

Gerhard Dohrn-van Rossum

Brillen – Uhren – Kanonen

Raumzeitliche Parameter der Diffusion spätmittelalterlicher Innovationen

Bei allegorischen Personifikationen der *Temperantia* („Mäßigung“) im Ensemble der vier Kardinaltugenden erscheint in der Mitte des 15. Jahrhunderts ein neuartiges ikonographisches Programm.¹ Die weibliche Figur ist umgeben von Attributen aus dem Bereich der Technik. In zahlreichen Miniaturen trägt sie eine Uhr mit Gewichten und einer Schlagglocke auf dem Kopf, ein Zaumzeug im Mund, Rädchensporen an den Schuhen und eine Brille in der Hand. In ihrer Nähe sieht man eine Turmwindmühle.² Plastische Beispiele für diese Personifikation beschränken sich meist auf die Uhr. Seit dem Auftauchen der mechanischen Uhren und der Sanduhren im 14. Jahrhundert sind technische Neuerungen des 14. Jahrhunderts als Attribute der *Temperantia* geläufig. Das durch einen Hemmungsmechanismus geregelte bzw. und gebremste Ineinander gegenläufig bewegter Räder oder das regulierte Ablaufen von Sand durch eine kalibrierte Öffnung waren anschauliche Bilder für die Moderation von Leidenschaften wie auch von ungezügelter Rede.

Auch die anderen technischen Attribute stehen für technische Innovationen des Spätmittelalters. Wir kennen weitere Zeugnisse für das Interesse an solchen Neuerungen, wobei das Kriterium für Neuheit zunächst die Zugehörigkeit zur eigenen nachantiken Zeit war. Deutlich wird dabei ein besonderes Epochenbewusstsein, und ein Ensemble technischer Errungenschaften gehörte bis in die Zeit der Aufklärung zum argumentativen Standardrepertoire für den Beweis, dass der menschliche Fortschritt wirklich war. Weil sie zwar als grundstürzende Innovation bewusst, aber nicht positiv besetzt waren, fehlen in diesen Ensembles die neuen Pulverwaffen. Buchdruck und Kompass kommen oft hinzu. Noch für Johan Huizinga waren Darstellungen der *Temperantia* mit einer Hausuhr auf dem Kopf Zeugnisse des Niedergangs der symbolischen Ausdrucksformen des Mittelalters³, für Lynn White jr. jedoch veranschaulichte die *Temperantia* als personifiziertes Ideal vernünftiger Selbstbeherrschung, versehen mit modernen Attributen des technischen Umgangs mit der natürlichen Umwelt,

¹ ROSAMUND TUVE: Notes on Virtues and Vices. Warburg Journal 26 (1963), S. 264–303 u. 27 (1964), S. 42–72.

² Vgl. CHARITY CANNON WILLARD: Christine de Pisan’s Clock of Temperance. L’Ésprit Créateur 2 (1962), S. 149–154.

³ „Der Symbolismus samt seiner Dienerin, der Allegorie, war zu einer Spielerei des Verstandes geworden; das Sinnvolle wurde sinnlos.“ Für Huizinga vermischen sich hier ein Übermaß von Verbildlichung, Allegorie und Mythologie in eitlen Spiel; JOHAN HUIZINGA: Herbst des Mittelalters. Studien über Lebens- und Geistesformen des 14. und 15. Jahrhunderts in Frankreich und in den Niederlanden. Stuttgart 1975, S. 457.

die damals neue Wertschätzung aller technischen Bemühungen.⁴ Neuerungen und Erfindungen auch im technischen Bereich erfuhren erst seit der Wende zum 14. Jahrhundert stärkere Aufmerksamkeit und Wertschätzung.⁵ Eine Textvorlage für dieses ikonographische Programm ist nicht bekannt. Ob das Programm für eine höhere Wertschätzung der *Artes mechanicae* spricht, erscheint fraglich, weil die Attribute sich schwerlich dem alten Artes-Kanon zurechnen lassen. Auffällig ist jedenfalls, dass technische Neuerungen in einer Gruppe zusammengefasst wurden, ohne dass es schon einen Begriff von Technik gab.

Abb.1: Pseudo-Seneca *De quattuor virtutibus*, 15. Jh.; Dresden, Sächsische Landesbibliothek, Ms. Oc. 79, f^o 68.

⁴ LYNN WHITE, JR.: The Iconography of Temperantia and the Virtuosity of Technology. In: *Action and Conviction in Early Modern Europe. Essays in Memory of E. H. Harbison*. Hgg. von THEODORE RABB und JERROLD SEIGEL, Princeton 1969, S. 197–219.

⁵ GERHARD DOHRN-VAN ROSSUM: *Novitates – Inventores. Die Erfindung der Erfinder im Spätmittelalter*. In: *Tradition, Innovation, Invention. Fortschrittsverweigerung und Fortschrittsbewusstsein im Mittelalter*. Hg. von HANS-JOACHIM SCHMIDT. Berlin/New York 2005, S. 27–49.

Offenbar sind im 15. Jahrhundert verschiedenartige technische Innovationen als ein veränderungsmächtiger und zusammenhängender Vorgang gesehen worden. Kurz nach 1451 vollendet Giovanni Tortelli, Humanist u. päpstlicher Bibliothekar, sein großes Werk «De orthographia dictionum e Graecis tractarum». Es gehört zu der damals in Humanistenkreisen geführten Diskussion über die Frage, ob und wieweit der lateinische und griechische Wortbestand der antiken Autoren sich noch für die Beschreibung moderner Phänomene eigne. Nach einer ausführlicheren Vorlage des Philologen Lorenzo Valla behandelt Tortelli moderne Neuheiten in einem langen Exkurs zum Artikel ‚horologium‘. Tortelli interessiert nicht das absolute Alter einzelner Neuerungen wie der Schlaguhr, einem *novum inventum* u.A.; er unterscheidet lediglich zwischen antiken und nachantiken Techniken. Außer Uhren nennt er Glocken, Portulan-Karten, den Kompass, Fock-Segel, Kanonen, Steigbügel, die Wassermühle, das Cembalo, die pneumatische Orgel, Baumwolle, Brillen, Zucker, Talgkerzen, Blasrohr u.a.m.⁶ Mindestens die Entwicklung der mechanischen Uhren und die unter den Sammelbegriffen Kanonen bzw. Artillerie zusammengefasste Entwicklung der Pulvergeschütze werden auch nach moderner Überzeugung unter die technischen Errungenschaften gezählt, die in Europa entwickelt worden sind und die Überlegenheit der europäischen gegenüber anderen Zivilisationen begründet haben.

Die italienischen Humanisten haben mehrfach die v.a. auf Plinius' *Naturgeschichte* zurückgehende Tradition⁷ für kulturelle Errungenschaften Erfinder namhaft zu machen aufgenommen und diese Listen um Errungenschaften der Gegenwart ausgeweitet. Nach Catherine Atkinson wurde hier das Konzept von *inventio* mit dem von Modernität verbunden.⁸ Unter den einschlägigen Veröffentlichungen war Polydor Vergils «De rerum inventoribus» ein Bestseller.⁹ Der Vasari-Schüler Jan van der Straet (Stradanus) hat zu dieser Thematik eine Serie von Zeichnungen angefertigt, die dann als eine Reihe von Stichen unter dem Titel «Nova Reperta» um 1600 publiziert worden sind.¹⁰

Ein vergleichender Blick auf den aktuellen Stand der Forschung zur Geschichte der Brillen, der Uhren und der Kanonen zeigt nicht nur, dass immer noch keine Erfinder benannt werden können, sondern auch, dass der Begriff der ‚Erfindung‘ hier kaum brauchbar ist, dass man vielmehr von Innovations- und Diffusionsvorgängen sprechen sollte. Diffusion ist m.E. vorzuziehen, weil der transitive Begriff ‚Transfer‘ selten angemessen ist. Deutlich wird auch, dass sich die drei Innovationen recht

6 ALEX G. KELLER: A Renaissance Humanist looks at "New" Inventions. The Article "Horologium" in Giovanni Tortelli's De orthographia. *Technology and Culture* 11 (1970), S. 345–65.

7 KLAUS THRAEDE und KARL JAX: Erfinder. In: RAC. Hgg. von ERNST DASSMANN u.a. Bd. 5. Stuttgart 1962, Sp. 1179–1278.

8 CATHERINE ATKINSON: *Inventing Inventors in Renaissance Europe*. Polydore Vergil's De inventoribus rerum. Tübingen 2007, S. 34.

9 Polydore Vergil: *On Discovery*. Hg. und übers. von BRIAN P. COPENHAVER. Cambridge MA. 2002 (The I Tatti Renaissance Library, Band 6).

10 UTA BERNSMER: *Die nova reperta des Jan van der Straet*. Ein Beitrag zur Problemgeschichte der Entdeckungen und Erfindungen im 16. Jahrhundert. Hamburg 1986.

genau bis an die Wende zum 14. Jahrhundert zurückverfolgen lassen und, dass in allen drei Fällen Oberitalien als Ausgangsregion der Diffusionsprozesse gelten kann. Die Untersuchung der zeitlichen Aspekte der Diffusion sollte m.E. auch versuchen temporale Parameter zu entwickeln für historische Urteile, in denen Bestimmungen vorkommen wie ‚früh‘, ‚spät‘, ‚schnell‘, ‚langsam‘, ‚schon‘, ‚erst im Jahre‘, ‚Vorreiter‘, ‚Nachzügler‘, ‚verzögerte bzw. nachhinkende Entwicklung‘ u.Ä. Die oft nicht scharf genug gestellten Fragen nach solchen Parametern sind wichtig, weil sie die Grundlagen für historische klein- und großräumige Vergleiche bilden.

Abb.2: Jan Collaert und Joh. Galle nach Stradanus «Nova Reperta», um 1580

Unter dem launigen Buchtitel «Das Mittelalter auf der Nase» bietet die italienische Mediävistin Chiara Frugoni einen bunten und gut illustrierten Strauß mittelalterlicher Neuerungen von Knöpfen, über Bankgeschäfte, Gabeln und Spielkarten bis zur Brille.¹¹ Sie will damit zeigen, welche Neuerungen wir, ohne es recht zu erinnern, dem Mittelalter verdanken. Weil sie nach einer Umfrage unter 80 Gelehrten (1999) zu den wichtigsten Erfindungen der letzten 2000 Jahre zählt, beginnt Frugoni mit dem Auftauchen der Brille. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, dass dieses unschein-

¹¹ CHIARA FRUGONI: Das Mittelalter auf der Nase. Brillen, Bücher, Bankgeschäfte und andere Erfindungen des Mittelalters. München 2003.

bare, heute ubiquitäre Objekt nach wie vor das Arbeitsleben all derer, die von Hinsehen, Drucken, Lesen und Schreiben abhängen und abhängen, Kleriker, Gelehrte, Notare, Kunsthandwerker, Künstler und Wissenschaftler, um Jahrzehnte verlängert. Noch im 14. Jahrhunderts erklärt sie Francesco Petrarca zu einer nachklassischen, mithin modernen Innovation.¹² Die Forschungen und das Sammeln von Belegen zur Geschichte der Brille reichen ins 17. Jahrhundert zurück, und sie kennen eine heftige mit allen Mitteln, auch mit gefälschten Quellen, geführte Auseinandersetzung zwischen Venedig, Florenz und Pisa um den Vorrang als Ursprungsort dieser Lesehilfe.¹³ Edward Rosen hat diese Kriminalgeschichte rekonstruiert.¹⁴

In der Antike und im Mittelalter kannte man vergrößernde Lesehilfen etwa mit geschliffenen Steinen z.B. den Beryll - daher der deutsche Name Brille - oder konkaven Spiegeln. Im Februar des Jahres 1305 hielt der Dominikanermönch Giordano aus Pisa in der Kirche Santa Maria Novella in Florenz eine Fastenpredigt. Darin berichtet er, es sei noch nicht einmal zwanzig Jahre her, dass man die vorher vollkommen unbekannte Kunst Lesebrillen zu machen gefunden habe - und der Prediger fügt hinzu: „Ich habe den Mann gesehen, der sie erfunden und geschaffen hat und ich habe mit ihm gesprochen.“ Bemerkenswert ist nicht nur die Angabe eines zeitlichen Parameters (ungefähr nach 1286), sondern auch die Rede von einer Erfindung und einem Erfinder. Giordano betont außerdem, dass jeden Tag eine neue Kunst (*arte novella*) gefunden und, dass das Finden neuer Künste auch in Zukunft nie zu Ende kommen wird. Für das Finden neuer Künste rechnet er mit sehr kurzen Zeitabständen (*ognendì*).¹⁵ Diese Predigt ist m. E. ein wichtiger Beleg für die in den Jahren nach 1300 zu beobachtende Umwertung von *novitates*, die im frühen und hohen Mittelalter von den Theologen noch perhorresziert worden waren. Positiv gestimmtes Neuerungsbewusstsein in Verbindung mit einem Hinweis auf einen Transferprozess findet sich im selben Zusammenhang in der Chronik

12 Francesco Petrarca: *De remediis utriusque fortunae*, lib. 2, ch. 93, (Le Preux) Bern 1610, S. 613: *De tristitia et miseria: visum languidum ocularibus refovet, qua in re maioribus vestris acutius cogitastis, qui vasculis vitreis aqua plenis, ut Seneca meminit, utebantur.*; vgl. JULIE SINGER: *Blindness and Therapy in Late Medieval French and Italian Poetry*. Cambridge 2011, S. 149–152.

13 Die wichtigsten Übersichten: EDWARD ROSEN: *The Invention of Eyeglasses I + II*. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 11 (1956), S. 13–46, 183–218; KLAUS BERGDOLT: *Die Erfindung und Verbreitung der Brille im Spätmittelalter*. *Medizinhistorisches Journal* 29 (1994), S. 111–120; VINCENT ILARDI: *Renaissance Vision from Spectacles to Telescopes*. Philadelphia 2007.

14 ROSEN: *Eyeglasses I* (wie Anm. 13).

15 *Tutte l'arti sono trovate dall'uomo; non che l'uomo le faccia, ma trovale. E non sono trovate tutte: di trovare arti non si verrebbe a fine mai, ognendì se ne potrebbe trovare una de l'arti. [...] Non le mentova tutte, ché ne sono per lo mondo assai di quelle ch'egli non sa [...], e così di molte altre, e così per lo mondo n' ha molte [arti] di quelle che non sapete, e non però sono trovate tutte. Molte ne sono che non sono trovate, e ognendì se ne potrebbe trovare una nuova, e sempre se ne trovano de le nuove. Non è ancora venti anni che si trovò l'arte di fare gli occhiali, che fanno vedere bene, ch' è una de le migliori arti e de le più necessarie che ,l mondo abbia, e è così poco che si trovò: arte novella, che mai non fu. E disse il lettore: io vidi colui che prima la trovò e fece, e favellaigli.* Giordano da Pisa: *Quaresimale fiorentino 1305–1306*. Hg. von CARLO DELCORNO. Florenz 1974, S. 75.

des Dominikanerklosters Santa Catarina in Siena, dem auch Giordano entstammte, die zum Jahr 1313 von einem Klosterbruder berichtet, der, weil der erste Erfinder der Brille, die man jetzt gemeinhin Augengläser (*ocularia*) nenne, sein Geheimnis für diese „nützliche und neue Erfindung“ (*utile ac novum inventum*) nicht mitteilen wollte (*ab alio primo facta, communicare nolente*), sich das Gerät (späteres Ms. *vitrea specilla, quae ocularia vulgus vocat*) angesehen und sofort nachgebaut hätte.¹⁶ Diese Art des Transfers hat Joseph Needham in seinen Forschungen zu globalen wissenschaftlichen Transfers *stimulus diffusion* genannt, bei der aufgrund einer mehr oder weniger vagen Nachricht an einem anderen Ort eine Nacherfindung erfolgt.¹⁷

Die Nachrichten aus Florenz und Siena sind glaubwürdig. Um 1300 wurden in Venedig die Statuten der Kristallmacherzunft, die überwiegend auf der Insel Murano produzierte, durch eine Bestimmung ergänzt, nach der kein Mitglied mit irgendwelchen Gegenständen aus farblosem Glas: z. B. Knöpfen, Handgriffen und kleinen runden Scheiben für die Augen (*roidi da ogli*) handeln dürfe. Ein Jahr später ist von *vitreos ab oculis ad legendum* die Rede. Im Tenor dieser Normierungen sollte nicht die Herstellung von Brillengläsern behindert, sondern nur sichergestellt werden, dass Kristall als Kristall und Glas als Glas deklariert wird. Im Jahr 1317 erhält der Sohn eines Arztes die Erlaubnis, Brillen (*oglaris de vitro*) herzustellen und sie in Venedig zu verkaufen.¹⁸ Der Export wurde 1321 vom venezianischen Senat mit einer Abgabe von 5% belegt.¹⁹ Auch wenn man nichts über ein Datum oder einen Erfinder erfährt, hat die Entwicklung der Brille also im handwerklichen und experimentierfreudigen Milieu der Glasherstellung ihren Ursprung. Mittelalterliche Theorien der Optik haben dabei offenbar keine Rolle gespielt. In den Naturwissenschaften war die große Zeit der mathematischen Optik vorbei, und es hatte sich eine generelle Skepsis gegenüber den Sinneswahrnehmungen breit gemacht.²⁰

Die verstreuten Nachrichten zur frühen Diffusion der Brillen stammen aus medizinischen Lehrbüchern, Inventaren, Rechnungsbüchern und Quittungen, seltener auch aus Zollregistern. Dazu kommen vereinzelt literarische Belege. Die bisher gefundenen archäologischen Überreste sind dagegen kaum genau zu datieren. Der berühmte Arzt Arnaldus de Villanova soll in seinem Buch über den medizinischen Gebrauch des Alkohols («Liber de vinis» um 1310) auch von der erfolgreichen Verwendung der Brille (*specilia*, in deutschen Drucken seit 1474 *augenspiegel*) beim Lesen berichtet haben.²¹ In

¹⁶ FRANCESCO BONAINI: *Chronica antiqua conventus Sanctae Catharinae de Pisis*. Archivio Storico Italiano, VI-2 (1845), S. 476f.; darin auch ein Faksimile.

¹⁷ JOSEPH NEEDHAM: *Mechanical Engineering*. Cambridge 1965 (Science and Civilisation in China, Band IV-2), S. 533.

¹⁸ G. MONTICOLO und E. BESTA: *I Capitolari delle Arte Veneziane*. Band III. Rom 1914, S. 127, 133, 134, 138, 140, 141.

¹⁹ LUIGI ZECCHIN: *Vetro e Vetrai di Murano*. Band 2. Venedig 1989, S. 252.

²⁰ DAVID C. LINDBERG: ‚Lenses and Eyeglasses‘ In: *Dictionary of the Middle Ages*. Hg. von JOSEPH R. STRAYER. Band 7. New York 1986, S. 538–541; ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13) S. 26–33.

²¹ Arnaldus de Villanova: *Opera*. Lyon 1509, S. 264: *Et supersunt testes fidei digni qui periculum fecerunt in seipsis, non poterant legere sine oculariis (var.: specillis); legerunt postmodum absque illis*

einer großen Enzyklopädie für Prediger erwähnt um 1310 Giovanni da San Gimignano im Kapitel über die *artificialia* die Brillen der Glasmacher.²² In einer Abrechnung von Inquisitoren gegenüber dem Bischof von Bologna (1310) wird eine Brille mit Etui (*occulis de vitro cum capsula*) erwähnt.²³ Bei einer Fürstenhochzeit in Wien im Jahre 1319 soll der Podestà von Padua durch seine vor kurzem erfundene Brille großes Aufsehen erregt haben.²⁴ Im Nachlassinventar eines Florentiner Bischofs findet 1322 sich eine in vergoldetem Silber gefasste Brille.²⁵ Ein englischer Bischof hat bis 1326 eine Brille aber auch noch einen Beryll benutzt.²⁶ Den Raub einer in Florenz gekauften Brille beklagt 1329 ein Notar aus Bibbiena.²⁷ Guy de Chauliac, Leibarzt dreier Päpste, empfiehlt in seiner «Chirurgia magna» (1363) den Beryllstein oder eine Brille für den Fall, dass Heilkräuter nicht mehr helfen.²⁸ Brillen haben die Vergrößerungsgläser bis in die Neuzeit nicht verdrängt. Ein erstes ikonographische Zeugnis findet sich auf einem 1352 entstandenen Fresko des Tommaso da Modena im Kapitelsaal des Dominikanerklosters in Treviso.

In einer Galerie berühmter Dominikanerkardinäle sieht man Nikolaus von Rouen, der mit einer Leselupe in einem Buch liest, das er knapp auf Armeslänge vor sich hält. Hugo von St. Cher dagegen schreibt aufrecht sitzend mit einer Brille auf der Nase. Spätere Abbildungen zeigen Brillen meist als Attribut von Klerikern und Gelehrten oder satirisch als Attribut von pseudo-gelehrten Narren.²⁹ Noch im 14. Jahrhundert liest man öfter, dass Brillen für Leser ab dem sechsten Lebensjahrzehnt notwendig und üblich geworden waren. Der englische Dominikaner Thomas Waleys beklagt in einem wohl in Bologna verfassten Psalmenkommentar, dass die Älteren die Schrift nicht mehr lesen könnten und daher ein Augenglas (*oculo vitreo*) brauchten, das die Buchstaben vergrößert und

etiam litteram subtiliorem; unklare Überlieferung des vielkopierten Textes; vgl. dt. Druck 1478: *des sind gezeügen glaubwirdig leut, die es an in selbs versuecht haben: Dann als sy vor on augenspiegel nit mochten geshend: Habend sy darnach on die Spiegel subtil briefe gelesen.*

22 *ocularia de vitro conficiunt*, vgl. Giovanni da San Gimignano [Johannes de Sancto Geminiano], *Liber de exemplis et similitudinibus rerum*. lib. IX. Lyon 1585, S. 227.

23 GIUSEPPE ALBERTOTTI: *Altri dati riguardanti la storia degli occhiali*. Atti della Società Medico-Chirurgica di Padova 2/4 (1924), S. 9–10; ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13), S. 51.

24 MORITZ BERMANN: *Alt- und Neu-Wien. Geschichte der Kaiserstadt und ihrer Umgebungen*. Wien 1880, S. 319f.

25 ROBERT DAVIDSOHN: *Geschichte von Florenz*. Band 4,2. Berlin 1925, S. 12.

26 *The Register of Walter de Stapeldon, Bishop of Exeter, (A.D. 1307–1326)*. Hg. von FRANCIS CHARLES HINGESTON-RANDOLPH. London 1892, S. 565.

27 *unum par ochialium*, DAVIDSOHN: *Forschungen zur Geschichte von Florenz*. Band III, Nr. 955. Berlin 1901, S. 190; Rosen: *Invention II* (wie Anm. 13), S. 204.

28 *Tract. VI, pars 2a*; Guigonis de Caulhiaco (Guy de Chauliac): *Inventarium sive chirurgia magna*. Band 1: Text. Hg. von MICHAEL R. MC VAUGH. Leiden 1997, S. 346; dazu gehört auch Piero Ubertini da Brescia: *Ricette per gli occhi* (1361), vgl. ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13), S. 54f.

29 JEAN-CLAUDE MARGOLIN: *Des Lunettes et des Hommes ou la Satire des Mal-Voyants au XVIe Siècle*. *Annales ESC* 30 (1975), S. 375–393; Übersicht zu den ikonographischen Zeugnissen bei ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13), S. 265–335.

Abb.3: Treviso, Convento San Nicola, Fresko Tomaso da Modena, 1352

ihnen so plötzlich das Lesen ermögliche.³⁰ Petrarca ärgert sich über die Notwendigkeit im Alter eine Brille (*ocularium*) zu Hilfe zu nehmen.³¹ Die Terminologie ist nicht

30 THOMAS WALEYS OP, zu Ps. XIII, 3: *Non poterunt (senes) scripturam legere, unde indigerent ad legendum oculo vitreo, quia enim vitrum litteram facit grossiorem saltem aspectui legentis; ideo mediante vitro legit quod aliter non possit.*; zit n. BERYLL SMALLEY: *English Friars and Antiquity in the Early Fourteenth Century*. London 1960, S. 82, n. 2.

31 *Epistola posteritati*, [Selbstbeschreibung] [...] *vivacibus oculis et visu per longum tempus acerrimo, qui preter spem supra sexagesimum etatis annum me destituit, ut indignanti michi ad ocularium confugiendum esset auxilium*. *Modelling the Individual. Biography and Portrait in the Renaissance*. Hgg. von Karl A. E. ENENKEL u.a. Amsterdam 1998, S. 258.

immer eindeutig: *speculum* meint meist ‚Spiegel‘ und *spectaculum/oculare* in der Regel ‚Brille‘.³²

Nach den überlieferten Preisangaben waren die Brillen damals keineswegs Luxusobjekte. Teuer waren allenfalls die Brillengestelle und die Etuis, die vielfach von Goldschmieden angefertigt wurden. Giovanni Tortelli bezeichnet in dem erwähnten Lemma ‚horologium‘ die Brillenmacherei als neue *ars* die aber kein eigenständiges Gewerbe sei.³³ In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts verläuft die Diffusion noch rascher. Erstaunlich sind erhaltene, von Stuart Jenks ausgewertete Zollregister, nach denen im Jahr 1384 während dreier Monate schon 1.152 Paar Brillengläser auf nicht-englischen Schiffen nach London importiert worden sind (1384, 1390–91), im Mai-Juni 1390 764 Paare, im April-Mai 1391 war die Gesamtzahl auf 4.104 gestiegen, davon allein im Mai 3.744 Paare.³⁴ Die Verbreitung der Brillen erfolgte zunächst über den Handel. Im Fondaco dei Tedeschi durften Brillen frei gehandelt werden³⁵, und im 15. Jahrhundert finden sich dann spezialisierte Brillenmacher in vielen Städten. Brillen wurden bald auch zur Krämerware.

Gehandelt wurden zunächst nur Brillengestelle mit konvexen Linsen zur Korrektur altersbedingter Weitsichtigkeit. Seit wann auch konkave Linsen zur Korrektur der Kurzsichtigkeit (Myopie) geschliffen worden sind, war lange unklar. Auf Jan van Eycks Gemälde „Madonna des Kanonikus Georg van der Paele“ (1436) glaubte man eine Brille mit konkaven Linsen zu sehen, und Nikolaus von Kues schreibt in «De Beryllo» 1458, dass man diesem Stein konkave oder konvexe Formen geben könne.³⁶ Erst 1976 hat Vincenzo Ilardi diplomatische Korrespondenzen zwischen den Höfen in Mailand und Florenz publiziert (1451, 1462, 1466), aus denen deutlich hervorgeht, dass Florenz zum Zentrum einer auch quantitativ bedeutenden Produktion von hochwertigen Brillen für Kurz- und Weitsichtige geworden war. Die Brillensätze wurden mit dem gerundeten Lebensalter und damit nach der vermuteten Abnahme der Sehkraft der Benutzer (*ochiali de anni 30, 35, 40, 45 50, 55, 60, 65, 70*) bezeichnet oder einfach unterschieden nach Kurz- und Weitsichtigkeit (*ochiali da longa, ... da presso*).³⁷ Es zeigt sich auch, dass Brillen z.B. in Mailand zu einem nur modischen Accessoire

32 MICHAEL RHODES: A Pair of Fifteenth-Century Spectacle Frames from the City of London. *Antiquaries Journal* 62/1 (1982), S. 57–73, hier: S. 64.

33 TORTELLI über *recentia inventa: Sunt etiam minora [artes] dictu alia nonnulla: [...] illud in artem nullam cadit fecisse duas orbes e tenui vitro chrystallove aut berillo: per quae infirmior visus melius: si credibile est: videat: quae ocularia nominant*; KELLER: Renaissance Humanist (wie Anm. 4), S. 351, 354.

34 ILARDI: Vision (wie Anm. 13), S. 71f.

35 1446, aus der Mariegola/Matrikel der Stoffhändler; DAVID CHAMBERS und BRIAN PULLAN: Venice. A Documentary History 1450–1630. Oxford 1992, S. 28f.

36 *Beryllus lapis est lucidus, albus et transparent. Cui datur forma concava pariter et convexa, [...]*, Nikolaus von Kues: De Beryllo (1458). In: Gesamtausgabe Band 11/1. Hgg. von HANS G. SENGER und KARL BORMANN. Hamburg 1988, S. 5.

37 VINCENT ILARDI: Eyeglasses and Concave Lenses in Fifteenth-Century Florence and Milan. *New Documents. Renaissance Quarterly* 29/3 (1976), S. 341–66; ILARDI: Vision (wie Anm. 13), S. 82–95.

geworden waren. Quellen zur weiträumigeren Verbreitung der Brillen finden sich v.a. in der kaufmännischen Überlieferung Oberitaliens. Wichtiger Stimulus war natürlich die massenhafte Verbreitung von Druckerzeugnissen. Am Ende des 15. Jahrhunderts gehen Exporte in die meisten europäischen Länder.³⁸ Besonders hoch war die Nachfrage im osmanischen Bereich. Mehrfach berichtet Francesco Maringhi, Agent einer Firma der Medici, aus Pera, dem Quartier der Ausländer in Konstantinopel, vom dortigen kaum zu deckenden Bedarf an Brillen an Ser Nicolo Michelozzi nach Florenz: „Hier herrscht jetzt mehr Nachfrage als jemals, und nimm sie, i.e. *ochialj*, möglichst, wenn du sie für 100 aspri [kleine byzantinische Münze] je hundert Stück bekommen kannst.“³⁹ Zwischen April und September 1540 sind nicht weniger als 24.000 Brillen in drei Partien aus Venedig über die dalmatische Küste und Erdirne nach Pera gebracht worden.⁴⁰

Abb.4: Jan Collaert und Theodor Galle nach Stradanus «Nova Reperta» um 1580

³⁸ ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13), ch. 4.

³⁹ 1501 Okt. 29., Brief. XXV. In: *Florentine Merchants in the Age of the Medici. Letters and Documents from the Selfridge Collection of Medici Manuscripts*. Hg. von GERTRUDE R. B. RICHARDS. Harvard UP 1932, S. 136, vgl. S. 87, 186, 223.

⁴⁰ ILARDI: *Vision* (wie Anm. 13), S. 122; nach von Anna Affortunati in Venedig exzerpierten Archivalien.

In der Geschichte der Zeitmessung mittels Uhren gilt die Konstruktion einer mechanischen Uhrwerkhemmung als der grundlegende technische Durchbruch und als ein Ursprung eines modernen Zeitbewusstseins. Dabei geht es um einen - wenn man weiß wie es geht - einfachen Mechanismus, der die Drehbewegung einer gewichtsgetriebenen Welle in regelmässigen Abständen unterbricht, den Ablauf regulierbar und damit als Zeitnormal brauchbar macht. Eine Schwierigkeit bei der Rekonstruktion dieser Geschichte ist, dass das Wort *horologium* alle Arten von Uhren, Sonnenuhren, Kerzenuhren, Wasseruhren, mechanische Uhren, astronomische Beobachtungsinstrumente und saisonale Schattentafeln bezeichnen und v.a. in der Ostkirche auch den Tagesplan bedeuten kann.

Auch hier ist bei der Verwendung des Erfindungsbegriffs Vorsicht geboten. Die komplizierten Wasseruhren der hellenistisch-islamischen Tradition und die einfachen Wasseruhren in den hochmittelalterlichen Klöstern hatten mechanische Elemente: Gewichtsantriebe, Umlenkrollen, Zahnräder, Zeigerwerke, akustische Indikationen und Automatenwerke. Dennoch ist es üblich geworden, nur Uhren mit mechanischer Hemmung als mechanisch zu bezeichnen. Unpräzise ist auch der geläufige, synonyme Begriff ‚Räderuhr‘.⁴¹ Die in zahlreichen monastischen Gebrauchstexten erwähnten *horologia* waren bis zum Ende des 13. Jahrhunderts durchweg wasseruhrgetriebene Vorrichtungen, die ausschließlich als Wecker, die den Beginn der nächtlichen Offizien signalisierten, in Gebrauch waren.

Als *terminus post quem* für das Auftauchen der mechanischen Uhren gilt eine Bemerkung in einem astronomischen Lehrbuchkommentar aus dem Jahr 1271, nach der es den hier erstmals so genannten Uhrmachern (*artefices horologiorum*) bisher nicht gelungen sei, den Umlauf einer Welle so zu regulieren, dass sich diese innerhalb eines Tages genau einmal drehe. Gelingt dies, würden bisherige astronomische Beobachtungsgeräte entbehrlich.⁴² In den folgenden Jahrzehnten häufen sich die Belege für *horologia* in vielen Ländern, allerdings nicht aus dem Bereich der wissenschaftlichen Astronomie. Die klösterlichen *horologia* werden in dieser Phase aufwendiger, größer, schwerer und öfter mit aufwendigen Glockenspielen ausgestattet. Nach der Wende zum 14. Jahrhundert tauchen aufwendige, von Uhrwerken getriebene astronomische Automaten in großen Kirchen auf. Auf großen Zifferblättern boten sie außer der Tageszeit, vielerlei astronomische und kalendarische Informationen. Zu bestimmten Zeiten wurden auch Figurenprozessionen bewegt und Glockenspielwerke ausgelöst. Sie waren tönende Automaten und astronomische Simulationen in didaktischer aber

41 Aus Raumgründen werden Nachweise in diesem Abschnitt sehr knapp gehalten. Vieles beruht auf meiner einschlägigen Veröffentlichung: GERHARD DOHRN-VAN ROSSUM: Geschichte der Stunde. Uhren und moderne Zeitordnungen. München 1992.

42 LYNN THORNDIKE: Invention of the Mechanical Clock about 1271 A.D. *Speculum* 16 (1941), S. 242f.

auch in christlich-anagogischer Absicht. Erhalten ist z.B. die Straßburger Münsteruhr (1352–54) in ihrer zweiten Fassung aus dem 16. Jahrhundert.⁴³

Uhren gab es spätestens nach dem Jahr 1300 an fürstlichen Residenzen, und in einigen Städten ist von einer Indikation der Stunden und von angestellten Uhrwärtern die Rede. Die wohl am Ende des 13. Jahrhunderts entwickelte mechanische Uhrwerkhemmung ist offenbar hervorgegangen aus Verbesserungen an den unzuverlässigen und schwer zu wartenden Klosterweckern. Der Mechanismus scheint mir ein Endprodukt verschiedener Lösungen des Hemmungsproblems, die an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten gefunden worden sind. Die Hemmung, wie wir sie kennen, hat sich offenbar als besonders robust und leicht reproduzierbar durchgesetzt. Nirgends ist damals von einer bemerkenswerten Neuerung die Rede. Die Frage nach Ort, Datum oder einem Autor dieser „Erfindung“ ist daher m.E. falsch gestellt. Auch die Versuche, die Entwicklung der Hemmung unbekanntem bzw. verdeckten Einwirkungen anderer Kulturen zuzuschreiben haben sich nicht bewährt bzw. lassen sich in entscheidenden Brückenstücken nicht belegen.⁴⁴

Der sehr bekannte *terminus ante quem* findet sich nicht in einem astronomischen, sondern in einem städtischen Kontext. Zum Jahr 1336 berichtet die Mailänder Chronik des Galvano Fiamma von einer sensationellen technischen Neuerung: Der Stadtfürst Azzo Visconti habe bauen lassen „eine Uhr (*horologium admirabile*) mit einer grossen Glocke, die 24 mal schlägt entsprechend den 24 Stunden des Tages und der Nacht, dergestalt, dass die in der ersten Stunde einmal, in der zweiten Stunde zweimal etc. schlägt.“⁴⁵

Es ging hier ganz offenbar um einen zusätzlichen, neuartigen und eher noch komplizierteren Mechanismus, um eine zusätzlichen Erfindung, dem Stundenschlagwerk mit Übersetzungen, die Geschwindigkeit des Läutmechanismus regulierenden Windflügeln und als ‚Clou‘ mit einer Schlossscheibe, auf der sich beliebige Läutsequenzen programmieren ließen. Die automatische Steuerung der durchgezählten Glockenschläge, das Stundenschlagwerk, machte, wie die Zeitgenossen voller Staunen feststellten, die schwere Arbeit der Glöckner *von selbst, ohne menschliche Arbeit, scheinbar belebt*, ein Instrument, das *sich selber schlägt*. Erst die stundenschlagenden Uhrwerke wurden als eine großartige ‚neue Erfindung‘, als eine *novitas* gefeiert. Sie waren auch aus der Sicht der damaligen Zeitgenossen die ersten von Europäern gebauten Automaten. Die dabei geäußerte Freude an der technischen Neuerung findet sich von nun an in zahlreichen städtischen Chroniken.

⁴³ GÜNTHER OESTMANN: Die astronomische Uhr des Straßburger Münsters. Funktion und Bedeutung eines Kosmos-Modells des 16. Jahrhunderts. Stuttgart 1993.

⁴⁴ Vgl. z. B. JOSEPH NEEDHAM u.a.: Heavenly Clockwork. The Great Astronomical Clocks of Medieval China. Cambridge 1986.

⁴⁵ MURATORI2 t. 12,4. Hg. von C. CASTIGLIONI, Bologna 1938, S. 16.

Abb.5: Initiale ‚A‘ einer Urkunde 1377 für Montreuil-sur-Mer, in der der Zugang zur städtischen Uhr auf einem Turm des Klosters verabredet wird; Paris Archives Nationales, KK 532 n°2ter.

Weil die neue Schlagwerktechnik sich praktisch nur schwierig auf unterschiedliche Tages- und Nachtstunden ständig wechselnder Dauer einstellen ließ, wurde erst durch diese Schlagwerke der Übergang zu den modernen, gleichlangen Stunden (als 24. Teil des Volltags (nicht etwa schon 60 Minuten!) im stadttöffentlichen Leben möglich und auf lange Sicht unvermeidlich. In dieser Zeit kommen auch die Sanduhren auf, die sich ebenfalls nur für gleichlange Fristen eignete. Eine erste Abbildung findet sich wiederum in dem erwähnten Freskenzyklus in Treviso. Der Gebrauch der modernen Stunden folgte der Verbreitung der Stunden schlagenden Turmuhren in Europa fast zeitgleich. Francesco Petrarca schildert in einem Brief aus Mailand aus dem Jahr 1353, dass er einen lästigen Besucher erst beim Schlag des *horologium publicum*, wie sie - vor kurzem erfunden - schon in fast allen oberitalienischen Städten zur Messung der Zeit dienen, aus dem Hause hätte schaffen können. Petrarca nennt also zeitliche und räumliche Parameter für diese Zusatzerfindung. Auch andere Hinweise machen plausibel, dass zumindest die Schlagwerktechnik in Oberitalien entwickelt bzw. ‚erfunden‘ worden ist. Der zitierte Chronist berichtet zum Jahr 1341 noch von einer andern *novitas*: man hätte Mühlen erfunden, die nicht von Wasser oder Wind, sondern von einem uhrwerkartigen Mechanismus mit Gewichten und Gegengewichten und vielen komplizierten Rädern angetrieben würden. Damit könne ein Knabe mühelos hintereinander 4 modia (ca. 35 l) Getreide mahlen. Nirgends in Italien sei so ein Werk erfunden (*adinventum*) worden.⁴⁶ Also: eine neue Aufmerksamkeit gegen-

⁴⁶ Ebd., S. 41.

über Innovationen und ein sehr frühes Beispiel für eine sofortige Applikation der neuen Technik durch Folgeinnovationen.

In der Folgezeit breiteten sich von Italien aus die öffentlichen Uhren überall in Europa von Santiago de Compostella bis Moskau aus. Dabei ist klar eine Boomdekade mit zweistelligen Zuwachsraten von 1370–1380 auszumachen. Um 1400 hatten die größeren europäischen Städte ein öffentliches mindestens akustisches Zeitsignal.

Aus meinen ca. 1.000 Dossiers zu den mittelalterlichen Uhren betreffen ca. 600 die Installation öffentlicher Uhren zwischen ca. 1320 bis 1420. Die Quellen sind v.a. Chronikeinträge über Ersteinrichtungen, Rechnungsbelege über Installationen und Reparaturen, Nachrichten über Uhrmacher als Neubürger oder deren berufsbedingte Migrationen, aber auch Glockeninschriften mit Funktionsbeschreibungen und Datierungen. Dazu kommen Nachweise über den zivilen Gebrauch der modernen Stundenrechnung, der ohne Uhren nicht denkbar ist: z.B. *hora secunda post meridiem*.⁴⁷ Charakteristisch für die neuen Uhren ist auch der Hinweis auf die akustische Zeitanzeige während des Tages und der Nacht. Für die sehr zahlreichen Uhren der Zeit nach 1420 streuen die Belege zu stark, das Interesse der Berichterstatter lässt merklich nach, und deshalb lassen sich für diese Zeit nur zu einzelnen Beschaffungen interessante Angaben machen.

Jacques Le Goff hat die frühen Nachrichten über öffentliche Uhren in Oberitalien und dann auch in den nordwesteuropäischen Textilregionen auf ein Bedürfnis der Fernhändler und Kaufleute nach genauer gemessener Zeit zugeschrieben. Gegen die von ihnen initiierten Installationen öffentlicher Uhren hätten kirchlichen Institutionen zunächst Widerstand geleistet. Daraus wurde die inzwischen gängige, zur Schulbuchweisheit geronnene Schlagwortopposition der neuen ‚Zeit der Kaufleute‘, die die alte ‚Zeit der Kirche‘ abgelöst hätte, geprägt. Le Goff hat auch auf die Interessen der Kaufleute in ihrer Rolle als städtische Arbeitgeber hingewiesen und die städtischen Uhren als Instrumente ihrer politischen und ökonomischen Herrschaft bezeichnet.⁴⁸ Daraus ergab sich dann zwanglos seine Vermutung, dass die Hauptverbreitungsgebiete der öffentlichen Uhren mit den Krisengebieten der städtischen Textilindustrie

⁴⁷ Moderne Stundenangaben sollten nicht mit kanonischen Temporalstunden/Horen, z.B. *hora prima, tertia, sexta, nona* u. Ä. verwechselt werden. Nicht berücksichtigt wurden auch astronomisch-astrologische Zeitangaben über Geburten, Todesfälle und Himmelserscheinungen. Deren häufig minutengenaue Zeitangaben sind nicht beobachtet oder gemessen, sondern interpoliert worden.

⁴⁸ JACQUES LE GOFF: Zeit der Kirche und Zeit des Händlers im Mittelalter. In: Schrift und Materie der Geschichte. Vorschläge zur systematischen Aneignung historischer Prozesse. Hgg. von CLAUDIA HONEGGER und MARC BLOCH. Frankfurt 1977, S. 393–414; DERS.: Die Arbeitszeit in der „Krise“ des 14. Jahrhunderts. Von der mittelalterlichen zur modernen Zeit. In: Für ein anderes Mittelalter. Zeit, Arbeit und Kultur im Europa des 5. bis 15. Jahrhunderts. Hgg. von JACQUES LE GOFF u.a. Weingarten 1987, S. 29–42. GUSTAV BILFINGER hatte in «Die mittelalterlichen Horen und die modernen Stunden». Stuttgart 1892, S. 160–162 kirchliches Desinteresse an den neuen Uhren festgestellt; WERNER SOMBART hat es dann in «Der moderne Kapitalismus. Band 2–1: Das europäische Wirtschaftsleben im Zeitalter des Frühkapitalismus.» München Leipzig 1928, S. 127f. in kirchlichen Widerstand umformuliert.

identisch seien. Die Analyse von vielen Hundert Installationsvorgängen hat aber klar ergeben: Nirgends erscheinen Vertreter der merkantilen Gruppen als Initiatoren, Auftraggeber oder herausragende Nutzer öffentlicher Uhren oder der modernen Stundenrechnung. Kirchliche Institutionen haben sich nie gegen die Uhren, selten gegen die Benutzung ihrer Glocken und den Zugang zu ihren Türmen gewandt. In aller Regel haben sie sich kooperativ verhalten und auch die neue Stundenrechnung umstandslos übernommen.

Für die erste Diffusionsphase erbringt ein Blick auf die Liste der öffentlichen Uhren bis zum Jahre 1360 unmittelbar ein erstes Ergebnis und einen wichtigen Hinweis. Die öffentlichen Uhren und die moderne Stundenrechnung haben ihren Ursprung in den italienischen Städten. Petrarca spricht an der angeführten Stelle ausdrücklich von einer in Oberitalien verbreiteten Neuerung. Die vermutlich in Italien entwickelte Technik wird zunächst nur von italienischen Technikern in andere Länder exportiert. Italienische Turmuhrenbauer waren in Avignon und Perpignan ebenso tätig wie in England. Für eine Verbreitung von Italien aus spricht auch die Übernahme der italienischen Form der modernen Stundenrechnung in Böhmen, Schlesien und Polen - wenigstens bis in die frühe Neuzeit. Bei der sog. ‚Italienischen‘ bzw. ‚Großen Uhr‘ beginnt die durchlaufende Zählung der 24 gleichlangen Stunden kurz nach Sonnenuntergang. Da der Beginn der Zählung mit der Dunkelheit sich übers Jahr verschob, mussten die Uhren ständig nachgerichtet werden.

Die frühe Phase der in der Innovationstheorie sog. ‚early adopters‘ war gekennzeichnet durch autoritäre Formen der Diffusion. Hatten um die Mitte des 14. Jahrhunderts vor allem die Visconti, dann aber auch die Carrara, die Este, der König von Aragon und der Papst für die Verbreitung der neuen Technik gesorgt, so fördern in der Folgezeit viele andere Landesherren an ihren Residenzen und in ihren Städten aktiv deren Verbreitung. Das hat schon Werner Sombart richtig gesehen. Nach dem Schloss in Windsor lässt Edward III. von England 1366–69 seine Residenzen in Queenborough, Sheen und King’s Langley ausstatten. Dazu hatte er 1368 einen Geleit- und Schutzbrief für drei Uhrmacher (*orlogiers*) aus Delft ausstellen lassen. Die erste öffentliche Uhr in London wird in der gleichen Zeit im Palast von Westminster gebaut und in den folgenden Jahrzehnten durch den König unterhalten. König Karl V. von Frankreich versorgt außer dem Schloss Vincennes (1359) auch seinen Stadtpalast St-Pol in Paris und seine Residenzen Beauté-sur-Marne (1377) und Montargis (1380). Auf seine Veranlassung wird die erste öffentliche Uhr der Stadt Paris, die Horloge du Palais (1370) gebaut. Die Turmuhr der Kathedrale von Sens (1375) unterstützt der König durch die Entsendung eines Glockengießers und des königlichen Uhrmachers Pierre Merlin. Außerdem bewilligt er zur Finanzierung 500 Livres aus den Abgaben. In Noyon ermöglicht er 1379 durch Bewilligung von 100 Goldfranken die Fertigstellung der Stadtuhr. Die öffentliche Uhr in Avignon, die der Papst für die Stadt bauen lässt, unterstützt der französische König durch die Entsendung seines Hofuhrmachers Pierre de Ste. Beate (1374/75). Unter seinem Nachfolger erhält das Schloß Melun eine Uhr, und der königl. Uhrmacher Pierre Merlin baut auch die großen Uhren von Angers

(1384) und Poitiers (1387). Karl VI. fördert mit Nachdruck den Bau einer großen Uhr nach Pariser Vorbild auf einem Brückenturm in Lyon (1381) und interveniert zugunsten der Bürger in Nîmes, die gegen den - ausnahmsweisen - Widerstand der Kanoniker die Stadtuhr auf einen Turm der Kathedrale setzen wollen (1399). Karl VII. setzt durch ein Geschenk von 200 Livres für die Uhr in Blois (1452) diese Initiativen fort.

So eindrucksvoll der Beitrag großer und kleiner Landesherren zur Verbreitung der öffentlichen Uhren in den europäischen Städten insgesamt gewesen ist, er war selbst in den Regionen, in denen er besonders dicht belegt ist, nicht die Regel. In der überwiegenden Zahl aller Fälle ist davon auszugehen, dass der Anstoß zur Beschaffung der öffentlichen Uhren von den Kommunen selbst ausgegangen ist. Sieht man die relativ wenigen Texte, die überhaupt Rückschlüsse auf die Art kommunaler Initiativen zulassen, durch, so bestätigt sich eine schon von anderen geäußerte Vermutung: zwischenstädtische Prestigekonkurrenz war ein Beschaffungsmotiv von erheblicher Bedeutung. Prestigekonkurrenz bedeutet, dass eine Stadt eine öffentliche Uhr deshalb beschafft, weil andere Städte auch schon eine haben. Prestigekonkurrenz bedeutet auch, dass der mit der Uhr getriebene Aufwand den Rang der Stadt gegenüber einer Hauptstadt oder den Nachbarstädten der Region ausdrücken soll. Ein frühes Zeugnis für den ehrgeizigen Wettlauf um eine prestigeträchtige Innovation ist ein durch sprachliches Pathos auffallender Zusatz in den spröden, hunderte von Artikeln umfassenden Zusätzen zu den Statuten der Stadt Ivrea in Piemont aus dem Jahre 1368. In fast erregtem Ton bezeichnet sich die Stadt als vor allen anderen Städten durch das Licht der Tugend ausgezeichnet. Damit sie nun durch das Licht der Erkenntnis und der Ehre gestärkt würde, sollten 100 Goldgulden, und falls nötig auch mehr, bereit gestellt werden, um die Beschaffung einer schlagenden Uhr (*hologium pulsatile*) zu sichern. Dies alles habe schleunigst und ohne jeden Verzug zu geschehen. Weniger pathetisch, aber in der Sache noch artikulierter, versucht die kleine Stadt Schweidnitz in Schlesien schon 1370 - in diesem Jahr erhält Paris die erste öffentliche Uhr - die weit größere und wohlhabendere Stadt Breslau auszustechen. Vertreter des Stadtrats bestellen bei einem Breslauer Uhrmacher einen *zeiger der doglych sy dem zeyger czu Breclaw adir bessir*. Lucca in der Toskana verpflichtet 1391 den Uhrmacher, die Uhr für den Palazzo Publico genauso oder besser zu machen wie die Uhr in Pisa. In San Gimignano beschließt der Rat 1410, dass die Stadt eine Uhr wie die anderen besseren Städte der Region erhalten soll. Als prestigeförderndes Unternehmen wird die öffentliche Uhr rasch zu einem der Merkmale, die eine Stadt als Stadt auszeichnen und damit zu einem Bestandteil des urbanen Dekors. Spätestens seit Beginn des 15. Jahrhunderts gehört der Besitz einer öffentlichen Uhr zum städtischen Selbstverständnis - auch dies ein Faktor, der ihre Verbreitung förderte.

Seit dem 15. Jahrhundert wird die Verbreitung der öffentlichen Uhren durch direkten oder indirekten administrativen Druck deutlich. Diese dritte Form aktiver Innovationsförderung ergänzt zunächst nur die weiter zu beobachtenden gezielten Förderungsmaßnahmen durch die Landesherren und die von Prestige motivierten Beschaffungen der Kommunen. Administrativer Druck zielte weniger auf Städte, die

inzwischen in der Mehrzahl Uhren, und z.T. mehrere Uhren, beschafft hatten, als auf kleine Orte und Dörfer. Nur in diesen kleinen Orten und Dörfern stößt die Förderungs- politik gelegentlich auf nachlässige oder widerspenstige Reaktionen der Bewohner. Sie bleiben daher bis ins 19. Jahrhundert Objekte administrativer Nachhilfe und der Ermahnungen zum Bau und zum Betrieb der Uhren. Die ersten Spuren finden sich wiederum in Oberitalien, wo die landesherrliche Uhrenbeschaffungspolitik offenbar früh systematische Züge angenommen hatte. Diese Politik betraf zunächst kleine Orte mit Stützpunkt- oder Residenzcharakter. Der Marchese d'Este, Stadtherr von Ferrara, schickt 1422 einen Uhrmacher nach Fossadalbero mit dem Auftrag, mehrere Uhren offenbar für verschiedene Orte zu bauen. In der einen oder anderen Form sorgen die Gonzaga aus Mantua in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts für Uhren in Volta, Goito, Quistello, Bozzolo, Canneto, Marcaria und Isola Dovarese. Die Verwaltung der Mailänder Herzöge aus der Familie der Sforza unternimmt um 1473 in der Gegend um Novara eine neuartige systematische Uhrenbeschaffungsaktion für kleine und kleinste Orte ohne jeden Zusammenhang mit Stützpunkten oder Residenzen. Im herzoglichen Archiv ist das Fragment einer Liste erhalten, die für diese Gegend alle Orte mit einer Uhr sowie diejenigen, die eine Uhr beschaffen sollen, zusammen mit den Orten, die zur Finanzierung beitragen sollten, verzeichnet. Überträgt man diese Liste auf eine Karte, dann wird deutlich, dass die Beschaffung flächendeckend sein sollte. Die durchschnittliche Entfernung der Uhrenstandorte sollte weniger als 5 km betragen. Die Zeitsignale hätten den Raum um Novara fast vollständig erfasst. Aber die Rationalität des Plans hat, wie das Finanzierungskonzept zeigt, Grenzen. Einzelne Orte sollten für Uhren mitbezahlen, die für sie nicht die räumlich nächsten waren, einige für Uhren, die sie keinesfalls hätten hören können. Auch Gemeindegrenzen spielen keine Rolle. Die planvolle Behandlung des Raums durchkreuzte herkömmliche Besitz- und Abhängigkeitsverhältnisse. Im Mai 1476 schreibt der Herzog Galeazzo Maria Sforza an den Podestà von Villanterio, etwas nordöstl. von Pavia (sinngemäß) „weil wir wollen, dass in unserem Herrschaftsbereich alle Siedlungen, und insbesondere die von einer gewissen Bedeutung, eine Uhr, wie schon viele andere Orte, haben sollen, sieh' zu, dass dieser Ort ohne Verzug eine Uhr erhält und wir dort bald den Stundenschlag hören.“⁴⁹

Hinsichtlich der autoritären Diffusion der öffentlichen Uhren, wird häufig auch von bedeutenden Historikern eine Anekdote kolportiert und ausgeschmückt, die gut zu unserem Bild vom Spätmittelalter passen würde, wäre sie nur wahr. Jacques Le Goff nimmt ältere Nachrichten auf und stilisiert die Errichtung der ersten öffentlichen Uhr in Paris am Palais de la Cité zur autoritären Durchsetzung einer ‚Temps de l'Etat‘:

49 1476 Mai 10.: [...] *Perchè nostra intentione è che tutte le terre del dominio nostro et maxime quelle che sonno de qualche qualità habiano uno horologio et zà e stato facto in molti et molti loghi [...]*; FRANCESCO MALAGUZZI VALERI: *La Corte di Lodovico il Moro. La Vita Privata e l'Arte a Milano nella Seconda Metà del Quattrocento*. Mailand 1913, S. 690.

[Die neue Zeit] kann jedoch noch mehr sein, wenn sie - in einem städtischen Rahmen, allerdings demjenigen der Hauptstadt - zum ausdrucksstarken Zeichen der Herrschaft wird: 1370 befiehlt König Karl V., dass alle Glocken von Paris sich nach der Uhr des Königspalastes richten, welche Stunden und Viertelstunden schlägt. Die neue Zeit wird so zur *temps de l'Etat*. Der König, der Aristoteles-Leser, hat die rationalisierte Zeit domestiziert.⁵⁰

Niemand hat diese *Ordonnance* oder einen anderen einschlägigen Beleg je gesehen. Auffindbar ist aber die Quelle dieses Missverständnisses: In seinem lateinischen Offizienkommentar vom Ende des 13. Jahrhunderts gibt Guillelmus Durandus eine Liste mit Namen, Funktionen und Läutsequenzen verschiedener Kirchenglocken. Dabei wird eine Glocke für das *horologium*, den klösterlichen Wecker, erwähnt, die zu den kanonischen Horen mal einmal, mal dreimal läute. Dieser Kommentar ist um 1372 in Paris von Jean Golein, einem Aristoteles-Übersetzer, ins Französische übertragen und mit Zusätzen ergänzt worden. Darunter findet sich die zutreffende Nachricht von der *Horloge du Palais*. Nun bemerkt Golein aber nicht, dass die Anzeige der kanonischen Stunden etwas ganz anderes ist als der kontinuierliche Schlag der modernen Stunden. Von einer Indikation der Viertelstunden ist noch lange nicht die Rede. Ganz phantastisch klingt diese Anekdote in einer aktuellen Veröffentlichung von Alexander Demandt: „An Notre Dame [sic] zu Paris ließ König Charles V. (+1380) als Symbol und Garant eines wohlfunktionierenden Staates drei große Räderuhren [sic] anbringen; er erklärte deren Zeit für verbindlich.“⁵¹ Richtig ist dagegen, dass der Übergang zu den modernen Stunden sich nirgends obrigkeitlicher Verfügung verdankt, sich vielmehr nach der Installation öffentlicher Uhren durch die Erfahrung mit den vielfältigen organisatorischen Vorteilen durchsetzt.⁵²

Es gibt Indizien, dass Italien im 15. und 16. Jahrhundert gegenüber den nordwesteuropäischen Ländern in Rückstand geraten war. Antonio de Beatis, Sekretär des Kardinals Luigi von Aragón, bezeichnet in seinem Reisebericht (1517/18) Deutschland und Flandern als die Gebiete, in denen jede auch noch so kleine Ansammlung von Bauernhäusern über *Quadranten zur Anzeige der Stunden ohne Sonne* verfüge. Lodovico Guicciardini wiederholt diese Beobachtung in seiner Beschreibung der Niederlande (1567). Nicht nur Städte, sondern auch Dörfer, Flecken und bessere Häuser verfügten über Uhren. Beide formulieren damit offenbar Erfahrungen, die zumindest in Italien so nicht zu machen waren. Für die Städte der Bretagne, für die Installations-Daten erst seit dem Anfang des 15. Jahrhunderts vorliegen, konstatiert Yves Leguay ausdrücklich die

⁵⁰ JACQUES LE GOFF: *Le Temps du Travail dans la 'Crise' du XIVe Siècle. Du temps médiéval au temps moderne.* *Le Moyen Age* 69 (1963), S. 597–613, S. 609; dt.: DERS.: *Die Arbeitszeit in der „Krise“ des 14. Jahrhunderts. Von der mittelalterlichen zur modernen Zeit:* In: *Für ein anderes Mittelalter. Zeit, Arbeit und Kultur im Europa des 5. bis 15. Jahrhunderts.* Hgg. von JACQUES LE GOFF, Weingarten 1987, S. 29–42, hier S. 36f.

⁵¹ ALEXANDER DEMANDT: *Zeit. Eine Kulturgeschichte.* Berlin 2015, S. 143f.

⁵² Vgl. DOHRN-VAN ROSSUM: *Stunde* (wie Anm. 41), Kap. 8–10.

Verspätung der Region gegenüber dem übrigen Frankreich.⁵³ Skandinavien ist schon damals ausdrücklich als eine Region beschrieben worden mit einer Verspätung bei der Einführung der Uhren, der modernen Stundenteilung aber auch des Glockengebrauchs. Der Erzbischof von Uppsala, Olaf Magnus (gest. 1544), führt ihn in seiner Beschreibung der nördlichen Völker auf die ungelehrte Einfachheit vergangener Jahrhunderte zurück. Der im Vergleich zu *alie nationes* späte Übergang zu diesem *usus modernorum* sei auch nicht verwunderlich, denn schließlich sei auch im neuerungssüchtigen antiken Rom die [antike] Stundenteilung des Tages erst spät eingeführt worden. Olaf Magnus fügt hinzu, dass der Rückstand zu seiner Zeit aufgeholt sei und überall im Norden gute und genaue Uhren und Glocken für den öffentlichen wie für den privaten Gebrauch gebaut würden.⁵⁴ Wie Plinius stellt der Erzbischof dem ländlichen Leben (*ungelehrt und einfach*) eine historisch spätere städtische Entwicklung gegenüber. Damit deutet er - wohl zutreffend - die verzögerte Verstädterung als Ursache verspäteter Innovation an. Ein Nachhängen des Königreichs Ungarn wenigstens beim Bau astronomischer Instrumente wird von dem Humanisten und Renaissance-Dichter Janus Pannonius (+ 1472), Bf. v. Fünfkirchen festgestellt, der wohl fälschlich behauptet *hic in regno hungariae harum rerum artifices nullos habeamus*.⁵⁵ Im Kerngebiet des deutschen Reiches lässt sich die Ausbreitung der öffentlichen Uhren in den kleinen Städten und Dörfern seit dem 16. Jahrhundert zunächst verstreut in den Schadensmeldungen aus dem Bauernkrieg, danach und weit häufiger in Kirchenordnungen und Visitationsabschieden aus den protestantischen Gebieten verfolgen. Nach diesen Berichten wird nicht nur die Pünktlichkeit des Glockenläutens und der Gottesdienste sowie die Dauer der Predigten kontrolliert. Gottesdienst- und Schulordnungen der protestantischen Landesherren setzen vielfach die Existenz von Schlaguhren und Sanduhren voraus oder ordnen sie an. Katholische Länder ziehen später nach.

In einem neueren Beitrag versuchen Lars Boerner und Battista Severgnini die Daten der Einführung öffentlicher Uhren in europäischen Städten mit den Bevölkerungswachstumsraten der europäischen Städte einerseits und mit Regionen beobachtbarer Sonnenfinsternisse zu korrelieren.⁵⁶ Im Ergebnis soll gezeigt werden, dass die Einführung einer öffentlichen Uhr das ökonomische Wachstum einer Stadt positiv beeinflusst hat. Dieser Effekt ist wie oft vermutet aus vielen Gründen plausibel. In die komplizierten statistischen Berechnungen der Autoren zur Diffusion gehen jedoch fragwürdige Hypothesen ein, und die benutzten Datensätze sind für die Zeit bis 1450 nicht korrekt ausgewiesen, veraltet und auch, weil öffentliche Uhren von anderen Uhren nicht unterschieden werden, fehlerhaft. Auch die Daten für die Wachstumsraten euro-

53 JEAN PIERRE LEGUAY: Un Réseau Urbain au Moyen Age. Les Villes du Duché de Bretagne aux XI-Vème et XVème Siècles. Paris 1981.

54 Olaus Magnus: Historia de gentibus septentrionalibus. [...] lib I, c. 32. Rom 1555, S. 52.

55 1460–1465, IANI PANNONII: Opusculorum Pars altera. Utrecht 1784, S. 101–102.

56 LARS BOERNER und BATTISTA SEVERGNINI: Time for Growth. LSE Economic History Working Paper 222 (2015). <https://ssrn.com/abstract=2652782> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2652782> (06.11.2018).

päischer Städte sind m.E. aus vielen Gründen eher spekulativ.⁵⁷ Für Neueinrichtung öffentlicher Uhren in der Zeit zwischen 1450 und 1800 arbeiten die Autoren nur noch mit Vermutungen, weil es solche Daten gar nicht gibt. Man kann zwar von einer nahezu flächendeckenden Abdeckung mit öffentlichen Uhren in der Frühen Neuzeit ausgehen, aber das betrifft ökonomisch wachsende wie schrumpfende Städte und Dörfer. Schließlich berücksichtigen die Autoren die historisch stark schwankenden Bevölkerungszahlen, die sehr unterschiedliche Dichte und Qualität der überlieferten Quellen auch für die öffentlichen Uhren nicht. Die Hypothese, dass in Regionen mit einer Häufung von Eklipsen astronomische Interessen und daher der Bedarf an Beobachtungs- und Messinstrumenten besonderes groß gewesen seien, lässt sich weder beweisen noch widerlegen. Sicher falsch ist, dass gerade in diesen Regionen vermehrt öffentliche Uhren installiert worden sind. Mit den frühen mechanischen Uhren ließen sich anders als mit Astrolabien keine astronomischen Messungen durchführen und entsprechende Beobachtungen sind vor der Wende zum 16. Jahrhundert auch nirgends gemacht worden. Dass mechanische Uhren über technische Spillover-Effekte ökonomisches Wachstum fördern ist sicher einleuchtend. Dergleichen Berechnungen von Diffusionsvorgängen bleiben aber statistische Fingerübungen.

Die Errichtung einer öffentlichen Uhr in einer Stadt galt schon im Spätmittelalter als Zeichen für die Aufgeschlossenheit gegenüber Neuerungen, für Wohlhabenheit und für die Tatkraft der Verwaltung. *Portae, pulsus, pueri* war ein geflügeltes Wort, das in der frühen Neuzeit Kaiser Karl V. in den Mund gelegt worden war. Feste und bewachte Mauern und Tore, ordentliche Schulen und geregelte Glockenschläge sollen danach für den Kaiser die Merkmale einer wohlverwalteten Stadt gewesen sein. *Pulsus* ist aber auch so ausgelegt worden, dass der Kaiser in jeder Stadt, die er besuchte, zunächst auf das Funktionieren der öffentlichen Uhr geachtet habe. Beide Varianten sind häufig überliefert, obwohl sich der Ursprung dieser Formeln nicht mehr ermitteln lässt. Es ist kein gleichgültiges Wortspiel, denn Schulen und öffentliche Uhren waren um 1400 relativ neue und um 1500 typische Merkmale städtischen Lebens. Der Kaiser, selbst ein berühmter Uhrensammler, mag gelegentlich auf das Funktionieren der Stadtuhr geachtet haben, aufschlussreicher ist die verbreitete symbolische Ineinssetzung von funktionierender Uhr, geordneter Verwaltung und ‚Guter Polizei‘. Ohne die Quellen zu sehr zu strapazieren kann man sagen, dass öffentliche Uhren von Anfang an als Index urbaner Modernisierung gesehen worden sind. Stolz auf die neue Errungenschaft ist z.B. noch in der Stadtchronik von Erkelenz im Rheinland zu spüren: *Im Jahre 1406 ist die erste Uhr für 15 rheinische Gulden gebaut worden*. Die moderne Stadtgeschichtsschreibung hat diese Perspektive übernommen, teils in beiläufigen Formulierungen wie „schon im Jahre...“, teils ganz explizit durch Qualifizierung des Vorgangs als „früh“ oder „spät“. Das Problem solcher Aussagen

⁵⁷ Die Einwohnerzahlen sind übernommen von PAUL BAIROCH u.a.: *The Population of European Cities, 800–1850. Data Bank and Short Summary of Results*. Genf 1988. Dort werden jedoch nur historisch vorhandene Zahlenangaben verschiedenster Art zusammengestellt.

war bisher nicht, dass sie im Einzelfall richtig oder falsch sind, sondern dass es gar keine Maßstäbe für Urteile wie „früh“, „spät“, „schnell“ oder „langsam“ gab.

Für die frühe Zeit bestätigt sich noch einmal das, was aus der Auflistung der ersten öffentlichen Uhren schon ersichtlich war: die Diffusion beginnt zwischen 1300 und 1350 mit zunehmendem Tempo in den oberitalienischen Großstädten. Von Italien aus wird die neue Technik zwischen 1350 und 1360 an große europäische Residenzen exportiert. In der folgenden Zeit, der Zeit der *early majority*, (bis etwa 1370) läßt sich die Verbreitung der Technik im deutschen Reich (Augsburg, Nürnberg, München, Frankfurt, Breslau, Zürich), in den Niederlanden (Brüssel, Utrecht, Deventer) und in Frankreich (St. Quentin, Paris) verfolgen. Die landesherrlichen Residenzen haben an Bedeutung verloren. Der für die Diffusion der neuen Technik entscheidende Übergang vom herbeigeholten Experten zum eingesessenen Turmuhrenbauer ist jetzt vollzogen. In Zürich baut Konrad von Kloten, Meister Swaelbl baut in Breslau, Schweidnitz, Troppau und Tulln. Gleichwohl bleiben die Migrationen von Experten wichtige Faktoren des Transfers von technischer Kompetenz. In Stadtrechnungen werden öfter Kosten für Besuche bei Nachbarstädten ausgewiesen, um sich nach deren Uhren aber auch nach ihren Lätugewohnheiten zu erkundigen. Ein berühmtes Selbstempfehlungsschreiben und zugleich eine wichtige Quelle für die Uhrengeschichte von vier Städten ist der Brief des offenbar alternden Don Gaspare degli Ubaldini an die Republik Siena vom März 1399. Darin heißt es, er habe mehrmals von den Sienesern gehört, dass die Stadt dringend einen Uhrmacher für die Uhr im Torre del Mangia am Campo suche. Er habe eine Uhr am Rialto in Venedig mit stundenschlagenden Figuren und einem Hahn, der dreimal in der Stunde hervorkomme und krähe, und die Stadtuhr von Orvieto mit Indikationen des Sonnen- und Mondlaufs gebaut. Gegenwärtig baue er eine Uhr für Città di Castello. Seine Arbeiten seien überall bekannt. Sein einziges Bestreben sei, einer Stadt wie Siena zu dienen, mit ihren Bürgern zu leben und zu sterben. Dafür wolle er nichts verdienen als die Ehre und den Ruhm. Im Mai wird die Bewerbung akzeptiert. Im Normalfall versuchen die Kommunen einen auswärtigen Uhrmacher, wie z.B. auch Büchsenmacher und andere Experten, durch Stellung von Wohnung, Befreiung von Steuer und Wachpflichten und gelegentlich durch die Verpflichtung einen Nachfolger ggf. den Sohn anzulernen. Dazu kommt mitunter, dass die Annahme von auswärtigen Aufträgen nur mit Genehmigung der Kommune erlaubt ist.

Insgesamt fällt das hohe Tempo der Diffusion der schlagenden Uhren auf. Es war für das Mittelalter nicht ungewöhnlich. Allein die noch stärker an die Mobilität von Personen gebundene Diffusion des Buchdrucks verlief noch deutlich rascher. Es ist nicht nur das Beispiel einer anderen ‚Schlüsselmaschine‘, der Dampfmaschine, das zeigt, dass in der neueren Geschichte technische Innovationen keineswegs schneller ablaufen als im Mittelalter. Stellt man die kumulierten Beschaffungszahlen als eine Kurve dar, zeigt sich die für Diffusionsvorgänge typische S-Kurve mit dem flachen Beginn, dem steilen Anstieg

und einer allmählichen Abflachung.⁵⁸ Die Zahlen für die öffentlichen Uhren passen in dieses Muster, wobei allerdings die Abflachung der Kurve, die nach 1450 noch zunimmt, nicht etwa auf eine Bedarfsättigung zurückzuführen ist. Da, wie oben gezeigt, nach 1450 eine Phase der faktisch flächendeckenden Versorgung begonnen hatte, müssten die Zuwachsraten steigen und nicht sinken. Dass sie sinken, wird verursacht durch den sinkenden Neuigkeitswert der öffentlichen Uhren für die zeitgenössische wie für die moderne Stadtgeschichtsschreibung, durch die seit dem Spätmittelalter immer dürftiger werdende Erschließung kommunaler Quellen und schließlich durch die große Zahl kleiner und kleinster Orte, für die es überhaupt keine Schriftquellen mehr gibt.

Mohammed II., der Eroberer Konstantinopels, hat nach dem Friedensvertrag von 1477 die Signoria in Venedig um die Entsendung eines guten Malers - es war Gentile Bellini - , eines Fachmanns für Brillengläser und eines Uhrmachers, der *horiole da sonare* bauen könnte, gebeten.⁵⁹ Der Sultan wollte sich in den Besitz von Objekten setzen, die er für moderne europäische Besonderheiten hielt. Die nach den Waffenstillstandsverträgen der Hohen Pforte mit dem Heiligen Römischen Reich ausgehandelten jährlichen Zahlungen bestanden seit 1577 z.T. aus Übersendungen von Uhren mit Spezifikationen nach Bestell-Listen und in Begleitung ausgebildeter Uhrmacher, und die Zeugnisse für solche Sendungen sind zahlreich. In Galata, dem europäischen Viertel von Istanbul, gab es im 16. und 17. Jahrhundert eine kleine Kolonie westlicher Uhrmacher.⁶⁰ In merkwürdigem Kontrast zu diesen erpressten ‚Präsenten‘ bzw. ‚Verehrungen‘ für die privaten Sammlungen osmanischer Würdenträger steht die Zurückhaltung bei der Einführung öffentlicher Uhren im osmanischen Reich. Nach den Berichten des Botschafters Ghislin des Busbecq aus der Mitte des 16. Jahrhunderts wollte man von öffentlichen Uhren mit europäischer Technik im osmanischen Reich nichts wissen. Europäische Feuerwaffen würden übernommen, nicht jedoch Druckerpressen, weil gedruckte heilige Schriften keine heiligen Schriften mehr seien, und ebenso wenig öffentliche Uhren, weil sie die Autorität des Muezzin untergraben würden.⁶¹ Diese in anderen Reiseberichten wiederholten Äußerungen⁶² können nicht ganz stimmen. Es hat in den von den Osmanen eroberten Balkangebieten im 16. und 17. Jahrhundert öffentliche Uhren gegeben, die z. T. ‚aus der Zeit der Ungläubigen‘ stammten, z. T. aber auch von lokalen Würdenträgern neu gebaut worden sind. Im kleinasiatischen Kernbereich des osmanischen Reiches hat es öffentliche Uhren allerdings erst im 18. und größerem Umfang erst im 19. Jahrhundert gegeben.

⁵⁸ „[...] the first 2.5% of the adopters are the ‘innovators’; the next 13.5% of the adopters are the ‘early adopters’; the next 34% of the adopters are the ‘early majority’; the next 34% of the adopters are the ‘late majority’ the last 16% of the adopters are the ‘laggards’“, EVERETT M. ROGERS: *Diffusion of Innovations*. New York 1995.

⁵⁹ OTTO KURZ: *European Clocks and Watches in the Near East*. London/Leiden 1975, S. 20f.

⁶⁰ KURZ: *Watches* (wie Anm. 59), S. 54–60.

⁶¹ OGIER GHISELIN DES BUSBECQ: *Opera quae extant omnia*. Basel 1740, S. 28f., 198f.

⁶² *Allein lewttten mit gloken wird inen nicht gestatt in gantz Turkey, ist auch khain sayger nindert vorhanden*, FRANZ BABINGER: *Hans Dernschwam's Tagebuch einer Reise nach Konstantinopel und Kleinasien (1553/55)*. München/Leipzig 1923, S. 144f., vgl. S. 29f.

Abb. 6: Jan Collaert und Joh. Galle nach Stradanus «Nova Reperta» um 1580

Neben Brillen und Uhren gehören Schießpulver und Pulverwaffen zu den schon im Spätmittelalter immer wieder genannten Innovationen, wobei allerdings die Bewertungen durchweg negativ waren.⁶³ Mit dem Einsatz von Artillerie in den frühmodernen europäischen Staaten beginnt die sog. „Militärische Revolution“, deren Merkmale nach Geoffrey Parker tiefgreifende Reorganisationen staatlicher Strukturen zur Beschaffung und Unterhaltung der neuen Waffen war. Dazu gehörten nicht nur der Aufbau von Berufsheeren, sondern u.a. auch die Entwicklung eines zentralen Steuersystems.⁶⁴ Auch die vieldiskutierte „Great Divergence“, die Trennung der Entwicklungswege und der Aufstieg des Westens gegenüber den alten Kulturen in Asien ist ohne die Entwicklung der Artillerie nicht denkbar.⁶⁵ Obwohl ihre Geschichte seit mehr als einem Jahrhundert und bis heute intensiv erforscht wird, bleiben der Weg der Kenntnisse über die Pulverchemie aus Ostasien nach Europa wie auch die frühe Entwicklung der Pulvergeschütze immer noch undeutlich. Vor allem dank der von Joseph

63 KELLY DEVRIES: *Medieval Military Technology*. Peterborough Can. 1992, S. 143.

64 GEOFFREY PARKER: *The Military Revolution. Military Innovation and the Rise of the West, 1500–1800*. Cambridge 1988.

65 TONIO ANDRADE: *Late Medieval Divergences. Comparative Perspectives on Early Gunpowder Warfare in Europe and China*. *Journal of Medieval Military History* 13 (2015), S. 247–276.

Needham initiierten Forschungen wissen wir, dass es in China im 9. Jahrhundert Versuche mit den Bestandteilen eines Schwarzpulvers gab, später Schießpulver genannt, und im 11. Jahrhundert ist eine Formel der Mischung von Salpeter (Kaliumnitrat), Schwefel und Holzkohle schriftlich festgehalten worden. Historisch unterschiedlich waren die Proportionen der Bestandteile (75% Salpeter, 10% Schwefel, 15% Holzkohle + Wasser ½ %). Diese Pulvermischungen sind in China für Feuerwerkskörper und militärisch für Brandsätze, für Flammenwerfer und als Antrieb für aus Bambusrohren geschossene Projektile (Feuerlanzen) genutzt worden.⁶⁶ Auf uns unbekanntem Wege gelangten solche Kenntnisse über die arabisch-islamische Welt, über die Mongolen⁶⁷, vielleicht auch über Indien spätestens im 13. Jahrhundert nach Europa.

Im «Liber ignium ad comburendum hostes tam in mari quam in terra» eines fiktiven sog. Marcus Graecus finden sich Rezepte zur Herstellung des auf Pech und Petroleum basierenden ‚Griechischen Feuers‘.⁶⁸ In einer um oder kurz nach 1300 entstandenen Fassung wird dann zum ersten Mal Salpeter als entscheidende Komponente eines Schwarzpulvers erwähnt. Einige Rezepte aus dieser Sammlung sind in dem Albertus Magnus (gest. 1280) zugeschriebenen «De mirabilibus mundi» übernommen, und Roger Bacon versuchte um 1257/67 in «Epistola fratris Rogerii de secretis operibus artis et naturae et de nullitate magia» und im «Opus maius», nachzuweisen, dass auch der bösen Magie zugeschriebene Naturerscheinungen sich natürlichen Ursachen verdanken und durch Experimente imitiert werden können. In verklausulierter Form wird ein Sprengpulver erwähnt, mit dem mit wenig aber richtig komponiertem Material, über große Entfernungen gewaltige Donner- und Blitzeffekte (*tonitrus et corruscatio*) erzeugt werden könnten. *Scientia* sei mithin hilfreicher als Waffengewalt beim Kampf gegen die Feinde der Kirche gegen Rebellen und Ungläubige.⁶⁹ Die Entwicklungen von den alchemistischen Spekulationen vom Ende des 13. Jahrhunderts zu militärischen Anwendungen zu Beginn des 14. Jahrhunderts bleiben für die folgenden Jahrzehnte unklar. Dabei ging es um die Applikation einer dichten Pulverladung in einem geeigneten rohrförmigen Geschütz, wobei das bei der Explosion der Mischung freigesetzte Gas als Antriebsenergie diente. Auch wenn der Begriff ‚Erfindung‘ in diesem Zusammenhang problematisch bleibt, macht Hans Delbrücks Bemerkung durchaus Sinn: „Die eigentliche Erfindung, die vom Schießpulver zum Schießen führt, ist daher die Erfindung des Ladens.“⁷⁰

66 JOSEPH NEEDHAM LU GWEI-DJEN und WANG LING: *Science and Civilisation in China V,7 Military Technology. The Gunpowder Epic*. Cambridge 1985; TONIO ANDRADE: *Gunpowder Age. China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History*. Princeton NJ 2016, pt. 1.

67 IQTIDAR ALAM KHAN: *Coming of Gunpowder to the Islamic World and North India. Spotlight on the Role of the Mongols*. *Journal of the Asian History* 30 (1996), S. 27–45.

68 JAMES R. PARTINGTON: *A History of Greek Fire and Gunpowder*. Baltimore/London 1999, ch. II, S. 42–87.

69 SIEGFRIED JULIUS VON ROMOCKI: *Geschichte der Explosivstoffe. Sprengstoffchemie, Sprengtechnik und Torpedowesen*. Berlin 1895, S. 83–95; PARTINGTON: *Gunpowder* (wie Anm. 68), S. 64–87.

70 HANS DELBRÜCK: *Geschichte der Kriegskunst. Teil 4: Neuzeit*. Berlin 1920, S. 33.

Frühe Nachrichten stellen auf die erschreckende Wirkung von Donner und Blitz auf dem Schlachtfeld ab. Der Chronist Gebhard Dacher (gest. 1471) berichtet von der Verteidigung der Stadt Meersburg gegen Ludwig den Bayern im Jahr 1334 mit Hilfe von Donnerbüchsen und den dafür benötigten Fachleuten, wobei nicht ganz deutlich wird, ob es sich schon um ein Geschütz oder um einen Proto-Mörser handelte:

*Es was och alda etlicher maister, der sant vs schütz usz ainer büchs, die ainen schutzlichen vnd hertten don vnd klapft hetten mit dem vsgang des schutz, also das vil menschen bayderlai geschlächt in gehörd des schutz vnder den beligern als halb tod und on mächtig vielent vff das ertrich.*⁷¹

Andere damals in Europa benutzte Pulverwaffen waren geschleuderte Feuertöpfe/ Feuerlanzen/Brandbomben. Archäologisch nachgewiesen sind in China (ca. 1288), und in Europa spätestens 1332 kurze Röhren mit denen Brandpfeile verschossen wurden.⁷² Auf den berühmten ersten Darstellungen von Pulvergeschützen in einem Manuskript von Walter de Milimete's Schriften zur Regierungskunst 1326 sieht man einen aus einem bauchigen, offenbar mit Pulver gefülltem und mit einer Zündöffnung versehenen großen Gefäß ragenden, gefiederten Pfeil, der gegen das Tor einer Festung geschossen wird.⁷³

Abb.7: Pfeilbüchse aus Walter de Millimetes ‚De Nobilitatibus, Sapientiis, et Prudentiis Regum‘; Oxford, Bodleian Library, MS. Christ Church College 92, f° 70v

⁷¹ SANDRA WOLFF: Die „Konstanzer Chronik“ Gebhart Dachers. [...] Codex Sangallensis 646: Edition und Kommentar (Konstanzer Geschichts- und Rechtsquellen 40). Ostfildern 2008, S. 349.

⁷² NEEDHAM: Science (wie Anm. 66), S. 293; WILFRIED TITTMANN: Die Eltzer Büchsenpfeile von 1331/32. Waffen- und Kostümkunde 36 (1994), S. 117–128; und 37 (1995), S. 53–64.

⁷³ Dazu zuletzt: WILFRIED TITTMANN: Die Geschützdarstellungen des Walter de Milemete von 1326. Waffen- und Kostümkunde 35 (1993), S. 145–147 mit Nachtrag 2011. http://www.ruhr-uni-bochum.de/technikhist/tittmann/6_Geschuetzdarstellungen.pdf (8.11.2017); CLAUDE BLAIR: The Milemete Guns. Journal of the Ordnance Society 16 (2004), S. 19–28.

Wie weit die Entwicklung der Pulverwaffen damals schon fortgeschritten war, zeigt ein Beschluss der Prioren in Florenz vom Beginn des Jahres 1326, nach dem ein oder zwei besoldete Meister, darunter ein Rinaldo da Villamagna, eingestellt werden sollten, um Geschütze und eiserne Kugeln (*pilas seu palloctas ferreas et canones de metallo*) herzustellen und zur Verteidigung der Stadt, ihrer Kastelle und des Territoriums zu bedienen. Kurz darauf wird der Beschluss kassiert, weil es in Florenz andere Meister gäbe, die das gleiche Gewerbe zu geringeren Preisen ausübten und auch Pulver in ausreichender Menge herstellten.⁷⁴

Die zur Zeit Napoleons. III. begonnene und auch bis heute anhaltende Beschäftigung mit der Geschichte des Schießpulvers und der Pulverwaffen hat zur Ansammlung und Erörterung einer beachtlichen Zahl von einschlägigen Quellenzeugnissen geführt.⁷⁵ Überblickt man die rund hundert meist aus Rechnungen, Quittungen für Lieferungen und Inventaren von Arsenalen, seltener aus chronikalischen Berichten zu Belagerungen und Schlachten bekannten Zeugnisse aus der Zeit bis ca. 1350 unter der Frage nach Innovation und Diffusion dieser Technik, zeigt sich, dass a) sich weder Ort noch Zeit der wohl zwischen 1290 und etwa 1310 erfolgten Innovation ermitteln lassen; dass b) die Diffusion in Mitteleuropa sehr schnell erfolgt sein muss. Die meisten Belege stammen zwar aus Italien, aber die Quellen für die übrigen Länder (v.a. Frankreich, Flandern, England, Deutsches Reich) folgen innerhalb sehr weniger Jahre.⁷⁶ Die Zufälle der Überlieferung verbieten aus diesen Daten Schlüsse auf räumliche Verbreitungswege zu ziehen.

Der Begriff Artillerie bezeichnet seit dem frühen 13. Jahrhundert Schleudern und Geschütze aller Art und *Artillator* bzw. *Arbalétrier* o. Ä. die damit befassten Techni-

74 LÉON LACABANE: De la Poudre à Canon et de son Introduction en France. In: Bibliothèque de l'École des Chartes. 6,1 (1845), S. 28–57, Doc. I, S. 50f.; ROBERT DAVIDSOHN: Geschichte von Florenz. Band III. Berlin 1912, S. 758f.; LAURA DE ANGELIS: I Consigli della Repubblica Fiorentina. Libri Fabbarum XIII e XIV (1326–1331). Rom 2000. (Pubblicazioni degli Archivi di Stato. Fonti 31), S. 447. Um die These eines deutschen Ursprungs der Pulverwaffen zu stützen, erklärt BERHARD RATHGEN: Das Geschütz im Mittelalter. Eine quellenkritische Untersuchung. Hg. von VOLKER SCHMIDTCHEN. Berlin 1928, S. 674 diese Belege schlicht als Fälschung.

75 LOUIS NAPOLEON III. BONAPARTE und ILDÉFONSE FAVÉ: Études sur le Passé et l'Avenir de l'Artillerie. Paris 1846–1871; GUSTAV KÖHLER: Die Entwicklung des Kriegswesens und der Kriegführung in der Ritterzeit von Mitte des 11. Jahrhunderts bis zu den Hussitenkriegen. Band 3. Breslau 1887; THOMAS FREDERICK TOUT: Firearms in England in the Fourteenth Century. The English Historical Review 26 (1911), S. 666–702; RATHGEN: Geschütz (wie Anm. 74); PARTINGTON: History (wie Anm. 68); CARLO M. CIPOLLA: Segel und Kanonen. Die europäische Expansion zur See. Berlin 1999; neu aufgefundene Belege bei: GIORGIO DONDI: Il Terzo Documento sull'Arma da Fuoco in Europa. Armi Antiche. Bollettino Accademia San Marciano Militaria (1997), S. 13–44; DERS.: Le Armi da Fuoco all'Epoca di Teodoro I. di Monferrato. Bollettino Storico Bibliografico Subalpino 105 (2012), S. 569–588; MASSIMO DELLA GIUSTINA: Un inedito del 1335 per la storia della armi da fuoco nel Veneto. Armi Antiche. Bollettino Accademia San Marciano (2014), S. 49–60.

76 Vgl. PHILIPPE CONTAMINE: War in the Middle Ages. Oxford 1984, S. 140.

ker.⁷⁷ Erst später bezeichnet Artillerie überwiegend Pulvergeschütze. Die Bezeichnungen für diese Waffen variieren häufig: Donnerbüchse, *tonnoire* und *sclopus* verweisen auf das Geräusch, *tromba* auf die Form, *canon* auf den röhrenförmigen Lauf, *vaso* bzw. *pot* öfter auf den hinteren Teil des Geschützes; geläufig sind auch *bombarde*, *gunne*. In der Frühzeit handelt es sich um relativ kleine, auf Gestellen montierte oder auf Karren transportierte Geschütze, die entweder von vorn durch Stopfen geladen wurden oder am hinteren Ende mit einer Pulverkammer versehen waren. Ihre Wirksamkeit und ihre Treffgenauigkeit waren sehr beschränkt. Wie öfter in den Quellen betont, wirkten sie durch Donner und Lichtblitze eher indirekt.⁷⁸ Erst gegen Ende des 14. Jahrhunderts wurden große, mauerbrechende Kanonen, die Steine oder Eisenkugeln verschossen, zur dominierenden Waffe bei Belagerungen und in Kämpfen um Festungen. Die zeitgenössischen mechanischen Geschütze/Katapulte, Wurfschleudern und große Armbrüste wurden durch die Pulverwaffen bis ins 15. Jahrhundert nur allmählich verdrängt.⁷⁹ Nach Art der Glocken erhielten einzelne Kanonen auch individuelle Namen. Christine de Pisan gibt in ihrem militärischen Handbuch um 1400 eine ausführliche Aufzählung der Geschütze (*gonnes*) bei Belagerungen mit dem jeweiligen Gewicht der Geschosse: *Garyte*, *Rose*, *Maye*, *Sénèque*, *Mountfort*.⁸⁰ Weithin berühmte Kanonennamen zeugen davon: ‚Faule Mette‘ Braunschweig 1411; *Dulle Griet* Gent 1452; *Mons Meg* 1451 England, Gewicht 6,6 Tonnen, Pumhart von Steyr, Kaliber 80 cm; das sog. Dardanellen-Geschütz 1464, 18,6 Tonnen gegossen für Sultan Mohamed II.). Die schiere Größe der Geschütze, obschon militärisch meist sinnlos und in Berichten gern übertrieben, erhöhte das Prestige der Auftraggeber und Geschützgießer. Nachfolgende Innovationen des 15. Jahrhunderts waren u.a. gekörntes Pulver, kalibrierte Kugeln und die Entwicklung wirksamer Schiffsartillerie.⁸¹ Vor allem aber veränderten kleinere bewegliche Feldgeschütze und Handfeuerwaffen das Geschehen auf Schlachtfeldern wie auch bei Seegefechten grundlegend. Unmöglich könne man klassische Kriege mit den modernen vergleichen, weil der technische

77 NICOLAS PROUTEAU: L'Artilleur et l'Artillerie avant le Temps des Canons. In: Artillerie et fortification 1200–1600. Hgg. von N. PROUTEAU u.a. Rennes 2011, S. 23–32.

78 Vgl. z.B. den Zusatz zum Amiens-Manuskript der Chroniken des Jean Froissart; Schlacht bei Crecy 1346: *Les Génois s'avancent au combat en poussant des cris et des hurlements; les Anglais ne s'en émeuvent pas et font détonner certains canons qu'ils tiennent en réserve, pour frapper les Génois de stupeur*; Chroniques de Jean Froissart. Hg. von SIMÓN LUCE, Paris 1872, S. LII mit Anm. 4 und S. 416; CONTAMINE: WAR (wie Anm. 76), S. 189f.

79 VOLKER SCHMIDTCHEN: Bombarden, Befestigungen, Büchsenmeister. Von den ersten Mauerbrechern des Spätmittelalters zur Belagerung der Renaissance. Eine Studie zur Entwicklung der Militärtechnik. Düsseldorf 1977.

80 CHRISTINE DE PISAN: Le Livre des Faits d'Armes et de Chevalerie (1410), hier zit. nach der engl. Ausg. The Book of Fayettes of Armes and of Chyvalrye, übers. von WILLIAM CAXTON EETS, London 1932, S. 154.

81 Die verbreitete Ansicht, dass Schiffsartillerie zuerst im Jahr 1338 in der Schlacht von Arnemuiden verwendet worden sei, beruht auf einem Datierungsmissverständnis; vgl. TOUT (wie Anm. 75), S. 668–669.

Fortschritt beim Kriegsgerät kontinuierlich Neues hervorbringe, schreibt der Dichter Jean de Bueil bei der Schilderung der Belagerung von Orléans 1428/29.⁸² Obwohl die Portugiesen mit Hilfe von Schiffsartillerie Teile der marokkanischen Küste unter ihre Kontrolle gebracht hatten⁸³, haben während der Reconquista Pulverwaffen offenbar noch kaum eine Rolle gespielt. Erst die langwierige Eroberung von Granada am Ende des 15. Jahrhunderts wird auf den offensiven Einsatz von Artillerie zurückgeführt, dem die Nasriden nichts entgegen zu setzen hatten. Für ihre Artillerie beschäftigten die kastilischen Könige v.a. ausländische Fachleute.⁸⁴

Hochwirksame Faktoren der Diffusion der Pulverartillerie waren natürlich militärische Auseinandersetzungen und die Erwartung und die Vorbereitung von Kriegen. An fast jedem militärischen Konfliktfeld hat sich also einen Art Rüstungswettlauf entwickelt. Reiches Material bieten z.B. die im Zusammenhang mit dem Hundertjährigen Krieg entstandenen Quellen. In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts führten Berichte und Erfahrungen von der Wirksamkeit dieser Waffen dazu, dass überall Städte und Fürsten sehr rasch begannen ihre Arsenale mit solchen Waffen auszustatten und Fachleute aus vielen Gegenden anzuwerben.⁸⁵ Die Vielzahl einschlägiger Maßnahmen im Zusammenhang mit diesem Rüstungsboom kann hier nicht thematisiert werden. Kritische Variablen für die Herstellung von Schießpulver waren außer der Anwesenheit von Experten auch die Verfügbarkeit von Salpeter, das bald zu einer wichtigen Handelsware wurde⁸⁶, aber auch die Beschaffung der Erze für den Büchsen-guss.

Zur Herstellung des Schießpulvers reichte ein Rezept, d.h. die Kenntnis des Mengenverhältnisses von Salpeter, Schwefel und Holzkohle nicht aus um ein gleichmäßiges, stabiles und im Gebrauch verlässliches Produkt herzustellen. Je nach der Reinheit und Qualität der Grundstoffe, auch nach den jeweils herrschenden atmo-

82 Jean V de Bueil, *Le Jouvencel* (1466), Prolog : *...que qui ne cesseroit jamais de renouveler les sciences, si trouveroit-on tousjours quelque chose de nouveau ; respons en oultre que, de jour en jour et de plus en plus, croissent les engins des hommes et renouvellent les manières de faire; (car, ainsi que le temps se renouvelle, ainsi viennent les nouvelles;) et sont trouvés de present plusieurs choses et engins subtilz, desquelz les autres n'avoient point d'usaige ne de congnoissance.* Hg. von Camille Favre, t. 1, Paris 1887, S. 17.

83 JOHN VOGT: *Saint Barbara's Legions. Portuguese Artillery in the Struggle for Morocco.* *Military Affairs* 41 (1977), S. 176–182; WESTON F. COOK: *Warfare and Firearms in Fifteenth Century Morocco, 1400–1492.* *War & Society* 11 (1993), S. 25–40; zur Bedeutung der Schiffsartillerie für die europäische Expansion vgl. CIPOLLA: *Kanonen* (wie Anm. 75), S. 99–168.

84 WESTON F. COOK: *The Cannon Conquest of Nasrid Spain and the End of the Reconquista.* *Journal of Military History* 57 (1993), S. 43–70.

85 Zur Errichtung von Arsenalen und zu den Netzwerken von Kanonengießern und Geschützmeistern in Italien vgl. FABRIZIO ANSANI: «Per Infinite Sperientie». *I Maestri dell'Artiglieria nell'Italia del Quattrocento.* *Reti Medievali Rivista* 18/2 (2017). <http://rivista.retimedievali.it> (26.11.2017).

86 BRENDA J. BUCHANAN: *Saltpetre. A Commodity of Empire.* In: *Explosives and the State. A Technological History.* Hg. von BRENDA J. BUCHANAN. Aldershot 2006, S. 67–90; DAVID CRESSY: *Saltpetre. The Mother of Gunpowder.* Oxford UP. 2013.

sphärischen Bedingungen, aber auch nach der Art des Geschützes und der Geschosse verschoben sich die Proportionen und die Art des Pulvers. Erfahrungen und Experimente waren also bei der Herstellung unerlässlich. Der Entwicklung der Pulverwaffen war daher begleitet von der Ausbildung neuer Berufsbilder und Berufsbezeichnungen. Die Hauptzweige waren die Geschützgießer, die oft auch als Glockengießer tätig waren, und die Büchsenmeister für die Herstellung von Pulvern und den Einsatz der Geschütze.⁸⁷ Wie die Alchemisten umgab die Büchsenmeister als Geheimnisträger eine besondere Aura. Sie werden in den Quellen häufig namentlich erwähnt, oft auch mit der Angabe ihrer Herkunft. Vielfach in städtischen Diensten, kamen sie aus vielen Berufen und bald verbreiteten sich spezifische neue Berufsbezeichnungen: z.B. *canonier*, *bombardiere*, *magister sclopi* (Turin 1347), *Donerscutte* für Donnerschütze (Soest 1331), *Buhsengehzer*, *magister bombardarum* (Rom 1359), *maistre de tonnoire* (Lille 1341), *artilhator* (Toulouse 1345). Sie waren sicher die Hauptagenten der Diffusion der verschiedenen Zweige des Geschützwesens. Für Fürsten und Städte war Anwerbung, Abwerbung und institutionelle Bindung dieser Experten eine wichtige Aufgabe. Ihre Kenntnisse des Kriegs- und Geschützwesens, auch der einschlägigen Pionierarbeiten sind in den sog. Büchsenmeisterbüchern, denen Rainer Leng eine vorbildliche Untersuchung gewidmet hat, gesammelt worden. Ihre im Felde benutzten Notizen sind selten erhalten im Unterschied zu repräsentativen Prachthandschriften für hochgestellte Auftraggeber.⁸⁸ Ein berühmtes Beispiel ist der *Bellifortis* (n. 1402) des Konrad Kyeser, von dem die Bibliothek in Göttingen eine reich bebilderte Handschrift besitzt.⁸⁹ Ob die Prachthandschriften als Medien technischen Transfers gelten dürfen, ist allerdings zweifelhaft.

Die in der islamischen Theologie und Rechtslehre begründete Ablehnung jeglicher Neuerungen hat im militärischen Bereich nicht gegolten. Unklar bleibt, ob und seit wann solche Waffen von den Moslems auf der iberischen Halbinsel während der Reconquista eingesetzt worden sind. Umstritten ist der Einsatz von Pulverwaffen bei den Belagerungen von Orihuela (1331), Tarifa (1340) und Algeciras (1342–44).⁹⁰ Zu

87 OTTO HESS: Die fremden Büchsenmeister und Söldner in den Diensten der eidgenössischen Orte bis 1516. Zürich 1920; RAINER LENG: „getruwelich dienen mit Buchsenwerk“. Ein neuer Beruf im späten Mittelalter. Die Büchsenmeister. In: Strukturen der Gesellschaft im Mittelalter. Interdisziplinäre Mediävistik in Würzburg. Hgg. von DIETER RÖDEL und JOACHIM DIETER. Wiesbaden 1996, S. 302–322.

88 RAINER LENG: *Ars belli*. Deutsche taktische und kriegstechnische Bilderhandschriften und Traktate im 15. und 16. Jahrhundert. 2 Bde. Wiesbaden 2002 (Imagines Medii Aevi. Interdisziplinäre Beiträge zur Mittelalterforschung. 12/1 und 12/2).

89 Conrad Kyeser aus Eichstädt: *Bellifortis*. 2 Bde. (Faksimile, Transkription und Übersetzung). Hg. von GÖTZ QUARG. Düsseldorf 1967; vgl. auch RAINER LENG: Anleitung Schießpulver zu bereiten, Büchsen zu laden und zu beschießen. Eine kriegstechnische Bilderhandschrift im cgm 600 der Bayerischen Staatsbibliothek. Wiesbaden 2000 (Imagines Medii Aevi. Interdisziplinäre Beiträge zur Mittelalterforschung. Band 5).

90 Umstritten ist v.a., ob es sich bei den von (Wurf-)Maschinen (*engeños*) und ‚Donnerbüchsen‘ (*truenos*) geworfenen Geschossen um Kugeln mit Feuer (Brandsätzen) oder durch Feuer (*nafta*, nicht Pulver) geworfene Kugeln gehandelt hat. Vgl. ROMOCKI: Explosivstoffe (wie Anm. 90), S. 82; RATH-

Beginn des 15. Jahrhunderts setzten sich die marokkanischen Sultane damit gegen die Portugiesen zur Wehr.⁹¹ Später tauchen solche Waffen bei den mamlukischen Herrschern in Ägypten auf.⁹²

Als Reaktion auf die gegnerische Technik sind Pulverwaffen im osmanischen Reich am Ende des 14. Jahrhunderts über die auf dem Balkan eroberten Gebiete eingeführt und seit Beginn des 15. Jahrhunderts erfolgreich eingesetzt worden.⁹³ Schon 1422 belagerte Murad II. Konstantinopel mit riesigen Geschützen, einer Technik, deren Ursprung die damaligen byzantinischen Beobachter in Deutschland vermuteten. Viele weitere Einsätze der osmanischen Artillerie in den folgenden Jahrzehnten sind bekannt. Beim Sieg über das letzte Kreuzfahrerheer bei Varna 1444 haben die osmanischen Heere nicht nur Kanonen sondern auch Handfeuerwaffen eingesetzt.⁹⁴ Der byzantinische Historiker Michael Dukas berichtet von den Verteidigungsvorbereitungen der Byzantiner, bei denen Bronzekanonen bereit gestellt worden seien, die Kugeln von über 600 Pfund Gewicht schießen konnten. Im Vorfeld des Angriffs habe ein ungarischer Kanonengießer namens Orban (Urban)⁹⁵ dem byzantinischen Kaiser Konstantin XI. seine Dienste angeboten, sei aber abgewiesen worden, weil der Kaiser keinen ausreichenden Sold angeboten habe und auch die benötigten Rohstoffe nicht hätte bereit stellen können. Kurz darauf hätte sich Orban an den Sultan gewandt, sei bei ihm mit dem vierfachen Sold angestellt worden und habe für ihn riesige Geschütze gegossen. Nachdem damit bei der europäischen Bosphorusfestung Rumeli Hisar ein venezianisches Schiff versenkt worden sei, habe Orban in Edirne (Adrianopel) ein doppelt so großes Geschütz gegossen, das die Griechen ‚Basilika‘ nannten, und das dann mit 60 Ochsen vor 30 Wagen vor Konstantinopel gebracht worden sei.⁹⁶ Auch Michael Kritoboulos berichtet bei den Vorbereitungen des Angriffs auf Konstantinopel von der Anfertigung besonderer Waffen für den Festungskampf.

GEN: Geschütz (wie Anm. 74), S. 669, PARTINGTON: History (wie Anm. 68), S. 189–197; JAMES D. LAVIN: A History of Spanish firearms. London 1965, S. 39; FRANCISCO JAVIER LÓPEZ-MARTÍN: Historical and Technological Evolution of Artillery from its Earliest Widespread Use until the Emergence of Mass-Production Techniques. London 2007, S. 293f.

91 WESTON F. COOK: Warfare and Firearms in Fifteenth Century Morocco, 1400–1492. *War & Society* 11 (1993), S. 25–40.

92 DAVID AYALON: Gunpowder and firearms in the Mamluk kingdom. A challenge to a mediaeval society. London 1976; COOK: Warfare and Firearms (wie Anm. 91).

93 DJURDJICA PETROVIC: Fire-arms in the Balkans on the Eve of and after the Ottoman Conquests of the Fourteenth and Fifteenth Centuries. In: *War, Technology and Society in the Middle East*. Hgg. von VERNON J. PARRY und MALCOLM E. YAPP. London 1975, S. 164–194.

94 GÁBOR ÁGOSTON: Firearms and Military Adaptation. The Ottomans and the European Military Revolution, 1450–1800. *Journal of World History* 25/1 (2014), S. 85–124.

95 Chalkokondyles behauptet, er sei ein Walache bzw. Daker gewesen: Laonikos Chalkokondyles: *The Histories*. Übers. von ANTHONY KALDELLIS. 2 Bd.e. Cambridge MA 2014, lib. VIII, 6; vgl. lib. V, 15–16 über die Geschichte der Artillerie.

96 Doukas: *Historia Byzantina. Decline and Fall of Byzantium to the Ottoman Turks* [ch. 34–35]. Übers. von HARRY MAGOULIAS. Detroit 1975, ch. 35, S. 200f.

Dazu ließ er noch alle möglichen Wurfmaschinen zur Zertrümmerung der Mauer anfertigen, sowohl die normalen als auch die bekannten ganz neuartigen Steingeschütze, eine staunenswerte und selbst für das Ohr ungläubliche Sache, wie ihre Erprobung bewies, die wirklich imstande waren, alles zu zertrümmern.⁹⁷

Der Sultan, dem auch die Erfindung eines Mörsers zugeschrieben wird, bediente sich dabei der Expertise von Geschützmeistern, die noch keine die neuen Waffen bezeichnende Berufsbezeichnung tragen (gr. *mechanopoioi*). Sie versprachen den Guss eines starke Mauern brechenden Geschützes, „eine ungeheuerliche Sache schon für das Auge, für das Ohr aber gänzlich ungläublich und schwer vorstellbar.“ Kritobulos beschreibt die Herstellung dieses neuartigen Riesengeschützes und bestätigt am Schluß des Berichtes innovativen Charakter dieser Waffe: „Es findet sich aber auch kein alter Name für dieses Geschütz, es sei denn, man bezeichnete es als ‚Städteeroberer‘ oder ‚Schleudermaschine‘.“⁹⁸ Obwohl die Berichte über die Belagerung und den Fall von Konstantinopel im Frühsommer 1453 voll von Nachrichten über den Dauerbeschuss der Mauern durch große Geschütze sind, dem Byzantiner nichts entgegenzusetzen hatten, wird heute bezweifelt, dass der Einsatz der schweren osmanischen Artillerie für die Eroberung entscheidend war.⁹⁹ Edward Gibbon erzählt 1776 diese Geschichte so, als ob Konstantinopel durch den Verrat von europäischen Experten gefallen sei und überhaupt Europa durch die Aufdeckung des Pulvergeheimnisses seine Vormachtstellung gegenüber den asiatischen Reichen verloren habe.¹⁰⁰ Auch Carlo Cipollas These von dieser der raschen Entwicklung im 15. Jahrhundert folgenden Stagnation der Artillerieentwicklung bei den Osmanen aufgrund ihrer Konzentration auf sehr schwere Geschütze zu Lasten beweglicher Artillerie, kann nicht mehr gehalten werden.¹⁰¹

97 Mehmet II. erobert Konstantinopel. Die ersten Regierungsjahre des Sultans Mehmet Fatih, des Eroberers von Konstantinopel 1453. Das Geschichtswerk des Kritobulos von Imbros, übers., eingel. und erkl. von DIETHER RODERICH REINSCH, Graz 1986 (Byzantinische Geschichtsschreiber Bd. 17), S. 74f.

98 Kritobulos (wie Anm. 97) c. 29, S. 82–87; KELLY DEVRIES: Gunpowder Weaponry at the Siege of Constantinople, 1453. In: War and Society in the Eastern Mediterranean, 7th-15th Centuries. Hg. von YAACOV LEV. Leiden 1997 (The Medieval Mediterranean 9), S. 343–62; vgl. ALAN WILLIAMS: Ottoman Military Technology. The Metallurgy of Turkish Armour. In: War and Society in the Eastern Mediterranean, 7th-15th Centuries. Hg. von YAACOV LEV. Leiden 1997 (The Medieval Mediterranean 9), S. 363–387.

99 DOUKAS: Historia Byzantina (wie Anm. 96), ch. 38, S. 215f.; vgl. die Aufstellung der Artillerie bei AGOSTINO PERTUSI: La caduta di Constantinopoli. I: Le testimonianze dei contemporanei. Mailand 1999 (Fondazione Lorenzo Valla), S. LXXIV–LXXV; KELLY DEVRIES: Gunpowder Weaponry at the Siege of Constantinople, 1453. In: War and Society in the Eastern Mediterranean, 7th-15th Centuries. Hg. von YAACOV LEV. Leiden 1997 (The Medieval Mediterranean 9), S. 343–62; dagegen: FRANZ TINNEFELD: Zur Bedeutung schwerer Geschütze bei der Eroberung Konstantinopels im Jahr 1453. In: Sine ira et studio. Hg. von UTA LINDGREN. Kallmünz 2001, S. 51–63.

100 EDWARD GIBBON: The History of the Decline and Fall of the Roman Empire, London 1830, S. 1194; vgl. dagegen HANS DELBRÜCK: Kriegskunst IV (wie Anm. 70), S. 45.

101 CIPOLLA: Kanonen (wie Anm. 75), S. 102; im Anschluss an AYALON: Gunpowder (wie Anm. 92); STEPHEN CHRISTENSEN: European-Ottoman Acculturation in the Late Middle Ages. In: War and peace

In den sog. Türkenkriegen gegen das expandierende osmanische Reich versprach Venedig 1472/73 dem Turkmenenherrscher Uzun Hasan die Lieferung von Geschützen und die Entsendung von Artilleristen. Auch der persische Schah Ismail I. aus der Dynastie der Safawiden bat seit 1502 in Venedig mehrmals um Kanonen und Geschützgießer. Nach der großen Niederlage gegen die Osmanen unter Sultan Selim I. bei Tschaldiran im August 1514 begann Ismail mit Hilfe fremder Experten mit dem Aufbau einer schlagkräftigen Artillerie und eines Infanteriekorps. Auch hier hat die militärische Herausforderung durch die Artillerie der osmanischen Herrscher zur Begründung eines weiteren *Gunpowder Empire* geführt.¹⁰²

In der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts waren die Pulverwaffen eher klein und relativ wirkungslos, und sie werden in Kampfberichten nur beiläufig erwähnt. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ist von der schlachtentscheidenden Wirksamkeit der großen Geschütze und von der Veränderung des Kriegsgeschehens schon öfter die Rede. Nach Art der Humanisten gibt sich Francesco Petrarca um 1360 überrascht, dass die mit schrecklichem Donner geworfenen (Pfeil-?)Geschütze der klassischen Antike nicht schon bekannt gewesen seien. Einige schrieben die Erfindung zwar dem Archimedes zu, aber diese pestartige Erfindung sei leider jüngeren Datums. Diese Geschütze seien jetzt so gewöhnlich wie andere Waffenarten und hätten sich wie alle verderblichen Künste sehr rasch verbreitet.¹⁰³ Schießpulver und Geschütze als Teufelszeug wurden seit dem Ende des 14. Jahrhunderts zu einem literarischen Klischee.¹⁰⁴ In dem erwähnten Lemma *horologium* behandelt Giovanni Tortelli auch die ‚Bombarde‘ als eine bewundernswerte Neuerung mit einem neuen Namen, deren Erfinder verflucht werden solle.¹⁰⁵ Seit dieser Zeit hat man den grundlegenden Wandel der Kriegführung durch die Pulverwaffen realisiert. Die modernen Kriege waren mit den historischen Kriegen nicht mehr zu vergleichen, und die klassische Frage nach den ‚ersten Urhebern‘ drängte sich auf. Vielfach suchte man die Urheber bei den Deutschen, aber damit war die Frage, wer das Schwarzpulver erfunden hatte nicht erledigt. Die Bedeutung der Innovation legte die Vorstellung von einem Geistesblitz bzw. einem Geniestreich nahe. Das geflügelte Wort von Menschen, die „das Pulver nicht erfunden haben“, bestätigt das indirekt. Varianten der seit dem 15. Jahrhundert und bis heute äußerst langlebigen Legende von

in the Middle Ages. Hg. von BRIAN PATRICK MCGUIRE. Kopenhagen 1987, S. 227–251; GÁBOR ÁGOSTON: *Guns for the Sultan. Military Power and the Weapons Industry in the Ottoman Empire* (Cambridge Studies in Islamic Civilization), New York 2005; Gábor Ágoston: *Ottoman Artillery and European Military Technology in the Fifteenth to Seventeenth Centuries*. *Acta Orientalia Scientiarum Hungaricae* 47/1–2 (1994), S. 15–48.

102 RUDI MATHEE: *The History of Firearms in Persia* (1999, 2012). In: *Encyclopedia Iranica*, hier nach: iranicaonline.org [12.02.2019]; WILLEM FLOOR: *Safavid Government Institutions*. Costa Mesa CA 2001, S. 188–199, 257f.

103 Francesco Petrarca: *De remediis utriusque fortunae* (wie Anm. 1), lib. I. dial. 99.

104 JOHN MIRFIELD um 1390: *instrumento illo bellico sive diabolico quod vulgariter dicitur gonne*, zit. nach JOHN R. HALE: *Renaissance War Studies*. London 1983, S. 394.

105 KELLER: *Renaissance Humanist* (wie Anm. 6), S. 350.

einem alchemistisch bewanderten, schwarzen' Mönch, der bei Experimenten mit Pulvermischungen in einem Kloster in Freiburg/Br. das Schießpulver erfunden haben soll, sich dabei aber selbst in die Luft gesprengt habe, fanden daher leicht Verbreitung.¹⁰⁶ Der legendäre Berthold Schwarz hatte das sprichwörtliche Erfinderpech, aber – beflügelt von der Begeisterung für nationale Heroen – hat man ihm im Jahr 1855 in Freiburg im Br. ein Denkmal errichtet. Die äußerst zähe Berthold-Geschichte findet sich in einer merkwürdigen Variante auf der frz. Wikipedia-Seite so: Berthold habe zwar nicht das Pulver erfunden, wohl aber Bronzeröhren als Geschützläufe entwickelt.¹⁰⁷

Abb.8: „Büchenschießen erfunden“ aus: Johann Stumpf: Gemeiner loblicher Eydgnofchafft Stetten [...] Chronik [...], Zürich 1548, XIII/c. 4, Bd. 2, S. 419.

Transfer von Wissen durch Codierung von Wissen oder von Kulturtechniken, v.a. also durch Texte, durch Manuskripte und Bücher haben in den drei vorangehenden Fallstudien zu Brillen Uhren und Kanonen im Spätmittelalter noch kaum eine Rolle gespielt. Akteure von Diffusionsvorgängen waren im Spätmittelalter fast immer Menschen mit bestimmten praktischen Kompetenzen. Auf diese Weise ist ein weiträumiger, dann auch Grenzen überschreitender, europäischer Markt für technische Expertise entstanden.¹⁰⁸

Wie erwartet, war der zunftgebundene, handwerkliche Bereich an den hier besprochenen Innovationen kaum beteiligt. Schutzvorschriften und Privilegien, etwa

106 HANS JÜRGEN RIECKENBERG: Berthold, der Erfinder des Schießpulvers. Eine Studie zu seiner Lebensgeschichte. *Archiv für Kulturgeschichte* 36 (1954), S. 316–332; DERS.: ‚Berthold‘. In: NDB 2. Hg. von der HISTORISCHEN KOMMISSION BEI DER BAYRISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN. Berlin 1955, Band 162; GERHARD W. KRAMER: Berthold Schwarz. Chemie und Waffentechnik im 15. Jahrhundert. In: Deutsches Museum. Abhandl. u. Berichte N.F. Bd. 10. München 1995.

107 Wikipedia frz. s.v. „Artillerie“: *Contrairement à la légende, le moine Berthold Schwartz (1310 - 1384) n'a pas inventé la poudre mais il a conçu et développé les premiers tubes en bronze.*

108 STEPHAN R. EPSTEIN: Transferring Technical Knowledge and Innovating in Europe, c.1200–1800. In: *Technology, Skills and the Pre-Modern Economy in the East and the West*. Hgg. von M. PRAK und JAN L. VAN ZANDEN. Leiden 2013, S. 25–67; das gilt auch dann, wenn bei den hier erörterten Techniken Gesellenwanderungen nicht bedeutsam waren.

für das Schleifen von Glas, ließen sich allenfalls regional durchsetzen. Der sehr rasch einsetzende massenhafte Handel mit Brillen ließ sich kaum kontrollieren. Die Herstellung von Uhren und von Pulverwaffen hätte sich wegen der wirtschaftlichen und politischen Macht der Nachfragenden nicht beschränken lassen. Möglichkeiten einer protektionistischen Politik gab es kaum. Erkennbar gefördert wurden Diffusionsprozesse von Interessen an Neuem, Prestigekonkurrenz und im Fall der Pulverwaffen Sicherheitsbedürfnissen. Konkurrenz hat sicher auch zu technischen Rekombinationen bzw. Nacherfindungen und neuartigen Anwendungen, also technischen Fortschritten geführt. Sehr deutlich fällt Oberitalien in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts als Zentrum spätmittelalterlicher technischer Innovationen auf. Erstaunlich ist das durchweg hohe Tempo der Diffusionsprozesse, die so gar nicht Vorstellungen von einem vergleichsweise gemächlichen Mittelalter entsprechen. Die europaweite Verbreitung der drei hier betrachteten Innovationen hat jeweils weniger als eine Generation gedauert.