dieser brauche Zeit (CONDORCET, HEGEL, MARX). Unter dieser Voraussetzung erweise sich die Erklärung der Grenzen der antiken Entwicklungsmöglichkeiten als Scheinproblem, das nach dem Verweis auf die Position antiker Zivilisationen im Zusammenhang der Menschheitsgeschichte gegenstandslos wäre, unabhängig davon, ob diese als Bildungsgeschichte der Menschengattung, als Entfaltungsgeschichte des Geistes oder Revolutionsgeschichte der Produktivkräfte begriffen wird. Die Voraussetzungen der skizzierten Auffassungen, Fortschrittsidee und Deutung der Menschheit als Gattungssubjekt, stellen aber einen metaphysischen Preis dar, den empirische Geschichtsforschung, anders als geschichtsphilosophische Reflexion, kaum zu zahlen bereit ist; die Einheit des Bewußtseins der Menschheit als Gattungssubjekt ist ein Postulat gegen alle Erfahrung, und es bleibt in der Regel offen, inwiefern ein beobachtbarer Wandel auch als Fortschritt gewertet werden darf.

Jene geschichtswissenschaftliche Diskussion um die Ursachen antiker Rückständigkeit stellt ein Beispiel dar für die Trennung historischer Forschung von philosophischer Reflexion, die, um den Preis ungeklärter oder umstrittener Grundlagen, in den empirischen Altertumswissenschaften zum verbesserten Verständnis auch der Details der antiken Technik geführt hat. Paradoxerweise sind die dabei erzielten Ergebnisse wesentlich negativ: Die angenommenen Ursachen für Rückständigkeit oder Stillstand der Antike sind durch die Diskussion relativiert oder widerlegt worden; antike Technik machte erhebliche Fortschritte⁸⁴,

Grundgröße zu setzen und so das je neue empirische Ermitteln der Schuß Eigenschaften von Geschützen einer Größenklasse einzusparen. Dadurch wurde es möglich, nach einheitlichen Baumustern Geschütze in verschiedenen Größen manufakturmäßig anzufertigen. Überblick über ptolemäische Förderung der Mechanik: SCHÜRMAN (1991): Erklärung der technischen Entwicklung durch politisch-wirtschaftliche Konkurrenz im Mittelmeerraum; die im Wettbewerb stehenden hellenistischen Monarchen hätten die mechanischen Techniken als Mittel im Konkurrenzkampf gefördert; Mechanik sei darum innovativ gewesen beim Bau von Kriegsmaschinen und in der Agrartechnik, die Autonomie- und Autarkiebestrebungen unterstützten; seit der Etablierung der römischen Herrschaft habe aber konkurrenzlos eine Führungsschicht das Geschehen bestimmt, militärtechnische Innovationen zum Ende gebracht; einzig der Bau automatischer Spielgeräte zu Unterhaltung und Selbstdarstellung dieser Schicht sei noch gefördert worden. Gegen eine Konzentration der Mechanik auf Unterhaltung und die Abwendung von Militärtechnik sprechen die Fortentwicklung v.a. mobiler Torsionsgeschütze in der römischen Kaiserzeit und die Tatsache, daß Vitruv den Geschützbau, nicht jedoch den Bau von Unterhaltungsautomaten als Teil der Architektur behandelt, vgl. MEISSNER (1993a). GABBA (1984) beurteilt die hellenistischen Monarchien als Fremdherrschaften mit inneren Konflikten und Widersprüchen; mit diesen erklärt er, daß neben dem Gewinn an Rationalität auch literarische Formen der Abwendung von der Realität (Utopien, Romane etc.) die hellenistische Zeit prägten.

83 OLESON (1984) nennt nur Wasserversorgung, Bau- und Kriegstechnik.

84 Zur Ingenieurtechnik vgl. LANDELS (*1989). SCHNEIDER (1989) 293f. erklärt technische Leistungen der Antike mit dem bereits im frühgriechischen Epos beobachtbaren Interesse an der Tätigkeit des Handwerkers und mit einer bejahenden Einstellung zu Technik und Handwerk, einem "Klima..., das technische

aber in einer Weise, die sich von der Moderne unterschied. Der Verweis auf Fortschritte und auf Mentalitäten, die solchen Fortschritten gegenüber nicht abgeneigt waren, erklärt aber noch nicht genau die Unterschiede der Entwicklung in Antike und Moderne, denn vollständig korrespondieren Fortschrittlichkeit und Fortschrittsbewertung nicht⁸⁵. Es gibt Situationen, in denen das Verhältnis zwischen technischer Entwicklung und ihrer Bewertung das einfacher Korrespondenz ist, es gibt jedoch auch ein konträres Verhältnis, abhängig von Interessen und Perspektiven. Während Computer und Digitaltechnik trotz manifester wirtschaftlicher Nebenfolgen bewundert und für gesellschaftlich elementare Transaktionen verwendet werden (Brief- und Geldverkehr), trifft die Verwirklichung großtechnischer Systeme (Atomkraftwerke) und neuer Produktionsmethoden (Gentechnik) auf Widerstände. Diese Widerstände hängen weniger von der Technizität oder Fortschrittlichkeit der Technologien ab als von der Erwartung mit ihnen verbundener Risiken und Spätfolgen⁸⁶, die bedingt sind nicht nur durch das Erlebnis des Fortschrittes, sondern vor allem durch die Bedingungen der Kommunikation zwischen Technikern, Investoren und Entscheidern und durch das gegenseitige Verhältnis der technischen und der gesellschaftlich-politischen Eliten.

Für die technische Entwicklung ausschlaggebend sind neben Mentalitäten die Rechtsverhältnisse, in denen sich Einstellungen und Techniken herausbilden. Die Gentechnik entwickelt sich unter hohen Investitionskosten rascher in den Vereinigten Staaten, obwohl die Skepsis gegenüber ihren noch unkalkulierbaren Nebenfolgen dort ähnlich groß ist wie in Europa; in den USA werden aber nicht nur technisch veränderte Lebewesen und neue Verfahren, sondern auch nicht veränderte Erbanlagen patentiert⁸⁷. Unterschiede der gewerblichen Schutzrechte betreffen auch die *software*-Industrie: Programme für Datenverarbeitungsanlagen sind nach dem deutschen Patentrecht nicht patentfähig, sondern unterstehen als Texte dem Urheberrecht - nur Algorithmen, die zu ihrer Ausführung eine Rechenmaschine notwendig voraussetzen, sind patentfähig⁸⁸; in Amerika werden Patente für *software* freizügiger erteilt und Schutzrechte nachdrücklicher durchgesetzt, man kann dort daher Erwartungen in eine ökonomische Nutzung computertechnischen Wissens leichter zur Finanzierung von Entwicklungen verpfänden. Voraussetzung der Patentierbarkeit ist in Deutschland eine über den Stand der Technik hinausführende Erfindungshandlung, in angelsächsischen Län-

Leistungen eher begünstigte als verhinderte"; eine Besonderheit der griechischen Geistesgeschichte sei es, daß sie zu der Einsicht gekommen sei, daß im Lauf des Zivilisationsprozesses die Abhängigkeit von den Techniken wachse (ebda. 131).

85 S.o. Anm. 52.

86 Atomare Energiegewinnung: lang erprobte, wenig innovative Technik mit hohen Folgelasten (Brennelemententsorgung) und geringer Störungswahrscheinlichkeit bei allerdings ggf. großer Schadenshöhe. Massencomputerisierung analog zur automobilen Massenmotorisierung: hohe Störanfälligkeit der Systeme bei begrenzter Schadenshöhe. Gentechnik: Beide Szenarios (hohe Störungswahrscheinlichkeit bei begrenzter Schadenshöhe oder geringe Störungswahrscheinlichkeit bei großer Schadenshöhe) erscheinen möglich.

87 WINNACKER (1997) 341.

88 ILZHÖFER (?1996) 20-29; 134f. Das Urheberrecht ist ein Monopolrecht, dessen Laufzeit nicht durch die Geschwindigkeit der technischen Entwicklung, sondern die Wirkungszeit der Schöpferpersönlichkeit bestimmt ist. Inzwischen unterliegt nach europäischem Recht auch *software* dem Urheberrecht; die Urheberrechtsnovelle erwartet, daß die Funktionsmechanismen der Programme, anders als bei einer Patentierung, geheim bleiben; ihre Disassemblierung ist verboten. Das Patent setzt dagegen die Publizität der Methoden voraus. Das Urheberrecht führt also nicht zur Publizität der Verfahren.

dern werden Patente auch zum Gebrauchsmusterschutz für neue Produkte erteilt⁸⁹. Rechtliche Bedingungen für die Aneignung technischer Kenntnisse und Entwicklungen entscheiden in hohem Maße über die Fortschrittlichkeit der Entwicklung: Während in den USA Entscheidung über gentechnische Investitionen oder Programmentwicklungen Techniker und Finanzmärkte autonom fällen, weil die Frage der Eigentumsrechte am Produkt geklärt ist und Nachahmer wirksam ausgeschlossen werden können, bedingt in Europa die Neigung zu einer Einschätzung der Ergebnisse von Genetik und Informatik als freie wissenschaftliche Erkenntnisse schwerer kalkulierbare Risiken für Investoren.

Patentrecht und ähnliche gewerbliche Schutzrechte sind Monopolrechte⁹⁰, die für den technischen Aufschwung der Moderne von entscheidender Bedeutung geworden sind: Dieser hat erst eingesetzt, seitdem technisches Wissen leicht reproduzier- und transferierbar wurde und gleichzeitig Rechtsinstitutionen erlaubten, aus dem Transfer technischen Wissens einen ökonomischen Gewinn zu ziehen. Wesentliches Moment war der staatliche Schutz von Erfindungen durch Sicherung zeitlich limitierter Monopole ihrer ökonomischen Ausbeutung. Mit *Technologietransfer* meint man nur ausnahmsweise Bemühungen um eine faktische Übertragung von Wissen und Fertigkeiten, sondern in der Regel die Übertragung von Rechten zur Ausbeutung von Wissen und Können, denn einer Beschaffung technischen Wissens auf legalem oder illegalem Wege stehen kaum praktische Hindernisse im Wege. Das erste technische Patent erhielt Brunelleschi 1421 für ein Schiff zum Marmortransport, befristet auf drei Jahre und ausdrücklich mit dem Wunsch, er möge durch das Monopol motiviert werden zu weiteren Erfindungen zum Nutzen der Allgemeinheit: Das Prinzip, das auch das erste bekannte Patentgesetz (Venedig 1474⁹¹) bestimmt, ist, den Eigennutz des Erfinders dem Nutzen der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen. Die Halbwertszeit des Wissens koinzidiert etwa mit der zeitlichen Schranke des Patentmonopols: Die Kugelschreibmaschine, für IBM 1960 patentiert⁹², wird 30 Jahre später nicht mehr hergestellt.

Patente vergeben Vertriebsmonopole gegen eine Veröffentlichung der Herstellungsmethoden: Innovatoren in Handwerk und Industrie verlieren ihr Wissensmonopol gegenüber dem Staat, der ihr Vermarktungsmonopol schützt; Patentschriften sind öffentlich einsehbar⁹³. Patentiert und monopolisiert wird ein Produkt, sofern es sich um ein neues Produkt oder um das Ergebnis einer Erfindungstätigkeit handelt; dieses Vorgehen läßt bestehende Monopole unangetastet, sodaß Märkte und Wirtschaft durch die neuen Monopole expandieren. Heute patentiert man DNS-Sequenzen und erhofft sich die Entstehung neuer Märkte. Eine geldschöpferische Tätigkeit der Banken besteht darin, Geld gegen künftige Zahlungsverpflichtungen auszuteilen. Die Verfügung über als Patente vergebene Monopole erleichtert Technikern wie Banken die Kalkulation: Man kann Patente zur Finanzierung der Produktion verpfänden und verkaufen; das Patentrecht macht Wissen in ähnlicher Weise handelbar wie das Wechselrecht Zahlungsverpflichtungen handelbar macht.

89 *Monopoly*-Spiel: 1936 Patenterteilung an Parker Broths. Inc. [BAKER (1976) 88f.], ohne daß dafür eine neue Brettspieltechnologie entwickelt worden wäre.

90 ILZHÖFER (²1996) 3.

91 Dazu BAKER, (1976) 7-10. Die für die moderne Industriegesellschaft bestimmenden Patente sind die nach 1691 erteilten (Taucherglocke, ebda. 154ff.). Moderne Patentlaufzeiten sind länger, in England in der Regel 16 Jahre, ebda., in Deutschland bis zu 20 Jahre, ILZHÖFER (²1996) 38.

92 BAKER (1976) 136.

93 BAKER (1976) 10; ILZHÖFER (1996); BMBF (1996) 15f. Vgl. FERGUSON (1968) und zur wachsenden Erfindungsliteratur WYATT (1992); (1993).

Moderne Technik ist darum inventiv, expansiv und begleitet von einer Zunahme öffentlich zugänglichen technischen Wissens. Auf Messen und Ausstellungen wird industriell-handwerkliches Wissen verglichen und publiziert, patentierte Produkte vermarktet und Märkte vergrößert⁹⁴. Techniken entwickeln sich in der Moderne also unter Protektion des Staates⁹⁵ so, daß ihre Transferierbarkeit gesichert ist, weil ihre Verfahren publik werden und neben den Produkten selbst gehandelt werden können (Lizenzverträge). Dadurch wird Neues, insofern es Neues ist, verkaufbar, sodaß es als Neues einen Wert haben und als Handelsgut verbreitet werden kann. Von einer *Technik* sprechen wir heute eigentlich erst, wenn diese abstrakte Transferierbarkeit technischen Wissens gegeben ist. Neben persönlichem Kontakt entscheiden in hohem Maße Lektüre und Informationsauswahl zwischen Laie und Fachmann bei einem hohem Niveau allgemeiner Verfügbarkeit und Tauschbarkeit technischen Wissens.

TRAINA meint, die Scheidung zwischen Fachmann und Laien habe in der Antike eine geringere Rolle gespielt als in der Moderne: Ingenieur und Architekt der Renaissance hätten sich literarisch an ihresgleichen als neuen Typus des literarisch gebildeten Technikers gewandt, der an die Stelle handwerklicher Wurzeln des Könnens literarisch vermitteltes Wissen setzte; Vitruv habe sich an ein gemischtes, Laien, künftige und tätige Architekten umfassendes Publikum gerichtet; der Antike habe ein Begriff gefehlt für den Techniker als solchen⁹⁶. Anders als TRAINA voraussetzt, spielt heute bei Modifikation, Diffusion und Transfer technischen Wissens solche Literatur eine wichtige Rolle, die sich gleichermaßen an Fachleute wie an Laien richtet, so die kurzlebige Literatur zur elektronischen Datenver-

94 Vgl. TAYLOR (1976).

95 Die Unterordnung der Techniken unter staatliche Zwecksetzungen unterscheidet nicht Antike und Moderne, sie wird auch von antiken Autoren vorausgesetzt, so Arist., *EN* 1094a1-1095a13. Plat., *Politic.* 298a-299e formuliert ein Gedankenexperiment: Wozu führte es, wenn eine Gemeinde ein Gesetz erließe, das *τέχναι* nur so zu praktizieren erlaubte, wie sie gegenwärtig praktiziert werden, und das jedes Suchen nach neuen technischen Lösungen unter Strafe stellte? Platon betont, daß ein solches Verbot der Entwicklung der *τέχναι* diese als Mittel zur Erleichterung des menschlichen Lebens ruiniere. Unter Verweis auf EDELSTEIN (1967b) 102ff. deutet SCHNEIDER (1989) 121 den Gedanken als Beleg für die Annahme einer Autonomie des technischen Fortschrittes: Platon sehe im Suchen die Voraussetzung technischen Wandels; dieser Wandel vollziehe sich eigengesetzlich und sei politisch nicht beherrschbar. Platon setzt tatsächlich aber voraus, daß die Entwicklung der Techniken durch politische Normen vollständig beendet werden könnte, bestreitet allerdings, daß dies wünschbar wäre. Platon sieht im Gegensatz zu SCHNEIDERS durch die Annahme eines historischen Materialismus bestimmter Deutung die Entwicklung der Techniken politischer Regelung unterstellt; EDELSTEINS Interpretation entspricht der SCHNEIDERS nicht. Auch Hippodamos, der Gesetze über eine Förderung nützlicher Erfindungen vorschlug (Arist., *Pol.* 1268a6-14), setzt nicht die Autonomie des technischen Fortschrittes, sondern seine politische Pflegebedürftigkeit voraus.

96 Es habe kein der Berufsbezeichnung "*tecnico*" entsprechendes Wort, sondern nur Begriffe für spezialisierte *ares* und *τέχναι* gegeben, TRAINA (1994) 8f.; 19; die Antike habe Neuheit und Fortschritt als solche nicht positiv beurteilt; Fortschritt sich eher quantitativ als qualitativ manifestiert; Wissen sei v.a. mündlich tradiert worden (ebda. 10-22). Anders als TRAINA voraussetzt, ist *tecnico* so wenig eine Berufsbezeichnung wie *artifex* oder *τεχνίτης*; *tecnico* kann man nicht lernen. *tecnico* (*Techniker*, *tecnician*, *technicien*) ist ein Sammelbegriff für einen Fachmann, dessen Fachgebiet nicht ausgesagt werden kann oder soll, verwendet aus sachlicher oder persönlicher Distanz. Die Existenz des modernen Sammelbegriffes belegt, daß die Moderne ähnliche Formen der Distanzierung von beruflicher Tätigkeit kennt wie die antiken. Zu den Adressaten Vitruvs vgl. GEERTMANN (1994) 9ff. Fortschritt und Professionalismus in der hellenistischen Mechanik: FERRARI (1984).

arbeitung⁹⁷; eine schwach ausgeprägte Trennung zwischen Fachleuten und Laien ist also nicht grundsätzlich ein Indiz mangelnder Innovativität, sondern oft Begleiterscheinung rascher technischer Entwicklung, die in den Anfängen einer Spezialdisziplin oft rasch verläuft, doch noch von Nichtspezialisten getragen wird (Luftfahrt, Microcomputer.). Für entwickelte Disziplinen ist die Existenz von Fachleuten wie die einer Fachliteratur ein Indiz.

Die Antike, oft vergrößernd als *Agrargesellschaft* begriffen, hat für verschiedene Techniken Literaturformen für Transfer und Vergegenständlichung von Wissen entwickelt, die sie von anderen Agrargesellschaften abheben. Nicht die Tatsache, daß die Antike als Agrargesellschaft beschrieben werden kann, erklärt ihre technische Entwicklung, sondern ihr besonderer Umgang mit technischem Wissen charakterisiert sie und hebt sie von anderen Agrargesellschaften ab. Die These, die Führungsschichten der Antike hätten Handwerk und Technik schlechthin ablehnend gegenübergestanden, trifft nicht zu, weil sie technische Gegenstände auch in praktischen Details in ihre Literatur integrierten (Plinius), weil Techniker zur Führungsschicht gehören konnten (Galen, Vitruv) und weil die landbesitzenden Oberschichten literarisch ihre eigenen Betätigungen als Techniken behandelten (Aneignung karthagischer Landwirtschaft; Cato⁹⁸).

In der Zeit seit dem 2. Weltkrieg verglich man die antiken mittelmeerischen Zivilisationen mit außereuropäischen und nachantiken Zivilisationen und bestritt ihnen den Ausnahmestatus, den sie in der abendländischen Geschichte beansprucht hatten⁹⁹. Die technische Lernfähigkeit v.a. der römischen Zivilisation und Ausstrahlung auf Nachbarvölker sind erforscht und als Prozesse des *Technologietransfers* beschrieben worden¹⁰⁰. Dabei wurde technisches Wissen meist nicht als von unmittelbarer Praxis ablösbarer Gegenstand, sondern als Herstellungsverfahren verstanden, dessen Wanderung archäologisch belegbar ist. Gerade die Literarisierung und der hohe Abstraktionsgrad, den ein Teil des technischen Wissens der Antike erreichte, unterscheidet aber die antiken Zivilisationen von anderen.

In Indien wurden Details handwerklicher Ausführung nur teilweise literarischer Gegenstand; es gibt vedische Texte, die der Priesterkaste die Errichtung bestimmter Kultbauten vorschreiben, ohne Angaben über Ausführungsdetails. Die Verfügbarkeit dieses Wissens und seiner handwerklichen Träger wird ohne weiteres vorausgesetzt. Nur ausnahmsweise werden solche Details, dann ohne Bezug auf den kultischen Kontext, mitgeteilt: Priester- und Praktikerliteratur richteten sich an getrennte soziale Welten. Die handwerkliche Lehre vollzog sich in Indien, indem der Lehrling im Haus des Meisters lebte, der von des Lehrlings Arbeit profitierte, sofern er schnell und nachhaltig auszubildete. Die Handwerkslehre war also, ähnlich der mittelmeerischen antiken, nach dem Muster der Familienstruktur organisiert, und wie in dieser hatte das Handwerk tatsächlich die Grenzen der Familie überschritten: Handwerkliches Können wurde getauscht, indem Personen getauscht wurden.

97 Z.B.: SILLESCU (1992). Es geht um die Wissensvermittlung an Anfänger wie um die Lösung spezieller Detailprobleme; diese Literatur unterwirft sich kurzen Produktzyklen und hoher Innovationsgeschwindigkeit der Branche und erscheint inzwischen auch in den Klassischen Altertumswissenschaften (z.B. die Reihe *Computer und Antike*).

98 Mobilisierung karthagischen Landbauwissens für römische Latifundienwirtschaft: MAHAFFY (1890); LUNDSTRÖM (1897); ENSSLIN (1943) 283ff.; WHITE (1970) 17f.; HEURGON (1976).

99 Vgl. SINGER u. HOLMYARD u. HALL u. WILLIAMS (1954-56): technische Weltzivilisationsgeschichte vom 7. Jhdt. v.Chr. bis 1500; erst in der Neuzeit habe der Westen den Erfindungsreichtum des Fernen Ostens überholt, II 753-776, insbes. 770f.

100 DUŠEK (1988); (1991); (1992). Marginalien dazu: STOLL (1993); vgl. STOLL (1992).

Literarisierung der Techniken scheint aber in engeren Grenzen stattgefunden zu haben als in den antiken Kulturen des Mittelmeerraumes, obwohl die indischen Handwerksgilden ein wichtiger Machtfaktor im monarchischen Staat der Maurya waren. Kautilyas Lehre der Staatskunst (*Artaśāstra*) gibt Anweisungen für die Anlage, Einteilung und Befestigung von Königsstädten und für den Hausbau, doch scheint, als habe in Indien Technik in geringerem Maße als in der klassischen Antike das Interesse der Führungsschichten gefunden¹⁰¹.

Während FORBES postulierte, komplexe Aggregate aus Einzelerfindungen würden durch die Mobilität der Einzelobjekte oder der sie herstellenden Personen angeregt, dürfte für die Verbreitung des Eisengebrauches im Vorderen Orient auch der abstrakte Austausch von Wissen und Ideen maßgeblich gewesen sein¹⁰²; Hochschätzung handwerklicher Kenntnisse belegt die religiöse Verehrung von Handwerkergöttern, und aus dem Reich Juda mußten Schmiede und Zimmerleute als Arbeitskräfte und Mitglieder der Mittelschichten mit ins babylonische Exil gehen: Dem Transfer von Wissen in nichtpersonaler Form waren Grenzen gesetzt¹⁰³. Das Buch Jesus Sirach entwirft das Bild einer funktional gegliederten Gesellschaft, in der zwar Heilkundige eine besondere soziale Stellung beanspruchen können, Handwerker aber, von deren Arbeit das Wohlergehen aller abhängt, in politischen, juristischen und religiösen Fragen keine Führungs- und Entscheidungskompetenzen besitzen¹⁰⁴: Die literarische Elite Palästinas suchte, anders als die der klassischen Antike, die Distanz zu den mentalen und physischen Belastungen handwerklicher Tätigkeit. Andererseits belegt ihre Vorstellung von Gottes Schöpfungstätigkeit eine besondere Nähe zur Sphäre technischer Produktion¹⁰⁵, die in ihrer Zweck- und Modellorientierung durchdacht, doch nicht zum Inhalt literarischer Bildung wird.

Ähnlich wie die klassisch-antiken Kulturen aber traktierte die nachantike arabische Kultur auch praktische Metiers in der Literatur ihrer Führungsschicht und verlieh jenen eine Dignität, die auf fortgeschrittene handwerklich-technische Entwicklung verweist; es ist daher angebracht, die Gruppe der Agrargesellschaften danach zu unterscheiden, wie diese mit ihrem technischen Wissen umgegangen sind. Die weiträumige Einigung heterogener Kulturen durch Religion und Sprache, weiträumige Handelskontakte und eine gezielte Förderung von Wissenschaft und Technik durch die politische Führung, die seit dem 9. Jahrhundert Akademien gründete und literarische und praktische Studien finanzierte, schufen günstige Voraussetzungen der technischen Entwicklung in der arabischen Welt, die auch ein Bewußtsein des Fortschrittes als einen stetigen Verbesserungs- und Korrekturprozesses entwickelte. Fortgesetzt wurde der Ersatz von Arbeitskraft durch Wasser und Wind betrieben, der auch zu einem literarischen Gegenstand wurde. Technologie und angewandte Wissenschaft waren in Arabien anerkannte Teile der Gelehrsamkeit: al-'Amiri (10. Jhd.) postulierte die prinzipielle Einheit aller Wissenschaften; Ingenieurwesen und Architektur wurden als Einheit aus

101 CHATTOPADHYAYA (1986) 146-222; JAGGI (1981) 143-152; 175-187; RAHMAN (1982) 810; MAJUMDAR (1951) 398ff.

102 McNUTT (1990) 104f. Zum Eisengebrauch in Anatolien: FORBES (1964-1971) VIII 11; IX 213; 226-228.

103 Handwerkergötter: McNUTT (1990) 228-234). Schmiede und Zimmerleute in Babylon: 2 Kg. 24,14-16; Jer. 24,1; 29,2.

104 Sir. 38,1ff.; 38,25ff.

105 McNUTT (1990) 228-249. Schöpfungstätigkeit: Begabung der Handwerker mit göttlichem Geist zur Anfertigung kultischen Geräts (2. Mose 31); Hiram, Sohn eines Kupferschmiedes von Tyros, von König Hiram von Tyros zum Tempelbau entsandt (1 Kg. 7,13-14; 2 Chron. 2,13-14).

Bauwesen, Optik, Brennspeigelkunde, Gleichgewichtslehre, Landvermessung, Wasserbau, Brückenbau, Wasserversorgung, Flaschenzügen, Militärmaschinen, Schiffbau und Seefahrt, Uhrmacherei, Maß- und Gewichtswesen, Wunder- und Unterhaltungsmaschinen gelehrt, seit Ibn Khaldun (14. Jhd.) als Teil der Mathematik. Die hierarchische Unterscheidung von planendem und ausführendem Techniker war nicht absolut; Baumeister planten teilweise die von ihnen errichteten Bauten. Ansätze zu einer Kontrolle von Handwerk und Gewerbe durch Beauftragte des *qadi* gab es, weil sich die islamische Welt so wenig wie die antike der Kompetenz wie Loyalität ihrer Handwerker sicher war. Nach einer Phase der Rezeption und einer solchen rascher Innovation erlebte sie ab dem 11. Jhd. eine Phase besonderer Bemühung um die Diffusion des Wissens, die nur scheinbar als Epoche der Stagnation erscheinen mag, tatsächlich von kontinuierlichem technischem Fortschritt gekennzeichnet war¹⁰⁶.

Die antiken Kulturen scheinen also, ähnlich den Arabern, aber in höherem Maße als der alte Orient und die Inder, Praxiswissen in literarisch transferierbarer Form vergegenständlicht zu haben. Die intellektuellen, literarischen und politischen Eliten der Antike mögen manueller Erwerbstätigkeit gegenüber abgeneigt gewesen sein, doch liegt darin kaum ein Spezifikum gegenüber anderen Epochen, einschließlich der Gegenwart. Entscheidend ist, daß die Antike Formen der literarischen Darstellung und des Transfers praktischen Wissens entwickelte. Dokumentation und Verbreitung technischen Wissens geschahen weniger effizient als in der Moderne, doch konnte die mediterrane Antike im Unterschied zu anderen Agrargesellschaften einer mehr als nur eingeschränkten Öffentlichkeit, prinzipiell allen Angehörigen der literarisch-politischen Führungsschichten, erfolgreich Spezialistenwissen vermitteln. Für einige antike Disziplinen (Medizin, Architektur) wurde ihre Literarisierung zu einer Bedingung ihres Bestehens; ihre Literatur erlaubt den Einblick in Zwecke und Erwartungen, denen sich die antiken Techniken gegenüber sahen. Der antike Architekt war Sachverständiger und oberster Bauhandwerker, und er vermittelte zwischen Handwerkern und literarisch gebildeten Eliten, die über die Ausführung von Bauten entschieden; es gab in der Antike literarisch gebildete und aktive Techniker, die eine Schnittstelle bildeten zwischen Eliten der Laien und Handwerkern¹⁰⁷.

Ein systematisches Studium antiker technischer Schriften im Zusammenhang, das alle produktiven Techniken betrachtet, ist ein desiderat. *"Es fehlt bislang eine zusammenfassende Darstellung der technologischen Fachliteratur der Antike"*¹⁰⁸. SCHNEIDERS Studie über das griechische Technikverständnis behandelt griechische Kulturentstehungs- und -entwicklungslehren¹⁰⁹ und endet mit der Entstehung der mechanischen Literatur, bearbeitet also die Frühzeit der antiken Technologie, nicht ihr Funktionieren in der Zeit ihrer Reife. Formen bildlicher Veranschaulichung technischen und weltkundlichen Wissens hat STÜCKELBERGER dargestellt: Nicht nur das Wort, sondern in bisher vernachlässigtem Maße auch Bild und Diagramm wurden zur Vermittlung von Wissen im Altertum eingesetzt; STÜCKELBERGERS Arbeit behandelt aber nicht die Innovativität antiker Disziplinen und ihren Umgang

106 AL-HASSAN u. HILL (1986) 1-19; 69-71; 263-283. Zu Invention, Diffusion und Verlust in Prozessen kultureller Veränderung vgl. COTTERELL u. KAMMINGA (1990) 1-9.

107 GROS (1983). Beispiel gegenwärtiger technischer Literatur zum Erwerb von Sachwissen und Urteilsfähigkeit durch künftige politische, administrative und akademische Eliten in Frankreich: DAGOGNET (1997).

108 SCHNEIDER (1992) 217f.

109 SCHNEIDER (1989). Vgl. GATZ (1967); SPOERRI (1959); DIERAUER (1977); LOVEJOY u. BOAS (1935); DIHLE (1988).

mit den Wandlungen des Wissens¹¹⁰. Bauzeichnungen untersucht HEISEL¹¹¹, doch darf die Bedeutung zeichnerischer Pläne für die bautechnische Kommunikation in Griechenland nicht überschätzt werden: Viele bauliche Details waren durch Konventionen vorgegeben; aber der Wissenstransfer zu den Römern schuf einen Darstellungsbedarf¹¹², der jedoch einer Beschreibung harrrt. Die Abschnitte über *Technisches Denken* in der *Geschichte des wissenschaftlichen Denkens im Altertum* behandeln weltanschauliche Möglichkeiten und Grenzen technischen Vorgehens, nicht das Verhältnis zwischen technischer Praxis, Tradition und Innovation¹¹³.

Ein Grund für das ungenügendes Verständnis antiker Technik trotz des Wissens um sachliche Details liegt darin, daß bislang nicht systematisch untersucht wurde, was die Techniker und ihre Literatur in der Antike unter technischem Vorgehen verstanden, wie sich dieses organisierte und mit welchen Erwartungen an die Technik jene rechneten. Man darf voraussetzen, daß das technische Vorgehen über die Antike hin Wandlungen unterworfen war, und erwarten, daß wir, wenn wir verstehen lernen, wie technisches Vorgehen in der Antike zu deuten ist, auch die Entwicklungsmöglichkeiten antiker Technik besser verstanden werden. Dabei setzen wir nicht voraus, diese Entwicklungsmöglichkeiten seien durch ein objektives Geschick, etwa die Entwicklung der Produktivkräfte, vorherbestimmt, oder sie seien allein Funktionen von Veränderungen im mittelmeerischen Markt- oder Machtgeschehen. Eine Beschreibung der Erwartungen, die die Literatur zur antiken Technik von der Entwicklung der Techniken erwartete, füllt eine Lücke der Forschung: EDELSTEINS (1967b) unvollendete Schrift über die Idee des Fortschritts blieb beschränkt auf die klassische und hellenistische Zeit und behandelt die Fortschrittsvorstellung der politischen und gesellschaftlichen Institutionen, weniger von Technik und Produktion. SCHNEIDERS (1989) Arbeit über das griechische Technikverständnis endet da, wo ein Zusammenhang zwischen Technikverständnis, Erwartungen an die Technik und dem, was diese realisierte, in den Blick hätte kommen können, nämlich vor der Herausbildung einer Fachliteratur zur Ingenieurtechnik. GILLE (1980), der wie KIECHLE (1969) der Frage nachging, inwiefern Sklavenarbeit, Verachtung der Handarbeit oder konservative Mentalität technischen Fortschritt in der Antike verhinderten, analysierte die großen Schriften zur Mechanik von Heron und Philon und das Wirken von Archimedes. Es fehlt eine Untersuchung dazu, wie Technik als Vorgehen und Verhalten begriffen wurde, was vor dem Hintergrund dieses Verständnisses von der Technik und ihrer Entwicklung überhaupt erwartet werden konnte; es fehlt eine Studie, die römische Kaiserzeit und Spätantike miteinbezieht; es fehlt eine Studie, die die Untersuchung nicht auf die Mechanik beschränkt, sondern die materiellen Techniken insgesamt behandelt. Zu diesen gehören beispielsweise Medizin, Pharmakologie, Mechanik, Architektur und Landwirtschaft, nicht jedoch Rhetorik, Dichtkunst und Mantik. Ein wesentlicher Teil einer solchen Studie wird in der Interpretation der technologischen Fachliteratur nach systematischen Gesichtspunkten liegen, die die Innovativität antiker Techniken und die Einstellungen zu dieser betreffen.

110 STÜCKELBERGER (1994). Für Abbildungen antiker Geschütze in Schriften und antiken Kunstwerken vgl. SCHNEIDER (1905); (1907); (1908); (1912).

111 HEISEL (1993).

112 COULTON (1983); (1977); OTTO (1989) 204.

113 JÜRSS (1982).

Es gibt sachliche Gründe für die Zusammenordnung der hier betrachteten Disziplinen, auch wenn wir nicht voraussetzen, alle technischen Gestaltungen einer Epoche stünden untereinander in systematischer Abhängigkeit. Es war in der Antike selbst nicht unüblich, die hier betrachteten Techniken der Sicherung der Lebensgrundlagen zusammenzuordnen. So unterschied der platonische Protagoras zwei Technikspären, die (geringerwertige) *περὶ τὸν βίον σοφία* und die *πολιτικὴ σοφία*, politisch-moralisches Orientierungswissen; beiden Sphären mußte er dafür jeweils eine sachliche Einheit zusprechen¹¹⁴. Plinius behandelt diese produktiven Techniken nebst kunsthandwerklichem Vorgehen in seiner *Naturgeschichte*. Auch zwischen scheinbar so heterogenen Gegenständen wie der Torsionsartillerie und chirurgischer Kunst besteht ein Zusammenhang, der antiken Medizinern auch bewußt war: Torsionsgeschütze verletzen Menschen, Chirurgie heilt sie möglicherweise wieder. Galen führt diesen Zusammenhang als eine Begründung unter anderen dafür an, daß er genauer als alle Vorgänger die Anatomie des Bewegungsapparates und der Extremitäten behandle: Diese sei nützlich für die Versorgung von Kriegsverwundungen, beim Herausschneiden von Geschossen und bei Amputationen¹¹⁵; die gestiegene Bedeutung der Torsionsgeschütze in nachhellenistischer Zeit machte eine bessere Anatomie der Nerven, der Gefäße und der Extremitäten notwendig. Bereits bereits in der hippokratischen Schrift *Über das Einrenken der Gliedmaßen*¹¹⁶ waren ärztliche Kunst und mechanisches Können für den Bau von Apparaten zur Gelenkrelokation eine Verbindung eingegangen. Es ist sachlich gerechtfertigt, die in dieser Arbeit als behandelten technischen Disziplinen als Einheit zu verstehen.

Die skizzierten Thesen über die vermeintlichen Schranken, die die Mentalitäten der Antike der technischen Entwicklung gesetzt haben sollen, lassen sich, sofern man mit den verbreiteten antiken Technikphilosophien annimmt, *Technik* sei ein von der es verwirklichenden Praxis ablösbares und gesondert mitteilbares Wissen, auf zwei Grundthesen über dessen Weitergabe und Entwicklung zurückführen: (1) These von den beschränkten bzw. ungünstig gewählten Zwecken antiker Technik; die These besagt, daß antike Technik weniger diverse Zwecke verfolgte als moderne Technik, und daß insbesondere ökonomische Motive der Einsparung von Aufwendungen oder der Maximierung von Erträgen ihren Einsatz nicht bestimmten; im Gegensatz zur Befriedigung ökonomischer Bedürfnisse durch die moderne Technik seien in der Antike nur Durchsetzungs- (Krieg), Geltungs- (Großtechnik) und Unterhaltungsinteressen (Automaten) verfolgt worden; technisches Wissen habe sich den feststehenden, beschränkten und beschränkenden Zwecken untergeordnet und nie eine wirkliche Dynamik entfalten können. (2) These von der beschränkten Kumulativität des technischen Wissens; danach verlief die Entwicklung der antiken Techniken nicht als kontinuierliche Fortschrittsgeschichte, die sich kontinuierlicher Wissensakkumulation verdankte, sondern als kurze Blüte in hellenistischer Zeit, der eine lange Phase intellektueller Agonie folgte; technisches Wissen sei tradiert, nicht erweitert worden, das Interesse an technischem Fortschritt gering geblieben. Die erste These behauptet, nur wenige grobenteils ephemere Zwecke kämen in der Liste der von antiken Technikern verfolgten Zwecke vor, die zweite

114 Plat., *Protag.* 321d. Aristoteles sieht die Techniken untereinander in hierarchischen Beziehungen (z.B.: Zaumzeugherstellung, Pferdezucht, Kavalleriewesen, Militär) (Arist., *EN* 1094a10-15).

115 Galen, *De anatom. admin.* II 280-291, bes. 283.

116 Hippocr., *De artic.*; Apoll. Cit., *In Hippocr. de artic. comm.* (1. Jhdt. v.Chr.): Kommentar mit Illustrationen von Einrenkungsgestellen und -apparaten.

besitzt eine zeitliche Dimension: Antike Techniken hätten danach nicht kontinuierlich Veränderung und Verbesserung erstrebt und verwirklicht.

Diese Arbeit unternimmt es, jene zwei Thesen zu prüfen: Beschränkte sich die antike Technik tatsächlich auf die Verfolgung ephemerer Zwecke ohne Absicht ökonomischer Rationalisierung? Ist wirklich nur der Hellenismus eine Zeit technologischer Innovation? Die Arbeit prüft diese Fragen in zwei Teilen, einem systematischen und einem chronologischen. Der systematische Teil besteht in einer Liste der Zwecke und maßstabsetzenden Gesichtspunkte, die antike Technikschriftsteller ihren Disziplinen zugeschrieben, oder deren Geltung sie voraussetzten. Der zweite Teil beschreibt, orientiert an den Großepochen der allgemeinen Geschichte und nach Disziplinen, das Verhältnis der Techniker zur Anwendung und Tradierung ihres Wissens und zu dessen Veränderung durch Erweiterung und Kritik. Da er vornehmlich literarische Zeugnisse zur antiken Technologie beschreibt, gliedert er sich nach den Epochen der griechischen und römischen Literaturgeschichte. Dieser Teil widmet sich zunächst der Vermittlung handwerklicher Fertigkeiten in der Antike, also des nicht allein oder in erster Linie literarisch vermittelten Praxiswissens. Dieser Abschnitt über die Berufsausbildung erlaubt die Abschätzung, inwieweit die durch antike Quellen nahegelegte Voraussetzung zutrifft, *Technik* sei ein von ihrer Anwendung ablösbares Regelwissen. Darauf folgt eine Darstellung der Entwicklung der antiken Technikliteratur; dabei wird dem Wandel der Zwecke und Voraussetzungen der Techniken im Laufe etwa eine Jahrtausends (ca. 400 v. Chr. bis ca. 600 n. Chr.) nachgegangen, dem Status der Vertreter technischen Wissens und dem Zweck seiner Mitteilung. Die Arbeit behandelt nicht die Geltungsansprüche erhebenden oder bewertenden Techniken der Kommunikation, sondern einzig Techniken materieller Erhaltung, Unterhaltung und Produktion: Medizin, Landwirtschaft, Kriegstechnik und Architektur bilden den Kern dieser Disziplinen in der Antike; Magie wird nur in ihrem Verhältnis zu diesen Kerndisziplinen behandelt. Eingehend analysiert werden für die Arbeit ergiebige Fachschriften; Apicius' Rezeptsammlung z.B. ist eher unergiebig, die Landwirtschaftsschriftsteller, ebenfalls voller Koch- und Einmachrezepte, sind dagegen wichtige Quellen. Weiterhin war für diese Arbeit nur verwendbar, was gedruckt vorlag, um den Preis möglicher Unvollständigkeit im Einzelnen. Überlieferung und Editionen der Texte zur antiken Technik sind von unterschiedlicher Qualität. Während für wichtigere Zeugnisse antiken medizinischen Denkens sowie für gebräuchlichere philosophische und mechanische Schriften gute Ausgaben vorliegen, muß eine Reihe v.a. spätantiker Schriften in Ausgaben studiert werden, die wissenschaftlichen Anforderungen nicht mehr genügen. Die Interpretation wird versuchen, diesem Umstand Rechnung zu tragen, indem sie weniger dem Sprachgebrauch im einzelnen als dem technisch-praktischen Anliegen im allgemeinen nachforscht, für das auch unzulängliche Textzeugen brauchbar sein können, sofern sie techniktheoretische Aussagen enthalten.

Die Arbeit formuliert auf die zwei Fragen zwei formal negative Antworten: (1) Die These eingeschränkter Zwecksetzungen und des Fehlens ökonomischer Motive für antike Techniken trifft nicht zu; sowohl als Prinzip der Sparsamkeit wie als Postulat der Ertragsmaximierung begegnet das ökonomische Prinzip als Maßstab für technische Leistungen, und die Diversität technisch verfolgter Ziele war hoch. Grundsätzlich betrachtete man einige Techniken als notwendige Mittel zu Sicherung und Erhalt von Zivilisationsniveau und Lebensform. Mit dem Erlernen und Praktizieren von Techniken verband sich die Hoffnung auf die Befriedigung nicht nur partikularer, sondern auch gemeinschaftlicher Bedürfnisse (Wohnen, Wasserversorgung, Unterhaltung, Gesundheit) und auf eine Befreiung von Grenzen, die der Menschheit gesetzt sind. Mit den Leistungen der Techniken blieb ein Moment des Wunderbaren

und Paradoxen verbunden: Technische Methoden wurden in der Antike in geringerem Maße als in der Moderne publik und waren daher vergleichsweise schwerer transferierbar. (2) Wie frühere Untersuchungen bereits gezeigt hatten, kam die technische Entwicklung der Antike nicht nach einer Phase beschleunigter Innovation zum Stillstand; unsere Untersuchung zeigt, daß auch die *Fachliteratur* keinen Anlaß bietet, einen solchen Stillstand und eine ihn begleitende konservative Mentalität vorauszusetzen. Es ist vielmehr die stetige Entwicklung des technischen Wissens selbst, die überhaupt erst eine konservierende und transferierende Funktion technischer Literatur erforderte. Grundsätzlich beschrieben die technischen Fachliteraturen der Antike die Entwicklung ihrer Disziplinen als Prozeß des Wissenszuwachses. Für technisches Wissen bildeten sich Öffentlichkeiten Interessierter; technisches Wissen wurde bis zu einem gewissen Grade von den Angehörigen der Führungsschichten erwartet, und sie hatten es sich durch Erfahrung oder Lektüre zu erwerben. Technische Literatur wurde für die Römer ein Mittel zur Aneignung technischen Wissens von Karthagern und Griechen; sie machte das Bemühen um technische Verbesserung sowie Erhöhung betriebswirtschaftlicher Rationalität zum Prinzip und die Anpassung an sich verändernde Vermarktungsbedingungen zur Maxime. Daß andererseits das ökonomische Prinzip in der technologischen Literatur der Antike scheinbar eine geringe Rolle spielt, liegt daran, daß sie in großem Umfang Techniken behandelt, die existentielle Grundbedürfnisse sichern und darum auch in der Moderne oft in vergleichsweise geringem Maße ökonomischen Schranken unterliegen (Wasserversorgung, Gesundheit, militärische Sicherheit).

1. Zweck und Ziel technischen Vorgehens

1.1. Technik und Bedürfnisse

1.1.1. Technik als Teil der Zivilisation und Lebensform

In ihrer Auseinandersetzung mit der Sophistik hat die sokratische Philosophie die Redekunst als technisches Verhalten analysiert: Wer technisch vorgeht, verfolgt einen Zweck und wählt die Mittel zu seiner Verwirklichung nach Regeln der Zweckmäßigkeit; diese sind mitteilbar und ihre Anwendung lehrbar. Jene Zwecke können Mittel zu weiteren Zwecken sein: Techniken stehen zueinander hierarchisch im Verhältnis von Zwecken und Mitteln. Technisches Vorgehen zeichnet neben seiner Lehrbarkeit die Austauschbarkeit seiner Produkte aus¹. Bei aller Variation in Terminologie und Systematik galten folgende Elemente als kennzeichnend für jede Technik: (1) Orientierung auf Zweck, Ziel oder Produkt; (2) lebenspraktischer Nutzen, (3) Lehrbarkeit, (4) eigentümliche Struktur und Systematik der literarischen Vermittlung; (5) Verbesserbarkeit durch Erfahrung, also die Möglichkeit zu Fortschritt im einzelnen und im allgemeinen. Von jeder Technik wurde erwartet, daß sie, um Technik zu sein, einen Nutzen für das Leben der Menschen abwerfen müsse²; dieser wurde geltend gemacht, um die Dignität einer Disziplin zu unterstreichen³: Der Mathematiker Eutokios lobt, daß Archimedes' Approximation von π in der *Kreismessung* *ἐν τῷ βίῳ χρείας* biete; den Anspruch auf besondere Anerkennung des technischen Schriftstellers begründet Vitruv damit, daß seine Wirkung *utiliter hominibus ad vitam* sei; Simplikios behauptet den Nutzen der Physiologie für die Techniken und damit für das Leben⁴. Die Künste des Wortes befaßten sich mit der Zumessung von Geltungsansprüchen, die mechanischen mit materieller Produktion und Eingriffen in physische Verhältnisse⁵, doch auch die Techniken

1 Arist., *EN* 1094a1-19; 1095a14ff.; 1133a6-1134a16.

2 Z.B.: [Galen.], *De remed. parabil.* XIV 311-313; *Introd. sive medic.* XIV 685; *De opt. secta ad Thrasymb. lib.* I 107. Der späte Autor von Hippocr., *De decente habitu* 1 betont den Nutzen recht verstandener σοφίη für die τέχνη, vor allem aber ἐν τῷ βίῳ.

3 Vgl. Heron, *Pneum.* I pr. Weil Lebensnutzen von allen Techniken erwartet wurde, konnte er nicht, wie SCHÜRMAN (1991) 57-59 vermutet, besondere Geltungsansprüche der hellenistischen Mechaniker begründen, vgl. MEISSNER (1993a).

4 Eutoc., *Comm. in Archim. De cycl. metr.* III 258,16-22. Vitruv., *Arch.* IX pr. 3; vgl. IX pr. 13. Simplic., *In Arist. phys. lib. comm.* IX 4,18ff. Vgl. Eratosthen. bei Eutoc., *In Archim. Sph. et Cyl.* 65ff. über den Nutzen des Theorems der zwei Mittelproportionalen für die Artilleriekonstruktion. Die Nutzlosigkeit der Theorie für die Praxis behauptet der Gynäkologe Soranos (*Gynaec.* I 1,2): Naturwissenschaft (τὸ φυσικόν) sei nutzlos für das τέλος der Medizin, habe jedoch die Funktion eines Schmuckes in medizinischen Darstellungen. Der Autor des unter Dioscorides' Pedanius' Werken überlieferten *Περὶ ἀπλῶν φαρμάκων* betont den Nutzen des Werkes für seinen Adressaten, M. Wellmann, *Pedanii Dioscuridis Anazarbei de materia medica libri quinque* III, Berlin (1914) I pr. 1. Dazu RIDDLE (1985); WELLMANN (1914).

5 Def.: *Suppl. art. Dion. vet.*, G. Uhlig, *Grammatici Graeci* I 1, Leipzig (1883) 115-117: Τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐκ καταλήψεων ἐγγεγυμνασμένων πρὸς τι τέλος εὐχρηστον τῶν ἐν τῷ βίῳ. τῶν δὲ τεχνῶν διαφοραὶ εἰσι δύο. αἱ μὲν γὰρ αὐτῶν εἰσι λογικαί, αἱ δὲ πρακτικαί. καὶ λογικαὶ μὲν εἰσιν οἶον γραμματικὴ, ῥητορικὴ, φιλοσοφικὴ· πρακτικαὶ δὲ οἶον τεκτονικὴ, χαλκευτικὴ καὶ αἱ τούτοις παραπλήσιοι.

im mechanischen Sinne beanspruchten unter Umständen, Maßstäbe für das Leben des Einzelnen oder der Gemeinschaft zu setzen. Der Aristotelismus differenzierte die Begriffe zum Verständnis der Ziele zweckgerichteten Verhaltens besonders fein; wesentlich wurde die Unterscheidung zwischen *τέλος* und *σκοπός*. Areios Didymos unterschied zwischen Fern- und Nahzielen der technischen Disziplinen, die in der Regel mehr als eine Hierarchieebene von Zwecken und Mitteln behandeln; Galen sah in der tätigen Verwirklichung des Zieles das *τέλος*, im abstrakten Begriff den *σκοπός*; er berücksichtigte, daß die Ziele technischer Disziplinen eine Doppelfunktion als Zweck wie als Mittel zu weiteren Zwecken haben, und daß das jeweils letzte Ziel der Disziplin zugleich als Kriterium und Maßstab ihrer Leistungen fungiert⁶. Methodisch muß also unsere Betrachtung der Ziele antiker Techniken deren Unterziele berücksichtigen und zugleich Maßstäbe technischer Beurteilungen als Ausdrücke von Zielen werten.

Die Sophisten bestimmten als Ziel der Techniken ganz allgemein die Befriedigung von Lebensbedürfnissen, auch die Existenzsicherung. Die Sokratiker postulierten dagegen eine Werthierarchie zwischen zweckorientierten Betätigungen, die der Existenzsicherung dienten und solchen, die politische Organisation und Kultivierung menschlicher Existenz zum Ziel haben. Aristoteles konstruierte diese Hierarchie als geschichtliche Entwicklung: Überlebens-techniken galten ihm als historisch älteste, die ohne unmittelbaren Daseinszweck als jüngste⁷. Entstehung, Entwicklung und Weckbarkeit technisch zu befriedigender neuer Bedürfnisse waren demnach der Antike geläufige Vorstellungen. Als Gegenstandsbereich aller Techniken wurde menschliches Handeln angesehen, in dem Wandel immer möglich und apodiktische Gewißheit unmöglich sei⁸; Kultur- und Naturtechniken behielten so einen grundsätzlichen Bezug zur Kontingenz, der Unvorhersehbarkeit des Ausgangs menschlichen Handelns.

Die hippokratische Schrift *De diaeta salubri* (1,1) formuliert diätetische Lebensregeln für den Privatmann, der Mediziner beansprucht Regelungskompetenz für die Lebensführung mit dem Ziel der Gesundheit; Theodorus Priscianus⁹, christlich beeinflusster Arzt des fünften nachchristlichen Jahrhunderts und Schüler Vindicians, übernimmt selbstverständlich das hippokratische Verbot der Abtreibung; er fordert jedoch, Nachteile einer Übertretung eines solchen Verbotes jeweils gegen andere mögliche Nachteile aufzurechnen. Um dann, wenn eine Abtreibung lohnend und geboten ist, diese durchführen zu können, teilt er Methoden dafür mit: Der Arzt (Techniker) beansprucht nicht nur Nützlichkeit für Leben und Gesell-

[Galen.], *Def. med.* XIX 350: η'. Τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐγκαταλήψεων συγγεγυμνασμένων πρὸς τι τέλος εὐχρηστον τῶν ἐν τῷ βίῳ. ἢ οὕτως. τέχνη ἐστὶ σύστημα ἐγκαταλήψεων συγγεγυμνασμένων ἐφ' ἐν τέλος τὴν ἀναφορὰν ἐχόντων. Lebensnutzen als Kennzeichen der Techniken: Demokrit bei Diod. I 8,7; der politischen Technik: Demokrit bei Plut., *Adv. Colot.* 1126A; 1100C. Zu den Werten, die es zu bewahren gilt, gehören nach den Sprüchen des Pittakos von Mytilene auch *οικονομία* und *τέχνη* (Stob. III 1,172). Vgl. Arist., *EN* 1094a1-19. Fortschritt in den Techniken: Thuc. I 71,2-4.

6 MORAUX (1973-85) I 360f.

7 MORAUX (1973-85) II 89-121 (Areios Didymos, Aristokles von Messene); 270-272 (Aspasios). Vgl. Arist., *Metaph.* 981b13-25; Asclep., *In Arist. Metaph.* 10,28-11,36; Iamblich., *De comm. math. sc.* 26; Plat., *Epin.* 974D-E; Aspasios, *In Ethica Nicom. Comment.* 1,1-12. Vgl. Dikaiarch, Βίος Ἑλλάδος.

8 Arist., *EN* 1094b11ff.; 1098b1ff.; 1140a1-23; 1138b35ff.; 1139b21; 1140a31-b4; 1140b31-1141b8; *EE* 1248b13; *Anal. Post.* 71b9-16; Galen., *De animi cuiuslibet peccatorum dignotione et curatione* V 58-103.

9 Theod. Prisc., *Euporiston* III 6 (23-24).

schaft, sondern auch Geltung des eigenen moralischen Kalküls und Kompetenz zu Regelung und Entscheidung¹⁰.

Griechische und römische Technikschriftsteller behandeln als eine ihrer wichtigsten Aufgaben die Bewahrung der städtischen Zivilisation und Lebensweise. Der früheste griechische Schriftsteller über Belagerungstechnik, Aineias Taktikos, unterstreicht die Bedeutung der Verteidigung belagerter Städte: Die Verteidiger kämpften um die Existenz¹¹, die nur als Leben in einer befestigten Stadt denkbar war. Philon von Byzanz, Schüler des Ktesibios, integrierte die Poliorketik als Lehre von der Städteverteidigung in ein umfassendes Lehrsystem der Architektur und Mechanik (*μηχανική σύνταξις*). Dabei behandelt er die Städteverteidigung nicht nur als bau- oder maschinentechnisches Problem; Organisation von Nachschub und Verteidigung, medizinische Vorsorge und Kriegswirtschaft bilden, obwohl in einen mechanischen Lehrzusammenhang eingeordnet, neben dem rein Baulichen gleichrangige Gegenstände; politisch-rechtliche Fragen wie die Behandlung von Verrätern werden berücksichtigt: Philon gliedert die Poliorketik als umfassende Handlungslehre für die Verteidigung der Existenz der Stadt in seine *Syntaxis* ein. Philon behandelt jedoch nicht nur die Verteidigung, sondern auch die offensive Belagerung¹². Für eine Disziplin, die sich der Bewahrung städtischer Existenz verpflichtet sah, stellte sich das Problem der Rechtfertigung der Offensive. Das Werk des Athenaeus *Mechanicus*, an einen Römer gerichtet und wohl aus hadrianischer Zeit stammend¹³, rechtfertigt das Anliegen der Poliorketik. Angriff und Verteidigung gelten nicht mehr als gleichwertig. Die Poliorketik hatte sich zu ihrer Blüte an den hellenistischen Herrscherhöfen entwickelt und bildete daher eine Lehre der Bedrohung städtischer Existenz. Gegen den naheliegenden Verdacht, die Poliorketik sei demnach eine illegitime Bemühung, verteidigt sie Athenaeus: Der Leser solle nicht glauben, daß er nur aus Grausamkeit Methoden zur Einnahme von Städten zusammenstelle; es gehe vielmehr um die Sicherheit der Städte, die mit der Kenntnis der Angriffsmittel zugleich die der Verteidigung gewonnen¹⁴. Bei diesem Argument handelt es sich um eine möglicherweise be-

10 Dieser Anspruch der Mediziner auf Regelungskompetenz in Fragen der Lebensführung blieb nicht unbestritten. Beispielsweise schrieb ein Mitglied der aus Lemnos stammenden Sophistenfamilie der Philostratoi des 2. oder 3. nachchristlichen Jahrhunderts ein Werk über sportliches Training, in dem er die gesundheitsfördernde Funktion der Gymnastik zum Anlaß nimmt, diese der Medizin zuzugeellen, andererseits jedoch die medizinische Diätetik als Dekadenzphänomen behandelt (Philostr., *De gymn.* 144,22-146,11; 168,18-172,24; es ist unklar, welchem gleichnamigen Schriftsteller das Werk gehört, vgl. Suda Φ 421-423 s.v. Φιλόστρατος). Vor der durch medizinische Diätetik bewirkten Verweichlichung solle Gymnastik als den anderen gleichwertige τέχνη (ebda. 134,13.) bewahren. Vgl. die gegen ähnliche Argumente sich richtende Schrift Galens *Thrasymbulus sive utrum medicinae sit an gymnasticae hygieine* V 806-898; darin sucht Galen, wie Aristoteles, die Techniken aus ihren Zwecken zu bestimmen, um die Medizin als der Gymnastik übergeordnete Disziplin darzustellen. Dazu vgl. ENGLERT (1929). Diätetik und Gymnastik waren bei Herodikos von Selymbria, einem Lehrer des Hippokrates, vereint, Plat., *Phaedr.* 227d; *Prot.* 316e; *Gorg.* 448b; *Rep.* 406a; Hippocr., *Epidem.* VI 3,18.

11 Aen. Tact., *Poliorc.* pr. Geräte und Ausrüstungen hatte Aineias in einem nicht erhaltenen *Παρασκευαστικόν* beschrieben, Muster für Reden des Befehlshabers an die Verteidiger in *Ἀκούσματα*; er schrieb auch über *ναυτική τάξις* (Aen. Tact., *Poliorc.* XXI; VII 3; XL 5; Polyb. X 44,1-13). WINTERLING (1991) beschreibt die Lebensform der Stadt und ihre Bedrohungen, die Aineias voraussetzt.

12 Philon Byz., *Poliorc.* A-C (79-96). D (96-104). Das Ziel der Disziplin der Belagerungskunst bestimmt er daher doppelt als Erobern ohne erobert zu werden, D (104).

13 Vgl. DIELS (1893).

14 Athen. *Mechan.* 39,1-6.

reits aus der Literatur der Vorgänger geschöpfte¹⁵ Rechtfertigung der Disziplin an den Maßstäben der städtische Lebensform: Athenaeus behandelt, anders als Philon, nur die offensive Poliorketik. Athenaeus setzt sein Argument fort: Er habe sein Werk hauptsächlich gegen jene gerichtet, die sich nicht den Gesetzen des Reiches unterordneten¹⁶. Die offensive Poliorketik des Athenaeus stellt sich in den Dienst der Durchsetzung kaiserlicher Macht; die Inanspruchnahme eines Nutzens für die Verteidigung befestigter Städte dient nur als Vorwand zur Rechtfertigung ihres Anliegens gegenüber städtischem Mißtrauen. Die Akzentuierung der Ziele der Belagerungstechnik wandelt sich mit politischen Verhältnissen: Während Aineias in der frühhellenistischen Zeit sich ausbreitender Königsherrschaft in Griechenland die Verteidigung der Städte behandelt, beschreibt Philon Methoden, um sowohl Angriff und Verteidigung in einer antagonistischen Welt zu bestehen. Bei Athenaeus dagegen geht es nur um Angriffe auf befestigte Siedlungen; das Existenzinteresse der Stadt wird nur zur Rechtfertigung geltend gemacht, weil Athenaeus voraussetzt, daß dem städtischen Leben höherer Rang zukommt als den Interessen eines Angreifers.

Vegetius' *Epitoma rei militaris* zeigt erneut ein anderes Verhältnis zur städtischen Lebensform: Sie beschreibt offensive und defensive Maßnahmen und betont den engen Zusammenhang zwischen städtischer Lebensform und Zivilisiertheit. Erst die Gemeinschaftssiedlung in Städten habe den Menschen zum Menschen gemacht, Roms und der Kaiser Herrschaft hätten den Ausbau der Städte zu Großfestungen und ein sicheres Leben in ihnen erst möglich gemacht¹⁷: In der Zeit des Theodosius erscheint die militärische Sicherung des Reiches als Bemühung um die Wahrung der städtischen Lebensform.

Die Lehrliteratur zur Land- und Hauswirtschaft bestimmt im allgemeinen dagegen eine distanzierte Stellung zur städtischen Lebensform. Bereits für Hesiod ist das Treiben des Marktes stadttypisches Kennzeichen eines arbeitsscheuen Daseins, demgegenüber er das Ethos des armen, körperlich hart arbeitenden Bergbauern verkündet¹⁸. Xenophons *Oeconomicus* dagegen behandelt das Leben des *καλῶς κάγαθός* in allen seinen auch städtischen Bezügen: Thema ist ein komplexer Lebensentwurf, zu dem Fragen der ehelichen Arbeitsteilung ebenso gehören wie die politische Betätigung des Hausvorstandes in der Stadt¹⁹. Die Schrift vermittelt nicht praktische Belehrung, sondern zeigt, daß das philosophische Fragen des Laien und Städters (Sokrates) ein reflektiertes Verständnis des Vorgehens des Praktikers (Ischomachos) gewinnt, das zur Belehrung anderer Laien erst befähigt: Der *Oeconomicus* behält die Perspektive der städtischen Literatur und Kultur; diese eignet sich das Praxiswissen des Landwirtes durch theoretische, kausale Durchdringung und Systematisierung an²⁰, aus der Distanz zum ländlichen Leben. Suchte Hesiod, die eigene ländliche Lebensform literarisch zu umreißen und von der städtischen abzusetzen, ist es Programm

15 Athenaeus schreibt, anders als Aineias, auf Grundlage einer bereits ausgebildeten Fachtradition. Er nennt als Vorgänger Daimachos, Diades, Charias und Pyrrhos und bezieht sich auf Agesistratos (3,9-7,12). Agesistratos hatte auch Grundsätze der Ausbildung des Kriegstechnikers aufgestellt; bei ihrer Wiedergabe erklärt Athenaeus noch sowohl das *μηχανήσεσθαι* als auch das *ἀντιμηχανήσεσθαι* zu Aufgaben des Kriegstechnikers (7,8-12); während Agesistratos möglicherweise die Verteidigung in seine Lehre einschloß, behandelt Athenaeus sie so, als ergebe sie sich aus der Art des Angriffes von selbst.

16 39,1-6.

17 Veget., *Epit. rei milit.* IV pr.

18 Hes., *Op. et dies* 27-36; 633-645.

19 Xenoph., *Oec.* 7-10; 11,22-25.

20 STRAUSS (1970).

philosophisch reflektierter Behandlung praktischer Disziplinen, diese als Teil der städtischen Lebensform darzustellen.

Die römischen Ackerbauschriftsteller beziehen gegenüber dem städtischen Leben eine distanziertere Position. Cato (234-149 v.Chr.) propagiert die Landwirtschaft als angemessenste Erwerbsform; Handel und Geldverleih seien profitabler, Landbau aber sei weniger riskant als der Seehandel und errege weniger Neid als das Bankgewerbe²¹: Cato erwartet von der politischen Führungsschicht als Inbegriff für Sicherheit, Konstanz und Ansehen in ihrer Lebensführung die Beschäftigung mit Landwirtschaft. Varro bezieht²² eine geradezu kritische Haltung gegenüber dem Stadtleben (37 v.Chr.): Zunehmend lebten Landwirte in der Stadt, ohne selbst auf ihren Gütern tätig zu sein; das Ergebnis sei ein Rückgang der Erträge und der Selbstversorgungsquote; das Leben in der Stadt erscheint als widernatürliches Ergebnis menschlicher *ars*, das Landleben als natürlichere und ursprünglichere, scheinbar weniger durch Technik geprägte und dennoch technisch belehrte Lebensform. Auch Columella sieht in der Bewirtschaftung der Güter aus der Ferne die Ursache für Fehlentwicklungen der römischen Landwirtschaft und für Dekadenzerscheinungen; Urteilsunfähigkeit habe einen Beratungsbedarf in der Landwirtschaft entstehen lassen, die Columella wie Varro für die angemessenste Erwerbstätigkeit hält²³. Technische Belehrung ist auch hier Teil des Versuches, eine Lebensweise, von der man annimmt, sie verliere sich zunehmend oder sei permanent gefährdet, mit Mitteln der Literatur zu stabilisieren. Einerseits ordnet Columella den moralischen Wert städtischen Lebens dem des Landlebens unter und beschreibt den Wechsel von der Süßwasser- zur aufwendigeren Salzwasserhaltung von Speisefischen als Phänomen eines zunehmenden durch die Bedürfnisse der Stadt geprägten Luxus; andererseits will er nicht als Verurteiler von Zeiten und Sitten auftreten und beschreibt diese Fischzucht als Erwerbszweig²⁴: Trotz der verbalen Distanzierung von Verstädterung und Urbanität behandelt der Landwirtschaftsschriftsteller den Wandel und die zunehmende Raffinesse städtischer EBkultur als Chance agrarischen Gelderwerbs. Technisch angeleitete Landwirtschaft orientiert sich auf die Stadt als Abnehmer; die Kritik an Verstädterung und Dekadenz stützen die Absicht, als Teil der Anleitung zu profitabler Landwirtschaft zugleich eine von der städtischen scheinbar verschiedene, aber auf diese hingearbeitete Lebensform zu vermitteln. Auch Frontin, der in seiner Schrift über die Wasserversorgung Roms zunächst für praktische Verwaltungszwecke schreibt, stellt diese Bemühung in den Kontext einer Sicherung einer Lebensordnung: Ausreichend fließendes Wasser in der Stadt sichert gesundes Leben; Aquädukte und Wasserleitungen sind ein Kennzeichen der Größe und Lebensweise Roms: Es geht um die Wahrung der Besonderheiten der gelebten Lebensweise, von denen man voraussetzt, daß sie - im Falle der Wasserleitungen durch Manipulationen der Wasserbautechniker - bedroht seien²⁵. Die technischen Literaten setzen voraus, daß sie gegenüber Zivilisation und Kultur eine konservative bzw. restaurative Funktion ausüben, weil diese von Techniken abhängig sind bzw. geworden sind, damit zwar

21 Cato, *agr.* I pr.

22 Varro, *RR* II pr.; III pr.; III 1,1-4.

23 I pr. 1-20. Columella bewertet Geldverleih und Seehandel wie Cato, vergleicht außerdem mit illegitimen und abhängigen Formen des Gelderwerbs: Beutemachen, Auftritt vor Gericht, Existenz als Klient bzw. Parasit eines Reichen.

24 Colum., *RR* VIII 16ff. Vgl. I pr. 1-20; I 1,19; XII pr. 1-10.

25 Front., *De Aqu.* 1; 16; 88; 119. Vgl. 34; 66; 74; 87; 91.

raffiniert, aber zugleich auch gefährdet erscheinen durch einen Verlust des technischen Wissens und seiner Tradition.

1.1.2. Technik als Autonomiegewinn: Meisterung des Schicksals

Fundamental ist eine zweite Funktion, die technischer Belehrung und technischem Vorgehen zugeschrieben wurde: die einer Bemächtigung des Schicksals und des Gewinnes von Vertrauen in seine Bewältigung. Technisches Handeln, das dieses Zutrauen rechtfertigt, gilt als gelungen. Die sich auf Hippokrates berufende Medizin sah daher von früh an dauernd in der Fähigkeit zur Voraussage von Krankheitsverläufen das Kennzeichen ärztlicher Kompetenz: Der Arzt erhöhe durch aus der Kenntnis der Sache geschöpfte Ergänzungen der Anamnese wie durch zutreffende Voraussagen seine Glaubwürdigkeit und gewinne durch seine gestiegene Autorität Patienten; die Planung einer Therapie sei am besten möglich, wenn der zu erwartende Krankheitsverlauf im voraus abzusehen sei²⁶. Die sophistische Interpretation der Medizin bestimmt anhand des Autonomiegewinns, was *τέχνη* sei: Technik ist, was die Selbsttätigkeit des Subjekts vergrößert²⁷. Darüber, ob eine Disziplin beanspruchen kann, Technik zu sein, entscheidet, ob sie über ursächliches Wissen verfügt, das menschliche Eingriffsmöglichkeiten und deren zu erwartende Resultate umfaßt; die Vertreter der Traumdeutung verfügten nicht über solches Wissen und könnten den Erfolg ihrer Voraussagen nicht garantieren²⁸: Selbsttätigkeit des Menschen, seine Fähigkeit, Gesundheit und Krankheit seiner Entscheidung zu unterwerfen, ist das Ziel der technischen Regelung seines Verhaltens²⁹. Galen begründet in seinem *Προτρεπτικός* den Wert der Techniken, insbesondere der Medizin: Sich nicht um *τέχνας* zu bemühen heißt sich der *τύχη*, dem zufälligen Schicksal, auszuliefern³⁰. Für alle Techniken gilt danach: Sie sind nützlich und ermöglichen dem Menschen ein höheres Maß an Kontrolle über sein Leben. Ihr Nutzen manifestiert sich im therapeutischen Einzelfall; der Arzt solle sich nicht nur Wissen an-

26 Hippocr., *Progn.* 1. Die späten *Praecept.* betonen die Überwindung der *ἀπιστίη*, des Mißtrauens in die Meisterbarkeit der Lage, durch Prognosen, Hippocr., *Praecept.* 3f.; 8ff. Der Arzt Aretaeus von Kappadokien erklärt Vertrauensschaffung zur wichtigsten Sache (*De curat. diut. morb.* I 1,2): *πίστις δὲ τουτέων κεφαλαίη, ἥς ἀμφὶ πρότερον φράσω*. Dazu EDELSTEIN (1967c).

27 *De arte* wendet sich gegen sophistische Kritik an der Medizin, die mit Spontanheilungen (*τὸ αὐτόματον*) und dem Phänomen medizinischen Mißerfolges gegen die Technizität der Medizin argumentiert hatte. Den Mediziner rechtfertige sein prognostisches Wissen, das das Zutrauen des um die Zukunft fürchtenden Patienten rechtfertige. Zu dem die Technik als Mittel der Schicksalsbewältigung konstituierenden Wissen des Arztes gehört auch das über die Grenzen seiner Kunst: Zum Bereich der Technik gehört nur, was dem menschlichen Eingriff unterliegt. (Hippocr., *De arte* 4-8). Entscheidend ist die Gelingenserwartbarkeit: Der Autor von *De diaeta* III beansprucht, eine Methode zur Bestimmung der jeweils geeigneten Ernährung gefunden zu haben, die nur dann fehlerhaft sei, wenn man Fehler bei der Anwendung mache (Hippocr., *De diaeta* § 67), also eine methodische Diätetik entwickelt zu haben.

28 Hippocr., *De diaeta* 87.

29 Nachgalenisch: Sev. Iatros., *De instr. infus. seu clyst. ad Timotheum* 6,23-27. Vgl. Kind, RE II A 2,2010f. s.v. *Severus* (48).

30 Galen, *Adh. ad artes addisc.* 1-2 (I 3K.); 9 (I 20f.K.): Keine *τέχνη* sei, was kein *τέλος βιωφελές* besitze: Die Vermittlung eines Lebensnutzens gilt als Merkmal aller Techniken.