

Materialien

Prof. Dr. Rolf Peter Sieferle

Lehren aus der Vergangenheit

Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
„Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine
Große Transformation“

Berlin 2010

Rolf Peter Sieferle

Lehren aus der Vergangenheit

Im Kontext der anstehenden Transformation zu einer klimafreundlichen Gesellschaft stellt sich die Frage, ob und wie weit hierfür Lehren aus vergleichbaren Transformationen in der Vergangenheit gezogen werden können. Der Übergang zu einer „klimafreundlichen Gesellschaft“ muss als Element eines umfassenderen Übergangs verstanden werden, der aus der strukturellen Nicht-Nachhaltigkeit herausführt, in die die Menschheit im Zuge der Industrialisierung geraten ist. Es geht also um nichts weniger als die Formierung eines auf Dauerhaftigkeit angelegten sozialmetabolischen Regimes, in dessen Rahmen zugleich politische, soziale und kulturelle Standards erhalten und weiterentwickelt werden sollen, wie sie sich in den letzten 200 Jahren gebildet haben.

Wenn wir historisch auf ähnlich dimensionierte Grosstransformationen schauen, so ist der anstehende Übergang mit Vorgängen wie der neolithischen Revolution, der Bildung agrarischer Zivilisationen sowie der industriellen Revolution zu vergleichen. In allen diesen Fällen haben sich grundlegende Parameter von Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur verändert mit der Folge, dass sich neuartige „Regimes“ gebildet haben. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, auf welche treibenden Kräfte diese Transformationen zurückzuführen sind.

1. Die neolithische Revolution

Die weitaus überwiegende Zeit ihrer Existenz lebten die Menschen und ihre phylogenetischen Vorfahren als Jäger und Sammler (Wildbeuter). Wenn man unter sozialmetabolischem Gesichtspunkt die Trennung der Menschen von anderen Tieren datieren möchte, so bildet sich der Gebrauch des Feuers als unterscheidendes Merkmal an. Er reicht etwa 1 Mio Jahre zurück, und in einer solchen Zeitdimension sind auch Jäger- und Sammlergesellschaften zu sehen.

Der soziale Metabolismus von Wildbeutern beruhte darauf, dass sie sich (wie andere heterotrophe Organismen) in bestehende Solarenergieströme einschalteten, ohne diese gezielt zu modifizieren oder gar zu kontrollieren. Aus dieser Grundstrategie folgt eine Reihe von Merkmalen, die diese Gesellschaften auszeichneten. Hierbei besteht das Problem, dass unsere Kenntnis paläolithischer Wildbeutergesellschaften beschränkt ist. Das Wissen darüber wird aus einer Kombination der Analyse rezenter Wildbeuter mit archäologischen Funden gewonnen, wobei zahlreiche Konjekturen vorgenommen werden müssen, die sich vielfach aus Erkenntnissen anderer Gebiete, etwa der Primatenforschung oder der Evolutionstheorie herleiten. Die Archäologie findet nur Artefakte oder menschliche Überreste. Der Schluss auf die Sozialstruktur oder gar auf mentale Dispositionen ist schwierig und häufig von beliebig erscheinenden Schlussfolgerungen geprägt.

In den gängigen Theorien der sozialen Evolution herrscht das Bild vor, dass Jäger- und Sammler einfache egalitär-akephale Gruppen bildeten. Dies wird in der Regel mit der Mobilität zusammengebracht: der Zwang zur Mobilität setzt keine Prämie auf die Ausbildung komplexer sozialer Strukturen, ebensowenig wie auf die Herstellung komplexer Artefakte. Da Mobilität als ein Weg zum Umgang mit Konflikten gilt (*exit*), ist es nicht erforderlich, institutionelle Methoden zur Konfliktlösung auszubilden (*voice*).

Da allerdings unserer Kenntnis von Jäger- und Sammlergesellschaften die Anschauung marginalisierter rezenter Gruppen zugrunde liegt, könnte hier ein Missverständnis vorliegen. Wir wissen wenig von den Existenzbedingungen paläolithischer Gesellschaften und den von ihnen favorisierten Umweltbedingungen. Rezente Jäger- und Sammlergesellschaften wurden fast alle (mit Ausnahmen wie Australien) von Agrikulturalisten in marginale Gebiete abgedrängt. Dort gab es nur eine geringe Ressourcendichte mit der Folge, dass auch die Bevölkerungsdichte gering sein musste. Daraus könnte aber folgen, dass sie andere Strukturen entwickelten als Wildbeuter in günstigen Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte. Vielleicht besaßen solche Gesellschaften eine differenziertere Struktur, Elemente der Arbeitsteilung, evtl. höhere soziale Komplexität, dauerhafte Konflikte und Institutionen, um damit umzugehen.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Gesellschaft bei hoher Ressourcendichte sesshaft waren. „Sesshaftigkeit“ ist ein problematisches Konzept. Es bezieht sich offenbar auf Agrargesellschaften mit

Dauerlandwirtschaft, in denen die Orte der Produktion und des Konsums dauerhaft eng beieinander liegen. Es existiert aber ein grosses Kontinuum von Sesshaftigkeit und Nicht-Sesshaftigkeit. Die wenigsten Nomaden ziehen wahllos durch die Gegend, sondern in der Regel haben sie ein Territorium, das sie stabil nutzen. Jäger verlagern zwar ihre Feuerstätte bzw. ihre Zelte von Zeit zu Zeit, doch verlassen sie dabei nicht die grösseren „Jagdgründe“, die sie als ihr Territorium betrachten und zu dem Fremde nur unter bestimmten Bedingungen Zugang haben.

Bei hoher Ressourcendichte, etwa Wildwechsellern oder dichtbesetzten Graslandschaften, am Seeufer, in Mündungsgebieten von Flüssen oder an der Meeresküste, können Jäger weitgehend sesshaft sein. Dies gilt wohl noch stärker unter den Bedingungen der Kleinwildjagd, denn hier ist die Beute ja (im Gegensatz zur Grosswildjagd) auch nicht geographisch mobil. Wenn sich Formen der Erntewirtschaft entwickelten, konnte es zur Lagerhaltung kommen. Hier konnten sich gleitende Übergänge zur eigentlichen Landwirtschaft entwickeln, mit vergleichbaren Merkmalen: höhere Bevölkerungskonzentration, Sesshaftigkeit, Handwerk, Handel, Privateigentum, Kontrolle von günstigem Land, Ansätze zur sozialen Schichtung.

In solchen sesshaften Jägergesellschaften entstand also ein Anreiz zur Ausbildung von Komplexität, mit sozialer Stratifikation oder der Produktion stabiler Artefakte. Vielleicht weisen die Funde von Göbekli Tepe auf so etwas hin, so dass unser bisheriges Bild von Jäger und Sammlergesellschaften, das von marginalisierten Gruppen wie den !Kung San geprägt ist, revidiert werden muss. Offenbar haben auch die Indianer im amerikanischen Nordwesten (Kwakiutl) unter favorisierten Bedingungen gelebt mit der Folge, dass es Ansätze zur Bildung komplexerer Strukturen gibt. Indizien für die Existenz solcher komplexer Wildbeutergesellschaften finden sich bereits vor 20.000 Jahren, etwa in der Dordogne, der Ukraine, in Japan, Dänemark, der Levante. Dort sind hohe Bevölkerungsdichte, elabourierte, auf Arbeitsteilung und Spezialisierung verweisende Artefakte, Materialien aus entfernteren Gebieten, also Tauschhandel und Fern-Transport, sowie reiche, auf soziale Schichtung verweisende Grabbeigaben archäologisch nachgewiesen. Auch die Höhlenmalereien bilden symbolische Artefakte, bei denen es sich um eine Art Notationssystem gehandelt haben könnte, das (schwierige) Rückschlüsse auf mentale Dispositionen zulassen könnte.

Wildbeutergesellschaften bilden in universalgeschichtlicher Perspektive ein Erfolgsmuster: Sie hatten einen Bestand von rund einer Million Jahren, und in diesem Zeitraum gelang es ihnen, sich über die gesamte Erde (mit wenigen Ausnahmen wie Ozeanien) auszubreiten und sehr unterschiedliche ökologische Nischen zu besetzen, von der Steppe und Savanne über Waldgebiete und Wüsten bis hin zu Eislandschaften. Unsere Spezies *Homo sapiens* war dabei insofern besonders erfolgreich, als es ihr gelang, konkurrierende Hominidenspezies (wie zuletzt die Neanderthaler) zu verdrängen, so dass heute nur noch eine einzige Hominidenspezies übrig geblieben ist.

Der Übergang zur Landwirtschaft gehört zu den am heftigsten umstrittenen Fragen der Universalgeschichte. Die ältere Anthropologie war davon ausgegangen, dass die Ausbreitung der Landwirtschaft über den gesamten eurasischen Raum mit Migrationen bäuerlicher Kulturen verbunden war, ihr also eine Diffusion von Menschen und Produktionsweise zugleich zugrunde lag. Der Kulturalismus des 20. Jahrhunderts hat dagegen von einer Diffusion kultureller Muster gesprochen, einer Art neolithischem Technologietransfer. Neuere adaptionistisch-kulturökologischen Ansätzen beruhen dagegen auf der Beobachtung, dass der Übergang zur Landwirtschaft in verschiedenen Zentren unabhängig voneinander begonnen hat: im Fruchtbaren Halbmond (Weizen, Gerste), Südostasien, (Reis), China (Hirse), Mittelamerika (Mais), Peru (Kartoffeln, Maniok), vielleicht auch in Afrika südlich der Sahara (Sorghum), nicht aber in Australien. Gegen sämtliche Diffusionsmodelle (Migration oder Informationstransfer) spricht, dass die Landwirtschaft (in evolutionären Zeitdimensionen) praktisch gleichzeitig in Eurasien und in Amerika begonnen hat, ohne dass es Kontakt gegeben haben kann.

Hier stellt sich allerdings ein Problem: Wenn es den *Homo sapiens* seit über 100.000 Jahren gegeben hat, wieso beginnt er dann unabhängig und ohne Kontakt praktisch gleichzeitig (innerhalb von 4-5.000 Jahren) damit, Landwirtschaft zu betreiben? Es muss hierfür einen synchronisierenden Faktor gegeben haben, und dieser muss mit dem Übergang vom Pleistozän zum Holozän zu tun haben.

Unabhängige Entstehungsorte der Landwirtschaft (Smith 1995)

Gebiet	Jahre v.G.
Naher Osten	10.000
Südchina	8.500
Nordchina	7.800
Anden	4.500
Mexiko	4.800
östliches Nordamerika	4.500
südsaharisches Afrika	4.000

Die frühesten Zentren der neolithischen Revolution sind vielleicht unbekannt. Spier (1998) macht darauf aufmerksam, dass der Meeresspiegel seit Ende der Eiszeit bis vor etwa 7.000 Jahren gestiegen ist. Dies könnte bedeuten, dass frühe Landwirtschaftsgebiete heute unter dem Meer liegen. Dafür spricht, dass die bekannten Zentren sich in Meeresnähe befinden und dass Überflutungsmythen in Agrargesellschaften häufig vorkommen. Der Persische Golf wurde erst vor 7.000 Jahren überflutet – wer will ausschliessen, dass unter ihm frühe agrarische Siedlungen liegen. Dies könnte bedeuten, dass der Übergang zu komplexen Gesellschaften sich kontinuierlicher vollzog und früher einsetzte, als allgemein vermutet wird.

Phylogenetisch ist der Mensch den Zuständen der Eiszeiten angepasst. Leben in der Eiszeit heisst jedoch nicht Leben im Eis, sondern auf einer Erde mit anderen Klimaverhältnissen, als wir sie heute kennen. Es gibt mehr Landfläche, da der Meeresspiegel (um etwa 100 m) tiefer liegt, weniger Niederschläge, daher mehr Steppen und weniger Wälder. Vorherrschende Lebensräume sind warme, trockene Savannen, in denen Herden grosser Herbivoren weiden, welche der Mensch bejagt.

Am Ende des Pleistozän muss es starke klimatische und ökologische Turbulenzen gegeben haben, bis sich Zustände stabilisierten, die den heutigen ähneln. Die Menschen gerieten unter Anpassungsdruck, vermutlich begannen die Bevölkerungszahlen zu fluktuieren. Altes Wissen, alte Gewohnheiten und vertraute Traditionen wurden jetzt obsolet, die Kultur erfuhr einen rapiden Wandel. Die alte Lebensweise musste in jeder Hinsicht aufgegeben werden. Ein eingespieltes System wurde erschüttert, und vermutlich traten jetzt Pioniere auf, die mit neuartigen Organisationsformen und Lebensweisen experimentierten. Es setzte eine Periode verschärfter Unsicherheit und Innovationsbereitschaft ein, die schliesslich in die neolithische Revolution einmündete.

Am Anfang stand vielleicht eine Phase der Entbehrungen, denn die alte ökologische Nische der Grosswildjagd brach jetzt zusammen. „Erwärmung“ bedeutet nicht schlicht „Verbesserung“, sondern Turbulenz, vielleicht auch lokal Abkühlung, auf jeden Fall aber Änderung der Niederschläge, der Wasser-Land-Verteilung, der Vegetation und der Fauna. Sicherlich haben die Menschen jetzt mit einer Vielzahl von Praktiken experimentiert, bis sie sich in neue, sich stabilisierende Verhältnisse einrichten konnten. Vielleicht lernten sie jetzt, dass Innovation als solche sinnvoll sein kann, nachdem sie den Schock des Zusammenbruchs alter kultureller Muster überwunden hatten. Jedenfalls setzte mit der neolithischen Revolution eine universalgeschichtlich sensationelle Serie von Innovationen ein. Die zentrale Neuerung aber war die folgende: Als die alte ökologische Nische der Grosswildjagd durch Klimawandel zusammenbrach, entwickelte der Mensch durch kulturelle Evolution eine neue ökologische Nische, die Landwirtschaft.

Aus dieser Perspektive war die neolithische Revolution also ein Ausweg aus einer sich verschärfenden Knappheit infolge sich verschlechternder Umweltzustände. Diese Position wurde vor allem von Cohen (1977) im Anschluss an Boserup (1965) vertreten. Danach bildeten verknappte Ressourcen eine *challenge*, auf die als *response* der Übergang zur Landwirtschaft stattfand. Nach diesem Erklärungsmuster

sind Innovationen als Reaktionen auf eine Problemlage zu verstehen, wie dies Wilkinson (1973) für verschiedene historische Übergänge generalisiert hat. Im Prinzip handelt es sich hier um das Muster des *development by shortage*.

Eine Alternativerklärung setzt dagegen den Akzent auf den relativen Überfluss im Sinne des generellen Erklärungsmusters *development by excess*. Diese Position wurde in Bezug auf die neolithische Revolution zuletzt prononciert von Reichholf (2008) vertreten: Es sei gerade der relative Überfluss am Ende der letzten Eiszeit gewesen, der zur Landwirtschaft führte. Der Fruchtbare Halbmond war keineswegs knapp an Jagdtieren, im Gegenteil: wo wilde Gräser wachsen, die zur Basis der Erntewirtschaft und schliesslich der Domestikation von Getreidepflanzen werden konnten, muss es auch grosse Herbivoren geben, die sich von diesen Gräsern ernähren. Der Ackerbau (oder auch schon die Erntewirtschaft) kann daher nicht Resultat einer sich verschärfenden Knappheit sein, so dass man von der eigentlich favorisierten Fleischnahrung zu weniger favorisierter vegetarischer Kost überging.

Relativer Überfluss macht auch die Domestikation von Tieren (Schafe, Ziegen, Rinder) plausibel: Wildtiere können nur domestiziert werden, wenn sie ausreichend vorhanden sind, sonst würde jedes gefangene Tier rasch verzehrt werden. Um Tiere zu domestizieren, muss man ganze Herden, nicht nur Einzeltiere kontrollieren, und dies ist nur möglich, wenn man nicht am Rande des Hungertodes lebt. Zweck der Domestikation könnte daher zunächst die Verschwendung gewesen sein, also die Vorbereitung auf potlatsch-ähnliche Feste, deren Organisation aus einer big-man-Dynamik heraus erfolgt. Hier werden also Tiere gefangen gehalten, um sie in einem grossen Fest zwecks Prestigesteigerung zu verzehren - hätte dagegen eine wirkliche Knappheit bestanden, wären die Tiere schon früher aufgefressen worden. Analog dazu vermutet Reichholf, dass die ursprüngliche Kultivierung von Getreide nicht so sehr der Nahrung diene, sondern der Zubereitung alkoholischer Getränke (Bier), mit denen man sich bei rituellen Festen berauschte. Auch hier wäre also eher eine soziale als eine ökonomisch-ökologische Dynamik Ursache für die neolithische Revolution.

Ein stärker umweltorientiertes Bild entwirft Fagan (2001): Zu Beginn des Holozän wurde es wärmer, Jäger und Sammler konnten ihre Bevölkerungsdichte steigern und auf der Basis der Breitspektrumjagd sesshaft werden. Vor 11.000 Jahren kam es dann zu einem erneuten Kälteeinbruch (Jüngere Dryas), da sich die Meereszirkulation infolge eines plötzlichen hohen Eintrags von Süswasser änderte. Sesshafte Jäger und Sammler reagierten darauf, indem sie zur Landwirtschaft übergingen, und zwar sehr schnell, innerhalb von 100 Jahren. Die neolithische Revolution wurde diesem Modell zufolge also von einem kurzen Klimaereignis ausgelöst – was allerdings nur für die Alte Welt gelten kann.

Die von den Hominiden entwickelte Strategie der kulturellen Evolution mit ihrer charakteristischen Beschleunigung der Adaptation kann als Antwort auf die Umweltbedingungen im Pleistozän gedeutet werden, die von grossen und sich rapide vollziehenden Fluktuationen geprägt waren (Richerson und Boyd 2005). Wenn die Umweltbedingungen sich langsam ändern, können sich Organismen durch organische Evolution (und Migration) daran anpassen. Bei raschen Änderungen kann ein Prämie auf kulturelle Transmission von Wissen liegen. Nach diesem Modell erklärt sich der massive Übergang zur kulturellen Transmission im späten Pleistozän (100.000 – 10.000) durch die hohe Variabilität des Klimas, das innerhalb von nur 100 Jahren von einer Eiszeit zu einer Zwischeneiszeit umschlagen konnte. Diesem rapiden Klimawandel konnten sich die Jäger durch kulturelle Evolution anpassen. Ein koevolutionärer Übergang zur Landwirtschaft wäre unter diesen Umweltbedingungen nicht möglich gewesen.

Im Holozän stabilisierte sich die Lage dann, die Fluktuationen der Umwelt, vor allem des Klimas, nahmen ab, und die hohe adaptive Kompetenz des Menschen konnte ihn in eine neue Pioniersituation hineinführen. Die kulturelle Evolution, die sie im volatilen Pleistozän zur raschen Anpassung an fluktuierende Umweltbedingungen befähigt hatte, ermöglichte jetzt die Einleitung einer neuartigen sozialmetabolischen Strategie – Landwirtschaft. Sie beruhte (zunächst) auf einer Kombination von holozäner Umweltstabilität und der Kompetenz zur adaptiven Beschleunigung. Schliesslich setzte sie aber eigentümlich neue Rüstungswettläufe in Gang, die wiederum Anforderungen an die adaptive Kompetenz stellten:

- Die Landwirtschaft leitete neuartige Koevolutionsprozesse ein, bei denen es für den Menschen darauf ankam, gegenüber den Parasiten (seiner selbst und seiner Nutzorganismen) immer einen Schritt voraus zu sein, also eine permanente Pioniersituation aufzubauen.
- Menschliche Gruppen setzten sich wechselseitig unter Konkurrenzdruck, sei es zwischen sozialen Einheiten (tribale Kriege), sei es innerhalb der Gruppen (soziale Komplexität und Schichtung). Hier konnte sich eine neuartige „politische“ und „soziale“ Dynamik in Gang setzen.

Die holozäne Stabilität führte daher nicht etwa in eine stabile Anpassung an stabile Umweltbedingungen, sondern löste im Gegenteil neuartige dynamische Prozesse aus, die im Sinne einer „Risikospirale“ verstanden werden können: die Lösung eines Problems führt in neuartige Probleme, die ihrerseits neue Lösungen provozieren. Dies erklärt die enorme Beschleunigung der sozialen Evolution, die auf die neolithische Revolution folgte und innerhalb von wenigen Jahrtausenden das konvergente Muster „agrarischer Zivilisationen“ entstehen liess.

2. Agrarische Zivilisationen

Man kann sich die neolithische Revolution als einen Vorgang vorstellen, der mehrere tausend Jahre gedauert und eine Reihe von Stadien durchlaufen hat, die z.T. auch in bestimmten Regionen eingefroren wurden. Es begann mit der Breitspektrumjagd, der Verbreitung der Nahrungsbasis zugunsten von Pflanzen, d.h. dem Übergang dazu, vorwiegend r-Strategen zu verzehren, was die Nahrungsbasis verstetigte. Schliesslich kulminierte dieser Prozess in der permanenten Herstellung von „gestörten“ Ökosystemen, wie sie die koevolvierten Pflanzen (vor allem Pionierpflanzen wie Gräser) benötigten. Zunächst wurde also die Sammelbasis verbreitert, dann ging man zu reproduktivem Sammeln über („Erntewirtschaft“), damit wurden aber Koevolutionsprozesse eingeleitet, die Menschen wie ihre Nutzorganismen genetisch veränderten und voneinander abhängig machten (Rindos 1984). Damit geriet man auf eine Trajektorie, deren wichtigsten Stadien Brandrodung, Hortikultur, Verkürzung der Brache, Einführung der Hacke, stabile Sesshaftigkeit, Pflug, Domestikation von Arbeitstieren, Töpferei und Metallurgie waren.

Im sozialmetabolischen Sinn kann Landwirtschaft als eine Strategie der kontrollierten Nutzung von Solarenergieströmen verstanden werden, wobei sich die Menschen vor allem biologischer Energiekonvertoren (Pflanzen, Tiere) bedienten, die für die jeweiligen Zwecke genetisch modifiziert und deren Lebensräume aktiv umgestaltet werden. Damit wird deutlich, dass „Landwirtschaft“ ein relativ abstraktes Konzept ist, mit dem sehr viele verschiedene konkrete Strategien beschrieben werden. Es ist ein grosser Unterschied, ob Tiere oder Pflanzen domestiziert werden, ob man Hack- oder Feldbau betreibt, ob künstlich bewässert wird oder ob man Trockenlandbau betreibt. Dies ist auch der Grund, weshalb ein einfacher Wissenstransfer für die Ausbreitung der Landwirtschaft kaum eine Rolle spielt. Bauern sind immer von konkreten Umweltbedingungen abhängig, von Bodenqualität oder Niederschlägen, vor allem aber von der Verfügbarkeit nutzbarer Organismen. Wenn diese fehlen (was etwa bei der Megafauna in Amerika der Fall war), entstehen eigentümliche Formen der Landwirtschaft, die sich stark von anderen Formen unterscheiden.

In Eurasien hat es dagegen seit Jahrtausenden einen Diffusionsraum der Organismen gegeben, mit der Folge, dass die wichtigsten agrarischen Nutzorganismen ubiquitär wurden (Getreide, Leguminosen, Früchte, Schweine, Rinder, Ziegen, Schafe, Hühner, Enten, Pferde), die sich in ganz Eurasien finden, von China bis Europa.

Sozial fand während dieser Periode ein Evolutionsprozess statt, der von einfachen akephalen Gruppen über tribale Gesellschaften und Häuptlingstümer zu komplexen tributären Staaten führte. Das Muster der agrarischen Zivilisation war vor etwa 5.000 Jahren fertig. Es enthielt seit den frühen sumerischen Kulturen bereits alle Elemente, die es bis zu seinem Ende besass. Prinzipiell kam nichts Neues hinzu; es gab nur Formenwandel sowie ein Wachstum in die Breite.

Dieses Stadium der sozialen Evolution wird hier als „agrarische Zivilisation“ bezeichnet. Der Begriff „Zivilisation“ in der Bedeutung von „komplexer Gesellschaft mit Schrift und Städten“ geht auf den

anthropologischen und archäologischen Sprachgebrauch des 19. Jahrhunderts zurück. „Zivilisation“ bezieht sich auf die Ausprägung von Städten (civitas) mit ihrer sozialen Differenzierung (vgl. etwa Renfrew 1972). Im deutschen Sprachgebrauch hat man früher den Begriff „Hochkultur“ verwandt, der heute aber als diskriminierend empfunden wird (von den „primitiven“ Kulturen bzw. ihren Sprechern). Da er nicht so recht übersetzbar ist, sollte man ihn nicht mehr gebrauchen. „Zivilisation“ ist dagegen ein geeigneter Begriff, der eine (komplexe und stratifizierte) Teilmenge des Überbegriffs „Kulturen“ bezeichnet.

Die im Zuge der sozialen Evolution gesteigerte Komplexität kann in horizontaler wie in vertikaler Hinsicht gesehen werden. In horizontaler Hinsicht von Bedeutung ist zunächst die wachsende Arbeitsteilung, die mit Bevölkerungswachstum und Verdichtung einhergehen kann und einen sich selbst verstärkenden Prozess der Spezialisierung auslöst. Arbeitsteilung benötigt grundsätzlich eine gewisse Anzahl der beteiligten Personen, und diese hängt wiederum ab von der Bevölkerungsdichte. Je höher die Dichte, desto geringer der Transportaufwand. Dies ist ein Grund, weshalb arbeitsteilige Produktion sich gerne in Städten konzentriert. Wir erhalten somit einen positiv rückgekoppelten Prozess: höhere Verdichtung ermöglicht grössere Arbeitsteilung, Spezialisierung vergrössert die Produktivität, was wiederum die Versorgung verbessert. Dadurch kann die Bevölkerung wachsen, was Chancen für weitere Arbeitsteilung bietet.

Dieser Prozess einer horizontalen Differenzierung (Arbeitsteilung und Spezialisierung) wird begleitet von einem Prozess der vertikalen Differenzierung, der aus funktionalen und parasitären Tendenzen erklärt werden kann.

Arbeitsteilung impliziert eine Re-Integration der geteilten Arbeit durch Tausch, Handel oder Redistribution. Auf jeden Fall nimmt hier das Mass der lokalen (bzw. familiären) Autarkie ab und die Haushalte geraten in wachsende Abhängigkeit voneinander. Hierbei entstehen Konflikte und ein neuartiger Regelbedarf. Als Antwort darauf bilden sich Spezialisten für Sinnproduktion (Priester) wie auch Mediatoren (Richter), die mit einer gewissen Zwangsgewalt ausgestattet werden müssen. Auf diese Weise prägen sich neuartige institutionelle Arrangements aus, die als Antwort auf diese Problemlagen zu verstehen sind.

Landwirtschaft und gewerbliche Produktion beruhen auf Vorratshaltung und dem Ansammeln von Artefakten, zu denen schliesslich auch Tauschmittel gehören können (etwa Edelmetalle oder Schmuck). All das lockt Prädatoren an, die sich mit Gewalt dieser Überschüsse bedienen wollen. Als Reaktion darauf müssen agrarische Gesellschaften bei steigender Komplexität auch Verteidigungsspezialisten hervorbringen, die sie schützen, aber ebenfalls bedrohen. Die Produktion von Surplus erzeugt die Chance der Prädation, und aus dieser kann eine neuartige vertikale Differenzierung im Sinne einer sozialen Stratifikation hervorgehen.

Zwischen dem funktionalen und dem parasitären Aspekt sozialer Differenzierung kann nicht konsequent unterschieden werden. Soziale „Ungleichheit“ beruht nicht nur auf „Ausbeutung“, sondern auch auf unterschiedlichen „Dienstleistungen“, die in der jeweiligen Gesellschaft erbracht werden. Diese Elemente gegeneinander ausspielen zu wollen, wäre analytisch sinnlos. Es gibt keine stabile Herrschaft ohne „Sinn“ und Legitimität, doch sorgen die Herrschenden grundsätzlich nicht nur für das Gemeinwohl, sondern auch (und vor allem) für sich selbst.

Ein entscheidendes Merkmal der sozialen Evolution war die Zunahme an Komplexität, die seit der neolithischen Revolution zu beobachten ist. Tainter (1999) unterscheidet die folgenden Elemente sozialer Komplexität:

- die Grösse einer Gesellschaft
- die Anzahl ihrer Elemente, etwa der Artefakte, und deren Unterschiedlichkeit
- die Vielfalt der Beziehungen
- die Menge unterscheidbarer Funktionen
- die Menge und Effizienz integrierender Mechanismen

Diese zunehmende Komplexität ist mit Kosten verbunden, d.h. um eine komplexe Gesellschaft zu erhalten, sind hohe Investitions- und Unterhaltskosten aufzubringen: es gibt mehr Spezialisten, es müssen mehr Informationsflüsse koordiniert werden, es müssen Lagerbestände gehalten werden, es müssen Austauschprozesse organisiert werden, und für alle diese Zwecke müssen immer mehr Menschen der Primärproduktion entzogen, aber von den Primärproduzenten ernährt werden. Dieser „Surplus“ muss erwirtschaftet und abgeschöpft werden, was seinerseits mit Problemen verbunden ist.

Die Steigerung von Komplexität ist aus diesen Gründen nicht selbstverständlich. Man neigt zwar heute dazu, den Weg in die Zivilisation als zwangsläufigen Gang des „Fortschritts“ oder der „Modernisierung“ anzusehen, doch mussten dafür immer spezielle Anreize bestehen. Die zivilisatorische Hochkultur ist zweifellos Ausdruck hoher sozialer Komplexität (und „Ungleichheit“), doch sehen die meisten Menschen hier eher die Kosten. Daher ist die Steigerung der Komplexität häufig mit Zwang verbunden, und ihre zivilisatorischen Errungenschaften kommen hauptsächlich den Herrschaftseliten zugute.

Steigerung von Komplexität kann als Strategie zur Lösung von Problemen verstanden werden. Die folgenden Faktoren, die zur Ausprägung komplexer Institutionen führten, werden in der Literatur genannt:

- Mobilisierung von Arbeit für öffentliche Aufgaben, etwa Bewässerung
- Zentralisierung und Verarbeitung von Informationen
- Steuerung ökonomischer Innen- und Aussenbeziehungen
- Regulation innergesellschaftlicher Konflikte
- Organisation militärischer Aufgaben zwecks Expansion
- Sicherheitsdilemma und Rüstungswettlauf

Der Herrschaftsapparat der agrarischen Zivilisationen verfestigte sich institutionell zu einem „Staat“, der seinen Untertanen mit Zwangsgewalt entgegentreten konnte (Reinhard 1999, Marquardt 2009). Die Ausprägung eines politischen Herrschaftsapparats als Staat ist offenbar ein konvergentes Element agrarischer Zivilisationen, das unabhängig voneinander an verschiedenen Stellen der Erde entstanden ist. Die vier Weltregionen, in denen auf jeden Fall die Landwirtschaft unabhängig entstanden ist, waren auch die Ursprungsorte agrarischer Staaten: Naher Osten, Nordchina, Mittelamerika, Andenregion. Diese Prozesse der Staatsbildung traten in unterschiedlicher absoluter Chronologie auf, aber in derselben Reihenfolge zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Die Trajektorien, die sich hierbei formierten, waren erstaunlich ähnlich, wobei es jeweils etwa 5.000 Jahre dauerte, bis aus einfachen bäuerlichen Gesellschaften Staaten hervorgingen. Da es keine wechselseitige Beeinflussung gegeben haben kann, muss sich diese Entwicklung unabhängig vollzogen haben, d.h. wir haben einen konvergenten Vorgang vor uns, der zu „agrarischen Zivilisationen“ und „tributären Staaten“ führt, sofern einmal die neolithische Revolution vollzogen war. Geht man von einer solchen Existenz von vier Zentren aus, von denen universalgeschichtlich nur die beiden eurasischen von Bedeutung sind, so kann der spätere Prozess der Staatsbildung durch eine Kombination von Diffusion und Emergenz erklärt werden.

Entstehungsorte früher agrarischer Zivilisationen

Mesopotamien (Sumer)	vor 5.500 Jahren
Ägypten	vor 5.000-6.000 Jahren
Industal (Harappa)	vor 4.500 Jahren
China (Jangtse)	vor 3.500-4.000 Jahren
Peru	vor 4.000 Jahren
Mesoamerika	vor 3.200 Jahren

Die hochkulturellen Herrschaftssysteme standen vor dem folgenden Grundproblem: Wenn sie den Bauern zu viel Surplus entzogen, wurde die agrarische Wirtschaftsbasis bis zur Ineffizienz geschwächt. Wenn sie den Bauern zu wenig Surplus entzogen, schwächten sie sich selbst, d.h. wurde ihre bürokratische und militärische Effizienz so gering, dass Sezession oder Eroberung zu befürchten war. Dieses Dilemma zeigte sich in zweierlei Hinsicht:

Das Problem der inneren Herrschaftskonsolidierung. Hier musste eine Balance zwischen Kräften der Attraktion (Zentralismus) und Sezession (Dezentralisierung) gefunden werden. Wird die Zentrale übermächtig, so erstickt sie in bürokratischem Unvermögen; werden die Zentrifugalkräfte durch die Delegation der Macht an die Peripherie zu stark, so droht ein Zerfall der politischen Einheit. Eine Schwierigkeit liegt in der effizienten Verwendung des Surplus: funktional zur Systemerhaltung (Militär, Infrastruktur, Verwaltung), dysfunktional als parasitäre Verschwendung.

Sozial-politische Komplexität muss dauerhaft aufrechterhalten werden, was einer permanenten Anstrengung bedarf. Die Basis komplexer Agrargesellschaften sind und bleiben kleinere Einheiten der bäuerlichen Gesellschaft (Dörfer, Siedlungen, ethnische Gruppen). Der komplexe „Staat“ ist gezwungen, die zentrifugalen Tendenzen zu unterbinden, die in diesen Gesellschaften immer wieder auftreten. Zu diesem Zweck kann militärischer Zwang angewandt werden, oder die Zentrale versucht, Repräsentanten der Peripherie in die dominante Kultur einzubinden. Die Imperienbildung verläuft in der Regel nach diesem Muster: auf die militärische Eroberung folgt die politische und kulturelle Integration der Eliten in das attraktive Machtzentrum. So dehnte Caracalla 212 das römische Bürgerrecht auf alle freien Bewohner des Imperiums aus. In der Folge konnten auch Angehörige der Peripherie in die höchsten Ämter aufsteigen.

Zwang ist auf Dauer kostspielig und ineffizient. Daher muss der Staat Legitimität gewinnen, was durch Propaganda (Ideologie, Symbole), aber auch durch reale Leistungen erreicht werden kann. Für beide Zwecke muss die Führung Ressourcen mobilisieren, die zur Aufrechterhaltung der Ordnung eingesetzt werden können. Gelingt dies nicht, so zerfallen die Reiche und die Komplexität des Systems nimmt wieder ab (Tainter 1988; Diamond 2005).

Der Aufbau von Komplexität kann als Investition verstanden werden, was mit Kosten verbunden ist, wodurch aber auch Nutzen entsteht. Wenn man davon ausgeht, dass Menschen nach einem Optimum von Kosten und Nutzen streben, entsteht hierbei ein fundamentales Problem: Zunächst werden diejenigen Ressourcen (Nahrung, Energie, Rohstoffe) genutzt, die mit dem geringsten Aufwand erreichbar sind und durch deren Gebrauch der höchste Nutzen entsteht. Im Laufe der Zeit muss mehr Aufwand (Arbeit) zwecks Erwerb der Ressourcen getrieben werden, wodurch schliesslich der Grenznutzen sinkt – Kostensteigerung und Nutzenzuwachs sind nicht mehr proportional.

Diese Tendenz kann schliesslich in eine Falle führen und im Zusammenbruch von Komplexität enden. So spezialisiert sich die politische Führung allmählich, bildet spezielle kostenintensive Institutionen wie Verwaltungen aus und beschäftigt immer mehr Menschen mit der Aufrechterhaltung ihres Apparats. Die Menge an Informationen, die zu bewältigen sind, steigt. Es bilden sich Spezialisten für die verschiedenen Aufgaben. Die Zahl der Elitenangehörigen und ihres Personals nimmt zu, einzelne Institutionen wie Militär, Verwaltung, Unterhalt öffentlicher Bauten, Priester etc. wachsen. In der Masse, wie dies geschieht, wird die Abstimmung zwischen den einzelnen institutionellen Elementen schwieriger und verzehrt (durch eine Art Parkinson-Effekt) einen grösser werdenden Teil der Einnahmen.

Diese Komplexitätssteigerung ist lange Zeit mit einem wachsenden Nutzen verbunden: Beschaffung und Verarbeitung von Gütern, innere Ordnung (Rechtspflege), Verteidigung oder Expansion/Intervention, Informationsverarbeitung, Bau und Unterhalt von Infrastruktur. Irgendwann ist aber der Punkt erreicht, an dem die Kosten weiterer Komplexitätssteigerung deren Nutzen überwiegt. Dann fragt es sich, ob und wie weit ein Gleichgewicht erreicht werden kann. Letzteres ist nicht einfach. Niemand kennt genau die Wirkungsweisen und die Trajektorien des jeweiligen Systems. Alte Erfolgsrezepte können dysfunktional werden, ohne dass man dies weiss. Der Grenznutzen wachsender Komplexität sinkt und kann negativ werden.

Diese Verwundbarkeit drückt sich in mehrere Hinsicht aus. Wenn immer mehr Ressourcen in den institutionellen Apparat gesteckt werden müssen, so steigt die Belastung für den produktiven Sektor, der schliesslich überlastet werden kann, etwa durch exzessive Besteuerung oder durch Abzug produktiver Personen in den unproduktiven Sektor, etwa das Militär. Dies braucht als solches noch nicht zum Zusammenbruch zu führen, doch macht es das System krisenanfälliger. Exogene Störungen, die bei Vorliegen von Reserven relativ leicht bewältigt werden könnten, können nun eine Abwärtsspirale auslösen. Die Pufferungsfähigkeit schwindet.

Diese Situation zieht einen Verlust von Legitimität an der Peripherie bzw. der Basis nach sich. Es kommt zu Aufständen, Sezessionen oder passivem Widerstand, was schliesslich zum Zusammenbruch der höheren Komplexitätsebenen führen kann, wie es beim Imperium Romanum der Fall war. Dieser Zusammenbruch kann von Angehörigen der Zivilisation auch als Erleichterung empfunden werden, da jetzt die Steuerlast sinkt und der Zugriff durch die Zentrale abnimmt.

3. Die industrielle Transformation

Die neolithische Revolution wie auch die in der Entstehung agrarischer Zivilisationen kulminierende Entwicklung waren evolutionäre Prozesse, die konvergent verliefen. Die Klimaänderungen, die mit dem Übergang zum Holozän verbunden waren, mögen hierfür einen kontingenten Anstoss gegeben haben, worauf die Menschen mit einer Vielzahl von Entscheidungen reagierten. Betrachtet man dagegen das Gesamtbild, so fällt auf, dass unabhängig voneinander eine Reihe von Merkmalen entwickelt wurde, die funktional aufeinander bezogen waren und eine erstaunliche Ähnlichkeit besitzen.

Dies ist vor allem bei den agrarischen Zivilisationen der Fall. Wenn die gesellschaftliche Entwicklung ein selbstreferenziell-autopoietischer Prozess wäre, so müsste man eine hohe Divergenz der Ergebnisse erwarten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Cronk (1999) hat ethnographische Datenbanken in Hinblick auf dort angeführte diskrete soziale bzw. kulturelle Merkmale untersucht. Ihre Kombination ergäbe nicht weniger als 10^{53} verschiedene denkbare Gesellschaften. Allerdings existierten davon nur weniger als 1.000 in der Realität. Offenbar ist nur ein Bruchteil der möglichen Punkte im sozialen Hyperraum tatsächlich besetzt. Es ist kaum zu erwarten, dass es sich hierbei um ein Zufallsergebnis handelt, sondern dass wir es mit konvergenten Entwicklungen zu tun haben.

Der klassische Fall hierfür ist das präkolumbische Amerika. Amerika wurde vor rund 12.000 Jahren von asiatischen Wildbeutern besiedelt, die danach den Kontakt mit Eurasien fast vollständig verloren haben. Wir haben hier ein einzigartiges Experiment sozialer Evolution vor uns: Von einem ähnlichen Ausgangspunkt ergibt sich nicht etwa eine hochdivergente Entwicklung, sondern die amerikanischen Kulturen haben sich auf Trajektorien begeben, die bis ins Detail denen in Eurasien gleichen. Abweichungen vom eurasischen Muster sind durch kontingente (Umwelt-) Faktoren zu erklären, so vor allem dem Aussterben der Megafauna beim Übergang zum Pleistozän, was zu einer Landwirtschaft ohne Tiere führte (Martin 2006).

In Amerika hat sich nicht nur selbständig die agrarische Produktionsweise etabliert, freilich auf einer eigentümlichen biologischen Basis (Mais, Kartoffeln); die neolithischen bäuerlichen Gesellschaften haben auch selbständig bestimmte Grundtechniken wie das Weben von Textilien entwickelt und sich auf einen Pfad begeben, der in das generelle Muster agrarischer Zivilisationen einmündete.

„Als Cortez in Mexiko landete, stiess er auf Strassen, Kanäle, Städte, Paläste, Schulen, Gerichtshöfe, Märkte, Bewässerungsanlagen, Könige, Priester, Tempel, Bauern, Künstler, Armeen, Astronomen, Händler, Sport, Theater, Kunst, Musik und Bücher. Auf beiden Seiten der Erde hatten sich unabhängig voneinander Hochzivilisationen entwickelt, die sich im Detail unterschieden, im Wesentlichen aber übereinstimmten“ (Wright 2006, 60).

Diese erstaunliche Konvergenz einer Vielzahl von sozialen, institutionellen und kulturellen Merkmalen lässt sich nicht „kulturalistisch“ durch rekursive Kommunikationen innerhalb der jeweiligen Gesellschaft erklären. Wenn Kulturen sich unabhängig von adaptiven Umweltbedingungen selbst „konstruieren“ könnten, wäre zu erwarten, dass sie sehr unterschiedliche Merkmale entwickeln. Die Tatsache, dass eine solche Vielzahl von ähnlichen Eigenschaften existiert, verweist darauf, dass es sich hierbei um äquivalente Anpassungen handelt, die nur zu verstehen sind, wenn wir auf die elementaren

Grundlagen der Agrargesellschaften bzw. auf die Systembedingungen des agrarischen Regimes zurückgehen.

Daher wird in diesem Kontext auch die Suche nach „Entscheidungen“ und „Akteuren“ problematisch. Die neolithische Revolution wie auch die in der Entstehung komplexer Zivilisationen kulminierende soziale Evolution vollzogen sich in einer Welt ohne schriftliche Aufzeichnungen, so dass wir für die Erklärung auf indirekte, meist archäologische Quellen angewiesen sind. Das hohe Mass an Übereinstimmung von Merkmalen spricht aber dafür, dass wir es mit einem konvergenten evolutionären Prozess zu tun haben, bei dem (kontingente) Entscheidungen keine grosse Rolle gespielt haben können. Wir haben offenbar einen evolutionären Prozess vor uns, dessen Attraktoren von den Systembedingungen der agrarischen Produktionsweise so stark geprägt wurde, dass nur geringe Spielräume für Sonderentwicklungen bestanden. Diese betrafen vor allem Fragen des Stils, nicht so sehr aber der Struktur.

Den Ausgangspunkt der industriellen Transformation bildet die Existenz einer Reihe agrarischer Zivilisationen, die sich auf einem vergleichbaren sozialmetabolischen Niveau befanden und zahlreiche Merkmale miteinander teilten, wiewohl sie nur sporadischen oder überhaupt keinen Kontakt miteinander hatten. Die meisten Zivilisationen lagen am Südrand Eurasiens, wo sie eine Kette von Europa über Kleinasien, Persien, den indischen Subkontinent, Südostasien, bis China und Japan formierten. In diesem eurasischen Zivilisationsgürtel gab es seit Jahrtausenden einen gewissen Fluss von Organismen, Gütern und Informationen, der durch Fernhandel vermittelt war. Nicht nur die wichtigsten landwirtschaftlichen Organismen (und deren Parasiten), sondern auch Krankheitserreger (wie die Pest) und Schlüsseltechnologien verbreiteten sich innerhalb relativ kurzer Zeit über diesen Raum.

Der kontrafaktische Testfall hierfür ist immer Amerika: Wenn etwas in Eurasien existierte, nicht aber in Amerika, so ist dies ein Indiz dafür, dass es sich um eine kontingente Innovation handelte, die sich durch Diffusion verbreitet hat. Dies gilt etwa für das Rad, die Eisenverhüttung oder die Wassermühle, die es in ganz Eurasien, nicht aber im präkolumbischen Amerika (und auch nicht im südsaharischen Afrika) vor dem Kontakt gab. Der Ursprungsort dieser Innovationen ist unbekannt, doch müssen sie sich rasch über den gesamten eurasischen Raum ausgebreitet haben. Dies gilt dann auch noch für spätere Innovationen wie Schiesspulver, Papier, Druck oder Kompass.

Die neuere Forschung geht davon aus, dass in der frühen Neuzeit, also etwa bis ins 18. Jahrhundert, keine signifikanten Unterschiede zwischen den eurasischen Zivilisationen bestanden (Goldstone 2008). Dies gilt vor allem für den Vergleich Europas mit China, aber auch mit dem indischen Subkontinent oder dem islamischen Raum. Lange Zeit war man in Europa davon überzeugt, dass hier bereits im späten Mittelalter bzw. der Renaissance Sonderentwicklungen eingeleitet wurden, die zwangsläufig in die „Moderne“ führen musste. Diese Auffassung beruhte in erster Linie auf einer Informationsasymmetrie: Man wusste über die Geschichte Europas einfach sehr viel mehr als über die Geschichte Chinas. Diese Ansicht wurde in den letzten Jahrzehnten fundamental erschüttert.

„To a historian specializing in the non-European world there is something puzzling about the excitement with which European historians hail the arrival of cities, trade, regular taxation, standing armies, legal codes, bureaucracies, absolutist kings and other commonplace appurtenances of civilized societies as if they were unique and self-evident stepping stones to modernity: to the non-European historian they simply indicate that Europe had finally joined the club“ (Crone 1989, 148).

Wenn wir dies berücksichtigen, stellt sich die Frage nach der Einleitung der industriellen Transformation in einem neuen Licht. Die entscheidende Weichenstellung wurde nicht durch einen lang angelegten „Aufstieg des Westens“ vorgenommen, dessen Ursprung die ältere Forschung im antiken Griechenland oder gar in den vorderorientalischen Zivilisationen (Ägypten, Mesopotamien) verortete. Renaissance und Reformation waren keine Durchbrüche zu neuen Ufern, sondern sind als normale Ausprägungen von „Blütezeiten“ agrarischer Zivilisationen zu verstehen, wie es sie im Islam des Mittelalters oder im China der Song- oder frühen Ming-Dynastie ebenfalls gegeben hat.

Die grosse Transformation, die das Muster der agrarischen Zivilisationen fundamental durchbrochen hat, wurde in dieser Perspektive vielmehr erst vor rund 200 Jahren eingeleitet. Sie war in keiner Weise

von den Systembedingungen der agrarischen Zivilisationen determiniert, d.h. in anderen Zivilisationen gab es keinerlei Ansätze zu einer vergleichbaren Entwicklung. Es handelte sich vielmehr um einen kontingenten Durchbruch, dessen Ursprungsort historisch lokalisiert werden kann und der sich mit sehr grosser Geschwindigkeit innerhalb von kaum zweihundert Jahren über die gesamte Welt ausbreitete.

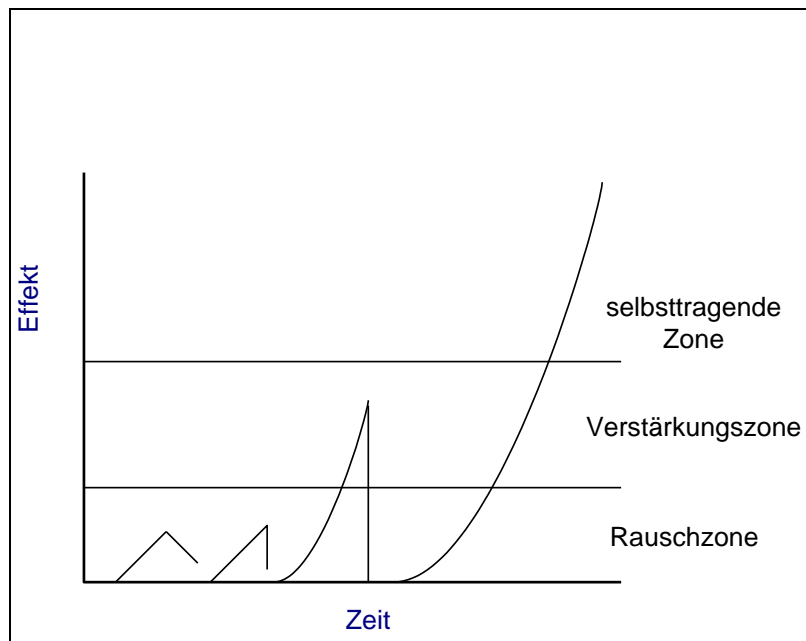
Über diese Transformation wissen wir sehr viel mehr als über die neolithische Revolution oder über die Entstehung agrarischer Zivilisationen. Sie vollzog sich gewissermassen vor den Augen aufmerksamer Beobachter, die viele Details notierten und im jeweiligen zeitgenössisch-kulturellen Kontext versuchten, sich einen Reim auf diesen dramatischen Vorgang zu machen. Dennoch lässt sich sagen, dass die Einleitung dieser Transformation noch immer nicht wirklich verstanden ist, auch wenn zahlreiche Erklärungsansätze dafür vorliegen.

Mit der industriellen Transformation wurde das jahrtausendealte Muster agrarischer Zivilisationen aufgelöst. Es kam innerhalb von kaum 200 Jahren zu einem sensationellen Wachstum der Weltbevölkerung etwa um den Faktor 7, wobei zugleich der Durchfluss von Energie und Stoffen ebenfalls wuchs, so dass es zu einem längerfristigen Bevölkerungswachstum und einem gleichzeitigen Wachstum des Pro-Kopf-Verbrauchs kommen konnte. Diese enorme Steigerung der Wirtschaftskraft und des Wohlstands war mit dem Weg in ein Regime struktureller Nicht-Nachhaltigkeit verbunden, d.h. die Industrialisierung beruht auf physischen Grundlagen, die nicht dauerhaft zur Verfügung stehen.

Im Gegensatz zur neolithischen Revolution und zur Entstehung agrarischer Zivilisationen beruht die industrielle Transformation auf einem Diffusionsprozess. Sie hat einen eindeutig zeitlich wie auch geographisch lokalisierbaren Ursprung, und ihre Ausbreitung über die gesamte Erde, die sich seit zweihundert Jahren rapide vollzog und sämtliche Widerstände überwand, kann als eine Kaskade von Imitationen und Transfers verstanden werden. Es handelt sich also nicht um einen Prozess der Konvergenz, sondern um eine Singularität, die sich erfolgreich ausbreiten konnte. Der Vorgang als solcher war aber einmalig.

Um dies verstehen zu können, müssen wir zwei Elemente gesondert betrachten: die Einleitung und die Diffusion der Industrialisierung. Der Ursprung war zweifellos kontingenter Natur, d.h. er war nicht von seinen Ausgangsbedingungen her determiniert. Agrarische Zivilisationen besaßen keine inhärente Tendenz zur Industrialisierung, sondern diese ist als ein Innovationsprozess zu verstehen, der die Systemgrenzen des agrarischen Solarenergiesystems und der mit ihm verbundenen Merkmale transzendierte. Agrarische Zivilisationen waren zweifellos zur Innovation fähig, und gewisse Neuerungen technischer Natur durchziehen ihre Geschichte wie ein roter Faden. All das blieb aber über Jahrtausende innerhalb der Systemgrenzen des agrarischen Regimes. Das folgende Modell kann verständlich machen, unter welchen Bedingungen grössere Innovationen möglich wurden.

Zonen der Innovation



Wir können hier drei unterschiedliche Zonen der Innovation ausmachen:

1. In der Rauschzone treten kontingente Innovationen auf, was in Agrargesellschaften immer wieder vorkommt. Es kann sich hierbei um isolierte Erfindungen handeln, deren Reichweite aber lokal begrenzt bleibt. Vieles wird wieder vergessen, geht unter oder wird nicht verstärkt, so dass es sich nicht ausbreiten kann. Den Zeitgenossen fallen solche Innovationen häufig überhaupt nicht auf, da deren potentielle Bedeutung im Dunkeln liegt. Historiker können dann zuweilen solche kontingenten Innovationen retrospektiv rekonstruieren, so dass diese als „Vorläufer“ späterer Innovationen identifiziert werden, die selbst jedoch nicht Anteil an einer späteren Entwicklung haben. Hierzu gehören etwa Technikphantasien, wie sie sich bei Francis Bacon oder Leonardo da Vinci finden, oder einzelne, scheinbar wichtige Durchbrüche wie die Anwendung des Prinzips der Dampfexpansion in der Antike, woraus sich jedoch kein Pfad in Richtung Dampfmaschine formiert hat.

Die Geschichte agrarischer Zivilisationen, teilweise sogar einfacher bäuerlicher Gesellschaften ist voll von solchen Innovationen in der Rauschzone. Auch später erfolgreiche Innovationen entstehen natürlich zunächst in der Rauschzone und sind daher von anderen Ereignissen prospektiv nicht zu unterscheiden. Das bloße Vorliegen irgendeiner Neuerung sagt daher nichts über deren Erfolgchance aus. Damit sich diese ausbreiten und dominant werden kann, muss sie vielmehr verstärkt werden, um die Rauschzone zu verlassen.

2. In der Verstärkungszone werden Innovationen durch exogene Faktoren verstärkt und damit sichtbar. Hier kann es also gelingen, dass sich positive Rückkopplungsschlaufen aufbauen, was dazu führt, dass ein Innovationscluster ein anderes verstärkt, so dass sich eine „Blütezeit“ formieren kann (Goldstone 2002). Solche Blütezeiten kommen in agrarischen Zivilisationen immer wieder vor. Es handelt sich hier um die diversen Glanzzeiten, die in der Geschichte als Beweis dafür gelten, dass eine „industrielle Revolution des Mittelalters“, eine verpasste Chance zur Industrialisierung in China oder Mesopotamien und dergleichen gegeben hat.

Für agrarische Zivilisationen entscheidend ist aber die Tatsache, dass solche Blütephasen nach Ausschöpfung ihres Potentials immer wieder kollabiert sind. Agrargesellschaften sind von einem sozial-metabolischen Regime geprägt, das ihrem materiellen Wachstum enge Grenzen setzt. Als solarenergetische Regimes sind sie von der Fläche abhängig, von der Energie geerntet werden kann, weshalb sie nur zwei Möglichkeiten zur Expansion besitzen: Sie können sich räumlich ausdehnen und Imperien

bilden, was jedoch früher oder später auf geographische oder politische Grenzen stösst. Oder sie können versuchen, den Wirkungsgrad der Energienutzung zu verbessern, was unter agrarischen Bedingungen bedeutet, dass die Produktivität der Landwirtschaft, also der Biomasseproduktion, verbessert wird. Hierbei stossen sie jedoch rasch auf einen abnehmenden Grenzertrag, so dass der Aufwand für die Produktion weiterer Einheiten agrarischer Rohstoffe überproportional wächst. Damit stossen solche agrarischen Innovationsphasen früher oder später auf Ressourcengrenzen, was den Gesamtprozess von Wachstum und Innovation abbremst und schliesslich zum Erliegen bringt.

Jeder Erfolg in der Ausdehnung der agrarischen Produktivität untergräbt die Chancen einer weiteren Ausdehnung. Die agrarische Produktionsweise ist in diesem Sinn negativ rückgekoppelt, d.h. jeder Erfolg mindert die Chancen eines künftigen Erfolgs, so dass das System schliesslich einem zähen stationären Zustand zustrebt, wie ihn die klassische Ökonomie des frühen 19. Jahrhunderts analysiert hat. Je „reifer“ eine Agrargesellschaft ist, d.h. je höher die erreichte Produktivität, desto schwieriger wird es, weitere Wachstumsprozesse zu ermöglichen.

Bereits Adam Smith hat darauf aufmerksam gemacht, dass Arbeitsteilung und Produktivität in der Landwirtschaft nicht ebenso steigen können wie im gewerblichen Sektor. Dieses Argument wurde dann von Malthus und Ricardo ausgeführt und von John Stuart Mill systematisch entfaltet. Wichtig daran ist, dass die Landwirtschaft die Basis für die gesamte vorindustrielle (d.h. vor-fossile) Ökonomie bildete. Sie lieferte nicht nur Nahrung, sondern zahlreiche gewerbliche Rohstoffe (Fasern wie Wolle, Hanf, Flachs, Baumwolle; Öle; Farben; Felle, Leder, Horn, Holz, Knochen etc.) und bildete die energetische Basis für die Nutzung mineralischer Rohstoffe (Salz, Keramik, Metalle, Ziegel). Wenn das Prinzip des abnehmenden Grenzertrags für die landwirtschaftliche Produktion galt, musste es daher früher oder später auch auf Sektoren durchschlagen, in denen Produktivitätsfortschritte möglich waren. Es war dies wohl der zentrale Grund dafür, dass es in Agrargesellschaften nicht zu längeren kontinuierlichen Prozessen des wirtschaftlichen Wachstums kommen konnte.

3. Entscheidend für grössere Durchbrüche ist also, dass Innovationen in eine selbsttragende Zone geraten, in der sie ihr stabilisierendes Umfeld durch positive Rückkopplungen selbst erzeugen, so dass sich eine längerfristige Trajektorie aufbauen kann. Dies gilt für einzelne Innovationskomplexe, vor allem aber für den Aufbau eines neuartigen sozialmetabolischen Regimes, wie er mit der Industrialisierung verbunden war.

Die Industrialisierung beruht in stofflich-energetischer Hinsicht darauf, dass die Grenzen des agrarischen solarenergetischen Regimes gesprengt wurden (Einzelheiten bei Siefertle et al. 2006). Dies war nur durch einen Wechsel der energetischen Grundlage der Wirtschaft, also durch den Übergang zum fossilenergetischen System möglich. Der Rückgriff auf fossile Energieträger entkoppelte die Rohstoffbasis von der Fläche und suspendierte damit das Prinzip abnehmender Grenzerträge, jedenfalls für eine mittlere Frist von wenigen Jahrhunderten. Im agrarisch-solarenergetischen Regime werden Wachstumsprozesse früher oder später durch Knappheit von Energie und Rohstoffen abgedrosselt, so dass Ansätze zur positiven Rückkopplung immer wieder in sich zusammenbrechen. Fossile Energie schafft dagegen den Möglichkeitsraum für solche positiven Rückkopplungen, so dass sich das Gesamtsystem schliesslich von den agrarischen Grenzen abheben kann.

Daraus wird die Schlüsselbedeutung der sozialmetabolischen Transformation für die Industrialisierung verständlich: Ohne Kohle wäre keine Industrialisierung möglich gewesen. Dies erklärt allerdings noch nicht, weshalb es überhaupt zur Industrialisierung gekommen ist. Kohle und andere fossile Energieträger gab es schliesslich schon immer, und sie wurden auch seit längerem genutzt, nicht nur in Europa, sondern auch in China. Die Überwindung der Energieschranke ist daher selbst erklärungsbedürftig. Sie ermöglichte es, dass die industrielle Innovation in die dritte Zone geraten konnte, da sie das übliche Schicksal von Blütephasen vermeiden half. Damit bildet der Wechsel der energetischen Grundlage zwar die Basis des neuartigen wirtschaftlichen Wachstums, doch kann dieser Wechsel als solcher noch nicht die Entstehung der Dynamik erklären, deren Fortsetzung durch die neue energetische Grundlage ermöglicht wurde.

Wenden wir uns wieder unserem Grundmodell zu, so muss der Ursprung der Dynamik darin liegen, dass kontingente Innovationen, die in der Rauschzone aufgetreten sind, in die exogene Verstärkungszone geraten sind. Das neue Energiesystem hat es dann möglich gemacht, dass dieser Aufschwung

nicht wieder wie üblich verpufft ist, sondern schliesslich in eine selbsttragende Zone geraten konnte, wo er seine Voraussetzungen selbst erzeugen und reproduzieren konnte. Die Suche nach Ursprüngen in der Rauschzone ist wenig fruchtbar, denn dort ist immer wieder alles mögliche geschehen. Kontingenzen lassen sich schwer erklären, sondern nur nacherzählen. Interessanter ist dagegen die Struktur der Verstärkungszone, denn erst dort wurde die Grundlage für einen transzendierenden Aufschwung gelegt – nicht zuletzt in der Schaffung der technisch-ökonomischen Basis der fossilenergetischen Transformation.

Fragen wir also nach den verschiedenen Faktoren, die in Europa zu einer Verstärkung kontingenter Innovationen geführt haben. Die Diskussion dieser Faktoren ist seit über hundert Jahren im Gang, und es wurden hierbei verschiedene Dimensionen angesprochen, die den „europäischen Sonderweg“ oder die „kapitalistische Entwicklung“ zu erklären versprochen. Diese hochkomplexe Debatte kann hier natürlich nicht rekapituliert werden, sondern wir wollen uns auf eine Skizze der wichtigsten Faktoren beschränken.

Späte Hochkulturalisierung

Ausgangspunkt ist die Tatsache der späten Hochkulturalisierung Europas. Das (nordwestliche) Europa, von dem die industrielle Transformation ausging, war die jüngste von allen agrarischen Zivilisationen. Der Übergang vom Stadium der tribalen Häuptlingstümer in eine staatlich organisierte Gesellschaft fand hier erst vor rund 1.000 Jahren statt. Die europäische Zivilisation konnte zwar auf das kulturelle Erbe der antiken Mittelmeerzivilisation zurückgreifen, vor allem vermittelt über die römische Kirche, in ethnischer Hinsicht bestand aber ebenso wenig eine Kontinuität wie geographisch-ökologisch oder auch agrartechnisch. Die in Nordwesteuropa dominante Dreifelderwirtschaft etwa wurde erst im frühen Mittelalter entwickelt.

Europa als junge, werdende Zivilisation hatte daher nicht die Entwicklungspotentiale einer agrarischen Zivilisation realisiert, sondern befand sich in mancher Hinsicht noch in einem unreifen und damit offenen Zustand. Vielleicht könnte man dies dahingehend zuspitzen, dass Europa von tribalen Häuptlingstümmern in die industrielle Transformation durchstartete, ohne dass sich hier das Muster der agrarischen Zivilisationen wirklich stabilisieren konnte.

Agrarische Zivilisationen neigen dazu, ihre landwirtschaftliche Basis komplett auszureizen. Dies bedeutet, dass in einer reifen agrarischen Zivilisation die Bodenerträge (pro Flächeneinheit) nahe dem Maximum dessen liegen, was unter den vorliegenden technisch-ökologischen Bedingungen im Rahmen des Solarenergiesystems möglich ist. Wenn man sich dieser Grenze nähert, ist dies in der Regel mit einem abnehmenden Grenzertrag der Arbeit verbunden, so dass die Arbeitsproduktivität insgesamt recht gering ist. Dies bedeutet, dass in reifen agrarischen Zivilisationen der Spielraum für die Freisetzung von Arbeitskräften für eine Beschäftigung ausserhalb der Landwirtschaft recht gering ist. Gewerbliche Arbeit wird häufig in Kombination mit subsistenzwirtschaftlicher Landwirtschaft betrieben, etwa als Heimarbeit. Von diesem Muster geht (im Gegensatz zur Auffassung von Vertretern der „Protoindustrialisierung“) kein Impuls zur Industrialisierung aus.

Die gewerbliche Bevölkerung muss aus Überschüssen der landwirtschaftlichen Produktion ernährt werden. Wenn es daher zu einer Industrialisierung im Sinne einer Steigerung des Anteils der gewerblichen Bevölkerung kommen soll, muss es eine Produktivitätssteigerung in der Landwirtschaft geben. Aufgrund des Gesetzes vom abnehmenden Grenzertrag wird dies schwieriger, je weiter die Effizienz der Landwirtschaft (etwa ausgedrückt in der Produktivität pro Flächeneinheit) fortgeschritten ist. Dies bedeutet, dass eine „Industrialisierung“, die mit einem wachsenden Anteil der im gewerblichen Sektor Beschäftigten einhergeht, immer schwieriger und unwahrscheinlicher wird, je avancierter die Landwirtschaft bereits ist. Wenn 80% der Bevölkerung aus Bauern besteht, die 20% der sonstigen Bevölkerung ernähren, muss der Überschuss 25% betragen (1 Bauer ernährt 0,25 Nicht-Bauern). Wenn der Anteil der nicht-agrarischen Bevölkerung im Zuge der Industrialisierung auf 40% verdoppelt werden soll, müssen 60% der Bevölkerung 40% ernähren (1 Bauer ernährt 0,66 Nicht-Bauern). Soll sich also die Zahl der Arbeiter verdoppeln, muss sich die agrarische Produktivität mehr als verdoppeln, nämlich um das 2,64fache zunehmen.

Um 1500 waren in England rund 80% der Bevölkerung in der Landwirtschaft beschäftigt, so dass ein Bauer 0,25 andere Personen ernährte. Um 1850 arbeiteten nur noch 20% in der Landwirtschaft, so dass ein Bauer jetzt 4 andere Personen ernähren musste. Sein Überschuss ist von 0,25 auf 4, also um den Faktor 16 gestiegen. Eine solche Ertragssteigerung war natürlich umso leichter, je niedriger das Ausgangsniveau war. Eine „industrielle Revolution“ war daher in einer jungen agrarischen Zivilisation wie der in Nordwesteuropa, wo noch recht grosse Innovationspotentiale in der Landwirtschaft bestanden, wahrscheinlicher als in alten, reifen Agrargesellschaften wie China, wo das Potential bereits weitgehend ausgereizt war.

Die Pointe der europäischen Entwicklung des 18. Jahrhunderts besteht darin, dass durch die sog. „landwirtschaftliche Revolution“ im Rahmen des agrarischen Ancien Régime die Erträge beträchtlich gesteigert werden konnten. Die Flächenproduktivität stieg durch einfache Innovationen, die im Rahmen des Agrarsystems blieben und prinzipiell bereits 500 Jahre früher hätten stattfinden können. In China wäre dies nicht mehr möglich gewesen. Wenn England seine agrarische Produktion verdoppelt hätte, ohne eine Industrialisierung einzuleiten, dann wäre dieses erhöhte Nahrungsangebot mit der Zeit von einer wachsenden Bevölkerung aufgezehrt worden, was die Chancen einer künftigen Industrialisierung vermindert hätte.

Fragmentierung des Machtsystems

Ein weiteres Erbe der späten Hochkulturalisierung war die politische Fragmentierung Europas. Der historische Normalfall beim Übergang von tribalen Häuptlingstümern zu agrarischen Zivilisationen bestand darin, dass sich selbständige politische Einheiten so lange wechselseitig eliminierten, bis ein Grossreich entstanden war. In Europa fand zwar im Mittelalter ein ähnlicher Prozess statt, doch wurde er nicht abgeschlossen. Vielmehr bildete sich ein Gleichgewichtssystem, das darauf beruhte, dass sich alle Beteiligten darin einig waren, die Hegemonie eines Einzelstaates zu verhindern. Von der Anarchie zur Oligarchie, von da aus aber nicht weiter zur monarchisch-despotischen Einheit, das ist eine historische Singularität Europas (Baechler 1988).

Es gab zwar immer wieder Versuche zu einer gewaltsamen politischen Einigung Europas, doch scheiterten diese regelmässig, von den mittelalterlichen Kaisern über Karl V., Philipp II., den Habsburgern zur Zeit des 30jährigen Kriegs, Ludwig XIV. bis hin zu Napoleon. Es formierten sich immer wieder zentrifugale Kräfte und Verhinderungskonkationen, die das System konkurrierender Mächte zum europäischen Normalfall machten. Allerdings ging die Zahl der Einheiten im Laufe der Geschichte zurück, bis zum Konzert der 5 Grossmächte im 19. Jahrhundert.

Aus evolutionstheoretischer Perspektive war die europäische Situation seit der frühen Neuzeit von einer einzigartigen Struktur gekennzeichnet: Es gab zugleich eine kulturelle Einheit und politische Heterogenität. Keinem der konkurrierenden Staaten ist es je gelungen, die Oberherrschaft zu gewinnen, so dass immer beträchtliche Freiheitsspielräume zwischen den Staaten existierten. Informationen flossen relativ unbehindert zwischen den einzelnen Einheiten, trotz aller Versuche zur Zensur. Es gab eine nicht zu unterbindende Mobilität von Geld, Waren, technischen Verfahren und qualifizierten Arbeitskräften. Bei zu grossem (politisch-religiösem-fiskalischem) Druck wanderten Kapital und (qualifizierte) Arbeitskräfte ab, so dass sich Versuche zur autarken Selbstisolation immer wieder selbst schaden. Es gab einen permanenten Transfer von Wissen und Spezialisten. Nichts blieb auf die Dauer geheim.

Wenn zum Beispiel in Augsburg oder Venedig eine neue Technik wie die Bandmühle verboten wurde, setzte man sie woanders ein. Projektanten wanderten durch ganz Europa auf der Suche nach Chancen. Auch politische Grosskatastrophen blieben letztlich auf kleinere Räume beschränkt: Die Gegenreformation konnte den Protestantismus nicht unterdrücken, die Verwüstung Norditaliens, der südlichen Niederlande und Deutschlands im 16./17. Jahrhundert unterbrach den ökonomischen Prozess nicht nachhaltig. Die Fragmentierung Europas erhöhte seine Resilienz ganz beträchtlich, d.h. flächendeckende Störungen wurden in diesem hochflexiblen System extrem unwahrscheinlich. Dies war vermutlich eine Situation, die die Entstehung und Stabilisierung des Neuen stark begünstigte: Es existierte eine Vielzahl von Nischen, in denen man sich dem politischen Druck entziehen konnte, und zugleich

konnte man sich doch auf einen grösseren Raum orientieren, so dass Innovationen nicht durch zufälligen Abbruch der Kommunikation ersticken.

Seit dem Mittelalter existierten in Europa immer wieder Sprachen, die eine raumübergreifende Kommunikation der Eliten ermöglichten: Latein blieb bis ins 18. Jahrhundert die gemeinsame Sprache der Kirche und der Gelehrten; Italienisch, dann Französisch wurde zur Sprache der Diplomaten; Englisch zur Sprache des Handels und schliesslich zur globalen lingua franca.

Der Wettbewerb um die politische Macht leitete Rüstungswettläufe in verschiedener Hinsicht ein, denen nicht alle der beteiligten Eliten in gleichem Masse gewachsen waren. Sie mussten in der Lage sein, Techniken, Verfahren und Institutionen zu übernehmen, die von ihren Gegnern entwickelt wurden, und wenn sie dazu nicht in der Lage waren, gingen sie unter. Wir erhalten somit das Bild eines evolutionären Dauerkonflikts, im Zuge dessen die Kompetenz der Beteiligten steigt, bis es zur Transformation des Gesamtmusters kommt.

Das Modell der politischen Fragmentierung als Erfolgsgeheimnis Europas ähnelt dem ökonomischen Modell des Wettbewerbs, während der politische Zentralismus, der andere agrarische Zivilisationen wie vor allem das chinesische Reich prägte, an das Monopol erinnert. Daher erhalten wir eine Isomorphie von Fragmentierung/Konkurrenz und Zentralisierung/Monopol, mit der Folge, dass dem ersteren dynamische produktive Effizienz, dem zweiten aber erstickende parasitäre Rentensuche zugeschrieben wird.

Gab es spezielle Gründe dafür, dass sich in Europa keine einheitliche politische Macht durchsetzen konnte, wie dies in anderen Weltregionen der Fall war? Eine geopolitische Basis dieser Pluralität könnte in der Vielfalt ökologisch differenzierter fruchtbarer Regionen mit zahlreichen „natürlichen Grenzen“ gelegen haben. Das hatte zum Beispiel militärische Konsequenzen. Das verstreute Vorkommen von Erzen verhinderte eine Monopolisierung des Kanonenbaus. Hinzu kam, dass die neue Technik des Festungsbaus mit Erdwällen seit dem 16. Jahrhundert die Verteidigung grösserer Einheiten erleichterte. Vielleicht setzte die Permanenz der Kriege zwischen europäischen Kleinstaaten eine Prämie auf militärische Innovation? In Japan konnten die Tokugawa nach ihrer Durchsetzung den Gebrauch von Feuerwaffen unterdrücken – ein solcher Versuch eines einzelnen Fürsten wäre in Europa selbstmörderisch gewesen.

Ein Einwand gegen die Betonung der politischen Fragmentierung könnte darin liegen, dass die islamische Kultur in vergleichbarer Weise politisch uneins war wie die christliche und dass Ähnliches auch für den indischen Subkontinent gilt. Nur in China gab es auf Dauer die typische „despotische“ Einheit von Kultur und Staat. Europa wäre in Hinsicht auf politische Fragmentierung also nicht einzigartig, sondern das dauerhaft, nur von kurzen Zeiten der Wirren unterbrochene politisch geeinigte chinesische Reich wäre der historische Ausnahmefall. Aber die Pointe dieses Erklärungsmusters liegt nicht in der Fragmentierung als solcher, sondern im Dualismus der Zentralisation kleinerer (proto-nationalstaatlicher) Einheiten und der Dezentralisation der Staatenwelt, der die Situation in Europa seit der frühen Neuzeit gekennzeichnet hat.

Diese Fragmentierung hatte eine Reihe von Konsequenzen. So war Europa wegen seiner politischen Vielfalt nur schwer von aussen zu erobern. Klassische Grossreiche besitzen ein Zentrum, von dem aus die Peripherie durch Erpressung kontrolliert wird. Die Eroberung zielt auf das Zentrum und hat Erfolg, wenn es gelingt, sich mit peripheren Kräften zu verbünden. Wenn letztere die Schwäche der Zentrale bemerken, wechseln sie die Fronten, und das Reich fällt wie ein Kartenhaus zusammen (Persien, China, Mexiko, Peru, Indien ...). Europa hatte kein Zentrum und war deshalb hoch elastisch gegen Anstürme von aussen. Selbst wenn die Türken 1683 Wien erobert hätten, wäre ihnen immer noch heftiger Widerstand in anderen Territorien des Heiligen Römischen Reichs, vor allem aber in Frankreich, den Niederlanden und England geleistet worden.

Ein wichtiger Effekt der Fragmentierung und der mit ihr verbundenen (militärischen) Rüstungswettläufe lag darin, dass eine hohe Prämie auf der Entwicklung administrativer Effizienz lag. Der agrarische Staat beruhte auf ausserökonomischem Zwang, also auf Krieg, Ausbeutung, Tribut und Besteuerung. Zugleich schuf er aber durch seine schiere befriedende Existenz einen Interaktionsraum für den Markt. Markt und Staat standen daher in einem prinzipiellen Spannungsverhältnis. Ohne (staatlich-

institutionell) gesicherte Ordnung kein Markt; doch behinderte der Staat auch den Markt, indem er in ihn intervenierte, ihm Fesseln auferlegte und versuchte, ihm Kontributionen abzupressen. Der agrarische Staat schützte den Markt aus fiskalischen Gründen, d.h. letztlich zu dem Zweck, effizienter ökonomische Ressourcen zum Zweck der parasitären Verwendung, vor allem der Kriegsführung mobilisieren zu können.

Staaten der agrarischen Zivilisationen begünstigten den Handel, wenn er ihnen Einnahmen versprach (Zölle, Steuern). Fürsten tendierten jedoch immer dazu, ihre Einnahmen durch irreguläre Massnahmen zu erhöhen: willkürliche Abgaben, Konfiskation, Zwangsanleihen, Zahlungseinstellung (Staatsbankrott), Entwertung von Geld und Schuldverschreibungen, Vertreibung, Justizmord. Das alles waren Methoden, die Unsicherheit verbreiten und Handel sowie Geldverkehr behindern. Ein Problem lag darin, dass die Mächtigen diesen Versuchungen widerstehen mussten. Wenn ihnen dies gelang, entmachteten sie sich allerdings längerfristig selbst, wurden sie zu blossen Bütteln des Marktes. Zunächst versuchten sie, durch Gewährung von Rechtssicherheit den Fluss ihrer Revenuen zu verstetigen, schliesslich verkehrte sich jedoch der Zusammenhang, der Markt eroberte die Macht, der Fürst unterwarf sich selbst dem Recht und wurde zum Diener des Staates, am Ende wurde er schliesslich in Pension geschickt. Dies führte zur historischen Entstehung des Marktes, seiner Emanzipation von der Politik und schliesslich zur Ausdifferenzierung einer selbstregulierten, ihren eigenen Imperativen folgenden Wirtschaft.

Der sich seit der frühen Neuzeit unter militärisch-fiskalischem Druck formierende Rechtsstaat wurde zum komplementären Partner des Marktes, indem er Rechtssicherheit bot und sogar Dienstleistungen für die Marktordnung lieferte (Zivilgerichte, Polizei). Ein funktionierender Rechtsstaat begünstigte letztlich eine Figur der gesellschaftlichen Synthese, die ihn als Staat transzendiert.

Es war also der Druck der Fragmentierung und des mit ihr verbundenen Wettbewerbs, der in Europa zu einer Umgruppierung der institutionellen Arrangements führte. Die Agrargesellschaft des Ancien Régime besass eine Institutionenordnung, in der politische, rechtliche und ökonomische Elemente eng miteinander verbunden waren. Dies ermöglichte es einer Welt segmentierter Kleingesellschaften, situationsgerecht mit ihren spezifischen dezentralen Ressourcen und Problemen umzugehen. Oberstes Ziel dieser Institutionenordnung war auf lokaler Ebene die nachhaltige Aufrechterhaltung der Subsistenz, was zugleich die Unterbindung zentrifugaler Dynamik implizierte, also etwa ein Wachstum der Bevölkerung oder der Ressourcenentnahme (Marquardt 2003). Es handelte sich in seinem Kern um das Management eines stationär-oszillierenden Zustands.

Die Industrialisierung war dagegen institutionell mit einer völligen Umgruppierung der Kräfte und Einrichtungen verbunden. Sie beruhte auf einer Einheit von ausdifferenzierter Ökonomie und ausdifferenziertem Staat, und zwar zunächst in Gestalt des zentralisierten „bürokratischen Absolutismus“, der sich seit der Epochenwende um 1800 ausprägte. Dieses Arrangement erlaubte es, das Privateigentum absolut zu setzen mit der Folge, dass die ökologisch-ökonomische Ordnung des Ancien Régime mobilisiert werden konnte, vor allem der Boden und die Bevölkerung. Jetzt konnten Märkte für Land und Arbeit entstehen.

Der mit der Industrialisierung einhergehende ökonomische Liberalismus war mit einem starken Zentralstaat verbunden, der die segmentierte lokale Herrschaft ablöste und im Laufe der Entwicklung neue Elemente der Partizipation aufnehmen konnte, bis hin zum „demokratischen“ Staat der „Volkssouveränität“, der jedoch auf dem Fundament der Zentralisation und der abstrakt-allgemeinen Gesetzgebung ruht. Offenbar besteht eine enge funktionale Verbindung zwischen der auf dem Marktprinzip beruhenden Industrialisierung und diesem neuen institutionellen Arrangement. Erst die Emanzipation von Eigentumsrechten ermöglichte die Marktintegration, und beide sind Resultate der Differenzierung segmentiert-eingebetteter Gesellschaften (North und Thomas 1999).

Die neuen institutionellen Arrangements führten zu einer Verlagerung zur Produktion auf Kosten der Prädation. Das in Agrargesellschaften übliche Primat der Rentensuche kann als Versuch interpretiert werden, einen grösseren Anteil von einem gegebenen Bestand zu erhalten, ohne dass dieser Bestand dabei vermehrt wird – unter Umständen wird er beim Tauziehen um die Rente sogar vermindert. Die politisch-institutionellen Bedingungen seit dem 18. Jahrhundert führten dagegen dazu, dass produkti-

ves Handeln gegenüber opportunistischer Rentensuche belohnt wurde. Dies schuf die institutionellen Rahmenbedingungen für die industrielle Transformation.

Die europäische Expansion

Eine alte, schon im 19. Jahrhundert verbreitete Erklärung lautet, dass Europa von der Ausbeutung der Kolonien, vor allem Amerikas profitiert habe, ja dass die Industrialisierung Europas auf Importen (von Ressourcen bzw. Flächenäquivalenten) aus Amerika beruhte. Die europäische Expansion könnte daher entscheidend für die Einleitung des europäischen Sonderwegs gewesen sein.

Eine klassische Argumentation der Imperialismustheorien von Marx bis Wallerstein betont die Kapitalbildung durch koloniale Extraprofite: In den Kolonien wurden durch Plünderung und Sklavenarbeit Profite gemacht, die dann in den Metropolen investiert werden konnten, woraus die Industrialisierung durch Kapitalakkumulation hervorging. Die Gegenargumente zielen dahin, dass die Gewinne des Überseehandels weitgehend im Finanzsektor blieben und etwa zur Finanzierung der Staatsschuld dienten, die ihrerseits Resultat von Handelskriegen war. Netto wäre also nichts übriggeblieben. Die Profite der Kolonien dienten zur Finanzierung der politischen (militärischen) Kosten des imperialen Systems, doch trugen sie nichts zur Industrialisierung im Mutterland bei. Diese wurde vielmehr durch interne Rücklagen und persönliche Kredite finanziert. Die neuen Betrieben hatten in der Regel keinen Zugang zu den (internationalen) Finanzmärkten, etwa der Londoner City.

Vielleicht hatte die Kolonialisierung damit eher eine indirekte Bedeutung. Die permanente internationale Kriegsführung um den Besitz von Kolonien setzte eine Prämie auf die Entwicklung eines effizienten Systems der Finanzierung und Verwaltung. England scheint hier nach 1714 besonders geschickt gewesen zu sein. Die britische Staatsschuld stieg zwar wegen der zahlreichen Kriege kontinuierlich an, doch kam es zu keiner wirklichen Finanzkrise (vgl. Brewer 1989). Mehr als die Hälfte des britischen Staatshaushalts wurde für Militärkosten aufgewandt. Finanziert wurde dies vor allem durch die Besteuerung des (Übersee-) Handels sowie durch Verschuldung auf den europäischen Märkten. Die (militärischen) Kosten des kolonialen Komplexes waren weit höher als die Investitionen in die neue Industrie. Nelsons Flaggschiff, die HMS Victory, kostete fünfmal so viel wie Abraham Crowleys Stahlwerk, eine der grössten Investitionen während der Industriellen Revolution (Rule 1992, 276). Dennoch blieben diese Militärausgaben nicht folgenlos: Abgesehen von der Unabhängigkeit der USA haben die Engländer zwischen 1763 und 1815 alle Kolonialkriege gewonnen und standen damit auch ökonomisch als Sieger da.

Die Bedeutung der Expansion für die Transformation lag wohl vor allem in einer Verschiebung der Relation von Macht und Reichtum. Ökonomische Leistungsfähigkeit wurde jetzt zum Schlüssel zur Macht, und diese hing zunehmend nicht mehr von Verteilung (Ausbeutung), sondern Produktion ab. Dies gilt vor allem für Grossbritannien. Dort befasste sich die Aristokratie schon früh mit Überseege-
schäften, so dass der übliche Gegensatz zwischen prädatorischen Aristokraten und produktivem Bürgertum nicht so stark war wie in anderen Agrarstaaten. Dies führte schliesslich zu einer Kommerzialisierung der gesamten Oberschicht, die die alte Orientierung an Ehre, Gewalt und Verschwendung ablegte. Diese mental-soziale Kommerzialisierung ging mit der Ausbildung entsprechender Institutionen einher, vor allem mit der Bildung eines Kreditsystems, das auf Fernhandel, Staatsschuld und Kriegsführung bezogen war. Der Handelskrieg bildete ein wichtiges Scharnier für die Konsolidierung des fiskalisch-rationalen Zentralstaats, für seine Kommerzialisierung im Sinne der Entwicklung ökonomischer Institutionen und für die mentale Umorientierung von der Prädation zur Produktion.

Das koloniale System brachte einen enormen Aufschwung des Welthandels und knüpfte Beziehungen zwischen verschiedenen Räumen. Dies hatte infrastrukturelle (Schiffsbau, Häfen, Navigation) und institutionelle (Finanzierung, Versicherung, Besteuerung) Implikationen. Im Innern wurden zunehmend tendenziell subsistenzwirtschaftlich orientierte Haushalte an das kommerzielle System angeschlossen, durch Konsum von Kolonialwaren (Zucker, Tee, Tabak) und durch die Produktion von Waren im Heimgewerbe für den internationalen Handel (Verlagswesen). Dadurch wurde die Ausbreitung der commercial society begünstigt. Allerdings traf dies im Prinzip für alle am Welthandel betei-

ligten Mächte zu, also auch für China (Massenproduktion von Exportgütern wie Porzellan, Seidenstoffen oder Tee, Konsum von Opium), wo dadurch jedoch keine Industrialisierung ausgelöst wurde.

Die Expansion nach Übersee hatte wichtige Auswirkungen auf das Wissenssystem. Seit Heinrich dem Seefahrer war die maritime Expansion mit einer systematischen Sammlung von Informationen verbunden, und deren Organisation war ein Grund für die europäische Überlegenheit. Dieses Wissen bezog sich zunächst auf die Bedingungen der Expansion, also auf Kartographie, Navigation, Strömungen, Winde etc., dann auch auf Pflanzen und Tiere, die nützlich verwendet werden konnten. Im 18. Jahrhundert löste sich die mit der Expansion verbundene Wissenschaft tendenziell von der Sammlung unmittelbar nützlicher Informationen ab. Captain Cook suchte zwar Handelswege und Nutzorganismen, doch wurde die Sammlung von Informationen und deren Klassifikation auch „wertfrei“ betrieben und erstreckte sich auch auf historische, linguistische und kulturelle Gegenstände. William Jones etwa entdeckte in Indien die indo-europäische Sprachenfamilie, was zweifellos keinen pragmatischen Wert hatte. In Europa formierte sich seit dem 16. Jahrhundert eine Stimmung des *plus ultra*, was älteres, von klassischen Autoritäten überliefertes Wissen relativierte und einen Zugang zu neuen Erfahrungen öffnete. Die maritimen und kolonialen Erfolge seit dem 15. Jahrhundert vermittelten den Europäern ein enormes Selbstvertrauen, ein Überlegenheitsgefühl und das Bewusstsein, in einer neuen Epoche zu leben. Dies öffnete mentale Horizonte und stärkte die Bereitschaft zur Innovation.

Die Europäer bedienten sich zum Betrieb des Plantagensystems in Amerika ganz selbstverständlich der überkommenen Sklaverei und weiteten diese in präzedenzlosem Umfang aus, mit rein kommerzieller Absicht, also rational-ökonomisch, nicht primär statusorientiert, wie sonst in agrarischen Zivilisationen üblich. Dieses System setzte jedoch mental einen Prozess in Gang, der schliesslich zum Abolitionismus führte, motiviert aus einer Kombination von ökonomischen, religiösen und moralischen Argumenten (Drescher 2009). Daran schloss sich ein generelles Programm der „Entwicklung“ und „Zivilisierung“ an, das sich von älteren religiösen Missionsprogrammen darin unterschied, dass es auch eine materielle Dimension besass. Die Europäer verfolgten ein Projekt zur Zivilisierung der Welt, ihrer Aufklärung und Verbesserung. Der neue Imperialismus holte nicht nur (botanisches, geographisches, ethnologisches) Wissen aus aller Welt, sondern ging auch daran, Wissen zu verbreiten, bis hin zur Vision universeller Menschenrechte, die an die Stelle der älteren bedenkenlosen Plünderung und Sklavenhalterei trat: die Selbstgewissheit, den Fortschritt und die Zivilisation gegenüber einer dumpfen Welt von abergläubigen Wilden, *half devil and half child* (Kipling), zu vertreten. Aber das fand erst seit der Mitte des 19. Jahrhunderts statt und war vielleicht eher eine Folge der Transformation als deren Voraussetzung.

Die Siedlerkolonien in Nordamerika ermöglichten schliesslich einen Neustart der europäischen Entwicklung unter idealen Bedingungen: Die nordwest-europäische Hochkulturalisierung seit dem 11. Jahrhundert hatte im Programm des „Absolutismus“ eine Tendenz zum zivilisatorischen „Despotismus“ nach üblichem agrargesellschaftlichem Muster entwickelt, die dazu hätte führen können, dass sich auch in Europa ein tributärer Zentralstaat etabliert hätte, wodurch die Tendenz zum stationären Zustand bestärkt worden wäre. Die schiere Existenz von Amerika machte dies unmöglich. Hier bildete sich seit dem 18. Jahrhundert eine neo-europäische Gesellschaft ohne „feudale“ oder „absolutistische“ Tradition, die die Innovationspotentiale der Transformationskultur in reiner Form entfaltete. Amerika konnte so seit dem 19. Jahrhundert zum Motor der Transformation werden.

Digitale Medien und Kommunikation

Zu den klassischen Faktoren der neuzeitlichen Entwicklung wird schon immer der Buchdruck gezählt. Die Gutenberg-Ära, die Zeit des gedruckten Buches, ist geradezu synonym mit der Neuzeit. Dennoch fragt es sich, worin eigentlich die Bedeutung dieser neuen Form der Informationsspeicherung liegt, ob sie spezifisch europäisch war und ob sie den Rahmen der agrarischen Zivilisationen überschritt.

Der Kern des Prozesses, der über den Buchdruck zur elektronischen Datenverarbeitung führte, bestand darin, Nachrichten konsequent in kleinste Einheiten zu teilen, die selbst keine Bedeutung hatten, sondern diese erst durch eine spezifische Kombination mit anderen Einheiten bzw. Zeichen gewannen. Die Voraussetzung für jede technische Datenverarbeitung ist die Digitalisierung, d.h. die Abstraktion

der Informationseinheiten von jeder konkreten Bedeutung. Dies leistete die Alphabetschrift, der es gelingt, mit sehr wenig Zeichen beliebig viele Inhalte zu formulieren.

Die mechanische Vervielfältigung von Informationen als solche ist recht alt, man denke nur an Münzen, Stempel oder Bilderdrucke. Gerade eine komplizierte Bilderschrift wie die chinesische lädt zur Reproduktion mit Grossstempeln ein, und in Korea hat es seit über 1.000 Jahren Druck mit Porzellantypen gegeben. Der europäische Buchdruck des 15. Jahrhunderts war dagegen eine wirkliche Schlüsselinnovation, die in Asien kaum denkbar gewesen wäre. Druck mit beweglichen Lettern ist nur dann sinnvoll, wenn es sehr wenige unterschiedliche Zeichen gibt. Die römische Schrift hat 26 Buchstaben. Ein europäischer Zeichensatz kann mit einem Minimum von 100 Elementen auskommen, einschliesslich Klein- und Grossbuchstaben, Ziffern und Sonderzeichen aller Art. Mit diesen 100 Zeichen können sämtliche Texte gesetzt werden. Auf der Basis einer Bilderschrift mit mehreren tausend Zeichen ist der Vorzug des Buchdrucks mit beweglichen Lettern jedoch nicht mehr eindeutig bzw. ist der Übergang zum Stempeldruck fließend. Die Entwicklung und Verbreitung des Buchdrucks lohnte sich nur auf der Basis der Alphabetschrift.

Das digitale indisch-arabische Zahlensystem entspricht strukturell dem alphabetischen Notationssystem. Beide beruhen auf den Prinzipien der Abstraktion von Sinn und der Minimierung der Zeichenanzahl, wobei die Folge bzw. die Kombination der Zeichen entscheidend wird. Es ist dies eine zentrale Ökonomisierung der Notation, eine Informationsrevolution, die dem Buchdruck vorausgeht und diesen überhaupt erst ermöglicht hat. Eine weitere Folge dieses Systems ist die Möglichkeit einer alphabetischen, d.h. inhaltlich neutralen, aber leicht handhabbaren Klassifikation von Informationen (Wörterbücher, Lexika).

Der Buchdruck setzte schliesslich eine positive Rückkoppelung von Veröffentlichung und Erfahrung in Gang, die es erlaubte, dass sich ein Trend der Wissensakkumulation aufbaute. Er enthält die folgenden Elemente:

- Das ältere Manuskript-Wissen war immer wieder abgerissen und versandet. Die durch den Buchdruck erweiterte und textlich stabilisierte Kommunikation führte dagegen zur Härtung und Versteifung des Prozesses des Wissensgewinns.
- Das Kopieren von Handschriften hatte zur Verzerrung, zur Kumulation von Kopierfehlern geführt; Neuauflagen von Büchern konnten dagegen mit Korrekturen versehen werden. Die Texte wurden somit verlässlicher, was vor allem bei Nachschlagewerken eine grosse Rolle spielte.
- Die Vielzahl verfügbarer Texte ermöglichte deren Vergleich und begünstigte eine kritische Einstellung zu ihnen. Resultat dessen war die Entstehung einer philologischen, textkritischen Methode. Darüber hinaus führte die Konfrontation mit zahlreichen Texten auch zu Phänomenen des „Rauschens“, was als Relativierung dogmatischer Wissensbestände verstanden werden kann.
- Der Buchdruck gestattete eine Kombination von Texten und Abbildungen, die beide stereotypisiert waren. Dies war bei Atlanten, Seekarten, astronomischen, mathematischen, medizinischen oder architektonischen Werken von grosser Bedeutung.
- Mechanisch replizierte Texte wurden billiger als Handschriften, so dass sie sich über weitere Bevölkerungskreise verbreiten konnten. Dies begünstigte die Alphabetisierung, was seinerseits vom digitalen Notationssystem erleichtert wurde (es war einfacher, 26 verschiedene Zeichen als einige hundert oder tausend zu erlernen).
- Die Standardisierung der Texte begünstigte eine Standardisierung der Sprache. Eine wichtige Folge davon war die Entstehung und Stabilisierung neuer europäischer Nationalsprachen aus der Verallgemeinerung und Fixierung bestimmter Dialekte.

In diesem Zusammenhang ist generell die Rolle der Kommunikation und der Informationsverarbeitung angesprochen. Gemeinsame Sprache, gemeinsame kulturelle Grundhaltungen (Christentum), Mobilität (Mönche, Scholaren, Gelehrte, Handwerksgesellen), Netzwerke (Briefe), Transportwege (Post, Kuriere), Universitäten. So konnte eine „kritische Masse“ der Kommunikation erreicht werden, die über die ältere kritische Masse der urbanen Elitenkommunikation hinausging. Der Buchdruck transzendierte tendenziell das Kommunikationsmuster der agrarischen Zivilisationen, das mit persönlicher Präsenz

(und Einheit von Person und Lehre) verbunden war. Das Buch objektivierte die Information, löste sie von den charismatischen Eigenschaften ihres Autors/Sprechers ab. Jetzt konnte sich die Lehre inhaltlich von der Person des Lehrenden emanzipieren, d.h. sie konnte sogar in einen Gegensatz zu ihr treten.

Die wichtigste Folge des Buchdrucks war der Aufbau eines Systems positiver Rückkopplung des Informationsflusses: Die Schleifen, welche die Informationen durchliefen, wurden immer weiter, umfassten immer mehr Menschen wie auch immer mehr potentielle Inhalte. Die Wahrscheinlichkeit der Isolation und damit des Untergangs von Wissen schwand, und es baute sich eine wechselseitige Verstärkung intellektueller Innovationen auf. Damit wurde eine kommunikative Dynamik eingeleitet, wie sie in den agrarischen Zivilisationen nur unter exzeptionellen Umständen und beschränkt auf bestimmte Orte (wie im klassischen Athen) existieren konnte. Europa formierte sich tendenziell zu einem einheitlichen Kommunikationsraum der Eliten, innerhalb dessen Informationen unterschiedlichster Provenienz miteinander kombiniert werden konnten. Dadurch beschleunigte sich aber der Prozess der Informationsverarbeitung in einer Weise, die präzedenzlos war. Der Erwerb von Wissen nahm explosiv zu und er wurde nicht mehr, wie zuvor üblich, zwangsläufig von einem gleich dimensionierten Vergessen begleitet.

Vielleicht lässt sich dieser Zusammenhang folgendermassen generalisieren: Die oral-handschriftliche Kultur hat Mühe, Informationen zu tradieren und befasst sich primär mit der Reproduktion von Wissen. Die Kultur der mechanischen Informationstradierung dagegen hält die Reproduktion und Verfügbarkeit von Wissen für selbstverständlich und befasst sich daher mit der Neuproduktion von Wissen, d.h. sie kann einen Akzent auf intellektuelle Innovation legen.

Sofern Wissensprozesse für die Einleitung der Transformation von Bedeutung sind – und wer würde daran zweifeln – muss die mediale Revolution des Buchdrucks eine Rolle gespielt haben. Zwar gab es in den agrarischen Zivilisationen zahlreiche Ansätze zur Mechanisierung des Informationstransfers, doch reichen diese nicht an die Bedeutung des Buchdrucks heran. Gutenbergs Erfindung beruhte auf einer solchen Menge von Vorbedingungen, deren Existenz unabhängig voneinander gesichert sein musste, dass es sich hierbei um eine Singularität mit weitreichenden Folgen handelt. So unwahrscheinlich die Entstehung eines Verfahrens der digitalen Replikation von Informationen war, so weitreichend waren die Folgen, deren Kern in einer Beschleunigung von Informationsprozessen lag. Nicht nur wuchs das Wissen – es wurde nun auch möglich, prinzipiell jedes vorhandene Wissen mit jedem zu kombinieren. Dies setzte aber ein exponentielles Wachstum des Wissens in Gang, das bis heute nicht abgeschlossen ist. Auf der Basis von Mündlichkeit, von Handschriften und Stempeldrucken wäre das aber nicht möglich gewesen.

Viele Prozesse haben die Eigenschaft, dass sich das Verhalten eines Systems mit einer bestimmten Menge der Komponenten ändert, wenn also eine „kritische Masse“ erreicht ist. Dann können neue Eigenschaften emergieren und kontinuierliche Vorgänge werden diskontinuierlich. In kommunizierenden Gesellschaften kann sich die Masse der Teilnehmer durch mediale Vermittlung ändern, d.h. die Anzahl der Teilnehmer steigt mit der Kommunikationsdichte. Wenn sich also die Medien der Kommunikation ändern (dies sind neben den Informationsträgern auch Transportwege und Allokationsmechanismen), wenn also die Umschlagsgeschwindigkeit zunimmt, kann ein kritischer Zustand erreicht werden, der neue Eigenschaften emergieren lässt. Dies könnte ein Effekt des Buchdrucks (aber auch der Transportrevolution) gewesen sein.

Wissenschaft und Technik

In Agrargesellschaften gab es keine systematische Beziehung zwischen Naturwissenschaft und Technik. Man stolperte zwar in der Praxis über viele neue Entdeckungen, doch blieben diese in der Regel rein empirisch, ohne systematischen theoretischen Zusammenhang. Daher schuf ein einzelner technischer Durchbruch nicht die Grundlage für weitere Durchbrüche, sondern es blieb bei einer Singularität. Solange kein Meta-Verfahren zur Erzeugung von brauchbarem Wissen existierte, blieb es bei kontingenten Inventionen. Wenn ein neues Verfahren einmal bekannt und verbreitet war, löste es gewöhnlich keine weiteren Fortschritte aus.

Eine systematische Verbindung von Wissenschaft und Technik baute sich erst im Europa des 18. Jahrhunderts auf, vor allem in Grossbritannien, ansatzweise, mit einer spezifisch anderen Akzentsetzung aber auch auf dem Kontinent (Porter 2000).

- Existierende gewerbliche Techniken wurden untersucht, beschrieben und publiziert (etwa in den Planches der Encyclopédie). Dies führte zur Verbreitung des besten Standes der Technik.
- Es gab Versuche, existierende Techniken theoretisch zu analysieren und auf wenige Prinzipien zurückzuführen. Dies vereinfachte Innovationsprozesse.
- Es wurde versucht, systematische Interaktionen zwischen Naturphilosophen und Praktikern herzustellen.

Es gibt eine auffällige historische Koinzidenz von wissenschaftlicher und industrieller Revolution, mit einem charakteristischen Vorlauf der ersteren, doch ist es nur schwer möglich, die Kausalitätslinien zu identifizieren. Mit Mokyr (2002) lassen sich die folgenden Elemente unterscheiden:

1. Zur naturwissenschaftlichen Methode gehören Messgenauigkeit, kontrollierte Experimente, Reproduzierbarkeit von Erfahrungen und öffentliche Kommunikation der Ergebnisse. Dies gilt jedenfalls für den gesamten Bereich des Grundlagenwissen, während angewandtes Wissen oft geheim blieb bzw. an ein implizites Wissen über Arbeitsabläufe gebunden und daher nicht kommunizierbar war. Das Grundlagenwissen wurde seit dem 16. Jahrhundert zunehmend zu einem öffentlichen Gut, da es durch die neuen Printmedien einem anonymen Publikum verfügbar wurde.

Diese neue Öffentlichkeit von brauchbarem Wissen provozierte seine Reproduzierbarkeit und Einfachheit, denn Privatintuitionen sind kaum kommunizierbar. Die wissenschaftliche Methode hatte daher sowohl Weltbildvoraussetzungen (Natur als „Schöpfung“), aber auch Implikationen, die mit dem medialen Charakter seiner Verbreitung zusammenhingen: Anonymität fordert Konventionen und klare Verfahren, daher das kontrollierte, reproduzierbare Experiment.

2. Es gab allgemeine Weltbildvoraussetzungen, die sich seit dem 17. Jahrhundert ausbreiteten, vor allem der theistische Glaube an die Ordnung, Rationalität und Vorhersehbarkeit natürlicher Phänomene. Dieser Glaube erstreckte sich auch auf Bereiche wie die Chemie oder die Biologie, die eigentlich viel zu komplex sind, um von einfachen Konzepten erfasst werden zu können. Die Natur galt als der Erkenntnis zugänglich, und es galt als möglich, die eindeutige Sprache der Mathematik zur Formulierung ihrer Gesetze zu verwenden. Es gab keine prinzipiellen Unterschiede zwischen natürlichen und künstlichen Gegenständen (wie in der aristotelischen Tradition), da die Natur als Schöpfung Gottes, d.h. als unselbständiges, vom Prinzip der Einfachheit geprägtes Produkt verstanden wurde.

3. Schliesslich wird die Rolle des kulturellen Milieus und der Diffusion von Wissen angesprochen. Hier geht es um die Beziehungen zwischen der theoretischen Naturphilosophie und dem Bereich von Produktion und Technik, also den nützlichen Künsten. (Wissenschaftsorganisation, gelehrte Gesellschaften, Transmissionen). Wichtig ist hierfür, dass seit dem 17. Jahrhundert zunehmend die Informationstechnik der Interaktion von Wissenschaft und Technik entgegenkam: Transport-Verkehr, Post, Ausbreitung von Medien, Nationalsprachen statt Latein, Verbreitung von Konventionen. Seit Galilei setzte sich die Mathematik als quantifizierende Sprache durch. Auch in der Chemie bildete sich im 18. Jahrhundert eine vereinheitlichende Notation. Masse und Gewichte wurden zunehmend standardisiert. Dies alles verringerte den Aufwand für den Zugang zum Wissen.

Im 17. Jahrhundert änderte sich die sozio-kulturelle Bedeutung der Naturphilosophie. Von einer Angelegenheit weniger Spezialisten rückte sie in den Kernbestand des kulturell-intellektuellen Selbstverständnisses der Eliten ein. Diese Transformation vollzog sich in England zwischen 1680 und 1720. Dieses neue wissenschaftliche Weltbild, das sich in der „Krise des europäischen Denkens“ (Hazard) durchsetzte, fokussierte sich auf die „Natur“, die jetzt polemisch von der Offenbarung und Autorität abgesetzt werden konnte.

In diesem intellektuellen Klima formierte sich im frühen 18. Jahrhundert der neue Typus des „literate gentleman“ (Jacob 1997, 87). Sozial handelte es sich um Kaufleute und Grundbesitzer, Händler, Rechtsanwälte und Ärzte. Ihre Kinder wurden rational erzogen, ihre Frauen bildeten das Lesepublikum für die neue Romane. Naturwissenschaften gehörten zum Bildungsgut. Aus diesem kulturellen Milieu

gingen die Innovatoren (Unternehmer) der Industriellen Revolution nach 1760 hervor. Von entscheidender Bedeutung war das gemeinsame Weltbild (*scientific culture*) von Mechanikern und Unternehmern, was die Organisation von Partnerschaften erleichterte, da man eine gemeinsame Sprache benutzte. Der Akzent wurde auf Experiment (statt Deduktion) und eine positive Wertung von Schriftlichkeit, Öffentlichkeit, Nützlichkeit und Leistung gelegt. Radikalere Ansichten wie Atheismus, Materialismus, Republikanismus gehörten dagegen nicht in das Paket.

Hier spielten nationale Unterschiede eine Rolle. Der Newtonianismus entstand (aus spezifisch kulturell-politischen Gründen) in England, was diesem Land einen beträchtlichen Vorlauf verschaffte. England war gewissermassen mental an die Industrialisierung präadaptiert, und der Kontinent folgte mit Verzögerung. Hier war, wie oft bemerkt wird, ein wichtiger Unterschied wirksam: Engländer waren eher auf praktische Probleme (und Vermarktung), Franzosen eher auf staatlich geförderte „Projekte“ orientiert. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Niederlande. Sie gehörten bis ins frühe 18. Jahrhundert zu den wissenschaftlich führenden Nationen. Es herrschte weitgehend Meinungsfreiheit, es gab eine enge Koppelung zwischen merkantiler, handwerklicher und wissenschaftlicher Kultur, aus der Personen wie Leeuwenhoek oder s’Gravesande hervorgingen. Die allgemeine Stagnation der Niederlande im 18. Jahrhundert betraf dann aber auch die Wissenschaften, schliesslich sogar die Technik. Um 1800 gab es in Belgien 67 Dampfmaschinen, in den Niederlanden gerade 5. Diese Stagnation ist wohl auf die vorwiegend merkantile, d.h. nicht-industrielle Orientierung zurückzuführen. Nach 1750 fühlte man sich in der Defensive, wurde mental konservativ und klammerte sich zunehmend an die Gewissheiten der kalvinistischen Orthodoxie. Das kulturelle Klima war daher dem britischen genau entgegengesetzt.

In allen agrarischen Zivilisationen gab es eine Kluft zwischen gebildeten (Natur-) Philosophen und Praktikern, doch war diese im neuzeitlichen Europa geringer als etwa in der Antike oder in China. Sie war in Frankreich grösser als in England, doch auch dort war sie überwindbar. Wissenschaftler sind grundsätzlich eher an der Reputation unter ihren peers interessiert und nicht so sehr an praktischem Nutzen ihrer Ergebnisse, während Praktiker sich primär für den ökonomischen Erfolg interessieren. Daher fragt es sich, wie weit sich diese beiden Sphären berühren können.

Wenn Praktiker Informationen suchten, die für die Lösung konkreter Probleme erforderlich waren, so standen diese im neuzeitlichen Europa zunehmend in publizierter Form zur Verfügung, in einer Sprache und Präzision, die verständlich und brauchbar waren. Wissen konnte sich so von den Personen ablösen und objektiv werden. Die Kluft zwischen Theoretikern und Praktikern wurde medial überbrückt, doch hatte das Medium auch Einfluss auf die Inhalte und deren Formulierung.

Der in technischer Hinsicht revolutionäre Charakter der industriellen Revolution lag nicht im plötzlichen Auftritt der „great gadgets“, die zwischen 1760 und 1790 erfunden wurden, sondern in der Tatsache, dass dieser Innovationsschub nicht wieder erlahmte, wie dies in agrarischen Zivilisationen sonst der Fall war. Die üblichen negativen Rückkopplungen traten nicht ein.

Dennoch blieb die angewandte Technik bis ins frühe 19. Jahrhundert noch weitgehend eine Bastelei auf dürftiger theoretischer Grundlage. Hier gab es einige Ausnahmen, etwa die Beziehung von Astronomie und Navigation, Mathematik und Ballistik, Mechanik und Uhrenbau. Abgesehen von diesen Bereichen blieben grosse Teile der Technik ein Spielplatz für Dilettanten und Tüftler ohne „wissenschaftliche“, d.h. naturphilosophisch-mathematische Bildung. Auch wenn Verfahren aus der Wissenschaft übernommen wurden (James Watt etwa machte systematische Experimente), handelte es sich doch um einen Prozess von trial-and-error, dessen Ergebnisse häufig erst später erklärt werden konnten. Die Thermodynamik entstand nach der Dampfmaschine, die anorganische Chemie nach den Durchbrüchen in der Eisenverhüttung, obwohl beide eigentlich die Grundlagenwissenschaften für die jeweiligen technischen Prozesse bildeten.

In einigen neuen Feldern war es jedoch nicht mehr möglich, drauflos zu erfinden und zu warten, ob die entwickelten Verfahren auch theoretisch erklärt werden konnten. In der (organischen) Chemie fanden die Durchbrüche der Grundlagenforschung in den 1820er/1830er Jahren statt (Liebig, Wöhler). In den 1860er Jahren richtete die deutsche chemische Industrie eigene Forschungs- und Entwicklungslabors ein – ein Schlüsselinnovation. Darauf folgte ein intensives Zusammenspiel von Forschung und Ent-

wicklung. Die Darstellung von Benzol durch Kekulé 1865 legte die Basis für die organische chemische Industrie. Der Innovationsstrom brach nun nicht mehr ab, sondern verstetigte sich.

Ähnliches gilt für die Metallurgie. 1786 verstanden Berthollet, Vandermonde und Monge, dass sich Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl in ihrem Kohlenstoffgehalt unterschieden, doch hatte dies keinen Einfluss auf den Verhüttungsprozess. Noch Bessemer (1856) verstand nichts von anorganischer Chemie, d.h. die Chemiker konnten bestenfalls erklären, was in der Metallurgie geschah, doch gab es keine Brücke von der Wissenschaft zur Produktion. Bessemer wusste immerhin, dass der Phosphorgehalt der Erze ein Problem bildete, doch konnte er dieses Problem nicht lösen. Erst im ausgehenden 19. Jahrhundert wurden theoretische Kenntnisse auch in der Hüttentechnik wichtig.

Die Elektrotechnik entzog sich von vornherein der Bastelei und Tüftelei. Hier brauchte man theoretische Modelle und Berechnungen, und hier setzte sich die Verschmelzung von Wissenschaft und Technik rasch durch. Dies geschah aber erst im 19. Jahrhundert, vor allem in Frankreich und Deutschland, wo spezielle Technische Hochschulen errichtet wurden.

Weshalb brach die Blütephase technischer Durchbrüche, die im 18. Jahrhundert stattfand, nicht nach dem üblichen Muster wieder in sich zusammen, sondern verstetigte sich über einen Zeitraum von über zweihundert Jahren? Der tiefere Grund dürfte darin liegen, dass auch der wissenschaftliche Innovationsprozess im 19. Jahrhundert seinen „darwinistischen“ Charakter verlor, also nicht mehr von zufälligen Mutationen und Inventionen abhing, sondern zielgerichtet wurde. Die entscheidenden Weichen hierfür wurden aber erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts gestellt.

Durchbrüche und Diffusion

Aus der Perspektive agrarischer Zivilisationen befand sich Europa im 18. Jahrhundert in einer klassischen Blütephase, in der zahlreiche exogene Faktoren wirksam waren, die die Inventionen in der Rauschzone verstärkten. Dennoch ist es alles andere als selbstverständlich, dass sich diese Blütephase im 19. Jahrhundert in eine selbsttragende Industrialisierung transformierte. Die Blütephase hätte ebensogut nach dem üblichen Muster wieder abgebrochen und von der typischen agrarischen Ressourcenknappheit erdrückt werden können, wie es die klassischen Ökonomen von David Ricardo bis John Stuart Mill erwarteten.

Es fragt sich also, weshalb dies nicht geschah, sondern weshalb die Industrialisierung zu einem fortschreitenden Prozess des materiellen Wachstums verstetigt werden konnte. Der Schlüssel hierfür liegt in der Transformation der sozialmetabolischen Grundlage der Gesellschaft, die aus zeitgenössischer Perspektive freilich nur ein Innovationskomplex unter anderen war. Von ausschlaggebender Bedeutung für diese Verstetigung waren Durchbrüche im Energiesystem und in der physischen Grundlage der Produktion. Die Dampfmaschine gestattete eine Ausweitung der Kohleförderung, die Eisenverhüttung mit Koks ermöglichte ein Vordringen von Eisen und Stahl in zahlreiche Lebensbereiche, und die Eisenbahn liess ein neues Transportsystem entstehen, das nicht mehr auf die Verfügung von Biomasse (Pferde und Weideflächen) angewiesen war.

Für die Zeitgenossen viel spektakulärer waren die Durchbrüche in der Textilindustrie (mechanisches Spinnen und Weben), wiewohl es sich hier eher um einen Ausläufer des agrarischen Regimes handelte als den Übergang in einen neuartigen Zustand. Die Textilindustrie beruhte bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts auf agrarisch-solarer Grundlage: pflanzliche Fasern, hölzerne Maschinen, Wasserräder, Segelschiffe für den Transport. Es gibt keinen prinzipiellen Grund, weshalb dies nicht auch Jahrhunderte früher hätte entwickelt werden können, wenn auch vielleicht die britischen politisch-institutionellen Bedingungen des 18. Jahrhunderts diese Entwicklungen begünstigten.

Ohne die Durchbrüche im energetisch-schwerindustriellen Sektor wäre die Industrialisierung wohl im 19. Jahrhundert versandet (Wrigley 1988). Stattdessen nahm sie, ausgehend von ihrem Ursprungsland Grossbritannien, einen sensationellen Siegeszug, der immer mehr Länder ergriff. Zugleich breitete sie sich auf immer mehr Sektoren der Wirtschaft aus, die nach den neuen Prinzipien umgestaltet bzw. neu entwickelt wurden, so dass es im Zuge des 19. Jahrhunderts zu einer umfassenden Transformation kam, die schliesslich früher oder später sämtliche Lebensbereiche ergriff. Bemerkenswerterweise fand

eine Industrialisierung der Landwirtschaft aber erst sehr spät, nämlich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts statt, durch den Einsatz von Kunstdünger, Pestiziden und motorenbetriebenen Geräten wie dem Traktor.

Den Kern der industriellen Transformation bildete ein singulärer Komplex, nämlich die technischen Durchbrüche in der Schwerindustrie, die seit dem ersten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts schrittweise in Grossbritannien erfolgten. Es gibt keine Anzeichen dafür, dass etwas Vergleichbares in anderen europäischen Ländern, geschweige denn in aussereuropäischen Zivilisationen im Gang war. Für eine Parallelität oder gar Konvergenz war die Komplexität dieser Innovationen zu gross.

Nicht mehr singulär war dann aber die Diffusion dieses neuen Musters in Gebiete ausserhalb Grossbritanniens. Um 1830 war das Vereinigte Königreich der konkurrenzlose *workshop of the world*, der von klassischen Agrarländern mit relativ gering entwickeltem gewerblichen Sektor umgeben war. Bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde dann aber Grossbritannien in der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung von zwei Konkurrenten überholt, Deutschland und den USA, und kleinere Länder wie Belgien, Schweden oder die Schweiz zogen in einigen Sektoren wie dem Maschinenbau gleich oder gewannen sogar einen Vorsprung. Im 20. Jahrhundert schliesslich ergriff die industrielle Transformation immer weitere Gebiete, und heute ist praktisch die gesamte Welt dem industriellen Muster verbunden, wenn auch mit mehr oder weniger grossem Erfolg.

Wie konnte aus einer technisch-ökonomischen Singularität ein solches Erfolgsmuster hervorgehen? Im 18. Jahrhundert waren die physisch-energetischen Unterschiede zwischen Grossbritannien und einem europäischen Agrarland wie Österreich nicht grösser als die zwischen Österreich und China. Im frühen 19. Jahrhundert entfernte sich Grossbritannien rapide sowohl vom österreichischen wie auch vom chinesischen Niveau. Im 20. Jahrhundert näherte sich Österreich und Grossbritannien einander wieder an, und heute befinden sie sich wieder auf einem vergleichbaren (wenn natürlich absolut höheren) Niveau. China dagegen blieb lange Zeit auf der alten agrargesellschaftlichen Ebene, so dass der Abstand zwischen China und Europa drastisch wuchs und in der Mitte des 20. Jahrhunderts einen Höhepunkt erreichte. Erst in den letzten beiden Jahrzehnten nähert sich China wieder dem in Europa verbreiteten sozialmetabolischen Standard an.

Wir kommen hier also von einer (letztlich unerklärlichen) Singularität in der Rauschzone zu einer Population von Fällen in der Verstärkungs- und selbsttragenden Zone. Hier wird deutlich, dass eine erfolgreiche Diffusion des neuen Musters dort einfach war, wo die exogenen Faktoren der Verstärkungszone ebenfalls existierten. Selbst ein ökonomisch recht rückständiges europäisches Land wie Österreich hatte keine grösseren Schwierigkeiten, sich dem in Grossbritannien emergierten neuartigen industriellen Muster anzuschliessen, wenn auch mit einer gewissen Zeitverzögerung. Andere europäische Länder wie Deutschland, Belgien, die Schweiz oder auch Teile Frankreichs holten rascher auf, und in mancher Hinsicht überflügelten sie bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts das Pionierland Grossbritannien. Dies gilt etwa für eine enge systematische Verbindung von Grundlagenforschung, angewandter Forschung und der Entwicklung industrieller Verfahren, wie sie in den technischen Hochschulen auf dem Kontinent eingeführt wurde.

Aussereuropäische Zivilisationen hatten dagegen erhebliche Probleme, auf den Zug aufzuspringen. Dies gilt vor allem für die beiden nächsten Nachbarn Europas, Russland und das Osmanische Reich. Beide bildeten in der Neuzeit heftige Konkurrenten Europas, und beide beobachteten aufmerksam, was in Europa geschah. Seit Peter dem Grossen versuchte Russland, nicht zuletzt aus militärischen Gründen, dem europäischen Beispiel zu folgen, doch trotz heftigster Anstrengungen von Katharina II. über Alexander II., die Reformversuche unter Witte und Stolypin bis hin zu Lenin und Stalin, sind alle Anstrengungen (bis auf punktuelle Erfolge vor allem im militärischen Sektor) mehr oder weniger gescheitert. Dies gilt noch stärker für das Osmanische Reich, das (im Gegensatz zu Russland) stärkere kulturell-religiöse Widerstände für die Imitation zu überwinden hatte.

Bemerkenswert und irritierend ist dagegen der Fall Japans. Hier hatte man sich in der Tokugawa-Ära (seit etwa 1600) weitgehend von äusseren Einflüssen abgeschottet. Als in der Mitte des 19. Jahrhunderts deutlich wurde, dass diese Isolation aufgrund der militärischen Überlegenheit der europäisch/neo-europäischen Mächte nicht aufrecht zu erhalten war, vollzog man einen abrupten Schwenk

mit der Folge, dass man innerhalb weniger Jahrzehnte Anschluss an das europäische Vorbild finden konnte, einschliesslich der imperialen Expansion auf das chinesisch-koreanische Festland.

Diese Beispiele lehren, dass die industrielle Transformation zwar einen kontingenten Ursprung in der Rauschzone hatte, dass aber immer dann, wenn exogene verstärkende Kräfte vorhanden waren oder aufgebaut wurden, ein Anschluss an diese Transformation recht leicht vollzogen werden konnte. Man sollte dabei aber nicht übersehen, dass das Ziel der „Entwicklung“ in all diesen Fällen bereits prinzipiell vorhanden war, so dass es sich aus der Perspektive der Reformen nur darum handelte, auf einen Zug aufzuspringen, der bereits in Fahrt war. Ein Aufbruch ins völlig Unbekannte war damit zunächst nicht verbunden.

Allerdings war dieser Prozess der Transformation aus der zeitgenössischen Perspektive offener, als er sich linearen Modernisierungstheorien nachträglich darstellt. Dies gilt etwa in politisch-institutioneller Hinsicht. Die Industrialisierung bedurfte einer stabilen, kalkulierbaren Grundlage im Sinne einer rechtsstaatlichen Ordnung. Wie diese aber im einzelnen auszugestalten war, war im 19. Jahrhundert noch nicht abzusehen. Handelte es sich um eine bürokratisch-zentralistische Monarchie, eine plebiszitäre Diktatur, eine von Parteiorganisationen getragene Herrschaft von Experten oder um eine parlamentarische Demokratie? Der Kampf um diese politischen Alternativen sollte das 19. und grosse Teile des 20. Jahrhunderts beschäftigen, und es war in keiner Weise teleologisch festgelegt, dass am Ende die Durchsetzung der parlamentarischen Demokratie stehen würde.

Eine ähnliche Unsicherheit bestand auch hinsichtlich der Organisationsform der Wirtschaft. Als Erbe des 18. Jahrhunderts galt zunächst die liberale Marktwirtschaft als „natürliche“ Organisationsform einer dynamisch-effizienten Wirtschaft. Seit dem frühen 19. Jahrhundert kamen jedoch alternative Programme auf, die eine hohe Plausibilität besaßen. War nicht die Marktwirtschaft eine unkoordinierte und damit unvernünftige Organisationsform der Wirtschaft, die ihre eigentümlich Dysfunktionen in Gestalt von Wirtschaftskrisen hervorbrachte und in sozialer Hinsicht mit einer neuen Ungleichheit von Armen und Reichen einherging? Die Visionen von Saint-Simon, Marx oder der späteren Technokraten zielten darauf, diese „Anarchie“ des Marktes zu beenden und an ihre Stelle eine wohlorganisierte Planwirtschaft treten zu lassen, die das rationale Fabrikprinzip auf die gesamte Ökonomie übertrug. Hierdurch sollten nicht nur Friktionen und Fehlallokationen vermieden werden, es wurde zugleich vermutet, eine solche sozialisierte Ökonomie sei mit mehr „sozialer Gerechtigkeit“ verbunden.

Die Erfahrungen des 20. Jahrhunderts zeigten dann, dass eine solche Planwirtschaft nicht nur selbst eigentümliche Dysfunktionen entwickelte, die die Visionäre des 19. Jahrhunderts nicht vorausgesehen hatten. Es wurde auch deutlich, dass eine solche Organisationsform der Wirtschaft, die mit einer Aufhebung der Differenzierung von Politik und Ökonomie verbunden war, das reale soziale Fundament der Gewaltenteilung beseitigte, so dass neue Formen politischer Ungleichheit und despotischer Herrschaft entstanden.

Der Weg der Transformation war daher in vielfacher Hinsicht offen. Es handelte sich um einen grossen Prozess der Suche, der sich im Medium starker sozialer und politischer Konflikte vollzog. Alle Versuche, ein bestimmtes Stadium oder eine bestimmte Organisationsform zu fixieren, sind früher oder später gescheitert. Die industrielle Transformation blieb in dieser Hinsicht ein evolutionärer Vorgang. Die Akteure, die an diesem Prozess beteiligt waren, verfolgten ihrerseits keine einheitlichen Ziele. Die Politiker strebten nach Macht, die Unternehmer nach Reichtum, die Wissenschaftler nach Erkenntnis oder nach Anerkennung ihrer Peers. Aus der Kombination dieser heterogenen Ziele konnte dann eine Transformation hervorgehen, die also solche keiner der Beteiligten gewollt hatte.

Will man hieraus Schlussfolgerungen für die Zukunft ziehen, so ist eine gewisse Bescheidenheit angebracht. Eine wichtige Eigenschaft der Zukunft besteht darin, dass sie unbekannt ist. Alle Versuche, sich frühzeitig auf bestimmte Lösungspfade festzulegen, stehen daher vor einem grossen Risiko des Scheiterns. Die Geschichte der Transformationen, vor allem des Wegs in die Industrialisierung, lehrt, dass Bedingungen der evolutionären Offenheit für Innovationen am günstigsten waren. Es war eine Kombination von Fragmentierung, Abwesenheit zentraler Steuerung, erleichterter Kommunikation und Chancen der Verstetigung, die in die Industrialisierung geführt hat. Vielleicht sind dies auch die Bedingungen, die einen Übergang in eine nachhaltige Zukunft begünstigen.

Literatur

- Baechler, Jean, The Origins of Modernity. Caste and Feudality (India, Europe and Japan). In: Jean Baechler / John A. Hall/ Michael Mann (Hg.), Europe and the Rise of Capitalism. Oxford 1988
- Boserup, Ester, The Conditions of Agricultural Growth. The Economics of Agrarian Change under Population Pressure. New York 1965
- Brewer, John, The Sinews of Power. War, Money and the English State, 1688-1783. New York 1989
- Cohen, Mark N.. The Food Crisis in Prehistory. Overpopulation and the Origins of Agriculture. New Haven/London 1977
- Crone, Patricia, Pre-industrial Societies. Oxford 1989.
- Cronk, Lee, That complex whole. Culture and the evolution of human behavior. Boulder 1999
- Diamond, Jared, Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. Frankfurt am Main 2005
- Drescher, Seymour, Abolition. A history of slavery and antislavery. Cambridge 2009
- Fagan, Brian, Die Macht des Wetters. Wie das Klima die Geschichte verändert. Düsseldorf 2001
- Goldstone, Jack, Efflorescence and Economic Growth in World History. Rethinking the "Rise of the West" and the Industrial Revolution. In: Journal of World History 13, 2002, 323-389
- Goldstone, Jack, Why Europe? The Rise of the West in World History 1500-1850. New York 2008
- Jacob, Margaret C., Scientific Culture and the Making of the Industrial West. New York 1997
- Marquardt, Bernd, Umwelt und Recht in Mitteleuropa. Von den grossen Rodungen des Hochmittelalters bis ins 21. Jahrhundert. Zürich 2003
- Marquardt, Bernd, Universalgeschichte des Staates. Von der vorstaatlichen Gesellschaft zum Staat der Industriegesellschaft. Berlin 2009
- Martin, Paul S., Twilight of the Mammoths. Berkeley 2006
- Mokyr, Joel, The Gifts of Athena. Historical Origins of the Knowledge Economy. Princeton 2002
- North, Douglass C. und Thomas, Robert P., The Rise of the Western World. A new economic history. Cambridge 1999
- Porter, Roy, The Creation of the Modern World. The Untold Story of the British Enlightenment. London 2000.
- Reichhoff, Josef H., Warum die Menschen sesshaft wurden. Das grösste Rätsel unserer Geschichte. Frankfurt 2008
- Reinhard, Wolfgang, Geschichte der Staatsgewalt. München 1999
- Renfrew. Colin, The Emergence of Civilization, London 1972
- Richerson, Peter J. and Robert Boyd, Not by genes alone. How culture transformed human evolution. Chicago 2005
- Rindos, David, The Origins of Agriculture. An Evolutionary Perspective. New York 1984.
- Rule, John, The Vital Century. England's Developing Economy 1714-1815. Harlow 1992
- Sieferle, Rolf Peter / Krausmann, Fridolin / Schandl, Heinz / Winiwarter, Verena, Das Ende der Fläche. Zum gesellschaftlichen Stoffwechsel der Industrialisierung. Köln 2006
- Smith, Bruce D., The Emergence of Agriculture. New York 1995
- Spier, Fred, Big History. Was die Geschichte im Innersten zusammenhält. Darmstadt 1998

Tainter, Joseph A. *The collapse of complex societies*. Cambridge 1988

Tainter, Joseph, *Post-Collapse Societies*. In: Graeme Barker (ed.), *Companion Encyclopedia of Archaeology*, vol. 2, London 1999, 988-1039.

Wilkinson, Richard G., *Poverty and Progress. An ecological perspective on economic development*. New York 1973

Wright, Ronald, *Eine kurze Geschichte des Fortschritts*. Reinbek 2006

Wrigley, Edward A., *Continuity, Chance, and Change. The character of the industrial revolution in England*. Cambridge 1988

Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
„Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“
Berlin: WBGU
ISBN 978-3-9396191-36-3
Verfügbar im Internet unter
<http://www.wbgu.de/veroeffentlichungen/hauptgutachten/hauptgutachten-2011-transformation/>

Autor: Prof. Dr. Rolf Peter Sieferle
Titel: Lehren aus der Vergangenheit
St. Gallen, Berlin, 2010

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

Geschäftsstelle	Telefon: (030) 26 39 48-0
Luisenstraße 46	Fax: (030) 26 39 48-50
10117 Berlin	E-Mail: wbgu@wbgu.de
	Internet: http://www.wbgu.de

Alle Gutachten können von der Internet-Webseite <http://www.wbgu.de/veroeffentlichungen/> herunter geladen werden.