

Kleider für Automaten

Muster und Karten in der Lochkartenweberei des 18. Jahrhunderts unter spezieller Berücksichtigung des Webstuhls von Vaucanson

VON BIRGIT SCHNEIDER

Überblick

Der Computergeschichte ist hinlänglich bekannt, dass es die Weberei war, die als erste Lochkarten zum Einsatz brachte. Wenig erforscht jedoch ist die Frage, wie es im Webereiwesen dazu kam, das Modul der Lochkarte der Maschine auszulagern, um auf diesem Muster zu speichern. Denn nicht erst der Jacquard-Webstuhl von 1805 erstellte Muster mittels gelochter Karten. Bereits das frühe 18. Jahrhundert war von Versuchen geprägt, das Wissen, das einem Gewebe ein Muster verleiht, in ein flexibles Medium wie das der Lochkarte zu übertragen.

Die ersten Versuche, perforiertes Papier als Lochcode zu verwenden, stammten aus Lyon, dem damaligen Zentrum der Seidenweberei und gleichzeitig einer Metropole des Druckereiwesens. Hier kreuzte der Ordnungswille des 17./18. Jahrhunderts die textilen Techniken. Auf der einen Seite stand ein ausgeprägtes Verlangen nach edlen Stoffen für die Verkleidung von Hofstaat und Palästen, auf der anderen Seite standen die neuen Wissensordnungen der Epoche: Wissen wurde in Zeilen und Spalten zu Tabellen sortiert. Die These dieses Beitrages ist, dass die Suche nach Zeichen und Notationssystemen eine Entsprechung in den textilen Techniken fand, denn tabellarisch war auch die Weberei in ihrer Eigenschaft, Gebilde aus Zeilen und Spalten (Kette und Schuss) zu erzeugen. Anhand der papierernen Notationssysteme der Weberei wie der *Mis en carte* und der *Translation* kann gezeigt werden, dass in den Aufzeichnungen komplexer Muster auf Papier die Lochkarte bereits „angelegt“ ist. Die Thesen werden anhand der besonderen Rolle des berühmten Androidenbauers Jacques Vaucanson für die textilen Techniken des 18. Jahrhunderts diskutiert. Vaucanson konstruierte in seiner Tätigkeit als Inspekteur der Seidenwebereien Frankreichs 1745-48 einen automatischen Webstuhl, der mittels einer perforierten Walze die Fäden steuerte und der die Vermutung prinzipieller Gemeinsamkeiten von Musikautomatenbau und Webmaschinen nahe legt.

Abstract

In the history of computing it is well known, that punch cards were first used in weaving technology. Little is known about why it was in weaving that the

punch card was externalized as a component for saving patterns. After all, the Jacquard loom in 1805 was not the first to weave patterns using punched cards. Even at the beginning of the 18th century one can find examples of attempts at transferring the information for pattern creation onto a flexible medium, such as a punch card.

The first attempt to use perforated paper for the coding of patterns came from Lyon which at that time was the center of silk weaving and at the same time a center of printing. Here, the 17th/18th century's tendency for arranging the world in ordered structures met textile technology. On the one hand there was a large demand for refined fabrics, to equip the courts, on the other hand, there were the epochs new knowledge structures; knowledge was arranged in tables, systems of lines and columns.

The thesis of the article is, that the search for sign and notation systems had its equivalent in the textile industries; weaving also is a technique which is structured in lines in columns, creating fabrics out of warp and weft. The paper notation system for weaving, such as the *mis en carte* and the *translation*, show that the punch card is inherent in these early methods of representing patterns. The thesis will be exemplified by the role of the famous constructor of androids, Jacques Vaucanson. Vaucanson constructed an automatic loom in his occupation as an inspector of silk weaving in France in 1745-48, which controlled the warp with the help of a perforated cylinder, and so it is fair to assume that the construction of musical robots, juke boxes and weaving machines have principal aspects in common.

*

Welche Faktoren für die Entwicklung des Moduls der Lochkarte in der Weberei von Bedeutung waren, soll Thema dieses Beitrags sein. Der Lochkartenmechanismus wurde dabei nicht für die massenhafte Herstellung unifarbener, grober Stoffe entwickelt, sondern für die Luxusindustrien Frankreichs im 18. Jahrhundert, wo sich das europäische Zentrum der Seidenweberei befand. Hier wurden die kostbarsten Seiden mit den komplexesten Mustern und Figuren für die absolutistischen Hofgesellschaften erzeugt, und es ging zugespitzt um das Problem der Programmierung von Bildern für Maschinen (s. Abb. 1). Als Joseph Marie Jacquard zu Beginn des 19. Jahrhunderts seine erfolgreiche Version des Lochkartenwebstuhls am Conservatoire des Arts et Métiers konstruierte, tat er dies auf der Grundlage eines Musterwebstuhls des Automatenbauers Jacques Vaucanson. Im ersten Teil des Beitrages werden anhand des Webstuhls von Vaucanson Einblicke in dessen Entstehungsgeschichte und Funktionsweise gegeben, die die enge Verbindung von (Musik-)Automatenwissen und Weberei aufzeigen.



Abb. 1: Lampassette. Moiré, Frankreich um 1740. Quelle: Barbara Markowsky, Europäische Seidengewebe des 13.-18. Jahrhunderts, Köln 1976, S. 438.

Dass die Lochkarte zuerst für die Weberei verwendet wurde, hatte bestimmte Gründe: Das Wissen um die zu webenden Muster liegt in der Weberei a priori als Raster vor. Kette und Schuss der Weberei erzeugen Muster, die aus punktförmigen, zeilen- und spaltenweise angeordneten Elementen aufgebaut sind. Bindungspunkte diktieren eine Textur des Gewebes, die strukturelle Ähnlichkeiten mit heutigen Computerbildern hat. Gewebe sowie elektronische Pixelbilder¹ folgen einer Struktur aus Zeilen und Spalten. Diese Struktur reicht jedoch weit unter die Oberfläche, denn sie ist das Ergebnis der aus dem Inneren dieser Techniken wirkenden Logik und auf diese Weise die sichtbare Form der zugrunde liegenden Prozesse. Im zweiten Teil des Beitrags werden deshalb unterschiedliche Formen der Notation von Geweben auf Papier vorgestellt, denen eine besondere Bedeutung zukommt, da diese Aufzeichnungssysteme bereits vor der Erfindung der Lochkarte eine Notation bereithielten, die das Wissen vom Muster in Zeilen und Spalten in eine Maschinenanweisung übersetzte.

1 Der Begriff *Pixel* ist in den 1960er Jahren entstanden und verbindet die Worte *picture* und *element* umgangssprachlich zu Pixel. Pixel bezeichnen bei der gerasterten digitalen Bildbearbeitung die kleinsten Elemente eines Bildes, die individuell bearbeitet bzw. adressiert werden können.

Vaucansons Androiden

„Was wäre ein Webstuhl der Seidenmanufaktur aus Lyon, wenn der Arbeiter und das Schiffchen mit dem Schußfaden, dem Kettfaden, dem Schleifbaum und dem Kettenbaum ein empfindliches Ganzes bildeten? Es wäre gleichsam ein Lebewesen, eine Art Spinne, die denkt, wünscht, sich ernährt, sich fortpflanzt und ihr Gewebe anfertigt.“²

Denis Diderot brachte hier in seinen physiologischen Abhandlungen in den Bemerkungen zur animalischen Empfindsamkeit einen Zusammenhang zwischen Androiden-Automat und Webautomat zum Ausdruck und nahm Bezug auf bestimmte Facetten des Mensch-Maschine-Denkens der vorangegangenen Jahrzehnte. Hatten doch Jacques Vaucanson in der Praxis und Jullien Offray de La Mettrie in der Theorie die Behauptung in den Raum gestellt, ein Android, ein selbstbewegter Automat, könne die animalische und menschliche Physiologie nachbilden und selbst Emotionen und Affekte auf der Basis von Holz, Wachs, indischem Gummi und Metall produzieren.

Jacques Vaucanson hatte nicht mit Webstühlen sein Debüt, sondern mit dem öffentlichkeitswirksamen Bau neuartiger Androiden, die er 1738 erst in einem selbst gemieteten Vorführraum in Paris, später auf einer Reise durch Frankreich und am Hof von Versailles präsentierte.³ Hatten selbstbewegte Automaten wie Zwitscherbrunnen und Figurentheater schon lange einen festen Platz in den Wunderkammern und Gartenspielen der europäischen Höfe, so konstruierte Vaucanson auf der Suche nach einer künstlichen *anatomie mouvante* auch das Innere der Organismen. Dass er nicht nur die äußerliche Bewegung, sondern den ökonomischen Kreislauf des Zusammenspiels der Organe simulierte, rückt ihn in die Tradition der *anatomia animata*.⁴ Der knapp 1,80m große, Querflöte spielende Hirtenjunge von 1738 blies sein Instrument mit wirklichen Lungen und konnte allein durch unterschiedlich starkes Luftausstoßen die verschiedenen Töne der natürlichen Tonleiter auf der Flöte erzeugen und damit um die zwanzig Stücke spielen. Die ein Jahr später konstruierte Ente paddelte nicht nur mit den Flossen, sondern fraß mit

- 2 Denis Diderot, Elemente der Physiologie, in: ders., Philosophische Schriften, Bd. 1, Berlin 1961, S. 591-771, S. 606.
- 3 André Doyon u. Lucien Liaigre, Jacques Vaucanson. Mécanicien de Génie, Paris 1966, S. 32f. u. 49f. Zu Jacques Vaucansons Biographie und Automaten s. Musée National des Techniques (Hg.), Jacques Vaucanson, Paris 1983; Jacques de Vaucanson, Beschreibung eines mechanischen Kunst-Stucks, und Automatischen Flöten-Spielers, so denen Herren von der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Paris durch Herrn Vaucanson Erfinder dieser Maschine überreicht worden, nach dem Pariser Exemplar übersetzt und gedruckt, Augsburg 1748.
- 4 Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 110ff. Zur historischen Beziehung von Skulptur, Automat und Maschine s. Horst Bredekamp, Antikensehnsucht und Maschinenglauben. Die Geschichte der Kunstkammer und die Zukunft der Kunstgeschichte, Berlin 1993.

Hilfe eines zermalmenden Kiefers Körner und verdaute diese mit einem aus Schläuchen bestehenden Verdauungstrakt.⁵ Ein ebenfalls 1739 gebauter dritter Androide in der Figur eines Tamburinspielers trommelte und blies gleichzeitig die Flöte. Das Neue der Musikautomaten Vaucansons war, dass sie das Musizieren nicht bloß vortäuschten: „À L'époque où Vaucanson offrit au public ses automates musiciens, on peut affirmer qu'aucune machine similaire n'avait joué réellement de son instrument.“⁶

In einer Abhandlung über den Bau seiner Automaten, die Vaucanson 1748 für die Académie Royale des Sciences verfasste, beschrieb er, wie er die physiologischen Prinzipien den lebenden Organismen abschaute und diese auf den Mechanismus der Androiden übertrug. Mit den *anatomies mouvantes* hoffte er, Beweise für das Funktionieren der Organismen erbringen zu können, indem er versuchte die Atmung, Verdauung und die Bewegungen des Körpers so exakt wie möglich wiederzugeben. Gleichzeitig simulierte er auf diese Weise jedoch eine Lebendigkeit, die über das Spielerische kindlich wirkender Androiden hinausging und seine spätere Idee zur Konstruktion eines künstlichen Menschen mit Blutkreislauf andeutete.⁷ Bereits in seinen frühen Lehr- und Berufsjahren verbanden sich Anatomie, Automatenbau und Ökonomie. Bevor Vaucanson nach Paris ging, hatte er neben mechanischen Studien Anatomiekurse besucht und war in Rouen, während er seinen Lebensunterhalt bei einer Bank verdiente, mit dem Chirurgen Claude-Nicolas Le Cat⁸ bekannt, welcher ebenfalls an der Möglichkeit einer Reproduktion lebendiger Physiologie durch Mechanik forschte.⁹ Beim Bau des Flötisten verbanden sich Automatenbau und Anatomie auch bei der Wahl des Materials. Seine Fingerkuppen bespannte Vaucanson, der Sohn eines Handschuhmachers aus Grenoble, mit einem Stück Haut (peau), um die Löcher der Flöte besser abdichten zu können.¹⁰

Der Webautomat

1740 wurde Vaucanson, der damals berühmteste Automatenbauer Frankreichs, auf die Stelle des Generalinspektors der Seidenmanufakturen Frankreichs (Inspecteur des manufactures du royaume des soie) berufen. Diese Berufung

5 Später kam die Behauptung auf, dass es sich bei der Verdauung um eine Täuschung gehandelt habe. Statt einer chemisch-mechanischen „Verdauung“ des Futters hätten im Inneren der Ente an der entsprechenden Stelle bereits „verdaute“ Körner bereitgelegt, die nur zum passenden Zeitpunkt ausgestoßen worden wären, s. Gaby Wood, *Living Dolls. A Magical History of the Quest for the Mechanical Life*, London 2002, S. 35.

6 Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 68.

7 Ebd., S. 148ff. Dieses Projekt wurde zu keinem Ende gebracht.

8 Claude-Nicolas Le Cat (1700-1764) organisierte 1732 einen der ersten offiziellen Kurse der Medizin und Chirurgie in Rouen. Außerdem entwarf er eine Art Hebebühne, um Kranke besser in ihre Betten befördern zu können.

9 Musée National des Techniques (wie Anm. 3), S. 9.

10 Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 78.

ging auf eine Idee des Premierministers von Ludwig XV., Cardinal Fleury¹¹ zurück, der innerhalb der groß angelegten Reformen der Finanzen und der Wirtschaft Frankreichs im Zuge des Colbertismus die mechanischen Künste weiter zusammenführen und ordnen wollte. Bei dieser Neuorganisation sollten die verschiedenen Schritte des textilen Handwerks zusammengefasst und dadurch als Gesamtsystem staatlich besser regulierbar werden.

Damit wurde der Mann, der zu dieser Zeit über das umfangreichste Wissen auf dem Gebiet des Maschinenbaus verfügte, an die Spitze eines Wirtschaftszweiges gestellt, aus dem ein halbes Jahrhundert später die Schubkraft zur Industrialisierung hervorgehen sollte. Dies gibt Auskunft über die Prioritäten, die Frankreichs Herrscher bei der „Technologieförderung“ setzten. Das physiologisch-mechanische Wissen Vaucansons wurde einer Branche zugeführt, die den größten wirtschaftlichen Fortschritt durch Neuorganisationen und technische Innovationen versprach, seitdem Frankreich Ende des 17. Jahrhunderts die Führung in der Seidenproduktion in Europa von Italien übernommen hatte und die gleichzeitig eine herausragende Bedeutung für die Legitimation und Selbstdarstellung der Höflinge hatte. Denn die französische Seidenweberei diente ausschließlich der Ausstattung absolutistischer Höfe mit Luxusprodukten, wobei „der Begriff Luxus ... im 18. Jahrhundert nicht nur zum Vokabular moralisierender Kritik [gehörte], er war eine tragende Kategorie politisch-sozialen und ökonomischen Denkens und Handelns geworden“¹² und damit „Zierstein und Bauelement zu gleich der politischen und sozialen Ordnung Europas“.¹³ Die gemusterten Seidenstoffe Frankreichs waren in eine materielle Kultur¹⁴ eingebunden, die ihnen in mehrfacher Hinsicht Bedeutung verlieh. Zum einen waren sie Ausdruck der höfischen Hierarchien in Form von Wandverkleidungen, Möbelstoffen, Teppichen und Kostümen und prägten so die Oberflächen der Paradewohnungen und -schlafzimmer ihrer Bewohner.¹⁵ Zum anderen waren kostbare Textilien in höfische Zeremonielle eingebunden, die der Repräsentation und Legitimierung der königlichen Macht dienten.¹⁶ Die Ausgaben für kostbare Seiden an

- 11 Cardinal André Hercule de Fleury (1653-1743). Als Minister von Ludwig XV. veranlasste er von 1726-43 Reformen in Finanzwesen, Wirtschaft und Transport und war als Diplomat tätig.
- 12 Ulrich-Christian Pallach, *Materielle Kultur und Mentalitäten im 18. Jahrhundert*, München 1987, S. 90.
- 13 Ebd., S. 4.
- 14 Der Begriff der *materiellen Kultur* ist seit seiner Einführung durch Fernand Braudel 1967 in den Geschichtswissenschaften zu einem Leitbegriff für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Menschen und Umwelt geworden.
- 15 Zur Innenausstattung neuzeitlicher Höfe s. Katie Scott, *The Rococo Interior. Decoration and Social Spaces in Early Eighteenth-Century Paris*, New Haven u. London 1995. Zur Geschichte des Kostüms und der Mode s. Erika Thiel, *Geschichte des Kostüms. Die europäische Mode von den Anfängen bis zur Gegenwart*, Berlin 1990.
- 16 Zur Bedeutung des Luxus und des Zeremoniells an den französischen Höfen s. Norbert Elias, *Die höfische Gesellschaft*, Frankfurt a. M. 1983; Volker Kapp, *Die Sprache der*

den absolutistischen Höfen waren im Vergleich zu den anderen Etats des Hofes enorm und können als Beginn der Herausbildung einer Konsumgesellschaft betrachtet werden.¹⁷ Und schließlich sollte die Qualität der französischen Seiden in der internationalen Konkurrenz mit England gesteigert werden und als wichtigstes Exportgut für volle Staatskassen sorgen.

Mit der Berufung auf den Posten des Inspektors der Seidenmanufakturen wurde Vaucansons zehn Jahre dauernden Versuchen, durch den Bau von Androiden die physiologischen Prinzipien lebender Organismen nachzubilden, ein abruptes Ende gesetzt. In den folgenden vier Jahrzehnten seines Arbeitslebens befasste sich Vaucanson mit der in der Rezeption viel weniger beachteten Neuorganisation der Seidenmanufakturen und der Konstruktion von im Adam Smithschen Sinne nutzbringenden Maschinen. Einerseits entwarf und konstruierte er in seinen Werkstätten in Paris mit Hilfe mehrerer Handwerker die unterschiedlichsten Maschinen, wie Seidenspinnmaschinen, Kalenders, eine Maschine zum halbautomatischen Einscheren der Kette und Werkzeugmaschinen. Andererseits leitete er die Errichtung mehrerer zentral geführter Manufakturen, die einige hundert Arbeiter beschäftigten und in welchen unter anderem die von ihm kreierte Spinnmaschinen standen. Und drittens war er am Erlass von Gesetzen beteiligt, die in die Organisation der Webergilden mehr oder weniger restriktiv eingriffen und mit denen unter anderem strengste Standards für Stoffgrößen und -qualitäten gesetzt wurden.

Vaucanson schaffte es, das Projekt des Androiden auf sein neues Aufgabenfeld mit überraschender Übereinstimmung zu übertragen. Er nahm das unter dem Kostüm des flötenden Hirtenjungen verborgene Herzstück der *anatomie mouvante* in Form der Stiftwalze zum Vorbild und setzte ein ganz ähnliches Modul für den von 1745-1748 konstruierten Webstuhl an prominenter Stelle über den Kettfäden ein. So kam es zu dem Umstand, dass Vaucanson den ersten vollautomatischen Webstuhl konstruierte, der ebenso wie seine Androiden – einmal zum Laufen gebracht – selbstständig sein Programm

Zeichen und Bilder. Rhetorik und nonverbale Kommunikation in der frühen Neuzeit, Marburg 1990; Jörg Jochen Berns u. Thomas Rahn (Hg.), Zeremoniell als höfische Ästhetik in Frühmittelalter und früher Neuzeit, Tübingen 1995.

- 17 Die Ausgaben der *Maison Royales* sind in Aufstellungen überliefert. Zwischen 1666 und 1784 wurde jedes Möbelstück, jeder Stoff und jede Tapete inventarisiert, die von der *Garde-Meuble de la Couronne* angeschafft wurde. Ein komplettes Kostüm bestehend aus Oberkleid, Unterkleid, Mieder und Hemd sowie Borten, Knöpfen und Stickereien kostete allein an Material 3000 bis 12000 Livres. Der Monatslohn eines Schneidergehilfen betrug dagegen 4 Livres. S. Madeleine Delpierre, *Se vêtir au XVIIIe siècle*, Paris 1996, S. 170. Zu den Ausgaben s. auch François Véron de Forbonnais, *Recherches et considérations sur les finances de France*, 6 Bde., Liège 1758. Eine Auswertung der Ausgaben und Handelsbilanzen von Luxusgütern findet sich in Pallach (wie Anm. 12). Zur Entstehung der Konsumgesellschaft s. John Brewer u. Roy Porter (Hg.), *Consumption and the World of Goods*, London u. New York 1993.

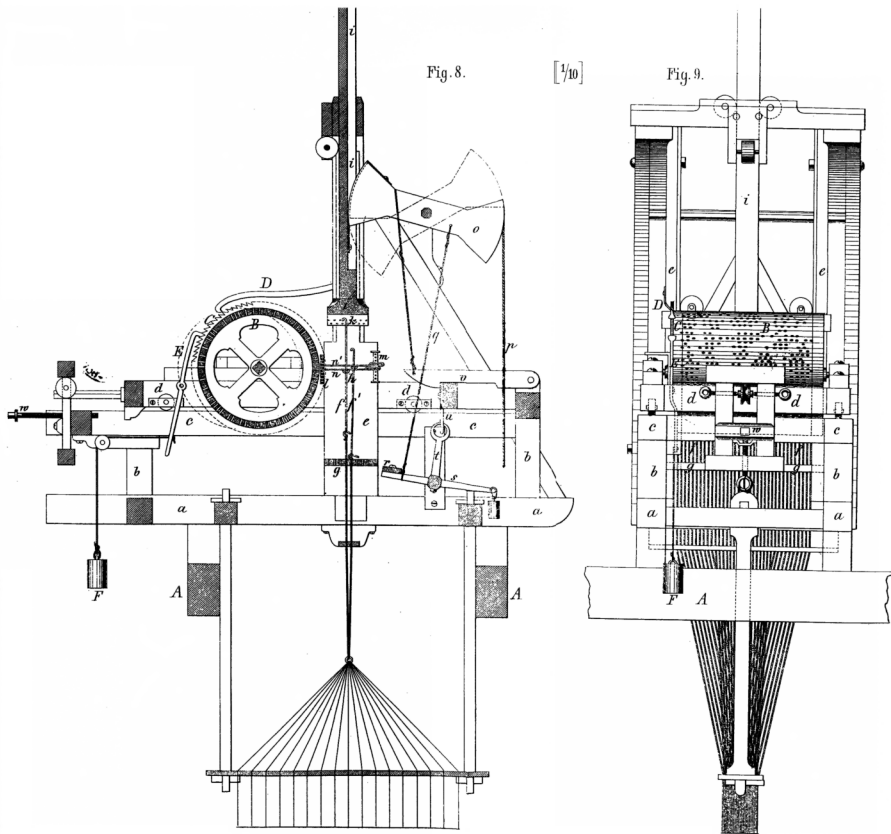


Abb. 2: Technische Zeichnung des Webstuhls von Vaucanson als Querschnitt und in der Draufsicht. Quelle: Friedrich Kohl, Geschichte der Jacquardweberei und der sich ihr anschließenden Abänderungen und Verbesserungen, Berlin 1873, Tafel II.

ausführte. Der Vaucanson-Webstuhl steht bis heute im Conservatoire des Arts et Métiers mit der Inventarnummer 17, wo die Sammlung von Vaucanson nach seinem Tod 1781 den Grundstock der Einrichtung lieferte. In diesem „Maschinenkonservatorium“ konnte Jacquard 1804 den Webstuhl von Vaucanson studieren und sich wichtige Anregungen für den Mechanismus seiner Maschinen holen.¹⁸

Es sind drei wesentliche Neuerungen, durch die sich der Webstuhl von Vaucanson auszeichnet: Erstens der Automatismus des gesamten Webstuhls,

18 Das Conservatoire wurde seit den 1890er Jahren systematisch aufgebaut. Seit der Revolution war es der wichtigste Ort in Frankreich, wenn es um Technikentwicklung und technische Weiterbildung ging. Erfinder mussten dem Conservatoire Duplikate oder kleine Modelle ihrer Mechanismen zur Verfügung stellen. S. Elke Harten, Museen und Museumsprojekte in der Französischen Revolution, in: Kunstgeschichte. Form und Interesse, Bd. 24, Münster 1989, S. 81-107.

zweitens die Unterstützung durch ein Programm und schließlich eine vollkommen neue Weise des automatischen Schiffchentransports. All diese Elemente existierten bis dahin auf keinem anderen Webstuhl und waren zudem zu einem voneinander nicht unabhängig zu denkenden Ganzen verbunden.¹⁹ Ganz anders als der spätere Jacquardwebstuhl (1804) und die früheren Lochkartenwebstühle der Lyoner Jean-Philippe Falcon (ca. 1730) und Basile Bouchon (1725), machte der Vaucansonsche Webstuhl nicht nur den Zugjungen sondern auch noch den Weber selbst überflüssig. Im Unterschied zu diesen blieb es bei Vaucansons Modell jedoch beim Prototyp.²⁰

Angetrieben wurde der Webautomat mit einer Kurbel, die mit einer mechanischen Energiequelle verbunden werden konnte (s. Abb. 2). Die Kurbel setzte ein geschicktes Zusammenspiel von Nocken, Sperrklingen, Pleuelstangen und Zahnrädern in Betrieb, wodurch die kreisförmige Initialbewegung der Kurbel in die vielen elementaren Bewegungen des Webens wie das Anschlagen des Schlagbaumes, den Transport des Schiffchens und die Bildung des Faches durch das dem Muster entsprechende Anheben der Kettfäden übersetzt wurde.

Der Flötenspieler und der Webstuhl von Vaucanson unterschieden sich kaum voneinander. Beide verfügten über einen Mechanismus, in dem die Sequenzen unendlich wiederholbar waren, sie wurden beide von einer mechanischen Energiequelle angetrieben und einem Programm gesteuert. Der Mechanismus, der dabei vom Androiden in die Webstühle übertragen wurde und der die Automaten in der richtigen Reihenfolge flöten, trommeln und verdauen ließ, war die in ihrem Innern verborgene Stiftwalze, deren Erhe-

19 Bei der Beschreibung des Webstuhls stütze ich mich auf die Beschreibungen bei Charles Ballot, *L'Introduction du Machinisme dans l'Industrie Française*, Genf 1923 [Neudruck 1978]; C. Razy, *Étude Analytique des Petits Modèles de Métiers exposés au Musée Historique des Tissus*. Publications du Musée Historique des Tissus, Lyon 1913; Camilo Rodón y Font, *L'Histoire du métier pour la fabrication des étoffes façonnées*, Paris u. Liège 1934.

20 Das System von Bouchon funktionierte wie folgt: Eine Rolle Papier wird wie ein Film über zwei Spulen geführt. Dazwischen gibt es ein Brettchen mit einer Reihe von Nadeln. Ein Hilfsarbeiter musste Zeile für Zeile das Band weiterdrehen und an das Nadelbrettchen herandrücken. Treffen die Nadeln auf ungelochte Stellen, werden die mit den Nadeln in Verbindung stehenden Platinen (Eisenhaken) zurückgedrängt, fahren die Nadeln in die Löcher der Karte, nehmen sie die Platinen mit und heben die Kettfäden zur Fachbildung von den übrigen Fäden weg. Das Falconsche System kann die Löcher nicht nur zeilenweise ablesen. Statt dem gelochten Band steht eine Reihe Karten. Jede Karte ist mit vier Lochzeilen versehen, die die musternden Fäden für eine ganze Reihe im Gewebe steuern. Die Karte wird mit einem Mal von den im Format der Karte angeordneten Nadeln abgetastet. Die Kartenkette verläuft dabei über ein vierseitiges Prisma, das von einem Hilfsarbeiter an die Nadeln herangedrückt werden muss. Wie viele Systeme nach der Art Bouchon in Gebrauch waren ist nicht bekannt. Laut Charles Ballot waren 1765 um die 40 Systeme der Art Falcon installiert, Tendenz steigend (um diese Zeit gab es in Lyon insgesamt ca. 9000 Webstühle). Charles Ballot (wie Anm. 19), S. 348.

bungen nacheinander oder gleichzeitig die unterschiedlichen Reaktionen auslösten, je nachdem, wo gerade Stifte an einen Mechanismus anschlugen.

Dieser Zylinder tauchte beim Webautomaten wieder auf (B in Abb. 2), nur dass hier im Unterschied zur Struktur aus Stiften in regelmäßigen Abständen reihenweise Löcher in die Oberfläche der Walze gebohrt worden waren und dass der Webzylinder durch einen herausnehmbaren Karton eine schnelle Veränderung des Programms erlaubte. Denn bevor der Zylinder im oberen Teil des Webstuhls eingespannt wurde, wurde ein Karton in den Abmessungen des Zylinders dem Muster entsprechend mit Löchern versehen. Dieses perforierte Band wurde um den Zylinder gewickelt und so befestigt, dass einige der Löcher im Zylinder sich mit den Löchern im Papier deckten, andere Bohrungen jedoch durch das Papier abgedeckt wurden. Das Muster des Zylinders wurde automatisch reihenweise weitergedreht und mit einem Wagen an ein Nadelsystem zum Abtasten des Musters gedrückt (Fig. 8, n' n und m in Abb. 2), wodurch die entsprechenden Fäden zur Fachbildung angehoben wurden.

Die dritte Innovation bestand in dem System zum Transport des Schiffchens, welches im Gegensatz zum Schnellschützen des Engländers John Kay (1735) nicht durch einen Weber bewegt wurde, sondern wiederum automatisch die Hin- und Herbewegung ausführte. Vaucanson, der die Gesten eines Flötenspielers mit großer Präzision analysiert hatte, um das Fingerspiel auf seinen Androiden zu übertragen, ahmte mit ähnlicher Präzision die traditionelle Geste des Webers beim Hindurchreichen des Schiffchens mit seinem automatischen Schiffchen nach. Dieses wurde von zwei Klemmen von einer Seite auf die andere durch das geöffnete Fach wie von metallenen Händen hindurchgereicht. Das Schiffchen von Kay war ausschließlich aus traditionellen Materialien gefertigt wie Holz und ein wenig Metall für die Spitzen des Schiffchens. Der Mechanismus des Schiffchens von Vaucanson bestand im Gegensatz hierzu aus akkurat geschliffenen Metallteilen und zeigte in dieser Hinsicht eine Präzision des Maschinenbaus, wie er erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts serienmäßig verwirklicht werden sollte.

Diderot lud seinen bürgerlichen Leser dazu ein, den Betrieb eines automatischen Seidenwebstuhls zu bewundern, in welchem „eine Maschine hunderte von Stichen auf einmal tätigt ... und all das, ohne dass der Arbeiter, der die Maschine bedient, irgendetwas davon verstünde, wüsste oder auch nur davon träumte.“²¹ Wenn auf der einen Seite in den Salons von hypothetischen Androiden geträumt wurde, die menschliches Sprechen, Fühlen und Denken nachahmten und die höfische Gesellschaft in der menschlichen Gestalt von Schreibern, Klavierspielerinnen, Hirten und Schachspielern eroberten, fanden auf der anderen Seite Wissen und Physiologie des Arbeiters Eingang in die Kon-

21 S. Simon Schaffer, *Enlightened Automata*, in: William Clark, Jan Golinski u. Simon Schaffer (Hg.), *The Science in Enlightened Europe*, Chicago u. London 1999, S. 129.

struktion der Webmaschinen, ohne dass man deren menschliches Vorbild noch feststellen konnte. Arbeiter sahen ihre Fähigkeiten übersetzt in Zahnräder, Walzen und Hebel, die damit doch, wie beim Spinnenwebstuhl von Diderot, Teil der Gesamtheit der Maschine und nicht mehr des denkenden, fühlenden und wünschenden Arbeiters waren. Vaucanson geht es ganz explizit um das Ersetzen der Webereispezialisten: „de simplifier les opérations qui dépendent de l'entendement de même que celles qui dépendent des forces corporelles en sorte que les personnes les plus faibles et les plus bornées puissent être substituées à celles qui, plus intelligentes et d'une constitution plus robuste exigent aussi de plus grand salaire.“²² Der sprichwörtliche Esel wurde zum tatsächlichen Antrieb des Webstuhls von Vaucanson. „This spiteful performance, surprising in the son of a craftsman, was the reverse of his golden duck: instead of producing excrement from a precious metal, he made luxurious sild emerge from the end of a live animal. The first was designed for man's entertainment; the second was meant to show man that he was dispensable.“²³

Musterwalzen in Musik und Weberei

Bei Vaucanson, der eine Walze gleichermaßen für die Steuerung der feinen Bewegungsmuster von Androiden, Musikautomaten und Bildmaschinen einsetzte, wird dieser erweiterte Horizont bei den Bewegungs- bzw. Steuerungstechniken deutlich. Wenn er und andere im 18. Jahrhundert Muster in Erhebungen und Vertiefungen auf *Walzen* und auch auf *Karten* übertrugen, lässt dies die Verwandtschaft beider Kulturtechniken vermuten. Doch worin bestand die Verwandtschaft? Was ermöglichte die Übertragung des Steuer-elementes von Musikautomaten auf Webereimaschinen und vice versa? In welcher Hinsicht wurden Bewegungen, Töne und Bilder abstrahiert, dass sie schließlich beide in dieselbe Struktur aus Erhebungen und Vertiefungen übersetzt werden konnten?

Für eine Antwort soll hier zum Vergleich die Entwurfszeichnung für einen Musiktheaterautomaten herangezogen werden, wie sie bei Athanasius Kircher im Buch *Musurgia Universalis* und in der *Magia Universalis* von Gaspar Schott abgebildet wurde (s. Abb. 3 auf S. 196). Diese zeigt eine Stiftwalze, die durch ein Mühlrad angetrieben die Tasten einer Orgel anschlägt und gleichzeitig kleine Figuren – Schmiede, einen dirigierenden Knaben – in Bewegung versetzt. Kircher selbst schlug zum Komponieren der Melodien vor, sich vor dem Einschlagen der Stifte in die Walze auf einem Blatt Papier Linien zu ziehen und auf diesem die Töne zu verzeichnen.²⁴ Bei der

22 Aus einer Beschreibung des Webstuhls, die Vaucanson 1749 veröffentlicht hatte, in: Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 462.

23 Wood (wie Anm. 5), S. 38.

24 Zu Stiftwalzen und Automatenbau s. Bernhard J. Dotzler, Papiermaschinen. Versuch über Communication & Controll in Literatur und Technik, Berlin 1996; Sebastian Klotz, Tonfolgen und die Syntax der Berausung. Musikalische Zeichenpraktiken 1738-1788, in:

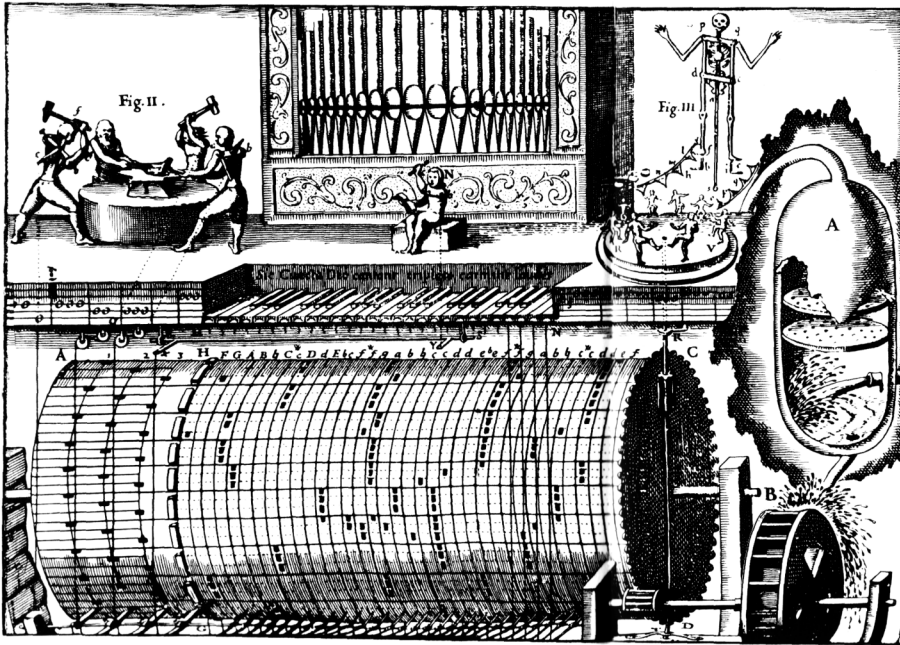


Abb. 3: Entwurf für einen Musiktheaterautomaten von Athanasius Kircher, 1649. Quelle: Siegfried Richter, Wunderbares Menschenwerk, Leipzig 1989.

im Bildvordergrund präsentierten Walze sticht deutlich ins Auge, woraus die Ordnung auf der Walze resultiert. Die verzeichneten, um die Walze herumführenden Linien bilden die nebeneinander gereihten Tasten der Orgel ab, so dass jeder Spalte eine Taste und damit eine Tonhöhe zugeordnet ist. Aus der Kombination von Tastatur und Walze resultierte somit die von Kircher eingezeichnete, in Zeilen und Spalten verlaufende, karierte Struktur der Walze. Die zwei Koordinaten dieses kartesischen Systems sind zum einen die in den Spalten durch die Tastenposition festgelegte Tonhöhe und der durch die Zeilen festgelegte Zeitpunkt des Tones, angegeben durch die Position auf dem Umfang der drehenden Walze, wodurch die Walze zu einer zweidimensionalen und damit zu einer grafischen Ordnung wird. Auf den Stiftwalzen werden Töne aus dem symbolischen System der Noten in eine grafische Ordnung übertragen, in die Ordnung von Zeilen und Spalten. Die Stiftwalzen funktionieren in diesem Sinne als grafische Speicher.

Vaucanson benutzte für die Steuerung des Webstuhls ebenfalls eine Walze (s. Abb. 2), nur dort wo bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts bei Musikautoma-

Michael Franz u. a. (Hg.), Das Laokoon-Paradigma. Zeichenregime im 18. Jahrhundert, Berlin 2000, S. 306-338; Alexander Buchner, Mechanische Musikinstrumente, Hanau 1992; Siegfried Richter, Wunderbares Menschenwerk. Aus der Geschichte der mechanischen Automaten, Leipzig 1989.

ten Haken auf eine Struktur von Erhebungen trafen, invertierte er diesen Mechanismus und bohrte statt dessen Löcher, die von Nadeln abgetastet wurden. Dieses Prinzip kehrte ebenso die Weitergabe der Information um: Denn dort wo bei der Stiftwalze ein eingeschlagener Stift für die Aktivierung des Mechanismus stand, stand auf der anderen Seite ein gebohrtes Loch für die Passivität der entsprechenden Nadel. Das Muster wurde also nicht von den Löchern, sondern von den ungelochten Stellen des Kartons ausgelöst. Für Muster, die einen längeren Rapport besaßen, als es der Umfang einer Walze zuließ, sah er einen schnellen Wechsel mehrerer Walzen vor.

Auswirkungen

In Lyon, wo Jacquard herstammte, gab es allein zwei Vorläufermodelle, die ebenfalls seit den 1730er Jahren mit Lochkarten operierten. Auch in Österreich, Nîmes und Paris waren Musterwebstühle bekannt, die statt der Karten mit gelochten Walzen bedient wurden.²⁵ Genau wie bei Jacquard, der im Conservatoire des Arts et Métiers den Vaucansonschen Webstuhl studiert hatte, war auch die Konstruktion des Vaucansonschen Webstuhls keine solitäre Erfindung, sondern entsprach eher dem Prinzip eines Reverse Engineering. Der Automatenbauer Vaucanson griff zweifelsfrei die Innovationen in der Weberei auf, die er bei seinen mehrere Monate dauernden Inspektionen der französischen Seidenmanufakturen in Lyon und Südfrankreich seit 1740 kennen gelernt hatte. Auf diesen Reisen lernte er den auch in der Enzyklopädie von Diderot und d'Alembert besprochenen Lochkartenwebstuhl des Lyoner Bandwebers Jean-Philippe Falcon und den Walzenwebstuhl von Régnier, der in Nîmes gegen 1740 Verwendung fand, kennen.²⁶ Dies steht mit der Legende in Zusammenhang, Vaucanson sei 1744 nachts vor den Webern von Lyon als Mönch verkleidet entflohen, die ihn wegen seines neuen Webstuhls lynchen wollten.²⁷ Vaucanson war jedoch keineswegs Opfer eines frühen, auf Maschinen gerichteten, Ludditentums – zumal er mit dem Bau seines Webstuhl damals noch gar nicht begonnen hatte. Der Grund der Verfolgung lag in dem Erlass eines Gesetzes, mit welchem er den Webern verbot, mehr als vier Webstühle zu besitzen, wenn nicht auf einem dieser Webstühle das Lochkartensystem „à la Falconne“ installiert sei.²⁸ Dies zeigt, dass Vaucanson den Lochkartenwebstuhl von Falcon studiert hatte und sogar zu dessen Ver-

25 S. Friedrich Kohl, *Geschichte der Jacquardweberei und der sich ihr anschließenden Abänderungen und Verbesserungen*, Berlin 1872 und die Literaturangaben aus Anm. 19.

26 Zu Falcons Webtechnik s. Anm. 20. Régnier, ein Manufakturbesitzer aus Nîmes, verwendete einen Walzenwebstuhl, der das Muster ebenfalls mit einem Zylinder steuerte. Rodón y Font (wie Anm. 19), S. 73ff.

27 S. Rodón y Font (wie Anm. 19), S. 82.

28 Denis Diderot u. Jean LeRond d'Alembert, *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-80, Artikel „Soie“, Band XV, Neuchatel 1765, S. 300f. und Ballot (wie Anm. 19), S. 343.

breitung beitragen wollte, um damit technische Erneuerung mittels Gesetzen zu erzwingen.

Betrachtet man all die Feinheiten, mit denen Vaucanson seinen Webstuhl erfolgreich automatisierte, so stellt sich die Frage, warum dieser auf der Stufe eines funktionierenden Prototyps blieb und im Gegensatz zum fünfzig Jahre später konstruierten Jacquardwebstuhl keinen technischen Durchbruch erzielte. Es findet sich kein Zeugnis darüber, dass der Staat oder die Fabrikanten je einen Webstuhl dieses Modells bei Vaucanson bestellt hätten.²⁹ Statt dessen machte man Vaucanson den Vorwurf, nur für den Ruhm der Académie des Sciences gearbeitet zu haben: „Il a plus travaillé en mécanicien qui cherche à se faire admirer par les savants qu'en artiste qui doit être utile aux fabriques.“³⁰ Manche behaupteten sogar, er hätte die Musterweberei nur deshalb automatisieren wollen, um sich an den Webern in Lyon für die Verfolgungen zu rächen.³¹ Weshalb also blieb der Webstuhl eine „curiosité, comme ses premiers ouvrages“?³² In einem Artikel wurden hierfür zwei Gründe angegeben:³³ Einerseits präsentierte der Vaucansonsche Webstuhl in der Mitte des 18. Jahrhunderts eine technische Innovation, die gleich zwei wesentliche Neuerungen – das Prinzip der Automatisierung und der Programmsteuerung – vorstellte und auch zwei Personen ihre Arbeit gekostet hätte. Der Einsatz einer solch radikalen Innovation wäre wohlmöglich im damaligen ökonomischen und sozialen Kontext, der höchst sensibel auf Neuerungen reagierte, nur schwer durchsetzbar gewesen. Ein weiterer und vielleicht viel stärkerer Grund lag eventuell aber auch in der Geschlossenheit der Maschine selbst. Im Gegensatz zum Schnellschützen von John Kay und zum Jacquardwebstuhl, mit denen quasi als mechanische „plug-ins“ die bereits vorhandenen Maschinen problemlos erweitert werden konnten und so mit relativ geringem finanziellen Aufwand ein maximaler Vorteil verschafft wurde, war der Webstuhl Vaucansons als Ganzer neu und konnte in kein bestehendes System eingliedert werden. Man musste also eine komplett neue, metallene Maschine anschaffen, für die es bislang keine Ersatzteile und keine Wartungsspezialisten gab. Die Vorbehalte gegenüber der Maschine waren wohl so groß, dass sie auch nicht durch Vaucansons eigenes Argument entkräftet werden konnten, der extra Werkzeuge zur Herstellung der komplizierten Teile konstruiert hatte und auf ausgebildete Arbeiter für die Wartung der Maschine verwies,³⁴ so dass seine Maschine nie zum Einsatz außerhalb seines Studios kam.

29 Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 231f.

30 Jean-Marie Roland de la Platière, zitiert nach Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 231.

31 Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 231.

32 Ebd., S. 231.

33 Les Arts mécaniques, N° spéciale de Métiers d'art, n° 52-53, mars-juin 1994, ohne Paginierung.

34 Beschreibung des automatischen Webstuhls durch Vaucanson, 1749, abgedruckt in Doyon/Liaigre (wie Anm. 3), S. 470.

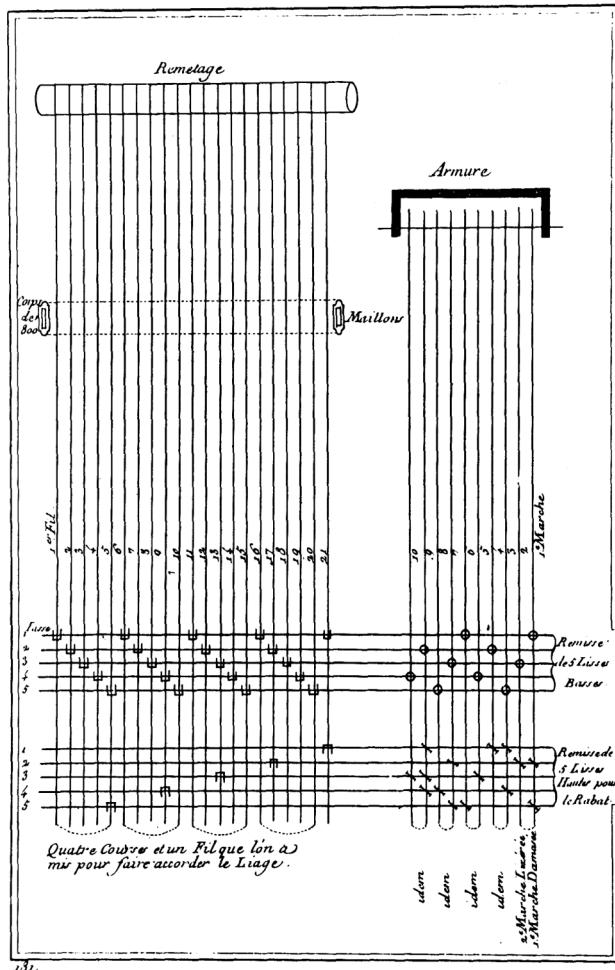


Abb. 4: Translation. Aufzeichnungsform für die Anschnürung von Webstühlen für bestimmte Bindungen und Muster. Quelle: Denis Diderot u. Jean Le-Rond d’Alembert, Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Paris 1751-80, Artikel ‚Soie‘, Band XV, Neuchatel 1765, Tafel LXXXVII.

Gewebe Notationen

Die zweidimensionale Ordnung von Tonhöhe (als Tastenposition) und Zeitpunkt (als Position auf dem Umfang der Rolle) der Musikautomaten entsprechen in der Zeilen-Spalten Notierung auf dem Zylinder der zweidimensionalen Ordnung von Kette und Schuss des Gewebes. Doch während es für die Komposition von Musik einen großen Unterschied macht, ob grafisch oder mit Noten operiert wird, ist die Weberei eine Kulturtechnik, deren sichtbare Grundlage a priori die grafische Ordnung von Zeilen und Spalten als zweidimensionales System von Kette und Schuss darstellt. Dies soll nun näher anhand der Notationsformen gezeigt werden, die einem Gewebe vorausgehen.

Noch lange vor jeder gelochten Karte spielten unterschiedliche Aufzeichnungsformen in der Weberei in verschiedener Hinsicht eine zentrale

Rolle. Denn für den eigentlichen Webvorgang ist es unerlässlich, Bindungsart, Muster und Maschineneinrichtung grafisch zu notieren. Dies wird mit Hilfe von zwei Aufzeichnungsstandards geleistet. Zum einen gibt es die Translation genannte Notation (s. Abb. 4), welche zur richtigen Anschnürung von Fäden, Fußpedalen und Schäften nötig ist. Diese notiert die Einrichtung des Webstuhls gemäß der gewünschten Grundbindung des Stoffes, wie Leinwand, Körper- oder Atlasbindung. Die parallel laufenden Linien repräsentieren einerseits das System der Fußpedale sowie das System der Schäfte und deren gegenseitige Anschnürung. Der tafelfreiche Teil der *Encyclopédie*³⁵ über die Weberei zeigt mehrere Dutzend verschiedene Bindungen in Form einer Translation. Paulet bezeichnete diese Notationsform interessanterweise als *musique notée*.³⁶ In der Tat hat die Translation Ähnlichkeiten mit der Notenschrift, denn auch sie gibt die Reihenfolge der jeweils zu tretenden Pedale wie eine Partitur wieder. Die Translation gibt die Übersetzung von Bindungen in Maschinenstellungen an, mit ihr wird der Webstuhl für das gewünschte Muster programmiert.³⁷

Die zweite und bekanntere Form der Notation überträgt das Muster, das gewebt werden soll, in ein kariertes Papier, das so genannte Papier *reglé*. Dieser Vorgang heißt *Mettre en carte*, das Ergebnis *Mis en carte*, im Deutschen Patrone oder Webkarte (s. Abb. 5). Bei figürlich durchmusterten Stoffen wird auf dem Papier *reglé* der Rapport des Musters, also der Bereich, der wiederholt werden soll, eingetragen. Die *Mis en Carte* lässt das Muster bereits als Bild erkennen. Wurde eine Entwurfsskizze durch einen Händler in Auftrag gegeben, wurde der Entwurf von einem hierzu ausgebildeten Dessinateur durch Linien in ein erstes, noch grobes Raster unterteilt, um das Muster im nächsten Schritt einfacher geometrisch skalieren zu können. Die grob fragmentierte Entwurfsskizze wurde anschließend auf das Papier *reglé* übertragen. Das Patronenpapier gab es in unterschiedlichen Ausführungen, die dem Weber unter den Namen wie *8 en 10* oder *8 en 12* als unterschiedliche Zählungen bekannt waren. Unterschiedliche Proportionen der Kästchen ent-

35 360 Tafeln beziehen sich auf die verschiedenen Formen der Weberei (158 Tafeln Seidenweberei, 38 Tafeln Gobelins, 10 Tafeln Leinenweberei), der Weiterverarbeitung von Textilien sind zusätzliche 84 Tafeln gewidmet. Die Holzverarbeitung erhielt 239 Tafeln, die Lederverarbeitung 108 Tafeln. In der *Encyclopédie* wird die Präferenz für die Darstellung von Umformungstechniken deutlich, welche Materie zu Luxus verarbeiteten und die für die herrschende, Luxus konsumierende Klasse von besonderem Interesse waren. Dieser Teil der Gesellschaft war auch deckungsgleich mit dem Leserkreis der Enzyklopädie. S. den Nachdruck der Bildtafeln aus den Tafelbänden I-XI der Originalausgabe der *Encyclopédie* in: Diderots Enzyklopädie: Die Bildtafeln 1762-1777, Augsburg 1995.

36 Jean Paulet, *L'art du fabricant d'étoffes de Soie*, Bd. 7, 2. Teil, Paris 1789, S. 894.

37 Die frühesten publizierten Formen einer besonderen Art der Translation stammen aus Ulm, wo Blockweberei, eine besondere Art Stoffe zu mustern, betrieben wurde. Sie stammen aus dem ersten Buch, das über die Weberei publiziert wurde und in der Tradition der Muster- und Modelbücher steht: Marx Ziegler's *Weber Kunst und Bild Buch*, Ulm 1677.



Abb. 5: Patrone oder Mis en carte für einen Brokatstoff. Quelle: Denis Diderot u. Jean Le-Rond d’Alembert, *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-80, Artikel ‚Soie‘, Band XV, Neuchatel 1765, Tafel LXII.

sprachen den geplanten Fadenstärken, so dass das Muster nicht verzerrt wiedergegeben werden musste. Der Vorgang des Mettre en carte dauerte mehrere Wochen bis Monate. Die fertige Patrone gab der Seidenhändler schließlich zusammen mit dem notwendigen Seidengarn bei einer Weberei in Auftrag. Der Weber benötigte zum Weben immer beide Aufzeichnungen: Translation und Mis en Carte. Paulet sagte, „Sans le papier réglé, on ne fçauroit exécuter aucun dessin sur une Etoffe, tant en soie qu’en laine, fil, cotton &c.“³⁸

Die Tätigkeit, bei der das Muster mit Hilfe der Mis en carte in den so genannten Harnisch-Webstuhl einprogrammiert wurde, heißt Einlesen. Dazu musste die Liseuse in monatelanger Arbeit für jeden Bildpunkt, der fürs Fach gehoben werden sollte, einen Knoten machen (s. Abb. 6). Die unterschiedlichen Fäden, die später während des Webens vom Ziehjungem, dem Tireur des Lacs, nacheinander gezogen werden sollten, wurden mit Knoten verbunden und mit einer Schlinge versehen. Diese verknoteten, vorbereiteten Züge wurden übereinander angebracht, so dass die Reihenfolge später während des eigentlichen Webvorgangs klar ersichtlich war.

38 Paulet (wie Anm. 36), S. 894.

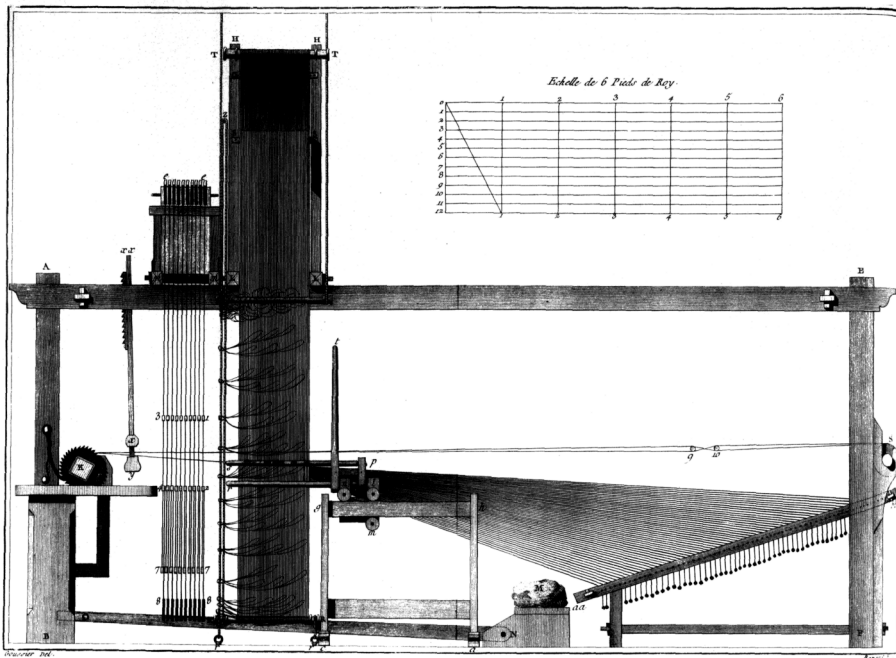


Abb. 6: Musterwebstuhl mit eingelestem Muster als *Knotenschrift* (in die vertikalen Fäden eingeknotete Schlaufen). Quelle: Denis Diderot u. Jean Le-Rond d'Alembert, *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-80, Artikel ‚Soie‘, Band XV, Neuchatel 1765, Tafel XCII.

Die Zeilen- und Spaltenmatrix des Gewebes waren noch an einem anderen Ort in der Maschine selbst materialisiert. Im Vokabular zur Bezeichnung der Teile eines Webstuhles tauchte der Begriff der *Planche percée* bereits vor der Lochkarte als Bezeichnung für eine gelochte Holzplatte auf.³⁹ Durch diese Platte wurden die Zugfäden in parallel verlaufenden Reihen angeordnet. Diese Verteilung der Zugfäden einer Reihe im Gewebe auf die Zeilen und Spalten der gelochten Matrix der *Planche percée* entspricht der späteren Anordnung der Löcher auf der Lochkarte. Genau wie bei der *Planche percée* repräsentieren mehrere Reihen von Löchern bei dieser immer nur eine Zeile des Gewebes. Zugespitzt kann man behaupten, dass die Schnittstelle für einen Abtastmechanismus sowie das Format der Lochkarte damit im Webstuhl bereits angelegt waren.

Anhand der Aufzeichnungen der Weberei wird der enge Verbund von Maschinen und Notationen innerhalb der Weberei deutlich. Alle drei Vor-

39 Z.B. Tafel LX der Musterwebstuhldarstellungen, in: Denis Diderot u. Jean LeRond d'Alembert: *Recueil de planches, sur les sciences, les arts libéraux, et les arts mécaniques, avec leur explication*, L'art de la soie, Paris 1751-1780.

gänge – *Mettre en carte*, Translation und Liseuse – bezeichnen Prozesse des Übertragens von Wissen in ein System, welches das Muster schrittweise zu einem Wissen der Maschine transformiert. Mittels der drei Transformationen wurden analoge Blätter und Blüten in Knoten und Maschinenstellungen und Handlungsanweisungen umgeformt. Die Translation von Mustern nicht mehr in eine „Knotenschrift“, sondern in einen Lochcode, der die Webkarten gewissermaßen direkt durch die Maschine lesbar machte, stellte eine radikale Innovation dar, war doch der Übertrag des Musters auf den Webstuhl (das Ansnüren der einzelnen Fäden) die zeitraubendste Tätigkeit in der Weberei, die außerdem den gravierenden Nachteil hatte, dass sie einen Webstuhl mehrere Monate still stehen ließ. Die Lochkartenvorrichtungen ersetzten die Tätigkeit der Liseuse und des Tireur des lacs durch einen Lochcode und einen Abtastmechanismus, der diesen Code lesen konnte. Betrachtet man dabei die Übertragung der *Mis en carte* auf die Karten, so kann man geradezu von einer „Mobilisierung der Zeichen“ sprechen, denn die Anordnung der Löcher für die Lochkarte geht direkt aus der *Mis en carte* hervor, indem dabei Kästchen für Kästchen in die Lochstruktur übertragen wird.

Algebraische Muster der Analytical Engine

In der Sammlung von Charles Babbage befand sich ein Exemplar des mittels Lochkartentechnik in Seide gewebten Portraits Jacquards⁴⁰ (s. Abb. 7 auf S. 204) sowie eine automatische Tänzerin, die er Interessierten gerne zusammen mit der Analytical Engine präsentierte. Die so genannte *Silver Lady*, die Babbage bereits als Kind in einer Ausstellung bewundert hatte, konnte er 1838 durch Zufall erstehen. Die silberne Tischtänzerin war jedoch mittlerweile unbekleidet und Babbage musste ihr neue Kleider schneiden lassen, um sie gesellschaftsfähig zu machen. Er nahm einen Streifen hellgrüne und rosafarbene chinesische Seide und drapierte diese um die silbernen Gliedmaßen der Puppe, dazu erhielt sie Haare und eine Art Turban.⁴¹

Babbage nahm beide – Lochkartenwebstuhl und Androiden – als Vorbild zur Analytical Engine, der ersten Rechenmaschine auf Grundlage von Lochkarten, welche seine Mitarbeiterin Ada Augusta Lovelace in einem Bericht über diese Maschine mit dem Webstuhl von Jacquard verglich. Blumig schrieb sie: „Das unterscheidende Merkmal der Analytical Engine, wie auch das, das es ermöglicht hat, den Mechanismus mit so umfassenden Fähigkeiten

40 Das Seidengewebe zeigt Joseph Marie Jacquard in seiner Werkstatt, abgebildet mit dem Modell des nach ihm benannten Jacquardwebstuhls. Das Bild trägt die Unterschrift: À la Mémoire des J.M. Jacquard. Né à Lyon le 7 Juillet 1752, mort le 7 Aout 1834. Es wurde 1839 fünf Jahre nach dem Tod von Jacquard zu dessen Ehren durch den Seidenweber Carquillat nach einem Ölgemälde des Lyoner Malers Claude Bonnefond gewebt. Es ist 66 x 81 cm groß und wurde mit einer Kettfadendichte von 1000 Fäden auf 2,5 cm gewebt, das entspricht 400 Bindungspunkten auf einen Zentimeter.

41 Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben*, Berlin 1997, S. 13 und 249f.



Abb. 7: Portrait von Joseph Marie Jacquard, Lochkartentechnik, Seide, 1839. Quelle: Musée des Tissus, Lyon.

auszustatten, dass es sich anbietet, diese Maschine zur exekutiven Hand der abstrakten Algebra zu machen, ist die Einführung des Prinzips, das Jacquard entwickelte, um – mit Hilfe von Lochkarten – die Herstellung der kompliziertesten Muster in Brokatstoffen zu steuern. ... Am Treffendsten können wir sagen, dass die Analytical Engine algebraische Muster webt, gerade so wie der Jacquardwebstuhl Blüten und Blätter.⁴²

Charles Babbage bezog sich in seinen Texten immer wieder explizit auf das Vorbild Jacquard. Er schrieb: „Wie man weiß, ist der Jacquardwebstuhl in der Lage, jedes von menschlicher Phantasie nur erdenkbare Muster zu weben. ... Die Analogie der Analytical Engine zu diesem wohlbekannten Verfahren ist nahezu vollkommen.“⁴³ Ulrike Bergermann wertet dieses Verhältnis so: „Die nahezu vollständige Analogie stützt sich auf das Verhältnis von Material und Anordnung des Materials. Was so untrennbar ist wie Stoff und Muster des Stoffs, liegt in der neuen Rechenmaschine [Babbages] ebenso vor: Die Repräsentation von Zahlenwerten (das Material, der zu bearbeiten-

42 Grundriß der von Charles Babbage erfundenen Analytical Engine, aus dem Französischen des Luigi Federico Menabrea, übersetzt und kommentiert von Ada Augusta Lovelace (1843), in: Bernhard Dotzler (Hg.), Babbages Rechen-Automate, Wien, New York 1996, S. 309-381, S. 335. Lady Ada Lovelace war die Tochter von Lord Byron und eine Zeit lang mathematische Mitarbeiterin Charles Babbages.

43 Charles Babbage, Über die Analytical Engine (1864), in: Dotzler (wie Anm. 42), S. 237-256, S. 240.

de Stoff) und ihre Manipulation (die Anordnung, die Musterung). Nicht nur Zahlenwerte, sondern auch ihre Bearbeitung sind in der Analytical Engine gespeichert.⁴⁴ Dass diese Analogie nur nahezu vollkommen ist, liegt in den weiteren Funktionen, die Babbage den Karten für die Rechenoperationen gab und wie sie eben nicht im Lochkartenwebstuhl verwirklicht waren, da ein Gewebemuster nicht das Ergebnis einer algebraischen Operation ist. Dennoch steht das Lochkartenverfahren für zweierlei: einer Maschinensprache und der dazugehörigen Maschine, die diese Sprache lesen kann. Wenn auch Lochkarte und Maschine hier noch untrennbar aneinander gekoppelt sind, so führt doch die Austauschbarkeit diverser Karten für eine Maschine letztlich auch zur Austauschbarkeit der Maschine für einen Code und damit einer symbolischen Transposition. Jacquard und seine Vorgänger rissen das Wissen, wie etwas zu prozessieren sei, aus der Maschinen-Inhärenz und wiesen es einem Medium zu, womit erst die Möglichkeit eines Prozesses geschaffen wurde. Davor war alles nur mechanisch-kausal. Der Maschinen-code ist auswechselbar und in seiner Bedeutung universell. In Form von Lochstrukturen könnten theoretisch Informationen jeder Art gespeichert werden und wenn auch im 19. Jahrhundert die Maschinen nie zu einer einzigen zusammengefasst wurden, so wird dennoch eine multimediale Maschine denkbar, die je nach ihrer Verwendung Löcher als Bild (Jacquard), Text/Zahlen (Hollerith) oder Ton (Musikautomaten) lesen kann.

Anschrift der Verfasserin: Birgit Schneider, Humboldt Universität Berlin, Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik, Unter den Linden 6, D-10099 Berlin.

44 Ulrike Bergermann, Science Filzum. Eine Geschichte des Computers: Von Frauen und Weben, in: Sybille Bennighoff-Lühl u. a. (Hg.), Frauen in der Literaturwissenschaft, Hamburg 1994, S. 20f.

