

Projektbeschreibung

Sichtbare Netzwerke. Forschungspolitik und Life Sciences im 21. Jahrhundert.

Gefördert vom Schweizerischen Nationalfonds SNF

Alban Frei, Technikgeschichte, ETH Zürich

Abstract

Das Forschungsprojekt „Sichtbare Netzwerke“ untersucht die jüngsten Transformationen in der schweizerischen Forschungspolitik und in den postgenomischen *Life Sciences* am Beispiel von SystemsX.ch. SystemsX ist ein Forschungsnetzwerk zur Förderung eines neuen Ansatzes in den *Life Sciences*, der Systembiologie. 2012 verfügte SystemsX.ch über ein Jahresbudget von rund 50 Mio. CHF, vereinte ca. 750 Mitarbeiter aus rund 250 Forschungsgruppen und war an 12 Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstituten präsent. Mit diesen Dimensionen bewegt sich SystemsX.ch ausserhalb des *courant normal* schweizerischer Forschungsförderung. Diese wissenschaftliche Grossoffensive nahm ihren Anfang in den „Nullerjahren“, in einer Phase von wirtschaftlichen Unsicherheiten und Restrukturierungen.

Das Projekt fragt nach den Gründen für diese ausserordentliche Förderung. Um die Investition in einen zukunftssträchtigen, inhaltlich aber diffusen Ansatz der Lebenswissenschaften historisch zu erklären, muss man die Veränderungen von Wirtschaft und Wissenschaftspolitik in den 1990er Jahren betrachten: Die anhaltende wirtschaftliche Stagnation lässt sich als Folge eines verpassten Strukturwandels in der globalisierten Weltwirtschaft deuten und bildete den Boden für eine forschungspolitische Offensive. Daraus allein lässt sich die Entstehung von SystemsX und die millionenschwere Förderung des *Systems Approach* aber noch nicht ableiten. Das Forschungsprojekt fragt nach den konkreten Aushandlungsprozessen, die SystemsX in seiner heutigen Form entstehen liessen. Es geht von der These aus, dass erst das Zusammenwirken von gesellschaftlichen, politischen und epistemischen Prozessen SystemsX ermöglichte: Erst die Rede vom „Netzwerk“ als Leitmetapher unserer Gesellschaft, der Umbau der Hochschullandschaft nach Prinzipien des *New Public Management*, der Konsens über die hohe Bedeutung von Spitzenforschung für den Standort Schweiz, die Deutung von Internationalität, Interdisziplinarität, Flexibilität und Projektstruktur als Erfolgsfaktoren wissenschaftlicher Forschung bereiteten den Boden für SystemsX.

Mit der methodischen Disposition einer Wissensgeschichte wird nach den Akteuren, Orten, Redeweisen und Denkstilen gefragt, die SystemsX hervorgebracht haben. Damit wird ein Reflexionsraum über die Bedeutung von Forschung und Forschungsförderung in der Schweiz des 20. und 21. Jahrhunderts eröffnet und ein Einstieg in die jüngste Biologiegeschichte geboten.

Forschungspolitik und Life Sciences

Die Ausgangslage des Forschungsprojektes bilden zwei Beobachtungen: Erstens generierten die diffuse wirtschaftliche und gesellschaftliche Krisenlage der 1990er ein günstiges Klima für eine forschungspolitische Offensive. Und zweitens bot der *Systems Approach* im gleichen Zeitraum eine Konsolidierungsmöglichkeit der postgenomischen *Life Sciences*, der die Labels „zukunftsträchtig“ und „Pioniergebiet“ anhafteten.

1. Die ökonomische Krise anfangs der 1990er Jahre führte zu einem Problembewusstsein, in dessen Folge zunehmend wirtschafts- und ordnungspolitische Massnahmen ins Zentrum gerückt wurden. Als Ausdruck dieser Problemwahrnehmung lässt sich das von David de Pury et al. 1995 herausgegebene neoliberale Weissbuch „Mut zum Aufbruch“ interpretieren. Die Autorengruppe zeichnet darin ein Bild nachlassender Standortattraktivität der Schweiz und schlägt eine umfassende Restrukturierung von Politik und Verwaltung vor. Schleppende Verfahren, ineffiziente Behörden, regulatorische Hindernisse, hohe Steuerbelastung, aber auch eine verfehlte Forschungspolitik mit einem „Wirrwarr an Förderungskanälen“ und einer „Bürokratisierung der Forschungsverwaltung“, hätten zu einer Abwanderung wertschöpfungsreicher Branchen geführt, wie beispielsweise der Bio- und Gentechnologie.¹ In dieser Problemwahrnehmung lässt sich ein Deutungsmuster für die 1990er Jahre und die Jahrtausendwende erkennen: Die drohende Wohlstandgefährdung der Schweiz aufgrund verpasster Reformen im globalisierten Wettbewerb. In dieser Situation überrascht weder die Mobilisierung des Wissen-als-wichtigste-Ressource-Diskurses in der rohstoffarmen Schweiz, noch ist es erstaunlich, dass die Diskussion um Forschungsförderung und Innovationskraft der Wirtschaft gerade im Bereich der *Life Sciences* besonders intensiv geführt wurde: Die mit den *Life Sciences* verbundene Pharma- und Medizinbranche gilt als forschungs- und kapitalintensiv und hat eine volkswirtschaftlich bedeutende Dimension, besonders in der Region Basel.² Zudem verstärkte die öffentliche Debatte über Gentechnologie, die 1998 in der Ablehnung der Genschutzinitiative einen vorläufigen Höhepunkt fand, die Einschätzung, wichtige Forschungsentwicklungen in diesem Bereich verpasst zu haben.³ Diese Sichtweise wurde durch eine Reihe von dramatischen Entwicklungen in der Pharma-Branche verstärkt: 1995 schloss der Basler Chemiekonzern *F. Hoffmann- La Roche Ltd.* sein molekularbiologisches Forschungsinstitut, 1996 fusionierten die beiden Chemiekonzerne *CIBA Geigy AG* und *Sandoz* zu *Novartis AG*, was neben einem Stellenabbau auch eine komplette Restrukturierung der alten Firmenstrukturen bedeutete, 2000 gab die *Roche* bekannt, auch das zweite in Basel domizilierte Forschungsinstitut, das *Basel Institut of Immunology (BII)* zu schliessen, 2002 verlegte die *Novartis* die Forschungsleitung in die USA und eröffnete in Cambridge einen neuen Standort mit rund 1000 Arbeitsplätzen.⁴ Diese strukturellen Veränderungen wurden als Problem wahrgenommen, für das

¹ de Pury et al. 1995, Zitate S. 40 und 41.

² Über die Verknüpfung von Wirtschaftspolitik und Wissenschaft, besonders in Krisenzeiten: König 1998, Straumann 2001, Wildi 2003. Seit der Tertiärisierung und Outsourcing-Prozessen der 1970er Jahre gilt die Fokussierung der ehemaligen „Industrienationen“ auf forschungsintensive Ökonomien als Gemeinplatz für Wachstumsstrategien. Dies wurde jüngst auch wieder mit einem Plädoyer für eine „wissensbasierte Wirtschaft“ von der „Lissabon-Strategie“ der EU bekräftigt. Siehe: Doering-Manteuffel und Raphael 2008; http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_de.htm [Stand: 29.08.2012]. Ökonomische Studien zur Bedeutung der *Life Science*-Branche: BAK Basel Economics 2002, Plaut Economics und Economics 2007.

³ Zur Gentechnologie in der Schweiz und die gesellschaftliche Debatte darüber existieren eine Reihe von Studien: Arvanitis und Schips 1996, Binet 1997, Kurath 2005, Oegerli 2006, Schweiz. Bundesamt für Statistik 1998.

⁴ Abbott 2000, Streckeisen 2008, Zeller 2001, Steck 2006 .

eine gezielte forschungspolitische Intervention auf einem „zukunftsfähigen“ Gebiet eine adäquate und technisch machbare Lösung bot.⁵

2. Die Biologie war um die Jahrtausendwende allerdings ebenfalls mit einer diffusen Problemlage konfrontiert. Mit der vollständigen Entschlüsselung des menschlichen Erbgutes 2001 war nicht nur ein wissenschaftliches Grossprojekt, sondern in gewisser Hinsicht auch eine ganze Forschungsrichtung zum Abschluss gekommen: Die auf das Gen zentrierte Molekularbiologie, die mit der Doppelhelix von Francis Crick und James Watson (1953) ein weit über den Fachkreis wirksames Symbol gefunden und die Lebenswissenschaften über mehr als 50 Jahre geprägt hat, verlor ab den 1990er Jahre schrittweise ihre Zentrumsstellung. Das Aufkommen der *High-throughput*-Verfahren und Biochip-Sensoren in den 1990er Jahren schuf nicht nur die technologische Grundlage für die vollständige Sequenzierung des Humangenoms, sondern auch enorme Datenmengen über Proteine und den Metabolismus. Als um die Jahrtausendwende – früher als geplant – die Entschlüsselung des Humangenoms verkündet werden konnte, erstaunten nicht nur die Anzahl der menschlichen Gene, die sich als weit geringer erwies, als angenommen. Auch erwiesen sich die hohen Erwartungen in die Gen-bezogene Medikamentenentwicklung als übertrieben. Das Humangenomprojekt erwies sich nicht nur als Höhepunkt der molekulargenetischen Biologie, sondern gewissermassen auch als deren Endpunkt.⁶ Der Verlust der Zentrumsstellung des Gens innerhalb der Biologie, läutete eine Phase der Neuorientierungen und Reorganisation der Lebenswissenschaften ein. Die postgenomischen Life Sciences kann man deshalb als Baustelle bezeichnen, auf der verschiedene Akteure versuchen, neue Ansätze, Technologien, Denkweisen und Etiketten zu etablieren. Einer dieser postgenomischen Stabilisierungsversuche propagierte seit den 1990er Jahren ein systemisches Verständnis biologischer Prozesse und konsolidierte sich seit 2000 unter dem Begriff *Systems Biology*.⁷

Der systembiologische Ansatz basiert auf molekulargenetischen Methoden und Erkenntnissen und zielt auf ein holistisches und präskriptives Verständnis biologischer Prozesse. Der Ansatz baut noch stärker als die Molekularbiologie auf interdisziplinären Vorgehensweisen auf und vereint Methoden aus Biologie, Chemie, Physik, Informatik, Computerwissenschaften und Mathematik. Mit dieser Konstellation soll ein integraler Blick auf die Zelle möglichst umfassendes und pharmazeutisch-medizinisch verwertbares Wissen über biologische Netzwerke generieren. Der systemische Ansatz soll die Biologie zur quantitativen Wissenschaft transformieren und in der Grundlagenforschung sogenannte *drug targets* erarbeiten, also Ergebnisse, die als Grundlage für die Synthetisierung von Wirkstoffen und Medikamenten verwendet werden können.⁸ Mit diesen Versprechen schien der *Systems Approach* eine geeignete Entwicklungsperspektive für die Molekularbiologie nach der Terminierung des *Human Genome Projects* zu bieten. Aufgeladen mit den Labels „Pioniergebiet“ und „zukunftsfähig“ wurde der Ansatz zum Gegenstand forschungspolitischer Interventionen. Nach dem ersten

⁵ Dies betont der Erziehungsdirektor des Kantons Basel-Stadt, Christoph Eymann im Gespräch: Nach der Schliessung des BII (und der anschliessenden Nichtberücksichtigung des Standortes Basel bei der Vergabe der fünf *Life Science* Forschungsschwerpunkte NCCR 2001), habe aus politischer Sicht Handlungsbedarf bestanden, was ihn bewogen habe, die Initiative „junger, begeisterter Wissenschaftler“ zur Gründung eines Forschungsinstituts für Alterskrankheiten in den Dimensionen des BII zu unterstützen. Interview am 21.08.2012.

⁶ Müller-Wille und Rheinberger 2009.

⁷ Frühe programmatische Papers der Systembiologie: Ideker et al. 2001, Wolkenhauer 2001, Kitano 2002. Über den „Beginn“ der Systembiologie siehe: Powell et al. 2007, S. 18ff.

⁸ Abbott 2008.

Auftauchen systembiologischer Papers und der Gründung des ersten fachspezifischen Instituts in Seattle 2000 folgten millionenschwere Förderprogramme in den USA, Japan und in Westeuropa.⁹

Netzwerke und Visualisierung

Auch in der Schweiz wird Systembiologie prioritär gefördert.¹⁰ Was heute (2012) unter dem Namen SystemsX.ch als breit abgestützte Forschungsinitiative erscheint und als nationaler Forschungsschwerpunkt politische Sonderbehandlung genießt, ist das Resultat eines komplexen und konfliktreichen Aushandlungsprozesses. Dabei lässt sich eine Entwicklungslinie von dem im Februar 2001 vorgestellten *Basel Institute for Diseases of Ageing* (BIDA), über das ETH Institut für Systembiologie in Basel, zur zunächst auf drei Institutionen beschränkten Zusammenarbeit SystemsX, bis zur schweizweiten Initiative SystemsX.ch nachzeichnen.¹¹ Im Verlauf dieser Entwicklung haben sich Organisationsform und Finanzierungsmodell mehrfach geändert und teilweise unerwartete Wendungen genommen.¹² Das Forschungsnetzwerk ist ein Produkt des ab den 1990er Jahren erfolgten Umbaus des Forschungsförderungs- und Hochschulsystems und gleichzeitig das Resultat eines soziokulturellen und epistemischen Aushandlungsprozesses. Die Initiative bedient – so die hier vertretene These – zeitspezifische Denkmuster der globalisierten Informationsgesellschaft und bietet damit eine Verständigungsgrundlage für Akteure aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. *Erstens* geht es um die *Herstellung von Sichtbarkeit*: SystemsX.ch ist eine konsequente Weiterführung der hochschulpolitischen Entwicklung in Richtung Interdisziplinarität und interinstitutionelle Kooperation. Durch Web-Präsenz, *Newsletter*, interne Kommunikationsplattform, Lobbying, *fire-site Meetings*, *Summerschools*, Hochglanzbroschüren, *Corporate Design* und Merchandisingprodukte wird der *Systems Approach* extern und intern materialisiert, visualisiert und für den schweizerischen Rahmen adaptiert. SystemsX.ch ist keine Administrativbehörde, sondern ein *Brand*, eine Lobbyorganisation und eine Vernetzungsstelle; sie konturiert einen diffusen Forschungsansatz, erhöht dessen Sichtbarkeit und macht ihn dadurch zum Ziel staatlicher und privatwirtschaftlicher Forschungsförderung.¹³ Visualisierung ist aber auch eine der zentralen Strategien des *Systems Approach*: Das quantitative, modellierbare und präskriptive Verständnis von biologischen Systemen ist grundsätzlich auf Visualisierungstechnologien, etwa das *High-throughput Screenig* angewiesen. Dabei spielen nicht nur die Höhe der Auflösung, die Geschwindigkeit der Bildfolge und die Möglichkeit prozessualer Bildgebung eine Rolle, sondern auch visuelle Verfahren der Abstraktion und Reduktion bei der

⁹ Einen Überblick der weltweiten Forschungsprogramme in Systembiologie bieten Macilwain 2011 und Reiss et al. 2005.

¹⁰ Die Initiative SystemsX.ch vereint heute neun Hochschulen und Universitäten sowie vier weitere Forschungsinstitute als Partner und verfügte 2008–2011 über ein Aufkommen von 588 Mio. CHF, wovon 100 Mio. in Aufbau und Weiterführung des *Center for Biosystems Sciences and Engineering* (C-BSSE, ab 2007 D-BSSE) in Basel bestimmt waren. BFI-Botschaft 2008–2011, S. 1353.

¹¹ Statement of Intent, February 14. 2001 (SYSTEMSX_Archiv-A), Plattner 2004, Plattner 2005.

¹² Nicht der Schweizerische Nationalfonds SNF, sondern die Schweizerische Universitätenkonferenz SUK stemmt den Hauptanteil der Finanzierung. Über das Gefäss *Kooperationsprojekte* wurden zwischen 2005 und 2007 CHF 10 Mio. und zwischen 2008–2011 CHF 50 Mio. gesprochen. Ohne die Höhe oder die Verwendung dieser Beträge zu kritisieren, betont die Generalsekretärin der SUK in einem Interview, dass SystemsX.ch bei der SUK eigentlich am falschen Ort sei. Siehe: Schweizerische Universitätenkonferenz, Jahresbericht 2004, S. 54; Schweizerische Universitätenkonferenz, Jahresbericht 2008, S. 38. Interview mit Dr. Martina Weiss am 12.07.2012.

¹³ Vgl. SystemsX.ch. Die Schweizer Initiative für Systembiologie. Infobroschüre (ohne Jahresangabe); <http://www.systemsx.ch/> [Stand: 27.08.2012]; Müller, Thomas: SystemsX.ch, Kommunikationskonzept 2008 (2011 überarbeitet durch Matthias Scholer). Das Branding von SystemsX.ch schlägt sich etwa in der konsequenten Verwendung eines kapitalen X nieder; auf der Visitenkarte, in der offiziellen Schreibweise oder in der Namensgebung der geförderten Projekte von BattleX über Dynamix bis zu YeastX.

Informationsverarbeitung: „Visualization of information at the molecular level is going to be the critical technology of the future.“¹⁴

Zweitens strukturiert das „semantische Leitfossil“¹⁵ *Netzwerk* die Produktion und Perzeption von SystemsX.ch und von Systembiologie. SystemsX.ch lässt sich als Netzwerk beschreiben, das Institutionen, Departemente, Disziplinen, Forschungsgruppen aber auch Vertreter aus Industrie und Politik miteinander vernetzt. „Netzwerk“ funktioniert dabei als Selbst- wie als Fremdzuschreibung und wird von den Protagonisten ausschliesslich positiv gedeutet.¹⁶ Der holistische Anspruch des *Systems Approach* wiederum kristallisiert sich auch im Netzwerkbegriff. Biologische Prozesse werden in Netzwerken untersucht, sowohl die Zelle, wie auch einfache Organismen oder komplexe Lebewesen lassen sich in der Netzwerkterminologie beschreiben. Die Netzwerkterminologie funktioniert als breit verständliches Deutungsmuster im „Informationszeitalter“. Von Verkehrs- und Telefonnetzen, über das *WorldWideWeb*, über soziale Netzwerke und karriereförderndes *Networking*, bis zu Forschungsnetzwerken und der *Social Network Analysis* prägt der Begriff die zeitspezifische Redeweise. Über die Netzwerkmetapher lässt sich die als Informationswissenschaft gedeutet Systembiologie, aber auch der Gedanke einer effizienten und zeitgemässen Forschungsorganisation einordnen und macht sie anschlussfähig für gesellschaftliche und politische Debatten.¹⁷

Wissensgeschichte

SystemsX.ch wird demnach als Netzwerk verstanden, das Wissenschaftler, Politiker, Industrievertreter über Laboratorien, technische Instrumente, Institutionen und Denk- und Redeweisen mit einander in Verbindung setzt. Die Netzwerkstruktur von SystemsX.ch lässt es wenig sinnvoll erscheinen, Wissenschaft, Politik und Wirtschaft als getrennte Systeme zu betrachten und deren Interaktionsformen zu beschreiben. Zielführender ist eine theoretische Konzeption, die nach den Diskursen und Denkweisen fragt, welche sowohl Systembiologie als auch SystemsX.ch ermöglichen, unterstützen und deren Rezeption strukturieren. Im Sinne einer Wissensgeschichte wird deshalb nach Zirkulation und Übersetzung, Aktivierung und Deaktivierung, Visualisierungen und Materialisierung von Wissensbeständen gefragt und die Rolle von Expertisen und Experten im gesellschaftlichen Wandel thematisiert.¹⁸ Eine solche Perspektive fokussiert nicht auf die Entstehung von Wissen, dessen politischer Steuerung und wirtschaftlicher Valorisierung, sondern sie begreift Wissenschaft selbst als politisches Phänomen.

Das Forschungsprojekt „Sichtbare Netzwerke“ basiert auf der Annahme, dass zwischen politisch priorisierter Forschungsförderung, epistemischer Entwicklung und soziokulturellen Prozessen ein durch historische Analyse beschreibbarer Zusammenhang besteht. Dieser Zusammenhang lässt sich sowohl anhand der neuartigen Wissenschaftsorganisationsform, wie auch in der wissenschaftlichen Praxis und deren Selbst- und

¹⁴ Hood 2003, S. 12. Siehe auch das SystemsX.ch Projekt CINA (Center of Cellular Imaging at NanoAnalytics): <http://www.cina.unibas.ch/> [Stand: 27.08.2012].

¹⁵ Schüttpelz 2007, S. 25.

¹⁶ „Wir sind Netzwerkgeneratoren“ – so eine beiläufige Aussage des *Managing Director* von SystemsX.ch, Daniel Vonder Mühl bei einem Laborbesuch (13.7.2012).

¹⁷ Kaufmann 2007, Schüttpelz 2007, Fangerau und Halling 2009. Zu Netzwerktheorien im Globalisierungsprozess: Osterhammel und Petersson 2003, Kap. 2.

¹⁸ Vogel 2004, Speich Chassé und Gugerli 2012.

Fremdbeschreibung analysieren. Das zu untersuchende Material besteht demnach aus unterschiedlichen Quellengattungen wie Medienberichten, Fachliteratur, Zeitzeugen-Interviews und vor allem aus schriftlich vorhandenen Archivalien wie Protokolle, Korrespondenzen, Verträge, Notizen und sonstigen Unterlagen. Bei den archivalischen Quellen bilden die Unterlagen von SystemsX und ihren Vorgängerorganisationen den wichtigsten Teil. Dieser Quellenbestand lässt sich mit sich mit 7.5. GB Daten, oder mit 11'500 Dokumenten quantifizieren und ist bisher noch gänzlich unbearbeitet. Eine weitere wichtige Quelle bilden qualitative Interviews. Dabei werden Zeitzeugen in Leitfadeninterviews befragt, die SystemsX.ch aus unterschiedlichen Perspektiven kommentieren: Führungskräfte, Forschungsgruppenleiter, Doktoranden, aber auch Behördenvertreter, politische Entscheidungsträger und Kritiker.

Recent (Science) History

Eine methodische Herausforderung bietet die Erforschung der jüngsten Vergangenheit. Die Quellenlage steht in einem Spannungsverhältnis von Überfluss (es werden ständig mehr Quellen produziert) und Restriktion (beispielsweise Zurückhaltung persönlicher Daten), zudem begibt sich der Historiker mit seiner Analysetätigkeit in ein Spannungsverhältnis mit beteiligten Wissenschaftlern, Wissenschaftsjournalisten und Interessensvertretern. Jeff Hughes hat an einem Symposium zu der Problematik einer *Recent Science History* treffenderweise festgehalten, dass eine gegenwartsbezogene Geschichtswissenschaft immer mit den obengenannten Herausforderungen konfrontiert sei, weil sie üblicherweise in einem politischen Rahmen interpretiert werde. So gesehen bildet die Erforschung der jüngsten Vergangenheit keinen Sonderfall; die methodischen Herausforderungen befinden sich einfach näher an der Oberfläche.¹⁹

Das Forschungsprojekt bewegt sich an der Schnittstelle von Forschungspolitik und Wirtschaftspolitik in der Schweiz, sowie der epistemischen Entwicklung in den *Life Sciences* des 20. und 21. Jahrhunderts. Mit der historischen Analyse von SystemsX.ch wird eine charakteristische Form der Wissenschaftsorganisation in einer globalisierten Konkurrenzsituation untersucht, welche die jüngsten Entwicklungen der schweizerischen Forschungs- und Wissenschaftspolitik exemplarisch widerspiegelt. An der Geschichte von SystemsX.ch lässt sich damit auch die zeitgenössische Debatte um die Zukunftsfähigkeit der Schweiz nachvollziehen, weil sie den Forschungsbereich untersucht, der in den letzten zehn Jahren die unbestrittene Priorität der Wissenschaftsförderung genoss. Mit der jungen Systembiologie fokussiert das Projekt zudem auf einen Ansatz der *Life Sciences*, der als fundamentale Erneuerung der Biologie interpretiert werden kann und der innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums viele Ressourcen binden konnte.

Durch die thematische und methodische Ausrichtung kontribuiert das Forschungsprojekt zur jüngsten Schweizer Zeitgeschichte und zur Geschichte der *Life Sciences*. Es eröffnet einen Reflexionsraum über die Bedeutung von Forschung und Forschungsförderung in der Schweiz des 20. und 21. Jahrhunderts und bildet einen Einstieg für die im deutschsprachigen Raum noch ausstehende Forschung zum epistemischen Wandel in der Biologie.

¹⁹ Hughes 1997, Söderqvist 1997.

Literatur

- Abbott, Alison 2000: Roche brings down curtain on Swiss immunology lab, in: *Nature*, 405 (6787), S. 605-605.
- Abbott, Alison 2008: A friendish puzzle, in: *Nature*, 455, S. 1165-1167.
- Arvanitis, Spyros und Bernd Schips 1996: *Lage und Perspektive der Gentechnologie in der Schweiz. Eine ökonomische Analyse anhand von Firmendaten. Schlussbericht*, Zürich: Konjunkturforschungsstelle.
- Basel Economics, BAK 2002: *Garant und Motor für Produktivität und Wohlstand in der Schweiz. Die Bedeutung der chemisch-pharmazeutischen Industrie für die Schweizer Volkswirtschaft*, Basel.
- Binet, Olivier 1997: *Gentechnologie in der Schweiz. Eine politisch-ökonomische Analyse*, Chur Zürich: Rüegger.
- de Pury, David, et al. 1995: *Mut zum Aufbruch. Eine wirtschaftspolitische Agenda für die Schweiz*, Zürich: Orell Füssli Verlag.
- Doering-Manteuffel, Anselm und Lutz Raphael 2008: *Nach dem Boom. Perspektiven auf die Zeitgeschichte seit 1970*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Fangerau, Heiner und Thorsten Halling (Hg.) 2009: *Netzwerke. Allgemeine Theorie oder Universalmetapher in den Wissenschaften? ein transdisziplinärer Überblick*, Science studies, Bielefeld: Transcript.
- Hood, Leroy 2003: Systems biology: integrating technology, biology, and computation, in: *Mechanisms of Ageing and Development*, 124 (1), S. 9-16.
- Hughes, Jeff 1997: Whigs, Prigs and Politics: Problems in the Historiography of Contemporary Science, in: Söderqvist, Thomas (Hg.): *The Historiography of Contemporary Science and Technology*, Amsterdam: Harwood Academic publisher, S. 19-37.
- Ideker, Trey, et al. 2001: A new approach to decoding life: Systems biology, in: *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 2, S. 343-372.
- Kaufmann, Stefan 2007: Einleitung. Netzwerk-Methode, Organisationsmuster, antiessenzialistisches Konzept, Metapher der Gegenwartsgesellschaft, in: Kaufmann, Stefan (Hg.): *Vernetzte Steuerung. Soziale Prozesse im Zeitalter technischer Netzwerke*, Zürich: Chronos, S. 7-21.
- Kitano, H. 2002: Looking beyond the details: a rise in system-oriented approaches in genetics and molecular biology, in: *Current Genetics*, 41 (1), S. 1-10.
- König, Mario 1998: Wohlhabenheit. Vom Erfolg einer kleinen offenen Volkswirtschaft, in: Hettling, Manfred, et al. (Hg.): *Eine kleine Geschichte der Schweiz. Der Bundesstaat und seine Traditionen*, Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 265-289.
- Kurath, Monika 2005: *Wissenschaft in der Krise? Risikodiskurse über Gentechnik im transatlantischen Vergleich*. Chronos: Diss, Univ St Gallen, 2004.
- Macilwain, C. 2011: Systems Biology: Evolving into the Mainstream, in: *Cell*, 144 (6), S. 839-841.
- Müller-Wille, Staffan und Hans-Jörg Rheinberger 2009: *Das Gen im Zeitalter der Postgenomik eine wissenschaftshistorische Bestandsaufnahme*, edition unseld, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Oegerli, Thomas 2006: *Expertendiskurs und öffentliche Auseinandersetzung über Gentechnologie in der Schweiz*, Zürich: Selbstverlag.
- Osterhammel, Jürgen und Niels P. Petersson 2003: *Geschichte der Globalisierung. Dimensionen, Prozesse, Epochen*, Beck'sche Reihe, München: Beck.
- Plattner, Gian-Reto 2004: SystemsX - Project for a New Biological Science in Switzerland, in: *Chimia*, 28 (11), S. 783-787.
- Plattner, Gian-Reto 2005: Wie kam die ETH nach Basel? Vom BIDA zu SystemsX, in: *Basler Stadtbuch*, 125, S. 124-126.
- Plaut Economics und BAK Basel Economics 2007: *Bedeutung der Pharmaindustrie für die Schweiz*, Olten/Basel: Im Auftrag von Interpharma.
- Powell, Alexander, et al. 2007: Disciplinary Baptisms: A Comparison of the Naming Stories of Genetics, Molecular Biology, Genomics, and Systems Biology, in: *History and Philosophy of the Life Sciences*, 29 (1), S. 5-32.
- Reiss, Thomas, et al. 2005: *The take-off of European systems biology (EUSYSBIO). Benchmarking and foresight of systems biology; systems biology research in Central and Eastern European countries and China*, ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale", Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl.
- Schüttelpelz, Erhard 2007: Ein absoluter Begriff. Zur Genealogie und Karriere des Netzwerkkonzepts, in: Kaufmann, Stefan (Hg.): *Vernetzte Steuerung. Soziale Prozesse im Zeitalter technischer Netzwerke*, Interferenzen. Studien zur Kulturgeschichte der Technik. Bd. 11, Zürich: Chronos, S. 25-46.
- Schweiz. Bundesamt für Statistik 1998: *Gentechnologie*, Umweltstatistik Schweiz, Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- Söderqvist, Thomas 1997: *The historiography of contemporary science and technology*, Studies in the history of science, technology and medicine, Abingdon: Harwood.
- Speich Chassé, Daniel und David Gugerli 2012: Wissensgeschichte. eine Standortbestimmung, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte* (1), S. 85-100.
- Steck, Albert 2006: "Novartis Teil 2: Die ersten 10 Jahre. Die Ära Vasella." *BILANZ. Das Schweizer Wirtschaftsmagazin*
- Straumann, Tobias 2001: Rezession, Technologiepolitik und Risikokapital. Das Scheitern der Innovationsrisikogarantie 1985, in: Gilomen, Hans Jörg, et al. (Hg.): *Innovationen. Voraussetzungen und Folgen - Antriebskräfte und Widerstände*, Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte, 17, Zürich: Chronos, S. 385-419.
- Streckeisen, Peter 2008: Die entzauberte "Wissensarbeit", oder wie die Fabrik ins Labor eindringt. Ein Forschungsbericht aus der Pharmaindustrie, in: *Swiss Journal of Sociology*, 34 (1), S. 115-129.
- Vogel, Jakob 2004: Von der Wissenschafts- zur Wissensgeschichte. Für eine Historisierung der «Wissensgesellschaft», in: *Geschichte und Gesellschaft*, 30 (4), S. 639-660.
- Wildi, Tobias 2003: *Der Traum vom eigenen Reaktor: Die schweizerische Atomtechnologieentwicklung 1945-1969*, Interferenzen. Studien zur Kulturgeschichte der Technik, 4, Zürich: Chronos.
- Wolkenhauer, Olaf 2001: Systems biology: The reincarnation of systems theory applied in biology?, in: *Briefings in Bioinformatics*, 2 (3), S. 258-270.
- Zeller, Christian 2001: *Globalisierungsstrategien. Der Weg von Novartis*, Berlin: Springer.