

Unbehagen in der Transduktion. Technik und Technologie im digitalen Zeitalter¹

Guillaume Carnino

Dieser Artikel, der vor dem Hintergrund einer laufenden Forschung geschrieben wurde, diskutiert die technische Tatsache (*fait technique*) in drei Schritten:

1. Zunächst geht es darum, die Beziehung der Ko-Konstruktion zwischen dem menschlichen Wesen und der Technik zu betrachten: Die These der »philosophischen Schule von Compiègne« (Steiner 2010: 7-40), die die Technik als konstituierend und konstitutiv bezeichnet.
2. Im Sinn des Wiederauflebens der kritischen Geschichte der Industriegesellschaften, die von einer (kleinen und völlig informellen) Gruppe frankophoner Historiker*innen² untersucht wurde, wird in einem zweiten Schritt der Charakter der Umwälzungen, die der Prozess der Industrialisierung und die Ankunft der Technologie hervorgerufen haben, untersucht.
3. Ein abschließender Teil, der hauptsächlich durch die kritische französischsprachige Literatur über die ›Neuen Technologien‹³ inspiriert wurde, diskutiert schließlich die Konsequenzen der Digitalisierung auf anthropologischer Ebene.

Im Verlauf dieses Weges werden zwei Begriffe mobilisiert, die oft miteinander assoziiert – und unter Umständen miteinander verwechselt – werden: ›Technik‹ und ›Technologie‹. Sie ermöglichen es, zwei unterschiedliche historische Ensembles zu qualifizieren, die letztlich zumindest teilweise als gegensätzlich erscheinen werden.

-
- 1 Ich möchte Johannes Schick und Mathilde Lépine für ihre aufgeklärten Kommentare zu diesem Text danken. Die restlichen Fehler sind natürlich nur meine eigenen.
 - 2 Hier seien lediglich – völlig willkürlich und subjektiv ausgewählt – Sara Aguiton, Soraya Boudia, Christophe Bonneuil, Jean-Baptiste Fressoz, Frédéric Graber, Liliane Hilaire-Pérez, François Jarrige, Nathalie Jas, Thomas Le Roux, Fabien Locher, Céline Pessis und Sezin Topçu genannt.
 - 3 Im französischen Sprachraum gibt es natürlich viele Verlage, die diese Frage in ihre Kataloge aufgenommen haben. Einige der kritischen Werke über neue Technologien wurden von *L'Encyclopédie des nuisances*, *L'échappée* (die ich 2005 zusammen mit Cédric Biagini gegründet habe) und *La Lenteur* veröffentlicht und/oder übersetzt.

– Die ›Technik‹ ist zugleich Know-how (*savoir-faire*) und Werkzeug, das heißt ein Ensemble an informellen Vorgängen *und* ihre instrumentelle Sedimentation in den vom Menschen hergestellten Objekten. In diesem Sinne ist die Technik ko-substantiell mit dem *Homo sapiens*: Sie erscheint zur gleichen Zeit wie ihr Ahne und macht aus ihm ein ›natürlich kulturelles‹, das heißt ein intrinsisch plastisches Wesen.

– Die ›Technologie‹ ist ein Ensemble ›makro-technischer Prozesse‹ (das heißt, ihr Umfang übersteigt das menschliche Wesen und die dörfliche Gemeinschaft), die durch die Allianz der Wissenschaft und der Industrie möglich wird.

Die Technik

In *Hand und Wort* untersucht André Leroi-Gourhan (1988) jene Evolutionsprozesse, die vom *Australopithecus* zum *Homo sapiens* geführt haben. So gelingt es ihm, die Menschwerdung als Veräußerlichung der kognitiven Evolutionsprozesse ab dem Zeitpunkt des aufrechten Ganges zu charakterisieren, der die Hand befreite und die große Enzephalisation (den Zuwachs des Umfangs des zerebralen Kortex, der in der Plastizität des Gehirns des zeitgenössischen Menschen mündet) auslöste. Seine Konzeption der technischen Tatsache fasst er folgender Weise metaphorisch zusammen:

»An der Stelle, an der die primitiven Anthropinen stehen, sieht es so aus, als entwickelten sich auf der tierischen Pyramide, die der Sockel allen menschlichen Verhaltens bleibt, die Spitze einer anderen, umgekehrten [...] Pyramide, die immer gigantischere Ausmaße annimmt und von dem gesamten, in der Kultur exteriorisierten Apparat gebildet wird« (Leroi-Gourhan 1988: 490f.).

Genauso »wie die befreite Hand des Australanthropos nicht lange leer blieb, so füllte sich auch die freie Zeit der bäuerlichen Gesellschaften schnell« (Leroi-Gourhan 1988: 218). Hier geht es darum, die technische Tatsache als tatsächliche Ausschüttung des menschlichen Körpers zu verstehen. Die aufrechte Haltung befreit die Hand und das technische Objekt wird diese Leerstelle auf ganz natürliche Weise füllen: Der geschlagene Stein ist in seiner Herstellung das technische Spiegelbild der phylogenetischen Evolution, die zu den Krallen des Bären am Ende seiner Tatzen geführt hat. Ebenso wie der namensgebende Apendix des Captain Hook ist der Faustkeil eine natürliche (um präziser zu sein: eine natürlich-technische) Prothese des Menschen, die er sich buchstäblich einverleibt (*qui fait littéralement corps avec lui*).⁴

Sehr einfache Beispiele ermöglichen zu verstehen, inwieweit die prothetische Analyse der Technik tragfähig ist. Wenn man ein Messer (oder einen geschlagenen Stein) benutzt, um ein Stück Fleisch zu schneiden, denkt man nicht an die Operation, die die Hand auf

4 Éric Boëda (2013) kritisiert ausdrücklich die Gültigkeit dieser biologisch-kulturellen Metaerzählung. Doch selbst wenn die prähistorischen Wissenschaften diese Sichtweise aus chronologischer Perspektive verkomplizieren oder gar entkräften würden, würde dies nichts am hier verteidigten Argument ändern, das anthropologischer und philosophischer Natur ist – nämlich, dass die technische Tatsache wesentlich prothetisch ist.

das Werkzeug ausübt, um eine Wirkung auf das Stück Fleisch zu erzielen, sondern man begnügt sich damit, die Geste zu denken, die das Messer selbst bewirkt, um das Fleischstück zu zerschneiden. Ebenso beim Fahrradfahren: Wenn ich den Lenker drehe, um die Bewegungsachse der Räder zu drehen und die Bahn der Reifen zu spalten, denke ich nicht an die mechanische Kette, die von der Bewegung meiner Arme bis zur Reibung der Mäntel auf der Fahrbahn reicht, sondern ich denke lediglich an folgende Möglichkeit: »Ich drehe mich nach links«. Hier erscheint mir das Fahrrad als eine Verlängerung meines Körpers und ich drehe nicht den Lenker von rechts nach links, sondern ›ich‹ drehe mich einfach nach links.

In dem Maße, in dem die Technik materielle Verlängerung des Körpers sowie intentionale Projektion in das Werkzeug hinein ist, ist sie wesentlich und gleichzeitig Instrument *und* Know-how. Sie ist zunächst als körperlicher Vorgang Know-how. Aufgrund der Wiederholung wird sie sich dann nach und nach in die hergestellten Objekte einlagern und sedimentieren. Aus diesem Grund sind Faustkeile ebenso wie Bleistifte oder Schraubendreher technische Objekte.⁵ In dem Maße, in dem die Technik als Know-how die Mobilisierung sowohl des Körpers als auch des Geistes impliziert, kann sie nur durch Erfahrung erlernt werden: Allein die Erfahrung kann die Angemessenheit zwischen Intelligenz der Geste und Beherrschung der Haltung sichern. Auf gleiche Weise impliziert und setzt die Technik als Werkzeug (ob Stifthalter oder Rechenschieber) immer die gemeinsame Mobilisierung des Körpers *und* des Denkens voraus. Mit anderen Worten, der Geist informiert die Materie und die Materie informiert den Geist.

Die Gesten und die Praktiken schreiben sich materiell in die Werkzeuge ein, die sie mobilisieren. François Sigaut hat gezeigt, wie die Form der Sicheln mit ihrer Verwendung korreliert werden können (Sigaut 2006: 133-139). In Regionen, in denen man mit Saatmaschinen sät, werden während der Ernte zwei elementare Gesten (A) realisiert ([A1] einen Bündel greifen, dann [A2] schneiden), was zu kurzen Sicheln mit vollständig geschärften Klingen führt. In Regionen, in denen man von Hand sät, erfolgt die Ernte durch die Verbindung (B) von drei elementaren Gesten ([B1] die Gruppierung der Pflanzen zu einem Bündel, [B2] das Bündel umfassen, dann [B3] schneiden). Diese Sequenz materialisiert sich in Sicheln mit längeren Klingen, von denen ein Teil nicht geschärft wird, um die zur Gruppierung der Stiele notwendige Geste zu ermöglichen [B1].

Gegenläufig dazu zeigt Colin Jones, wie die Entstehung des Zahnarztberufs und der Zahntechnik um 1750 mit der Entwicklung des Lächelns als Höflichkeitsnorm zusammenfiel – zuerst in Versailles, wo Aristokraten ihren Stand mit einem Lächeln, das alle Zähne zeigte (was bis dahin als anstößig galt), kundtaten, was sich in der Folge in ganz Frankreich ausbreitete (Jones 2014). In diesem Fall konstituieren die Artefakte und materiellen Dispositive (implantierte Zahnprothesen, Zangen, usw.) neue Gesten und kulturelle Praktiken.

Diese Wechselwirkung (*action réciproque*) der Werkzeuge auf die Gesten und der Praktiken auf die Instrumente, nennt Gilbert Simondon *Transduktion* (1958; 2005).

5 Die Paläoanthropologie (siehe beispielsweise Boëda 1992) lehrt uns, wie man in der Materialität des geschlagenen Steines selbst, die Spur, die Erinnerung der Gesten, die ihre Schöpfung ermöglichten, wahrnehmen kann.

Dieser Begriff verweist auf die Existenz eines metastabilen Gleichgewichts (d.h. einer permanenten und wechselseitigen Koevolution, die in jedem Moment wiederholt wird) zwischen den Techniken und dem menschlichen Wesen oder, um spezifischer zu sein, zwischen dem Know-how und den technischen Objekten. Diese Transduktion impliziert die Tatsache, dass der Mensch seine Techniken weiterentwickelt, während ebendiese ihn neu definieren, was John Culkin – Marshall McLuhan kommentierend – treffend zusammenfasst: »We shape our tools and thereafter they shape us« (Culkin 1967: 70).

Technologie

Technologie ist gleichzeitig Erweiterung und Abkopplung des technischen Phänomens. Ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war die rechtliche Abschaffung des Zunftwesens Teil des Bestrebens, Berufsgeheimnisse auf Grundlage ihrer sozialen und produktiven Hierarchie öffentlich zugänglich zu machen, um sie anschließend in einem umfassenderen Prozess der Marktliberalisierung auf europäischer Ebene zu integrieren.

Genau in diesem ökonomischen und theoretischen Raum verbreitete sich ein enzyklopädisches Wissen rund um die Handwerkskunst; mit dem Ziel, die technische Intelligenz im Besitz der Handwerker, die sie – vor allem aus Gründen der Preisgestaltung – immer expliziter ausformulierten, zu verdrängen (Hilaire-Pérez 2013). In diesem Sinne ist die *Enzyklopädie* Diderots und D'Alemberts (1751-1772) nichts anderes als einer der zahllosen Versuche, die handwerkliche Produktion zu kartographieren, um sie in einem Wissenskorpus, der allen zugänglich ist, zu integrieren (Deschamps 1783; Duhamel du Monceau 1761-1789; Panckoucke 1782-1832).⁶ Diese Popularisierung einer vom Enzyklopädismus der Aufklärung übernommenen Wissenstradition materialisiert sich vor allem in der Form der Beschreibungen der Kunst, des Handwerks und der Manufakturen, die die zahllosen Seiten der oft übervollen Werke zieren (Duhamel du Monceau 1761-1789; 1782-1832). Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts ist Technologie daher oftmals ein Synonym für Terminologie, oder für eine »degenerierte« Form einer – zumindest weniger strikt definierten – partikularen Taxonomie.⁷ Dieses Unternehmen der Formalisierung des Know-hows, das manchmal bis zur reinen und einfachen Klassifizierung reicht, verschiebt allmählich den Kern des Handwerks: In vielerlei Hinsicht rückt die theoretische und praktische Erfahrung des Handwerkers zugunsten unternehmerischer Fähigkeiten in den Hintergrund, sei es auf rechtlicher, wirtschaftlicher, wissenschaftlicher, technischer oder ökologischer Ebene.

In *rechtlicher* Hinsicht löst sich die Erfindung vom kollektiven Universum ab, in dem die Unternehmen sie aufrechterhielten, um sich nach und nach in ein System des

6 Oder der *L'Almanach sous verre pour l'année [...]*, etc.

7 So verteidigt ein gewisser S. P. Authenac, Student an der l'École pratique et des hôpitaux de Paris, im Jahre 1801 eine Arbeit mit dem Titel *Essai sur l'idéologie, la technologie, la nosographie et la medicographie des fièvres gastriques simples*. Die Technologie, auf die er sich bezieht, besteht darin, die verschiedenen Formen des gastrischen Fiebers, die er klinisch beobachten kann, auf vielen Seiten aufzulisten: der Begriff verweist auf das, was heute die Ordnung einer Klassifikation, Nomenklatur, Taxonomie, das heißt einer medizinischen Terminologie wäre.

individuellen Schutzes des Rechts des Erfinders zu integrieren (Hilaire-Pérez 2000; Galvez-Behar 2008; Baudry 2014). Die Etablierung des Industriepatents als Personalisierung der Erfindung erfolgt somit parallel zur Entfaltung seines schlechten Rufes – wie beim erfinderischen Unternehmer und Flugzeugpionier Clément Ader: verflucht, weil genial (Carnino 2013: 125-140). In *wirtschaftlicher* Hinsicht vergrößerte sich die Kluft zwischen den Produzenten und den Händlern. Die Aufteilung der Aufgaben im Vorfeld begünstigte die Kontrolle der Herstellung durch die Bündelung des Kapitals: So musste Vaucanson 1744 vor dem Zorn der Seidenfabrikanten in Lyon fliehen, die mit seiner neuen Steuer auf Werkstätten mit mehr als zwei Webstühlen unzufrieden waren (was die Bündelung zum Nachteil der kleinsten Werkstätten begünstigte, vgl. Garden 1970; Jarrige 2014). Aus *wissenschaftlicher* Perspektive erwies sich die Quantifizierung der handwerklichen Materialien und Formeln als unerlässlich, um erst einen nationalen, dann einen globalen Markt zu organisieren: Die Entwicklung einer Technik, die ›Stärke des Natrons‹ zu dosieren, durch den Chemiker Descroizilles aus Rouen, ermöglichte 1806 die Entwicklung eines Standards, aufgrund dessen man die Qualität der verkauften Produkte beziffern konnte, was wiederum die Produktionsstätten in unterschiedlichen Regionen vergleichbar machte (Fressoz 2012: 153-156). In *technischer* Hinsicht geht die Beherrschung des Herstellungsprozesses allmählich von der Hand des Handwerksgesellen zu seiner Formalisierung durch den Technologen und schließlich durch den Ingenieur über (Halleux 2009: 74-79) – und wird letztendlich in eine maschinelle Produktionskette integriert. In ökologischer Hinsicht verlässt die Regulation der Umweltverschmutzung das Universum der Nachbarschaft – das früher über die Unannehmlichkeiten gerichtet hatte – um sich der Wissenschaft anzuschließen, die von nun an als Expertin der Gesundheitsschädlichkeit gilt. Diese neue Nähe der Wissenschaftler und der Umweltsünder autorisiert die Liberalisierung der Umwelt, eine Variable der Anpassung, die nun in ein System von Beschädigungen und Interessen integriert ist (Le Roux 2011).

Während dieses langen Prozesses, der sich über mehrere Jahrhunderte erstreckte, wurde die handwerkliche Tätigkeit nach und nach durch den Juristen kodifiziert, durch den Kaufmann ausgelagert, durch den Wissenschaftler formalisiert und schließlich durch den Ingenieur mechanisiert. Diese tiefgreifende Neuzusammensetzung setzt die Möglichkeit einer genauen Analyse der Handwerkskunst voraus. So lässt sich auf hunderten Seiten an Beschreibungen von Know-how, die während des Ancien Régime produziert wurden, die Entstehung des Anspruchs einer wahrhaften Wissenschaft der Produktion erkennen: Die Technologie als eigenständige Disziplin (Verin 2007: 134-143; Hilaire-Pérez 2013: 65-84). Obgleich die deutschen Kameralisten, unter ihnen Johann Beckmann (Beckmann 2017), als erste die Einrichtung dieser Disziplin samt universitärer Lehrstühle forderten, gewann die Bewegung rasch an Tragweite und breitete sich auf dem europäischen Kontinent aus. Charles Laboulaye glaubte 1873, dass die verschiedenen Wissenschaften ausreichend fortgeschritten seien, um als Grundlage seines Projekts einer allgemeinen Technologie zu dienen (Laboulaye 1873). Man befand sich also an der Grenze eines epistemologischen Abklingens, dem Jacques Guillerme und Jan Sebestik als erste nachgespürt haben (Guillerme/Sebestik 2007: 49-122).

Das 19. Jahrhundert war das Jahrhundert, in dem das Reich der Wissenschaft entstand (Paul 1985) – die *Wissenschaft* (künftig ›Natur-‹Wissenschaft genannt) war der

neue Name für das, was man vorher *Naturphilosophie* genannt hatte: Sie bezeichnet die Produktion experimentellen, formalisierten und mathematisierten Wissens, das man fortan der metaphysischen und moralischen Erkenntnis entgegensetzte. Während die Naturphilosophie einst oft von einigen aristokratischen und religiösen Liebhabern der Astronomie, der Botanik oder der Alchemie betrieben wurde, führte die Wissenschaft, wie sie sich im Verlaufe des Jahrhunderts der Revolutionen entwickelte, zu einer Massenproduktion von Fakten ausgehend von Maschinen (Carnino 2015). Als Tochter des Fortschritts der Instrumentierung und der industriellen sowie militärischen Kalibrierung, aktualisiert und formalisiert die zeitgenössische Wissenschaft die Gesetze, die das Funktionieren der Realität leiten. Dieses neue Wissen ist in einem Ganzen verankert, vernetzt und befestigt, das ein gigantisches materielles Dispositiv darstellt, dessen Spitze das Labor (ob industriell oder staatlich) bildet, ohne welches es nicht existieren könnte. Diese wissenschaftliche Inszenierung (*mise en science*)⁸ der Phänomene, die bis dato noch nicht untersucht worden sind, betrifft sowohl die Gesetze der Physik als auch der Chemie und folglich so unterschiedliche Vorgänge wie die Bewegung der Sterne oder die Gärung des Bieres (Jas 2001). In anderen Worten vollzieht sich die Entwicklung des Imperiums der Wissenschaft in engem Verbund mit der Industrie und betrifft sowohl natürliche als auch menschliche Fragen: Es geht darum, die gesamte Realität zu kodifizieren, von der elektromagnetischen Strahlung über die Vermehrung der Fische bis hin zum Know-how der Brauer. Was dann erfunden wird und sich entfaltet, sowohl in sozialer als auch in lexikographischer (Cunningham/Williams 1993: 407-433) Hinsicht, wurzelt sowohl in einem grundsätzlich wissenschaftlichen und akademischen Umfeld, als auch in industriellen Präokkupationen, die eine beispiellose experimentelle Dynamik erzeugen.

Das Umkippen der alten Bedeutung in die gegenwärtige Bedeutung des Begriffes ›Technologie‹ lässt sich um das Jahr 1850 herum datieren (Carnino 2010: 75-84). Der Übergang von einem Begriff, der einen Diskurs über die Techniken bezeichnet, zu einem Kofferwort, das die industriellen Vorgänge ebenso umfasst wie ihre Produkte, ist das klare Anzeichen der materiellen und sozialen Neuordnung, die im Herzen des langen 19. Jahrhunderts stattfand: Dort, wo die Techniken unter das Know-how und die Werkzeuge subsumiert wurden, versammelt die Technologie seitdem industrielle Verfahren, Maschinen und materielle Produkte. Wenn die Technologie heute *industriell* orientiert ist, dann liegt das daran, dass sie gleichzeitig maschinell (und in diesem Sinne entstammt sie der Technologie der Ingenieure) und prozedural ist (weil sie ebenfalls der Technologie der Handwerker-Unternehmer entstammt, die durch die Wissenschaftler in die Wissenschaft gebracht worden sind). Diese zwei Aspekte bilden das Herzstück der Bedeutung des neuen Technologiebegriffs.

Die gegenwärtige Bedeutung von ›Technologie‹, die zu Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstand, kann schlussendlich konsistent erscheinen, da man nun versteht, warum sie nicht mehr auf den antiken *logos* verweist, sondern auf die *-logie*, die den

8 An dieser Stelle klingt im französischen Original *mise en scène* (auf die Bühne bringen, Inszenierung) mit. Daher wurde *mise en science* als »wissenschaftliche Inszenierung« ins Deutsche übertragen, die gleichzeitig neue Phänomene auf die Bühne bringt und in die Wissenschaft integriert (Anm. d. Übers.).

modernen Wissenschaften eigen ist, insofern diese unmittelbar das *Machen* im Ausgang von Maschinen und Vorgängen produzieren (Schatzberg 2012: 555-563). Technologie ist deshalb nicht mehr ein Diskurs über die Technik, sondern eine *wissenschaftliche Rationalisierung der Technik*. Sie ist *Technoscience* geworden, was sich in der Formalisierung des Know-how in beispiellosem Maße und durch die Entwicklung technischer Dispositive von einer Größe, die mit derjenigen der Aktivitäten, die vorher im Schoße begrenzterer Lebens- und Arbeitsgemeinschaften stattfanden, nicht zu vergleichen ist, niederschlägt: Man wohnt der Erscheinung von technischen Makro-Systemen bei (Hughes 1983). Fortan ist klar, dass die *Techno-logie* nur am Rande ein »Diskurs über die Technik« sein kann und dass sie sich materiell und konkret aus der gemeinsamen Erzeugung der Wissenschaft und der Industrie auf globaler Ebene neu zusammensetzt.

Wenn die Ankunft der Technologie durch diese zweifache Transformation möglich wird (des Know-hows in Vorgänge und der Werkzeuge in Maschinen), dann kann sie nur über eine doppelte Ausweisung erfolgen: Ausweisung des Austausches aus dem Bereich des Hauses hin zum Markt, Ausweisung der Produktion aus den Werkstätten hin zu den Manufakturen und schließlich in die Fabriken. Wo die *Techno-logie* ihren Sinn als »Diskurs über das Wissen der Werkstätten« verliert, verlässt die Öko-nomie den Bereich des Hauses (etymologisch verweist der *nomos* des *oikos* auf das gute Führen der Hausgemeinschaft, die erste Struktur des Austausches im antiken Griechenland), um zu den »Gesetzen des Marktes« (Schabas 1990) zu werden. Technologie und Ökonomie werden durch diese zweifache Ausweisung – aus dem Haus und aus der Werkstatt – gleichzeitig begründet (und die Entstehung der heutigen Bedeutung beider Begriffe trennt übrigens nur einige Jahrzehnte), die ihnen eine bislang nicht gekannte makrosoziale (globalisierte, mag man heute manchmal sagen) Dimension verleiht, die heute vom Markt und der Industrie materialisiert wird.

Diese Entfaltung einer Transduktion zwischen Technologie und Ökonomie hebt zwar nicht die ursprüngliche Transduktion zwischen Mensch und Technik auf, aber überdeterminiert sie fortan. Die technologische Entwicklung produziert in enger Verbindung mit der globalisierten Wirtschaft die Mehrheit der technischen Strukturen, denen sich der Mensch im Alltag gegenübersteht. Wenn das Know-how noch am Ursprung der technischen Prothesen, die für das menschliche Leben nützlich sind, steht, dann ist ihre Herstellung – auf der Ebene der makroskopischen Abstraktion – in ein System integriert, das alle kulturellen Grenzen weit übersteigt (Pessis/Topçu/Bonneuil 2013). Im Mittelalter entsprach die Abgrenzung zwischen Wassermühlen mit horizontalem oder vertikalem Rad vollständig der linguistischen – und daher auch der kulturellen – Grenze des Königreichs Frankreich (Jacomy 1990); in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts mobilisierten die Wakonongo in Tansania immer noch Hexerei, um jede Form der technischen Fehlpassung, die der Einsatz kulturfremder Techniken hervorrufen könnte, zu vermeiden (Singleton 2007: 37-44). Die gegenwärtige Technologie – als Makrotechnik, die von ökonomischen Fragen und Zeitlichkeiten geprägt wird – beschränkt sich nicht länger auf eine abgegrenzte Kultur: selbst wenn soziokulturelle Variationen in der Nutzung sozialer Netzwerke, Autos oder Smartphones auf der Erdoberfläche existieren, vollzieht sich der Einsatz dieser Technologien in einem Ausmaß, das kein gemeinsames Maß mehr mit den soziotechnischen Integrationen der vergangenen Jahrhunderte kennt: Ihr Funktionieren

verlangt eine Infrastruktur planetarer Größe (transozeanische Lichtwellenleiter, transkontinentale Ölpipelines, Satelliten im geostationären Orbit usw.). In anderen Worten: *Während sich die Transduktion zwischen Technologie und Weltwirtschaft festigt, wird die Metastabilität der Beziehung zwischen Mensch und Technik zunehmend untergraben und in fine bis zum Punkt ihres Bruches ausgehöhlt.*

Bruch der Transduktion zwischen Mensch und Technik

Unsere Epoche wird durch Beschleunigung (Rosa 2010) insbesondere der technologischen Entwicklung (Stiegler 1996) und noch spezifischer des Digitalen geprägt (Loeve 2015: 91-113). Diese Beschleunigung führt an ihrem asymptotischen Punkt zu einem Ungleichgewicht der menschlich-technischen Transduktion (dem Verhältnis der reziproken Konstitution zwischen Produktion und Gebrauch der Technik) bis hin zur endgültigen Verzerrung. Einerseits wird die gegenwärtige technologische Produktion in immensen Räumen organisiert, andererseits öffnet sich der Gebrauch dieser Technologien für eine infinitesimale Zeitlichkeit: Die geographische Verteilung der Quellen seltener Metalle, die benötigt werden, um ein einzelnes Motherboard eines Smartphones herzustellen (Nickel, Blei, Zinn, Wismut, Gold, Silber, Wolfram, Platin, Rhodium, Beryllium, Kupfer, Phosphor, Arsen, Gallium, Germanium, Silizium, Zirkonium, Ruthenium, Neodym, Eisen, Bor, Samarium, Kobalt, Praseodym, Chlor, Dysprosium, Tantal, Niob, Palladium)⁹ entspricht der Kontraktion der Zeit zur Ausführung elementarer Operationen, die durch das Motherboard in einer Größenordnung von mehreren Milliarden pro Sekunde realisiert werden¹⁰. In räumlicher Hinsicht erstreckt sich die digitale Produktion auf tausende Kilometer, das heißt in suprakulturelle Größenordnungen (Carnino/Marquet 2018: 19-62). In zeitlicher Hinsicht wird der Gebrauch der Digitaltechnik in Nanosekunden gemessen. Der Raum, in dem sich die zeitgenössischen Technologien einfügen, hat nicht mehr viel mit unserem menschlichen und technischen Raum der Perikorporalität gemein. Und die infinitesimale Zeit, in die sich die digitale Zeitmessung einrollt, ist nunmehr von unserem Bewusstsein abgekoppelt.¹¹ Wenn wir eine vermeintlich technische Beziehung zu den digitalen Objekten aufrecht erhalten können (das Tablet setzt faktisch Know-how und spezifisch erlernte Gesten voraus), löst sich die alte Transduktion zwischen Geste und Werkzeug allmählich

9 Siehe insbesondere die Arbeit, die die Vereinigung *ISF-SystExt* über die Ansammlung von Metallen für die Herstellung eines normalen Smartphones geleistet hat (<http://www.isf-systext.fr/node/968> (27.08.2018)).

10 Wenn man sagt, ein Prozessor habe die Frequenz von 4,2 GHz, dann bezeichnet dies, dass die Maschine 4,2 Milliarden logische Basisoperationen binärer Quantität (0 oder 1) pro Sekunde ausführen kann. Daher die vermeintliche Unmittelbarkeit, die durch einfache informationstechnische Operationen erzeugt wird.

11 Dieser zeitliche Maßstab ist dem Menschen prinzipiell unzugänglich. Die Entwickler müssen auf *logs* (Archivtextdateien der Operationen) zurückgreifen, um *a posteriori* die wesentlichen Schritte der Informationsverarbeitung in der Maschine nachzuzeichnen, um Fehler zu entdecken. Der Computer führt daher durch seine technische Funktionsweise (seine dem Menschen unvergleichlich überlegene Verarbeitungsgeschwindigkeit, die gerade das Interesse des Menschen an ihm konstituiert) die Vervielfältigung der Spuren, Gegebenheit und der *data* ein.

so weit auf, dass der Raum und die Zeit, in der sie stattfand, keinerlei gemeinsames Maß mehr mit dem besitzen, was die zeitgenössischen technologischen Objekte erscheinen und funktionieren lässt. In ihrem Brennpunkt *löst die Transduktion zwischen Ökonomie und Technologie die Transduktion zwischen Mensch und Technik auf*.

Dieser transduktive Bruch nimmt heute in den Arbeiten, die dem Digitalen gewidmet sind, insbesondere durch die scheinbaren Paradoxien, die von den verschiedenen Analysten dieser Technologien aufgedeckt wurden, massiv Gestalt an. Die präzise Beweisführung dieser zahlreichen Schriften (vgl. Carnino 2014: 133-144) nachzuzeichnen wäre zu umfangreich, und ein kurzer Hinweis auf einige dieser Schriften genügt, um das hier vorgestellte, kurze Argument weiter auszuführen. Sherry Turkle untersucht die seltsamen soziotechnischen Mechanismen, die zur Heraufkunft einer »gemeinsamen Einsamkeit« beitragen – ein Ausdruck, der in Interviews, die sie mit Hunderten amerikanischer Teenager geführt hat, immer wieder auftaucht (Turkle 2013). Jean-Jacques Delfour wagt es, Phänomene der »Präsenz in der Abwesenheit« und der »Abwesenheit in der Präsenz« zu denken, die heute offen zu Tage treten (Delfour 2011). Mehrere Autoren betonen die Gefahr der »Info-Obesität«, die eine »Überfülle an Information, die unwissend macht« (Parizer 2011), bezeichnet, deren hervorstechendste Avatare das *copy-paste* oder die *fake news* sind. Die Theorien von *big data* weisen auf die Möglichkeit eines »Wissens, das Nichtverstehen produziert« (Sadin 2015) hin.¹² Evgeny Morozov lädt dazu ein, die »tyrannische Transparenz« zu untersuchen, der wir aufgrund des *datamining* ausgesetzt sind, indem wir beispielsweise die Daten der Abfälle, die in unserem Hausmüll landen, veröffentlichen (Morozov 2013). Kritiker der zeitgenössischen politischen Umgestaltung haben Phänomene der »partizipativen Machtlosigkeit« (Marcuse 2013),¹³ aber auch die Existenz einer »Produktion, die die Gesellschaften verarmt« (Frey/Osborne 2013),¹⁴ einer »Dezentralisierung, die konzentriert« (Benhamou 2006)¹⁵ und selbst einer »Freiheit, die einschränkt« (Dufour 2007; 2009)¹⁶ aufgezeigt.

All diese Arbeiten weisen also in die Richtung einer *paradoxen* Dimension des Digitalzeitalters, das scheinbar entgegengesetzte, ja sogar widersprüchliche Phänomene hervorbringt. Es scheint mir, dass wir die Frage anders stellen müssen und dass es sich in Wirklichkeit um einen Nebeneffekt des globalen transduktiven Bruches handelt, zu dem das Digitale heute führt: Wo klassischerweise zwei Phänomene wesentlich aufgrund

-
- 12 Beispielsweise wenn ein Algorithmus die Existenz einer Korrelation entdeckt, die man nicht erklären kann: Versicherungsgesellschaften haben festgestellt, dass orange Autos eine längere Lebensdauer haben als andere Automobile.
 - 13 Die Verbreitung von Online-Petitionen oder von *memes* setzt sich manchmal die Maske des militanten Engagements auf, dem man zutraut die Welt verändern zu können.
 - 14 Sie thematisieren u.a. die zahlreichen Debatten um die Risiken eines bisher nicht gekannten Anstiegs der Arbeitslosigkeit aufgrund der Automatisierung der Produktion von Waren und Dienstleistungen.
 - 15 Die ökonomische Logik des Webs, die zu dominieren scheint, ist die des *winner takes it all*; die Abwesenheit geographischer Grenzen, die sich aus der Dezentralisierung ergibt, führt zur Bildung oligopolistischer Gruppen beispielloser Größe – die berühmte GAFAM (Google-Amazon-Facebook-Apple-Microsoft).
 - 16 In dem Sinne, dass nicht mehr durch Gewalt, Norm oder gar durch das Gesetz das Konsumverhalten geregelt wird, sondern durch eine Logik der individuellen Wahl, die der Irrationalität der Triebe an der Basis erlaubt, mit einer strengen Kontrolle der industriellen Produktion an der Spitze zusammenzufallen).

ihrer spezifischen Zeitlichkeit und Räumlichkeit der technischen Aktivität verbunden waren, wohnt man heute einer Abkopplung dieser beiden Dimension bei, die man fälschlicherweise für intrinsisch miteinander verbunden hielt. Die Bibliotheken waren Orte, an denen sich der Zugang und die Aneignung von Wissen in wirklicher kardinaler und kalendarischer Nähe vollzog: Nun setzt der Zugang – dank enormer Datenbanken, die auf globaler Ebene von unermüdlichen *bots* erstellt und indexiert werden – keinerlei Nähe zur Wissensaneignung mehr voraus (welcher Forscher hatte nicht schon einmal das Gefühl, einen wissenschaftlichen Artikel ›beinahe‹ gelesen zu haben, aufgrund der einfachen Tatsache, dass er die pdf-Datei auf seinem Rechner gespeichert hat. Eine Ansammlung bestimmter Dateien, die einen Wissensschatz darstellen, der manchmal auf unbestimmte Zeit brach liegt ...). Der transduktive Bruch, der durch das Digitale erzeugt wird, dekorreliert den Zugang und die Aneignung des Wissens dort, wo das alte Universum der Technik, die aus perikörperlicher Prothetik bestand (man liest Bücher, deren Inhalt man in Händen hält, im Zimmer, in dem man sich befindet, im Verlauf des Nachmittags, an dem man in dieser Bibliothek arbeitet), die Illusion erzeugt, dass jeder Zugang zum Wissen in Aneignungsformen – mögen sie auch rudimentär sein – mündet (den Absatz eines Buches per Hand abzuschreiben, hat nicht die gleichen Konsequenzen wie das *copy-paste* einer Wikipedia-Seite). Auf gleiche Weise kann die gemeinsame Einsamkeit nicht in einem Universum existieren, wo räumliche Nähe direkt mit temporaler Nähe zusammenfällt: Die heutige Möglichkeit, mit Freunden am anderen Ende der Welt eine Unterhaltung per SMS zu führen hat zur Folge, dass man Personen in einem Treffen gegenüber sitzen kann, ohne dass man den gleichen räumlichen und zeitlichen Horizont teilt. Gemeinsame Einsamkeit; Abwesenheit in der Präsenz; Information, die unwissend macht; Wissen, das Nichtverstehen erzeugt; transparente Tyrannei; partizipative Machtlosigkeit; Produktion, die verarmt; Dezentralisierung, die konzentriert; Freiheit, die einschränkt: Dies sind die offensichtlichen Paradoxa, die heute sichtbar werden, aber in Wirklichkeit davon zeugen, dass die menschlich/technische Transduktion durch die Beschleunigung der Transduktion der Technologie/Ökonomie zunichte gemacht wird. Hiervon ist das Digitale heutzutage der hervorstechendste Avatar.

Ich verteidige also die Tatsache, dass das Digitale als Radikalisierung und Ergebnis von Technologie einen Bruch des anthropologisch transduktiven Paktes zwischen Mensch und Technik darstellt. Es leitet eine zeitliche Trennung ein, die eine neue, dekorrelierte Beziehung zwischen Mensch und der Technologie, die das Digitale mobilisiert, bestimmt. Die Existenz dieser neuen Beziehung kehrt die alten Rahmenbedingungen um und zwingt uns, die konstitutive Struktur unseres Lebens neu zu überdenken. Um es anders auszudrücken: Das Digitale erweist sich als eine anthropologische Mutation, die keinen historischen Vergleichspunkt hat. Es ist insofern nicht vergleichbar, als ein *massives* Phänomen zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit auftaucht, das die radikale Abkopplung zwischen erlebter Räumlichkeit und Zeitlichkeit auf der Skala der Spezies ermöglicht.

Möglicher Zeuge dieser veränderten Situation sind die Polemiken, die sich um den Gebrauch digitaler Technologien bei sehr jungen Kindern gebildet haben. Diese wurden durch COSE,¹⁷ einem Kollektiv französischsprachiger Ärzte, Logopäden und frühkind-

.....
17 *Collectif surexposition écrans* [www.surexpositioneécrans.org]. In Deutschland wurde die

licher Facharbeiter, hervorgerufen, das die Notwendigkeit eines Labels »Nicht für den Gebrauch von unter Dreijährigen« (identisch mit dem Label für Spielzeuge, die kleine Teile enthalten, die verschluckt werden können) forderte. Die Beschreibungen dieser Fachleute verweisen auf die Möglichkeit einer Unterhöhnung grundlegender Merkmale der Hominisierung bei Kindern, die Bildschirmen übermäßig ausgesetzt waren (manchmal bis zu zehn Stunden am Tag): Echolalie oder fehlende Sprachfähigkeit bei dreijährigen Kindern, keinerlei Entwicklung manueller Feinmotorik, obwohl sie Stunden damit verbrachten, Touchscreens zu streicheln, usw. Erscheinen diese pessimistischen Schlussfolgerungen der Untergrabung der Hominisierung durch die digitalen Prothesen auf den ersten Blick extrem, so stehen sie doch in direktem Zusammenhang mit Arbeiten der Kognitionswissenschaften, die auf der wesentlichen Funktion des Zeigens mit dem Zeigefinger in der Entwicklung der menschlichen Säuglingspsyche (Cochet/Vauclair 2010: 129-149) insistieren oder die Notwendigkeit der händischen Manipulation beim Erlernen der Anwendung von Prothesen sensorischer Substitution¹⁸ betonen.

In heute etwas überholten Begriffen könnte man sagen, dass das Digitale eine Quelle der Entfremdung ist: Es stellt eine solche anthropologische Mutation dar, dass es uns dem, was wir bis heute waren, fremd macht (etymologisch besteht Entfremdung (*aliénation*) gerade darin, sich selbst gegenüber fremd gemacht zu werden). Die von der transhumanistischen Bewegung (Calheiros 2015) mehrheitlich befürwortete Singularität wäre dann vielleicht die zukünftige Entstehung einer totalen und globalen künstlichen Intelligenz als der beispiellose anthropologische Bruch, der sich vor unseren Augen vollzieht. Auf akademische Weise kann man schließlich die Vorstellung vertreten, dass diese Trennung des ursprünglichen transduktiven Raum-Zeit-Kontinuums uns dazu einlädt, unsere bisherigen anthropologischen Evidenzen in Frage zu stellen. Diese anthropotechnische Revolution könnte durchaus eine Einladung sein, die gesamte westliche Geschichte und Philosophie zu überdenken, um operative Begriffe zu schmieden, um das zu denken, was mit uns geschieht.

Aus dem Französischen von Johannes F.M. Schick.

Debatte zum Teil medienwirksam nach Erscheinen des Buches von Manfred Spitzer geführt (Spitzer 2014).

- 18 Probanden zeigten in Versuchen, in denen die Kamera, die mit dem sensorischem Substitutionsgerät (ein Streifen von Stiften, der am Rücken oder an der Zunge befestigt wird) verbunden ist, in der Hand gehalten wird, überzeugende Lernfähigkeiten. Die gleichen Probanden waren allerdings nicht in der Lage zu lernen, sich im Raum zu lokalisieren, wenn das gleiche Gerät mit einer Kamera verbunden war, die sich auf der Schulter befindet (und somit nicht manipulierbar ist): Bach-y-Rita/Collins 1971; Lenay/Gapenne/Hanneton/Marque 1999.

Littérature

- BACH-Y-RITA, Paul/COLLINS, Carter C. (1971): »Sensory Substitution Systems Using the Skin for the Input to the Brain«. In: *Journal of the Audio Engineering Society* 19: 5, 427-429.
- BAUDRY, Jérôme (2014): *Une histoire de la propriété intellectuelle. Les brevets d'invention en France, 1791-1844: acteurs, catégories, pratiques*, Paris: EHESS.
- BECKMANN, Johann (2017 [1806]): *Projet de technologie générale. Johann Beckmann et l'histoire de la technologie* [Originaltitel: *Entwurf der allgemeinen Technologie*], übers. u. hg. v. Guillaume Carnino/Liliane Hilaire-Pérez/Jochen Hoock, Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- BENHAMOU, Bernard (2006): »Organiser l'architecture de l'Internet«. In: *Esprit* 324: 5, 154-166.
- BOËDA, Éric (1992): »Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du paléolithique inférieur et moyen: chronique d'une variabilité attendue«. In: *Techniques et culture* 17-18, 37-79.
- BOËDA, Éric (2013): *Techno-logique & technologie. Une paléo-histoire des objets lithiques tranchants*, Paris: Archéo.
- CALHEIROS, Cécilia (2015): »Cyberespace et attentes eschatologiques: comment les technosciences participent-elles à la croyance en une humanité spirituellement connecté?«. In: *L'Atelier du Centre de recherches historiques* 15, <https://journals.openedition.org/acrh/6680> (07.03.2018).
- CARNINO, Guillaume (2010): »Les transformations de la technologie: du discours sur les techniques à la techno-science«. In: *Romantisme. Revue d'histoire du xixe siècle*, 150: 4, 75-84.
- CARNINO, Guillaume (2013): »Clément Ader, entrepreneur d'invention«. In: *Romantisme. Revue d'histoire du xixe siècle* 162: 4, 125-140.
- CARNINO, Guillaume (2014): »Pour une historiographie des critiques du numérique«. In: *Éléments de démocratie technique*, hg. v. Pierre Lamard/Yves-Claude Lequin, Belfort: UTBM, 133-144.
- CARNINO, Guillaume (2015): *L'Invention de la science. La nouvelle religion de l'âge industriel*, Paris: Seuil (L'Univers historique).
- CARNINO, Guillaume/Marquet, Clément (2018): »Les datacenters enfoncent le cloud: enjeux politiques et impacts environnementaux d'internet«. In: *Zilsel* 3, 19-62.
- COCHET, Hélène/VAUCLAIR, Jacques (2010): »Pointing Gesture in Young Children. Hand Preference and Language Development«. In: *Gesture* 10, 2-3.
- CULKIN, John M. (1967): »A Schoolman's Guide to Marshall McLuhan«. In: *Saturday Review* 51-53, 70-72.
- CUNNINGHAM, Andrew/WILLIAMS, Perry (1993): »De-centring the "Big Picture": The Origins of Modern Science and the Modern Origins of Science«. In: *Journal for the History of Science* 26: 4, 407-432.
- DESCHAMPS, F.G. (1783): *Almanach sous verre des associés pour l'année 1783*, Paris: F.G. Deschamps et Demoraine.
- DELFOUR, Jean-Jacques (2011): *Télé, bagnole et autres prothèses du sujet moderne. Essai sur la jouissance technologique*, Paris: Eres.
- DIDEROT, Denis/D'ALEMBERT, Jean Le Rond (1751-1772): *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (28 vol.), Paris: Le Breton, Durand, Briasson & David.

- DIDEROT, Denis/D'ALEMBERT, Jean Le Rond (1782-1832): *Encyclopédie méthodique, ou par ordre de matières, rédigée par une société de gens de lettres, de savants et d'artistes*, Paris: Charles-Joseph Panckoucke.
- DUFOUR, Dany-Robert (2007): *Le divin marché*, Paris: Gallimard.
- DUFOUR, Dany-Robert (2009): *La cité perverse*, Paris: Gallimard.
- DUHAMEL DU MONCEAU, Henri Louis (1788): *Description des arts et métiers, faites ou approuvées par MM. de l'Académie royale des sciences*, Paris: Charles-Joseph Panckoucke.
- FRESSOZ, Jean-Baptiste (2012): *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris: Seuil.
- FREY, Carl Benedikt/OSBORNE, Michael A. (2013): »The Future of Employment. How Susceptible Are Jobs to Computerization?« In: https://www.researchgate.net/publication/271523899_The_Future_of_Employment_How_Susceptible_Are_Jobs_to_Computerisation (26.07.2018).
- GALVEZ-BEHAR, Gabriel (2008): *La république des inventeurs. Propriété et organisation de l'innovation en France (1791-1922)*, Rennes: Pur.
- GARDEN, Maurice (1970): *Lyon et les Lyonnais au xviii^e siècle*, Paris: Belles lettres.
- GRAS, Alain (1998): *Les macro-systèmes techniques*, Paris: PUF.
- GUILLERME, Jacques/SEBESTIK, Jan (2007): »Les commencements de la technologie«. In: *Documents pour l'histoire des techniques* 14, 49-122.
- HALLEUX, Robert (2009): *Le savoir de la main. Savants et artisans dans l'Europe pré-industrielle*, Paris: Armand Colin.
- HILAIRE-PÉREZ, Lilian (2013): *La pièce et le geste. Artisans, marchands et savoir technique à Londres au xviii^e siècle*, Paris: Albin Michel.
- HILAIRE-PÉREZ, Liliane (2000): *L'invention technique au siècle des Lumières*, Paris: Albin Michel.
- HUGHES, Thomas P. (1969): »Technological Momentum in History: Hydrogenation in Germany, 1898-1933«, *Past and Present* 44, 106-132.
- HUGHES, Thomas P. (1983): *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- HUGHES, Thomas P. (1989): *American Genesis. A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970*, New York: Penguin.
- HUGHES, Thomas P. (1994): »Technological Momentum«. In: *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, hg. v. Merritt Roe Smith/Leo Marx, Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 101-114.
- In: *Documents pour l'histoire des techniques* 14, 134-143.
- JACOMY, Bruno (1990): *Une histoire des techniques*, Paris: Seuil.
- JARRIGE, François (2014): *Techno-critiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences*, Paris: La Découverte.
- JAS, Nathalie (2001): *Au carrefour de la chimie et de l'agriculture: les sciences agronomiques en France et en Allemagne, 1840-1914*, Paris: Archives contemporaines.
- JONES, Colin (2014): *The Smile Revolution in Eighteenth Century Paris*, Oxford: Oxford University Press.

- LABOULAYE, Charles (1873): *Dictionnaire des arts et manufactures*, Paris: Librairie de Dictionnaire des arts et manufacture.
- LENAY, Charles et al. (1999): »La suppléance sensorielle: limites et perspectives«. In: *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*, hg. v. Yvette Hatwell/Arlette Streri/Edouard Gentaz, Paris: PUF, 287-306.
- LEROI-GOURHAN, André (1964/1965): *Le geste et la parole*, t. 1: *Technique et langage*, t. 2: *La mémoire et les rythmes*, Paris: Albin Michel.
- LEROI-GOURHAN, André (1988): *Hand und Wort: Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*, übers. von Michael Bischoff, Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- LOEVE, Sacha (2015): »La Loi de Moore: enquête critique sur l'économie d'une promesse«. In: *Sciences et technologies émergentes: pourquoi tant de promesses?*, hg. v. Marc Audétat et al, Paris: Hermann, 91-113.
- MARCUSE, Groupe (2013): *La liberté dans le coma. Essai sur l'identification électronique et les moyens de s'y opposer*, Paris: La Lenteur.
- MOROZOV, Evgeny (2013): *To Save Everything, Click Here. The Folly of Technological Solutionism*, New York: Public Affairs.
- PANCKOUCKE, Charles-Joseph (1782): *Encyclopédie méthodique. Arts et métiers mécaniques*, Paris: Panckoucke.
- PARIZER, Eli (2011): *The Filter Bubble. What the Internet is Hiding from You*, New York: Penguin.
- PAUL, Harry W. (1985): *From Knowledge to Power. The Rise of the Science Empire in France, 1860-1939*, Cambridge: Cambridge University Press.
- PESSIS, Céline/TOPÇU, Sezin/BONNEUIL, Christophe (Hg.) (2013): *Une autre histoire des »Trente Glorieuses«. Modernisation, contestations et pollutions dans la France d'après-guerre*, Paris: La Découverte.
- ROSA, Hartmut (2010): *Accélération. Une critique sociale du temps*, Paris: La Découverte.
- ROUX, Thomas Le (2011): *Le laboratoire des pollutions industrielles. Paris, 1770-1830*, Paris: Albin Michel.
- SADIN, Éric (2015): *La vie algorithmique. Critique de la raison numérique*, Paris: L'Échappée.
- SCHABAS, Margaret (1990): *A World Ruled by Number. William Stanley Jevons and the Rise of Mathematical Economics*, Princeton: Princeton University Press.
- SCHATZBERG, Eric (2012): »From Art to Applied Science«. In: *Isis* 103, 555-563.
- SCHATZBERG, Eric (erscheint 2018): *Technology: Critical History of a Concept*, Chicago: University of Chicago Press.
- SIGAUT, François (2006): »Le savoir des couteaux«. In: *Dire le savoir-faire, Cahiers d'Anthropologie sociale* 1, hg. v. Salvatore D'Onofrio/Frédéric Joulian, Paris: L'Herne.
- SIMONDON, Gilbert (1958): *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris: Aubier.
- SIMONDON, Gilbert (2005): *L'Individuation à la lumière des notions de formes et d'information*, Paris: Jérôme Millon.
- SINGLETON, Michael (2007): »Croyance et décroissance«. In: *Entropia* 3, 37-44.
- SPITZER, Manfred (2014): *Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*, München: Droemer Knaur Verlag.
- STEINER, Pierre (2010): »Philosophie, technologie, cognition: états des lieux et perspectives«. In: *Intellectica* 53: 1, 7-40.

- STIEGLER, Bernard (1996): *La technique et le temps 2: La désorientation*, Paris: Galilée.
- TURKLE, Sherry (2013): *Alone Together. Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. New York: Basic books.
- VÉRIN, Hélène (2007): »La technologie: science autonome ou science intermédiaire?«. In: *Documents pour l'histoire des techniques (Nouvelle série)* 14, 134-143.