

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG
Herausgeber: Eisenbibliothek
Band: 61 (1989)

Artikel: Ingenieure der Renaissance
Autor: Voiret, Jean-Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378235>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ingenieure der Renaissance*

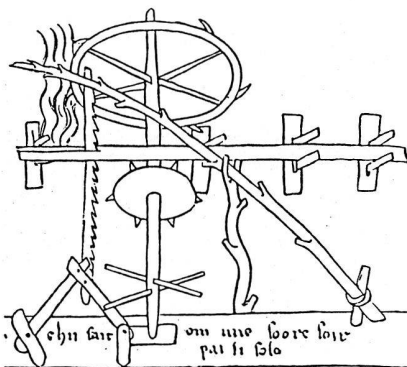
Dipl.-Ing. Dr. Jean-Pierre Voiret
Lehrbeauftragter der
Universität Zürich u. ETH Lausanne,
Luziaweg 9
CH-8807 Freienbach

Denkt man an die Ingenieurkunst der Renaissance, denkt man unwillkürlich an Leonardo da Vinci. Vor dem Hintergrund seines gewaltigen zeichnerischen Talentes geraten die Leistungen seiner Vorgänger vielfach in Vergessenheit: seine in den Codices ans Licht drängende Begabung, nicht nur Maschinen, sondern die vielfältigsten Erscheinungen der Natur frei, elegant und gleichzeitig exakt darzustellen, hat ihm beim modernen Menschen den Ruf des «Artiste et Ingénieur de la Renaissance par excellence» eingebracht. Deshalb sind die sein Werk kommentierenden Bücher so zahlreich, deshalb ist sein Beitrag zum technischen Fortschritt so bekannt. Es erscheint aber angebracht, zunächst die wenig bekannten Vorgänger von Leonardo etwas in den Vordergrund zu rücken. So können nämlich die geistigen und wirtschaftlichen Grundlagen der im 13. und 14. Jahrhundert aufkeimenden «neuen Wissenschaft» für den heutigen Menschen nachvollziehbar gemacht und die faszinierende Geschichte der frühen Ingenieure, die zum Phänomen Renaissance in Wissenschaft und Technik geführt hat, skizziert werden.

1. Eine Erneuerung des Denkens

Während in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts die thomistische Auslegung der aristotelischen Philosophie Triumphierte als offizielle geistige Position der spätmittelalterlichen Kirche feierte, erwuchs dieser Denkweise in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine wachsende Opposition. Diese Opposition richtete sich weniger gegen die eigentliche Lehre – auch nicht gegen die Logik – des grossen griechischen Philosophen. Was da kritisiert wurde, war viel eher die überall spürbare Tendenz der Kirche, ihre ideologischen Positionen durch eine metaphysische Spekulation zu rechtfertigen, die in Wirklichkeit nur dem Namen nach aristotelisch war. In Reaktion darauf verbreitete sich nach und nach gegen Ende des 13. und im frühen 14. Jahrhundert eine neue, empirischere Geisteshaltung. Diese Geisteshaltung hat freilich bald nicht nur die mittelalterliche Scholastik, sondern auch die Sicht, welche der Mensch von der Natur und von der «Wirklichkeit» hatte, beeinflusst. Wir dürfen nämlich nicht vergessen, dass das, was wir heute als objektive Wirklichkeit betrachten, für den Menschen des Mittelalters bloss Illusion war, während für ihn die einzige, echte Realität vollständig im Reiche des Göttlichen, des Jenseitigen, zu finden war.

Was vielleicht weniger bekannt ist als diese allgemeinen Bemerkungen zum damaligen Zeitgeist, ist, dass dieser Wind der Erneuerung, der bald über ganz Europa blies und einen grossen Einfluss über die Entwicklung von Wissenschaft und Technik ausübte, nicht in Italien – Provinz der eigentlichen Renaissance – entsteht. Dieser neue Geist wächst vielmehr in England, an der Universität von Oxford. Nach den Vorläufern Roger Bacon und Duns Scotus sind es vor allem William of Ockham (etwa 1295–1349) und John Wycliffe (um 1320–1384), die den radikalen Empirismus ins Zentrum ihres Unterrichts stellten. Die Denkweise und die Ansichten dieser Denker sind so antikonformistisch und werden so radikal vorgetragen, dass sie bald in den «Genuss» päpstlicher Untersuchungen und Repressionen kommen – was allerdings ihre Attraktivität für die neugierigen Geister der Zeit nur erhöht. So springt auch der Funke bald nach Paris hinüber. Ockham predigt in der Tat einen radikal antimetaphysischen Empirismus sowie sein berühmtes Prinzip der – dem scholastischen Geist ganz entgegengesetzten – Denk-Ökonomie («Man darf die Zahl der Entitäten nicht unnötig vervielfältigen»); in anderen Worten: es ist immer empfehlenswert, die einfachste Hypothese zu wählen. Was Wycliffe betrifft, so empfiehlt er eine Art realistischen Neoplatonismus, den man in vollendeter Form im 17. Jahrhundert bei Spinoza wiederfinden wird.



Automatisches Sägewerk, Skizze von Villard de Honnecourt (um 1245).

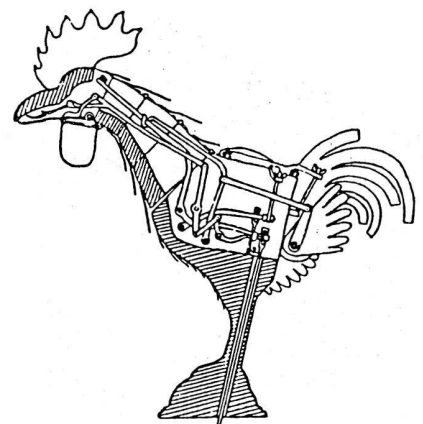
*Stark erweiterte Fassung eines Artikels, erstmals erschienen in der «Neuen Zürcher Zeitung», Nr. 220, 1988, S. 69.

Diese neuen Denkweisen, verstärkt durch eine bessere Kenntnis der griechischen und der alexandrinischen Wissenschaft – inzwischen haben uns nämlich die Araber diesen Schatz wieder zugänglich gemacht –, entwickeln sich auch bei der Pariser Schule, welche die Oxfordschen Ideen mit noch mehr Konsequenz vertritt. So gibt am Ende des 13. Jh. Jordan Némoraire mit seinem «Liber de Ratione Ponderis» (auch «De Ponderibus» genannt) den Auftakt. Darin findet man nicht nur philosophische Ideen, sondern auch wissenschaftliche Ansichten und sogar Beschreibungen von praktischen technischen Problemen. Eine solche Geisteshaltung, in deren Rahmen die Naturbeobachtung und das Studium der berührbaren Wirklichkeit eine wachsende Rolle spielen, bleibt nicht ohne Einfluss auf die Ausbreitung der neuen Techniken, die, überall in Europa – in Wechselwirkung mit der Entwicklung des Handels –, spürbar wird. Im gleichen Schritt wächst auch eine starke Klasse von Kaufleuten heran, die bald in der Lage sein wird, die Baustellen und die Kriege der damaligen Fürsten zu finanzieren. Es sind die gleichen, die von diesen Fürsten die Rechte zur Ausbeutung der auf ihren Territorien vorhandenen metallischen Vorkommen erhalten werden. Diese Entwicklung, verstärkt einerseits durch das aus China in den letzten Jahrzehnten der Mongolenherrschaft (bis 1368) nach Europa gebrachte neue technische Wissen, andererseits durch die immer vollständiger werdende Wiederentdeckung der Antike, wird bald in die klassische Renaissance münden.

2. Die ersten Ingenieure der Renaissance

So wie die ersten Blumen des neuen Empirismus in Oxford zur Blüte kommen, trifft man auch die ersten Ingenieure (oder besser: die ersten Techniker) des Spätmittelalters und der Frührenaissance nicht auf der italienischen Halbinsel, sondern in Frankreich und in Deutschland. Der Vorläufer ist Villard de Honnecourt, der im ersten Drittel des 13. Jh. wirkt. Sein Werk weist schon viele der typischen Merkmale der Werke aller Ingenieure der Renaissance auf: es kommt uns als Notizbücher entgegen, deren Horizont extrem weit ist: er reicht von der Maurerkunst und der Architektur bis zur Anwendung der einfachsten Geometrie und zum technischen Zeichnen, wobei dieser Bogen selbstverständlich auch die Maschinenkonstruktion (mit einer Vielzahl von Maschinen wie Hebezeuge, Schneide- und Bohrmaschinen, Gelenke, Antriebe usw.) sowie den Festungsbau einspannt. Merken wir uns dabei eine Pionierleistung des Honnecourt: Zum Automatenbau (zum Beispiel seines Engels, der mit dem Finger während des ganzen Tages auf die Sonne zeigt) erfindet er eine Urform der Hemmung, bestehend aus einer Schnur, die sukzessiv von einer Speiche eines Rades zur nächsten ruckartig rutscht.

Anfang des 14. Jh. findet man Guy de Vigevan, technischer Berater von Philippe V. de Valois, an vorderster Front der technischen Entwicklung – mit einem Werk, das erstmals die zukünftigen Codices der italienischen Ingenieure wirklich vorwegnimmt: Er kommt nämlich mit einer Sammlung von Heften über die Militärtechnik daher, die alles enthalten, was das Herz eines damaligen Fürsten begehren konnte: leichte Brücken, Schiffe mit Schwimmern und Propeller (!), Angriffstürme mit Kabel- und Rollenaufzügen, gepanzerte Wagen und Maschinen usw. Ist einerseits die vorgesehene Möglichkeit, diese Systeme für den Transport auseinanderzunehmen, Zeichen eines praktischen Geistes, findet man andererseits in Vigevans Konzepten auch die ausufernde Phantasie, welche später für einen da Vinci gerade typisch sein wird (man denke zum Beispiel an Vigevans mit 20 rotierenden Sensen ausgerüstete Ochsenkarren oder an sein Propellerschiff). Fühlte sich Villard de Honnecourt an die effektive Realisierbarkeit konkreter Problemlösungen noch gebunden, so findet man bei Vigevan zahlreiche phantastische Entwürfe, an deren Realisierbarkeit im Ernst sicher nicht gedacht wurde (zum Beispiel seine ins Gigantische gewachsenen Angriffstürme). Was zudem erst recht erstaunt, ist die Tatsache, dass solche Ideen in einer Zeit entstehen, in welcher eine schwierige wirtschaftliche und soziale Krise die

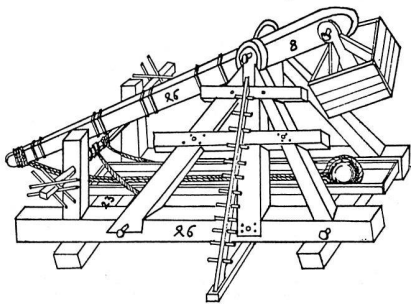


Schnitt durch einen automatischen Hahn (um 1353).

spätmittelalterliche Welt erschüttert und gar zerstört, d. h. in einer Zeit, in welcher alternierende Stagnations- bzw. regelrechte Rückfallperioden der Ökonomie alles andere als technische Fortschritte erwarten lassen. Und doch stellt jene Zeit gleichzeitig eine Epoche dar, in welcher der Einsatz von Intelligenz merklich zuzunehmen anfängt (insbesondere mit der beschleunigten Gründung neuer Universitäten), in welcher die Verbreitung arithmetischer Rechenmethoden (speziell der doppelten Buchhaltung) den Weg für eine ganz neue wirtschaftliche Effizienz eröffnet wird, in welcher schliesslich die Zentralisierung der politischen Macht in den Händen «aufgeklärter» Fürsten diejenigen Strukturen schafft, die für die Entwicklung des kommenden Merkantilismus notwendig sein werden.

3. Die deutsche Schule

Aber vor jener Zeit, die man mit Häusern wie jenem der Sforza (Francesco Sforza stirbt im Jahre 1466) und mit der ersten, italienischen Phase unserer wunderbaren europäischen Renaissance identifizieren wird, müssen wir noch die deutschen Ingenieure des Endes des 14. und des Anfangs des 15. Jh. vorstellen. Es ist ein «Bellifortis» genannter Codex aus der Feder des Konrad Kyeser, welcher den Stil der deutschen Schule charakterisieren wird – einer Schule, deren Einfluss gross sein wird und deren hauptsächliches Werk Gegenstand zahlreicher Abschriften werden wird.



Grosse Blide, mit eingetragenen Massen. Aus Konrad Kyeser aus Eichstätt «Bellifortis».

Kyeser (1366 geboren, Todesjahr unbekannt) widmet im Jahre 1405 sein Manuskript dem Kaiser Ruprecht von der Pfalz. Obwohl die Militärtechnik im Zentrum seines Interesses steht – und den Schwerpunkt seiner Hefte darstellt –, besteht aber seine Hauptbeschäftigung noch nicht aus der Geschütztechnik. Was seine Manuskripte enthalten, ist zunächst wieder eine Vielfalt von Maschinen für alle möglichen Kriegszwecke, wie sie uns schon von den anderen Autoren bekannt sind. Hier sind sie aber systematischer und vollständiger behandelt. Zusätzlich kommen auch einige Neuigkeiten dazu (wie zum Beispiel der Tauchanzug) sowie bekannte, aber deutlich verbesserte Systeme auf dem Gebiet der Hebe- maschinen, Hebewinden, Druckschrauben, Drehkrane usw.

Nach dem «Bellifortis» stellt aber das «Manuskript der Hussitenkriege» (erstes Heft) den Höhepunkt der Arbeit der deutschen Schule dar. Dieses Manuskript, um 1430 entstanden, widmet zum erstenmal der Artillerie viel Platz und liefert das erste Bild einer richtigen Kanone (d. h. eines Kanonenrohres mit Lafette, Rädern und Aufsatz). Was aber noch wichtiger ist: Viel Raum wird endlich auch den zivilen Anwendungen der Technik und insbesondere der Herstellung von Produktionsmitteln (wie Röhrenbohrmaschinen) gewidmet. Zudem kommt zum erstenmal darin die Beschäftigung mit der Produktivität zum Ausdruck: Die tägliche Leistung dieser Maschinen wird hier angegeben, und diese Vermerke zeigen – wie auch die schon erwähnte Anwendung der neuen Buchhaltung bei den Kaufleuten –, dass die reine Subsistenzwirtschaft des vom Zinsverbot charakterisierten Mittelalters endgültig am Verschwinden ist und einer neuen Wirtschaftsordnung mehr und mehr Platz macht.

Erwähnen müssen wir schliesslich noch, dass das «Hussitenkriege»-Manuskript zu Recht für seine erste westliche Darstellung eines Pleuel-Kurbel-Systems berühmt ist. Andere interessante, in diesem Werk beschriebene Systeme sind die Windmühlen und die Edelsteinpoliermaschinen. Damit bildet dieses Manuskript ein sehr originelles Werk. Man findet darin tatsächlich detaillierte Beschreibungen von sorgfältig entworfenen Maschinen, und das Heft betont die Sorge um Produktivität. Nach diesem Manuskript wird Deutschland während einiger Zeit kein über dieses Niveau gehendes Werk mehr liefern, weil Italien inzwischen die Fahne des technischen Fortschritts übernommen haben wird. Einen Beweis dieser Behauptung bildet unter anderem die Tatsache, dass das zweite Heft des «Hussitenkriege»-Manuskripts schon von einem Ingenieur aus Siena geschrieben wird.

4. Die Anfänge der italienischen Schule

Um die Mitte des 15. Jh. entwickelt sich unter der Protektion der Sforza in Mailand eines der ersten «Forschungszentren» der italienischen Halbinsel. Bald werden andere, ebenfalls unter dem Schutz grosser, aufstrebender Familien (die Malatesta aus Rimini, die Montefeltre aus Urbino usw.) entstehen. Neue Faktoren der Entwicklung sind die Bildung und die Benutzung adäquater Bibliotheken, der systematische Einsatz von Intelligenz durch die Anstellung und Bezahlung von Ingenieuren («Künstlern»), von Humanisten und von Wissenschaftlern sowie die Schaffung – zum erstenmal in der Weltgeschichte – von einer Art Experimentierfreiräumen, die endgültig den Klöstern den Rang als Zentren der geistigen Schöpfung ablaufen und die das Ende des diffusen, mittelalterlichen «Universums der Essenzen» markieren.

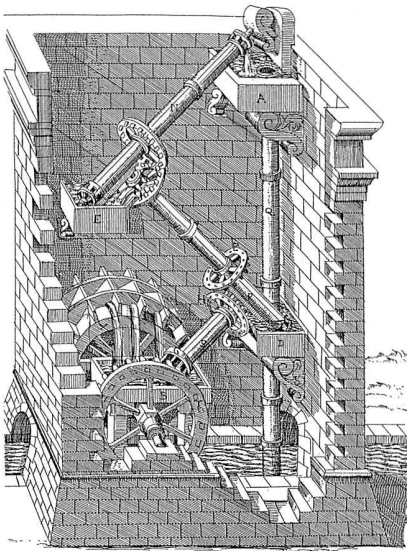
Verschiedene Könige und Fürsten zögern dabei nicht, die aus politischen Gründen aus einzelnen Ländern fortgejagten Denker, Techniker, Handwerker, Facharbeiter und sonstigen Spezialisten in ihren Dienst zu nehmen. Und in der gleichen Zeit, da endlich eine darstellende Geometrie für Architekturzeichnungen bei Piero della Francesca entsteht, nehmen allgemein die Anwendungen der Mathematik einen noch nie gesehenen Aufschwung. Auf wirtschaftlich-technischem Gebiet schliesslich geben die in Norditalien durchgeführten grossen Hydraulikarbeiten zu Zwecken der Entwässerung, der Bewässerung und des Transportes (kleine und grosse Kanäle, Bau der ersten Schleusen usw.) der dortigen Landwirtschaft die für ihre Entwicklung notwendige Grundlage. Es ist diese solidere wirtschaftliche Grundlage, auf der die Zivilisation der Renaissance nun fruchtbar und produktiv gedeihen wird.

Man kann zusammenfassend behaupten, dass in jener Zeit der Anker für ein zivilisatorisches und wirtschaftliches Wachstum gelichtet wurde, das bis zum verheerenden Dreissigjährigen Krieg fast ununterbrochen wirksam bleiben sollte.

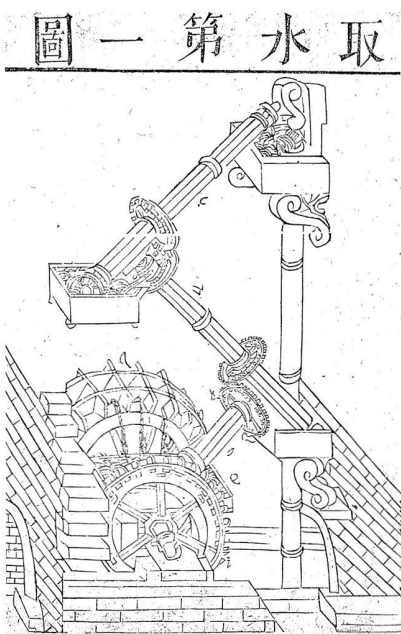
5. Die Künstleringenieure

Wie wir eingangs erwähnten, ist unsere Vorstellung der Tätigkeit der Renaissance-Ingenieure von der Form her weitgehend vom Stil des Leonardo da Vinci geprägt worden. Obwohl die Codices des Leonardo nicht unbedingt für die ganze Produktion der italienischen Renaissance-Ingenieure repräsentativ ist, ist die Bezeichnung «Künstleringenieure», die wesentlich von seinem Schaffen inspiriert ist, doch sicher nicht falsch: einerseits sind in jener Zeit viele Ingenieure von der Kunst, vom Kunsthandwerk und/oder von der Architektur gekommen; andererseits stellt man tatsächlich bei den Ingenieurzeichnungen und bei den mechanischen Entwürfen jener Epoche eine deutliche Verbesserung der Form und der zeichnerischen Ausführung fest. Es geht dabei nicht darum zu entscheiden, ob die Zeichnungen der italienischen Renaissancephase «kunstvoller» sind als die Zeichnungen der frühen französischen oder der nachfolgenden deutschen Phase – heute weiss man schliesslich, dass z. B. Bilder und Skulpturen der Romanik, so vordergründig «ungeschickt» sie auch erscheinen mögen, im höchsten Masse und im edelsten Sinne Kunst sind. Wir wollen damit nur festhalten, dass die Künstleringenieure der Renaissance nun verschiedene darstellerische Techniken so gut in den Griff gekriegt haben, dass man behaupten kann, ein «moderner» Stil des Zeichnens und insbesondere des Darstellens und des Plänegestaltens sei geboren worden. Und wir wollen dabei auch festhalten, dass dieser neue Renaissance-Stil den damaligen Menschen tatsächlich so modern erschien und einen so starken Eindruck hinterliess, dass die Romanik in Europa deshalb, nun bald verachtet und vergessen, während Jahrhunderten ein kümmerliches Dasein in der Kunstgeschichte fristen sollte.

Für diese Entwicklung zu einer bisher unbekannten Meisterschaft des zeichnerischen Instrumentariums in der Renaissance, sei es in den «schö-



Darstellung einer Wasserpumpe in Ramellis «Schatzkammer mechanischer Künste». Er schreibt dazu: «Diese andere Art einer Machinae, mit welcher man das Wasser aus einem Canal in eine proportionierte Höhe hinauff zusteigen machet, ist also geordnet.»



Darstellung der gleichen Pumpe in Johann Schrecks bzw. Wang Zhengs «Qi ji tushuo» (1627). Die Legende enthält die Ideogramme «Qu shui diyi tu» (Wasserpumpe, Figur 1).

nen» Künsten, sei es in der technischen Darstellung, waren verschiedene Entwicklungen und Wechselwirkungen verantwortlich:

- die Wechselwirkung «Mäzenat – Kunst bzw. Ingenieurkunst» (deshalb die Bezeichnungen «Schule von Mailand», «Schule von Urbino», «Schule von Rimini» usw.)
- die Wechselwirkung «Perspektive – Zeichenkunst»
- die Wechselwirkung «darstellende Geometrie – Zeichentechnik» bzw. Planzeichentechnik
- die Wechselwirkung «Innovation in der Technik – Innovation in der Kunst» («Erfindung schafft mehr Erfindung» [Serge Moscovici] – und zwar in allen Gebieten – auct.)
- Wechselwirkung «wachsende Anzahl Künstleringenieure – neu überproportional wachsendes technisches Wissen» (wobei Technik hier möglichst allgemein verstanden werden soll)
- Wechselwirkung «Intellektualisierung des Wissens – wachsende Bedeutung der Form neben dem Inhalt»
- Wechselwirkung «Dezentralisierung der Entwicklung – positive Wirkungen der Konkurrenz, des Wettstreits zwischen den Schulen»
- Wechselwirkung «Entwicklung der fürstlichen Hofkultur» – Entwicklung der entsprechend notwendigen «Künste» (cf. z. B. die Wechselwirkung «Entwicklung der Oper – Entwicklung der Bühnentechnik», mit Fortschritten auf den Gebieten: Aufzüge, Hebetchnik, Wasserhydraulik (Wasserspiele), Beleuchtung und Optik usw. (da Vinci 1489: Maschinen für die Spiele der Hochzeit Jean Sforzas mit Isabella de Aragon); Parallel dazu: Entwicklungen in der Bühnenbildergestaltung (Einführung der Fluchtpunktperspektive im Bühnenbilderbau; später bewegliche, perspektivische Schiebe-Dekorelemente zum Zweck der Schaffung einer «unendlichen Tiefe» (Torelli, 1642).
- Speziell ab 16. Jh.: Wechselwirkung «Entwicklung des bürgerlichen Patriziats – Demokratisierung von Kunst und Technik» (z. B. Venedig) und entsprechende weitere Beschleunigung des Fortschritts usw.

Wer waren nun, neben Leonardo, die Träger dieser für den Westen folgenreichen Entwicklung?

Zwischen 1400 und ca. 1470–1480 weist die italienische Schule langsame Anfänge auf: Während jenen Jahrzehnten wird in Italien noch nichts produziert, was niveaumässig wesentlich über die deutsche Schule (Kyeser) hinausginge, und nur pro memoria wollen wir hier die wichtigsten Namen: Taccola (Siena), Valturio (Rimini), Alberti (Rom), Averlino «il Filarete» (Mailand), die Fioravanti-Familie (Mailand), die Ghiberti-Familie (Florenz) nennen. Erst mit Francesco di Giorgio Martini, Künstler, Architekt und Ingenieur aus Siena (1439–1502) haben wir vor uns einen Vertreter dieses neuen Menschentypus, der dem neuen, humanistischen «Paradigma» der Zeit entspricht.

Leonardo da Vinci (1452–1519) kommt ein gutes Jahrzehnt später zur Welt. Er gehört also auch zu dieser ersten Menschengeneration, die glaubt, dass alles möglich ist, die, ohne den Begriff ausdrücklich zu formulieren, klar an den Fortschritt und an die Macht der Technik glaubt und die, getragen vom wirtschaftlichen Wachstum der Zeit und von der grenzenlosen militärischen und machtmässigen Konkurrenz zwischen den Fürstentümern und Königreichen der Epoche, sich – bei aller persönlichen Sensibilität, Begabung und Empfindlichkeit des Gemüts – hemmungslos in den Dienst der politischen Macht und der Veränderung von Welt und Natur stellt. Das Malen einer zarten Madonna, das Entwerfen von feuerspeienden Maschinen, das Gestalten von uneinnehmbaren Festungen werden zunächst ohne Gewissensbisse nebeneinander geübt. Widersprüchlichkeit und gewaltiger Elan einer Zeit! Im Jahre 1482 bietet sich der Schüler des Verrocchio und Maler der «Taufe Christi» Leonardo da Vinci mit der Konstruktion von Kriegsbrücken, Angriffstürmen, Bombarden, Mörsern, Panzerwagen u. a. m. bei seinem zukünftigen Arbeitgeber Sforza an. Erst im letzten Punkt seines Briefes erwähnt er, dass er glaubt «in Friedenszeiten (...) auch in der Baukunst

(...) ferner in Marmor, Bronze und Ton und ebenso in der Malerei» soviel wie irgendein anderer leisten zu können.

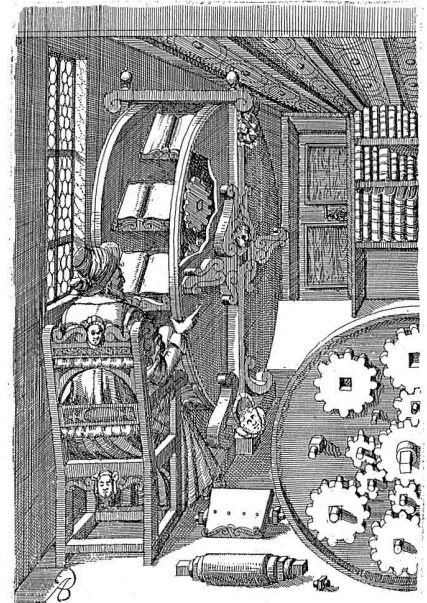
Im Sommer 1502 erlebt da Vinci – der Humanist, der aber auch inzwischen Kriegingenieur des Cesare Borgia geworden ist! – unmittelbar die Plünderung der grossartigen Bibliothek von Urbino: am 30. Juli verlässt er Urbino. Am ersten August ist er in Pesaro und besucht dort... die Bibliothek, um Maschinenzeichnungen zu kopieren. Eine Bibliothek verschwindet, fünf werden gegründet, was soll's? Aber so leicht hat man es doch nicht: Leonardo leidet unter Alpträumen und Ängsten. Immer wieder hat er Visionen des Kampfes, der Wildheit des Menschen. Er schreibt auf und prophezeit in grossen Zeichnungen Naturkatastrophen und Weltuntergänge. Er spricht von der Grausamkeit des Menschen: «Es wird keine Grenze geben für ihre Bosheit, und mit ihrer Wildheit werden sie die grossen Bäume der Wälder des Universums zu Boden reissen!» Aber diese Gefühle werden verdrängt; immer wieder bietet der Ingenieur Leonardo Kriegsmaschinen an, schmiedet Pläne, um im Falle einer Türkeninvasion das ganze Veneto unter Wasser zu ertränken (sic), zeichnet Festungspläne und Schlachtenbilder. Bei ihm drückt sich wirklich die ganze Widersprüchlichkeit des Okzidents aus, wird diese nie nachlassende Suche nach einer unerreichbaren Reinheit und Würde fassbar, während der Trieb, der zur Conquista, zur Zerstörung ganzer Kulturen führen wird, sowohl in ihm selber wie in seinem ganzen Zeitalter auch immer präsent ist. Neugierde, Entdeckerlust, Humanismus; Condottieri, Gewalt: welch faszinierende Gegensätze einer Zivilisation, die einst mit Alexander dem Grossen die Grenze der bekannten Welt gewaltsam erreichen wollte und die gleichzeitig die edelsten künstlerischen Ideale des Phidias mit bis nach Zentralasien nahm! Einer Zivilisation, die später in einer Stadt des kaufmännischen Materialismus – Venedig – die wunderbarsten und verwundbarsten Paläste, ewig von Wasser bedroht, entstehen liess.

Es sind diese Menschen, diese Künstleringenieure und Architekten – ein Alberti, ein Bramante, ein Bertola da Navate, ein Giovanni Amadeo, ein Luca Fancelli, ein Giuliano da San Gallo, ein Augusto Ramelli, die einen ganzen Zeitabschnitt unserer Geschichte mit Kunst und Ingenieurkunst geprägt haben. Dass sie in sich gewaltige Gegensätze und Widersprüche getragen haben, ist aber nicht eine spezielle Eigenschaft unserer Hochkultur: alle Hochkulturen sind zwiespältig: Nirgendwo kann man schlüssig entscheiden, ob die Grösse einer Hochkultur in Kunst, Poesie, Religion, Musik, friedliche Nutzung der Technik usw. den Preis der Entstehung dieser Hochkultur (Ausbeutung, Krieg, Invasionen usw.) rechtfertigt. Der Prozess der Entwicklung der Hochkultur aber, und die Darstellung der Spannungen, die in den Menschen dabei zum Vorschein kommen, werden nie aufhören, uns zu faszinieren und – hoffentlich – uns zum positiven Nachdenken anzuregen.

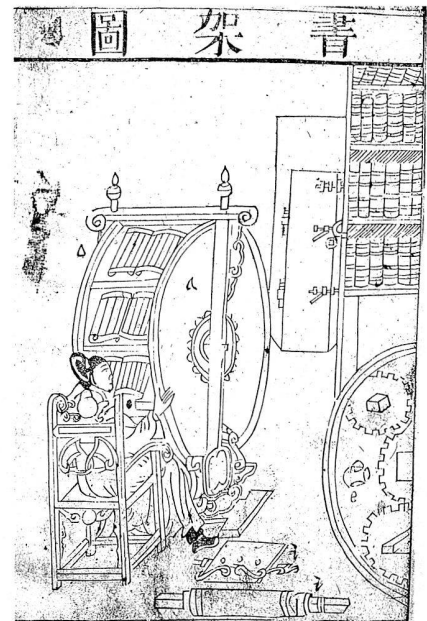
Epilog: die Zeit der Expansion

Es ist an sich nicht erstaunlich, wenn eine durch ein Renaissanceprozess so selbstbewusst gewordene Kultur sowohl materiell wie geistig zu expandieren anfängt. Hatte im Mittelalter – besonders im 12. Jh. – Europa viel technisches Wissen aus Ostasien bezogen (Papier, Schiesspulver, Kompass, Schiffs-Axialruder, Druckkunst usw.), so fing im 17.–18. Jh. ein Techniktransfer in umgekehrter Richtung an. Nun traf es sich günstig, dass einer der Missionsorden, welche die europäische Religion und das europäische Denken nach aussen trugen – die Societas Jesu – aus gelehrten Priestern bestand, die fähig waren, viel Wissen – auch technisches Wissen – nach aussen zu tragen.

Interessanterweise ist es zum Teil das Werk eines Tessiner Künstleringenieurs – das reich mit Kupferstichen illustrierte Buch «Schatzkammer mechanischer Künste» (deutsch 1620; italienisch 1588 unter dem Titel «Diversi e Artificiose Macchine» zuerst erschienen) – das quasi den



Darstellung eines drehbaren Büchergestells in Ramellis «Schatzkammer mechanischer Künste» (1620): «Dieses ist eine schöne und künstliche Machina, welche alle denjenigen sehr bequem ist, so den studiis obliegen...».



Darstellung des drehbaren Büchergestells in Johann Schrecks bzw. Wang Zhengs Buch «Qi ji tushuo» (Sonderbare Maschinen in Bild und Text, Peking, 1627). Über dem Bild steht lapidar die Legende «Shujia tu» (Bild eines Büchergestells). Man beachte die Qualitätsabnahme vom Kupferstich zum chinesischen Holzschnitt. Dafür druckten die Chinesen damals viel höhere Bücherauflagen als wir.

Anfang dieses West-Ost-Techniktransfers schaffte. Das Transfer selbst wurde von einem Schweizer – dem in Konstanz geborenen Arzt, Naturwissenschaftler, Mathematiker und Jesuiten Johann Schreck (1576–1630, Deng Yühan mit chinesischem Namen), der damals Missionar in China war, durchgeführt: In Zusammenarbeit mit dem chinesischen Ingenieur Wang Zheng gab er 1627 in Peking das Buch *Qi ji tushuo* («Sonderbare «westliche» Maschinen in Bild und Text») heraus.

Das erste Buch, das dem Reich der Mitte Informationen über westliche Technik gegeben hatte, war das relativ kleine *Tai Xi shuifa* («Hydraulische Methoden des fernen Westens») von Sabatino de Ursis (chinesisch: Xiong Sanba), 1612 in Zusammenarbeit mit dem grossen Ming-Gelehrten Xü Guangxi herausgegeben. Das *Qi ji tushuo* von Schreck und Wang war somit das zweite – viel umfassendere – Werk, das dem chinesischen Publikum solide Information über westliche Technik vermittelte. Es bestand aus vier Bänden: Bd. 1 enthielt die für das Werk notwendigen allgemeinen Grundlagen (über Wägen, Messen, Rechnen usw. sowie Elemente der Geometrie); Bd. 2 enthielt eine Einführung in die Prinzipien der Mechanik (Hebelgesetze, Schrauben, Schwerkraft usw.); Bd. 3 enthielt die eigentlichen Beschreibungen der aufgeführten westlichen Maschinen; Bd. 4 schliesslich war ein Zusatzband, gemeinsame Eigenschaften elementarer Maschinen und Räderübertragungen beschreibend. Während Bd. 1, 2 und 4 mit einfachen Zeichnungen bebildert waren, war Bd. 3 mit vielen von chinesischen Zeichnern kopierten und xylographisch (d. h. mit Holzschnittechnik) gedruckten westlichen Bildern (Kupferstichen) illustriert. Die meisten stammten aus Ramellis «Schatzkammer mechanischer Künste» (insgesamt 10 Ramelli-Bilder), während die übrigen vom Werk vieler anderer Künstleringenieure (Di Giorgio, Leonardo, Besson, Verantius, Zonca, Cardan, Agricola) sowie von älteren Autoren (Taccola, Hussitenkrieg-Manuskript, Weimarer Manuskript, Villard de Honnecourt) und selbst aus der rekonstruierten Antike (Vitruvius [Rivius 1548] und Heron [Zeising 1613]) stammten.

Gerechtigkeitshalber muss aber gesagt werden, dass dieses Buch bei den Chinesen nicht auf grosses Interesse stiess: für sie waren die dargestellten Maschinen zum grössten Teil gar nicht revolutionär, und sie selber hatten eine autochthone Technik, die Vergleichbares zu produzieren durchaus in der Lage war. Das einzige für China wirklich Neue, was die Jesuiten damals brachten, waren die Geometrie, die mechanischen Uhren, eine effizientere astronomische Technik sowie eine bessere Kanonengiesstechnik. Auf dem Gebiet der Maschinentechnik erwachte das Interesse des in jener Zeit innovationslosen, aber auf hohem Niveau der traditionellen Technik stagnierenden Reichs China erst im 19. Jh. mit dem Import der Maschinen der industriellen Revolution.

Die so nach China damals übermittelten Maschinendarstellungen der europäischen Künstleringenieure waren aber, obwohl für China noch nicht attraktiv genug, Ausdruck der rasenden Expansion des kleinen Europa – einer langfristigen Expansion, die den Okzident zur industriellen Revolution führen sollte. Man konnte in jener Zeit diese Dynamik von China aus natürlich noch nicht erkennen. Sie sollte aber ziemlich bald das Schicksal des ganzen Planeten tief prägen.