Tipping-Point

Der Begriff **tipping point** (deutsch: *Umkipp-Punkt*) bezeichnet jenen Punkt oder Moment, an dem eine vorher lineare Entwicklung durch bestimmte Rückkopplungen abrupt abbricht, die Richtung wechselt oder stark beschleunigt wird. - Wikipedia

Kurzfristige systemische Folgen des Rückgangs der globalen Ölproduktion (Peak Oil).
Ein Überblick

David Korowicz
Feasta
& The Risk/Resilience Network

Aus dem Englischen von Gerhard Wiesler

15. März 2010
Überarbeitet 1.April

Feasta
The Foundation for the Economics of Sustainability – deutsch:
Stiftung zur Erforschung der Wirtschaftlichkeit von Nachhaltigkeit
„Modelle für eine Welt im Wandel entwerfen"

Das Wort Feasta stammt aus einem alten irischen Gedicht in dem das Verschwinden der Wälder beklagt wird. Es bedeutet "in der Zukunft" und Feasta sieht sich selbst als einen gemeinsamen Nachdenkprozess über die Zukunft. Feasta ist eine internationale Denkfabrik, führend in der Erforschung der Wechselwirkungen zwischen unserem Wohlergehen, der Struktur und den Abläufen menschlicher Systeme und dem allem zugrunde liegendem Ökosystem.

Risk/Resilience Network - Risiko/Widerstandskraft Netzwerk

Das Risiko/Widerstandskraft-Netzwerk ist eine Initiative die zum besseren Verständnis von energiebezogenen systemischen Risiken gegründet wurde, die Anwendungsgebieten des Risikomanagements erforscht und allgemeine und, Notfalls-Planung betreibt. In diesem Netzwerk können Personen und Organisationen mit Interesse an diesen Fragen voneinander lernen und sich an direkten praktischen Aktionen beteiligen.

Kontakt

Feasta
The Foundation for the Economics of Sustainability,
14 St Stephens Green,

Dublin 2,
Ireland.
Tel: 00353(0)6619572
Web: www.feasta.org

Tipping Point

Kurzfristige systemische Folgen des Rückgangs der globalen Ölproduktion (Peak Oil)

Ein Überblick

Zusammenfassung

Die aktuelle Wirtschaftskrise hat deutlich die Schwierigkeiten aufgezeigt, die unsere Gesellschaft im rechtzeitigen Erkennen und Abwenden von Risiken hat. Wenn solche Risiken außerhalb unserer alltäglichen Erfahrungen liegen oder uns nicht unmittelbar betreffen hilft es oft auch nichts, wenn sich solche Gefahren mehr oder weniger deutlich ankündigen. Wir sind nahe einem Punkt, an dem die weltweite Ölproduktion zurückgehen wird oder haben diesen Punkt vielleicht schon erreicht (Peak-Oil). Unsere zivilisatorische Struktur reagiert auf einen Entzug von Energie instabil. Mit hoher Wahrscheinlichkeit steht unsere global vernetzte Zivilisation am Rande eines überraschend schnellen und baldigen Zusammenbruchs.

Als Individuen und als soziale Spezies errichten wir enorme psychologische Barrieren um den Status Quo zu beschützen. *Untergangsprophezeiungen gibt es seit Jahrzehnten und alles ist in Ordnung! Was ist mit technischem Fortschritt? Wenn der Preis für Energie steigt, wird es auch mehr Öl geben! Wir brauchen die ökologische Wende! Es ist noch Zeit! Im Moment müssen wir die Auswirkungen der Wirtschaftskrise bewältigen! Das ist alles so deprimierend! Wenn das wirklich so wichtig wäre, würden alle davon reden!* Trotz alledem sind die Beweise für dieses Szenario so eindeutig, dass sie uns zum Handeln zwingen sollten: Die weltweite Ölproduktion *muss* irgendwann ihren Höhepunkt erreichen und danach absinken; die Wahrscheinlichkeit, dass das bald geschehen wird oder vielleicht sogar schon passiert ist, wächst. Energieflüsse und eine funktionierende Wirtschaft sind notwendigerweise stark voneinander abhängig, die Versorgung mit unseren alltäglichen Gebrauchsgütern ist von einem unüberschaubar komplexen, eng vernetzten, weltweiten System des Austauschs abhängig, unsere lebensnotwendige Infrastruktur ist vom Funktionieren dieses Systems ebenso abhängig wie von der Wirtschaftlichkeit großer Einheiten. Kreditvergabe ist ein notwendiger Bestandteil unseres Geldwesens, unserer Wirtschaft und des globalen Handels; in einer schrumpfenden Wirtschaft muss die Kreditvergabe jedoch kollabieren, usw.

Wir leben inmitten dynamischer Prozesse. Es macht wenig Unterschied, welche neuen Technologien gerade entwickelt werden, ob es einige Orte mit günstigen Bedingungen für den Betrieb von Windkraftwerken gibt oder welche Ziele die Europäische Union in Energiefragen verfolgt; wenn es vor der Umsetzung zu einem schwerwiegenden ökonomischen und strukturellen Kollaps kommt, werden all diese Dinge nie umgesetzt werden.

Die vorrangige Frage ist folgende: was passiert bei einer Nettoabnahme der Energieflüsse unserer Zivilisation? Um zu wachsen und uns weiterzuentwickeln, sowie unsere komplexen Strukturen aufzubauen und zu erhalten, sind wir von einer ständigen Zunahme an konzentrierten Energieflüssen abhängig. Die physikalischen Gesetze der Thermodynamik bilden einen unveränderlichen Rahmen zur Behandlung und Umwandlung von Energie, zur Entwicklung des Universums, zur Richtung der Zeit, zum Leben auf unserem Planeten, zur menschlichen Evolution, zur Entwicklung von Zivilisationen und nicht zuletzt ist wirtschaftliche Entwicklung von den Gesetzen der Thermodynamik abhängig. Das ist nicht nur ein theoretisches Konzept, der Zugang zu ständig steigenden Mengen an frei verfügbarer konzentrierter Energie, die in Arbeit verwandelt wird und weiter verteilt werden kann ist das Fundament unserer Zivilisation. Wir sind aber an einem Punkt angelangt, an dem mit hoher Wahrscheinlichkeit diese Energieflüsse zu schrumpfen beginnen. Wir sollten es zumindest erahnen, dass ein solcher Rückgang gravierende Auswirkungen auf unsere Systeme haben wird, denn ohne Energie geschieht nichts.

Der Schlüssel zum Verständnis von Peak Oil liegt nicht nur in den direkten Auswirkungen auf das Transportwesen, die chemische Industrie oder beispielsweise die Nahrungsmittelindustrie, sondern in den systemweiten Auswirkungen. Unsere globalisierte, vernetzte und wechselseitig abhängige Wirtschaft hat spezielle Eigendynamiken und verwachsene Strukturen entwickelt, die unser Wohlergehen von diesen weitverzweigten, dichtvernetzten Wirtschaftskreisläufen abhängig macht. Wir sind in unüberschaubar komplexen wirtschaftlichen und sozialen Prozessen gefangen, deren Störanfälligkeit ständig steigt, und der Ausstieg aus diesem Teufelskreis ist nicht möglich, ohne den Kollaps unserer sozialen Netze zu riskieren. Und ohne einer Steigerung der Energieströme können diese verwachsenen Strukturen, die nicht zuletzt unsere Erwartungen, unsere verschiedensten Institutionen und unsere Infrastruktur beinhalten, nicht aufrecht erhalten werden, weil sie sich in Erwartung weiteren Wirtschaftswachstums entwickelt und angepasst haben.

Um diese Fragen zu behandeln, betrachtet der folgende Bericht das Wesen und die Entwicklung unserer global vernetzten komplexen Zivilisation, der Energie entzogen wird. Einige allgemeine Themen wie Thermodynamik, das Verhältnis von Energie zu allgemeiner Wirtschaft, Peak-Oil und die Möglichkeiten der Schadensminderung werden untersucht. Die Annahmen einiger Peak-Oil Kommentatoren über die Zukunft der Ölproduktion werden in Frage gestellt. Obwohl die Tatsache des Peak-Oil anerkannt wird sind die Schlussfolgerungen dennoch irreführend. Dazu benutzen wir einige Konzepte aus der Theorie dynamischer System und kritischer Übergänge um dieser Thematik einen theoretischen Unterbau zu geben.

Drei Modelle werden benützt, um die Auswirkungen von Peak-Oil zu beschreiben: *linearer Rückgang, unregelmäßiger Rückgang* und *totaler Kollaps*. Diese drei Modelle schließen einander gegenseitig nicht völlig aus Unserer Meinung nach ist unsere Zivilisation jedoch zumindest an einem kritischen Wendepunkt und möglicherweise vor einem totalen Kollaps. Eine Folge von sich gegenseitig bedingenden Zusammenbrüchen wird beschrieben, dies scheint uns unausweichlich. Das allgemeine Prinzip hinter diesen dynamischen Vorgängen sind sich selbst verstärkende Rückkopplungen.

- Ein Rückgang der Energieflüsse wird die weltweite Wirtschaftsleistung verringern; verringerte weltweite Wirtschaftsleistung wird unsere Möglichkeiten, Energie zu produzieren, zu handeln und zu benutzen verringern; dies bedingt wiederum eine Reduktion der Wirtschaftsleistung.
- Kreditvergabe ist die Quelle unseres Geldkreislaufes und ist die tief verwurzelte, einheitlichen Grundlage globalen Wirtschaftens. In einer wachsenden Wirtschaft können Schulden und Zinsen zurückgezahlt werden, in einer schrumpfenden Wirtschaft kann nicht einmal die ursprüngliche Schuld zurückgezahlt werden. Anders gesagt können reduzierte Energieströme die zum Bezahlen der Schulden nötige Wirtschaftsleistung nicht aufrechterhalten. Ausständige Schulden sind nicht tilgbar, neue Kredite werden nicht vergeben.
- Unsere lokalen Bedürfnisse und unser Wohlergehen wurden von enorm vernetzten globalisierten Lieferketten immer abhängiger. Eine Säule in diesem System ist Vertrauen in das Währungssystem und in die vermittelnde Rolle der Banken. Geld in unserer Wirtschaft wird durch Schulden gesichert und hat keinen Wert an sich; das Risiko von Deflation oder Hyperinflation gefährdet die Währungsstabilität. Zusätzlich droht dem gesamten Bankensystem die Zahlungsunfähigkeit sobald Darlehen und Vermögenswerte nicht einbringbar sind. Eine kollabierende Infrastruktur reißt die Banken mit in den Abgrund.
- Ein Zusammenbruch der Banken wird den Welthandel stoppen. Unsere „regionalen“ globalisierten Wirtschaftsräume werden zersplittern, denn es gibt in den industrialisierten Nationen so gut wie keine ausschließlich einheimisch produzierten Waren mehr. Je mehr wir von komplexen Systemen und Wechselwirkungen abhängig sind, je globaler diese sind, desto anfälliger sind wir für einen totalen Systemcrash.
- Ein weiterer Eckpfeiler unserer Zivilisation ist der Betrieb lebensnotwendiger Infrastruktur wie z.B. IT-Telekommunikation, Stromerzeugung, Finanzsystem, Transport, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Ein Kollaps in einem System kann zu einem dominoartigen Kollaps in anderen Systemen führen, hervorgerufen durch die ständig steigenden gegenseitigen Abhängigkeiten. All diese Systeme sind von kontinuierlicher Wartung abhängig, benötigen ständig Nachschub an hochwertigen Ressourcen aus komplexen Lieferketten, sind teilweise auf kurze Lebenszyklen ausgelegt und sind oft nur in großen Einheiten wirtschaftlich. Natürlich benötigen sie auch ein funktionierendes Währungs- und Finanzsystem. All diese Abhängigkeiten erhöhen das Risiko eines systemweiten Zusammenbruchs.
- Die Nahrungsmittelindustrie ist besonders in unseren hochentwickelten Industrienationen enorm abhängig von fossilen Treibstoffen, ist verstreut lokalisiert und in ihren Lieferketten wiederum hochkomplex vernetzt, ohne große Lagerbestände oder Puffer, die Lieferengpässe entschärfen könnten. Problematisch ist in diesem Zusammenhang nicht nur die Erzeugung von Nahrungsmitteln, sondern auch die drohenden eingeschränkten Möglichkeiten, Überschüsse und Mängel an Lebensmitteln auszugleichen. Warum? Fehlende Möglichkeiten, den Handel zu organisieren und zu finanzieren, bzw. ein Zusammenbruch der Kaufkraft.
- Peak-Oil ist voraussichtlich auch der Höhepunkt der allgemeinen Energieproduktion. Die Möglichkeit, neue und auch alternative Energieträger aufzubauen, bzw. auch die existierende Energieinfrastruktur zu betreiben, ist wahrscheinlich stark gefährdet. Sehen wir schon bald gravierende Engpässe, ohne die Fähigkeit gegenzusteuern?

- Alles bis jetzt Aufgezählte ist nicht linear, schließt sich auch nicht gegenseitig aus, sondern verstärkt sich im Gegenteil noch.

- Die Initialzündung für diesen Zusammenbruch können unserer Meinung nach vermehrte Maßnahmen wegen Peak-Oil sein. Es wird erwartet, dass Investoren sich vor einem Systemkollaps aus virtuellen Werten wie Aktien, Anleihen und auch Bargeld zurückziehen werden, im Tausch gegen reale Werte. Aber der nominelle Betrag an virtuellen Werten übersteigt alle verfügbaren realen Werte um ein vielfaches. Wenn die Peak-Oil These allgemein anerkannt wird (durch offizielle Maßnahmen beispielsweise) kommt eine Negativspirale in Gang die sich durch Angst und Schwäche auf den finanziellen Märkten immer schneller dreht.
- Wir skizzieren die Auswirkung auf den Klimawandel. Eine starke Reduktion im Ausstoß von Treibhausgasen wird erwartet, kann aber nicht genau quantifiziert werden. Das könnte die Folgen der Klimaveränderung deutlich reduzieren. Trotzdem werden die Fähigkeiten mit den Folgen des Klimawandels fertig zu werden, deutlich reduziert, einfach weil wir sehr viel ärmer sein werden, weniger flexibel und widerständsfähig.

All das wird sich als systemweite Krise entwickeln weil die vernetzte Infrastruktur unserer Zivilisation kollabiert. Neu entstandene Zwangslagen in vielen Bereichen werden die Fähigkeit unserer Regierungen, diese Situationen zu kontrollieren, vernichten. Orientierungslosigkeit, Angst, Verarmung und Zusammenbruch der Gesellschaftsordnung sind wahrscheinliche Folgen. Dieser Bericht vertritt die Meinung, das ein kontrolliertes Zurückfahren der Wirtschaft nicht möglich ist.

Wir sind am Rande rasanter und stark zerstörerischer Umbrüche. Das Risiko eines Kollapses muss von nun an als deutlich vorhanden und tendenziell steigend angesehen werden. Die Herausforderung liegt weniger darin, neue Energie-Infrastruktur für die Überlebensfähigkeit der bestehenden Systeme einzuführen, sondern vielmehr darin, mit den Konsequenzen der Energieengpässe und der Knappheit vieler anderer Ressourcen umzugehen, Die Trends zu mehr Regionalität, neuen Lebensmodellen, biologischem Landbau und erneuerbarer Energie sind begrüßenswert und notwendig, stehen aber leider in keinem vernünftigen Verhältnis zu der Bedrohung.

Es gibt keine Lösung, aber es gibt Lösungsansätze, die besser und vernünftiger als andere sind. Das ist ein gesamtgesellschaftliches Problem, wir können die Schuld keinem "anderen" in die Schuhe schieben. Die Verantwortung liegt bei uns allen. Wir brauchen jetzt einen raschen Notfallplan, gekoppelt an eine langfristige Strategie der Anpassung.

Inhalt

1. Einführung

2. Energie und Stabilität in der Weltwirtschaft
    2.1 Energie und Wirtschaftswachstum
    2.2 Aktuelle kurzfristige Wechselwirkungen zw. Energie und Wirtschaft
    2.3 Peak-Oil
    2.4 Energie, Netto-Energiemenge und unsere Gesellschaft
    2.5 Annahmen über die Rate des Rückgangs
    2.6 Die Lücke in der Energieversorgung

3. Aufbau und Prozesse komplexer Zivilisationen
    3.1 Zivilisation, Wirtschaft und Komplexität
    3.2 Die Entwicklung der Weltwirtschaft
    3.3 Die Entwicklung von Wissenschaft und Technologie

4. Dynamiken des Zusammenbruchs
    4.1 Der dynamische Zustand globalisierter Zivilisation
    4.2 Tipping Points in komplexen Systemen

5. Drei Wirtschaftsmodelle zu Peak-Energy
    5.1 Einführung
    5.2 Linearer Rückgang
    5.3 Unregelmäßiger Rückgang
    5.4 Totaler Zusammenbruch

6. Allgemeine Rückkopplungsmechanismen des Zusammenbruchs
    6.1 Einleitung
    6.2 Geld und Schulden
    6.3 Mechanismen des Finanzsystems
    6.4 Lebensnotwendige Infrastruktur
    6.5 Lebensmittel
    6.6 Energieproduktion

7. I, Zusammenhang und die Folgen
    7.1 Die Illusion des Null-Wachstums
    7.2 Auswirkungen auf den Klimawandel
    7.3 Von der Finanzkrise zur Krise unserer Zivilisation

8. Schlussfolgerung

Anhang 1
    A1. Wann Peak-Oil? Risikomanagement und verschiedene Schätzungen

Danksagungen

Quellenangabe

1. Einführung

Die aktuelle Finanzkrise wird von einer ständigen Zusicherung begleitet: Irgendwann ist die Krise zu Ende und die weltweite Wirtschaft wird zu den gewohnten Wachstumsraten zurückkehren. Ökonomen diskutieren über die Länge und Schwere der Rezession, aber niemals wird eine Erholung angezweifelt. Kurz gesagt ist Wirtschaftswachstum der normale Lauf der Dinge, solange nicht Gier und falsche Entscheidungen zu einer kurzfristigen Umkehr führen. Jeder Aspekt unserer Gesellschaft baut auf diesem Dogma des Wachstums auf; unsere Pensionssysteme, die Staatshaushalte, unser Geldsystem, die Wirtschafts-, Klima- und Energiepolitik, Forschung und Entwicklung, Erwartungen an neue Wirtschaftsmodelle, das Gesundheitssystem, grüne Jobs, Globalisierung, die mit dem Aufstieg Chinas verknüpften Erwartungen, unsere persönliche Zukunft und die unserer Kinder. Nach den Erfahrungen aus 200 Jahren weltweiten Wachstums verkörpern wir dieses Konzept durch unseren Lebensstil und unserem Verständnis der Welt.

Die Annahme zukünftigen Wachstums beinhaltet die Annahme, die dazu notwendigen Energiemengen und Rohstoffe seien vorhanden. Als Einzelperson brauchen wir zum Leben Energie in Form von Lebensmittel. Unsere Gesellschaft, genauer: die diese Gesellschaft stützende Wirtschaft, braucht ebenso frei verfügbare Energie zum Leben. Der entscheidende Unterschied zwischen Individuen und der Gesellschaft ist folgender: der Energiebedarf von Einzelpersonen stabilisiert sich nach dem Erwachsenwerden auf einem gleichbleibenden Niveau, die Wirtschaft braucht aber ständiges Wachstum. Mathematisch gesehen ist ständiges Wachstum aber exponentiell, 3% Wachstum heuer ist in absoluten Zahlen mehr als die 3% Wachstum letztes Jahr. Deshalb steigt der globale Energiebedarf weiterhin, selbst wenn es zu einer kleinen Steigerung der Energieeffizienz gekommen ist.

Macquarie Bank, Goldman Sachs, Beratungsagentur McKinsey, die Internationale Energie Agentur, der saudische Ölminister Ali Naimi und andere haben ihrer wachsenden Besorgnis Ausdruck verliehen, das die Erholung der Weltwirtschaft zu einem erneuten Anstieg des Ölpreises führen wird, mit einem erneuten Abwürgen des Wachstums als Folge. Mit den Worten von Ali Naimi wird eingeschränkte oder sinkende Ölproduktion " die Räder einer bereits entgleisten Weltwirtschaft abmontieren"[1,2] . Diese Warnungen sind im Einklang mit einem aktuellen Bericht des UK Energy Research Council (UKERC) der vor dem signifikanten Risiko eines Gipfels und anschließenden Rückganges der globalen Ölproduktion (Peak-Oil) noch vor 2020[3] warnt. Eine wachsende Zahl von Experten ist der Meinung das der Gipfel bereits überschritten ist und ein Rückgang unmittelbar bevorsteht[4]. Der frühere Leiter der Ölsuche und Produktion von Saudi Aramco, Sadad al-Huseini behauptet, das wir die größtmögliche, sinnvolle Fördermenge bereits erreicht haben[5]. Am Ende des Tages zählen nur die Fördermengen, nicht die Verheißung neuer Ölfelder oder Ersatzstoffe die erst entwickelt werden müssen. Die Verheißung einer Quelle in

tausend Kilometer Entfernung nützt einem Verdurstenden ebenso wenig. In diesem Bericht konzentrieren wir uns auf Peak-Oil, ein Peak von Erdgas bzw. Energieproduktion im Allgemeinen ist genauso wahrscheinlich[6,7]. Wie wir aber noch sehen werden, bedingt Peak-Oil einen Peak in anderen Energieträgern.

Wenn Peak-Oil unmittelbar oder mittelfristig bevorsteht, haben wir weder die Zeit noch die Möglichkeiten, Ersatz für Öl zu finden oder in effizienzsteigernde Maßnahmen oder Sparmaßnahmen zu investieren. Der UKERC Bericht weist auf diese Tatsache wiederholt hin. Nicht nur werden uns die Energie, die Rohstoffe und die finanziellen Mittel für Veränderungen fehlen, wir können hochkonzentrierte Energieträger auch nur durch weniger konzentrierte Formen ersetzen. Außerdem ist die Produktionsbasis für alternative Energieinfrastruktur klein und die Möglichkeiten, diese Basis aufzustocken beschränkt bzw. in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion. Zusätzlich wird es schwierig werden Geldmittel dafür bereitzustellen, solange die Risiken der globale Kreditkrise weiter bestehen und die Staatshaushalte vieler Länder mit riesigen Defiziten und unmittelbaren Problemen kämpfen. Aber wenn die Auswirkungen von Peak-Oil erst einmal allgemein sichtbar sind, verliert unsere Gesellschaft viele ihrer operativen Strukturen. Diese Strukturen beinhalten jederzeit alle Zustände, die die Einsatzfähigkeit unseres gesamten Systems sicherstellen, z.B. funktionierende Märkte, Finanzen, Währungsstabilität, Logistikketten, Transportwesen, Informationstechnologie, Befehlshierarchien, Gesundheitssystem, vertrauenswürdige Institutionen und soziopolitische Stabilität. Kurz gesagt all das, von dem wir erwarten, dass es da ist und immer sein wird, und das die strukturelle Basis aller unserer Projekte und Pläne ist. Ein langsamer Zerfall oder baldiger Zusammenbruch der oben erwähnten operativen Strukturen bedeutet zum Beispiel, dass ein bedeutender Teil aller uns in der Zukunft zur Verfügung stehenden alternativen Energieträger bereits im Einsatz ist und weltweit nicht mehr viel dazukommen wird.

Auf den ersten Blick widerspricht es unserer Erfahrung, dass ein relativ kleiner jährlicher Rückgang der Energieströme zu einem großen Zusammenbruch führen soll? Besonders weil wir doch annehmen, in Krisenzeiten robust, anpassungsfähig und innovativ zu sein. Um das zu verstehen, müssen wir begreifen, dass unsere expandierende globalisierte Wirtschaft eine einzigartige Struktur entwickelt hat, in der wir und unsere Institutionen eingebettet sind, ohne sie kontrollieren zu können. Und diese Strukturen passten sich an das ständige Wirtschaftswachstum an. Wenn nun ein Energieengpass bedeutet, das kein weiteres Wachstum möglich ist, werden diese Strukturen nicht einfach kleiner, sie brechen auseinander. Wir können sogar exakt auf die wichtigsten Mechanismen des Zusammenbruchs aufmerksam machen, zusammen mit einer zeitlichen Abfolge. Die Herausforderung liegt darin, unsere Gesellschaft losgelöst von ihren selbstverfassten Mythen und Rechtfertigungen zu betrachten.

Peak-Oil ist voraussichtlich die erste umweltbedingte Einschränkung, die einen sehr deutlichen Effekt auf die Rahmenbedingungen der Weltwirtschaft haben wird. Peak-Oil ist trotzdem nur ein Faktor in einem wachsenden Feld von Einschränkungen, wie z.B. Trinkwassermangel, Verlust an Biodiversität, Verlust an Mutterboden und Bodenfruchtbarkeit, Mangel an Mineralstoffen und Klimawandel. In Anbetracht dessen ist es wenig sinnvoll, unsere Aufmerksamkeit auf nur einen Aspekt, wie im Fall der UNO auf den Klimawandel, zu fokussieren. Die verflochtene Beschaffenheit unseres Dilemmas wird an einem Beispiel deutlich, der so genannten grünen

Revolution der 60er Jahre, die das Problem der Versorgung von ständig steigenden Menschenmassen mit Lebensmitteln vermeintlich gelöst hat. Die Mechanisierung der Landwirtschaft im großen Stil auf der Basis fossiler Brennstoffe hat eine weitere Bevölkerungsexplosion ermöglicht, mit einem noch größeren Verbrauch an Ressourcen als Folge. Als Endresultat sind noch mehr Menschen gefährdet, von einer immer einseitigeren und anfälligeren Rohstoffbasis abhängig zu sein. Weil die Grenzen immer enger rücken, versuchen wir den Druck auf diesen Rohstoff zu vermindern (um Treibhausgase zu reduzieren oder Abhängigkeiten in der Erdölversorgung zu verringern fördern wir Biodiesel), erhöhen aber dadurch den Druck auf andere Ressourcen (Wasser, Lebensmittel) die schon unter Druck sind. Das demonstriert uns, wie gering der Spielraum zum Manövrieren geworden ist.

Seit zumindest vier Jahrzehnten werden Gesetze erlassen, Ziele gesetzt, Verträge unterzeichnet, Technologien entwickelt und die Öffentlichkeit bedrängt, ihre Bedürfnisse an die Umwelt und den Verbrauch an wichtigen Rohstoffen einzuschränken. Ungeachtet dessen haben wachsende Schäden am Ökosystem und ein nicht nachhaltiger Ressourcenverbrauch all diese Bemühungen zunichte gemacht. Der hoffnungsvolle Optimismus, der diese Bemühungen noch immer antreibt, ähnelt immer mehr einer ritualisierten, kollektiven Verleugnung.

Wir versuchen diese Probleme innerhalb derselben Systeme zu lösen, die für ihre Entstehung verantwortlich sind und die diese Probleme nur verschlimmern. Darüber hinaus sind wir in diesen Systemen eingeschlossen und gefangen. Wir sind in wirtschaftliche und soziale Systeme eingebettet, deren Funktionieren wir für unser unmittelbares Wohlbefinden benötigen. Aber diese Systeme sind viel zu kompliziert und miteinander zu stark vernetzt, um ihre Funktion vollständig zu begreifen. Diese Systeme so zu steuern, das ein kontrolliertes Schrumpfen unter Aufrechterhaltung unseres Wohlstands möglich wäre, ist aus den oben genannten Gründen nicht möglich. Es gibt keinen sinnvollen Weg zu einem nachhaltigen oder geplanten Rückgang.

Die Schlussfolgerung dieses Berichts ist, dass ein Rückgang an Energie mit großer Wahrscheinlichkeit eine Serie von Prozessen initiieren wird, an deren Ende der Zusammenbruch unserer Zivilisation stehen wird. Wenn wir von einem Zusammenbruch sprechen, beziehen wir uns auf plötzliche, einschneidende Veränderungen, die sich in vernetzten und voneinander abhängigen Systemen gegenseitig verstärken. In diesem Zusammenhang sehen wir einen Zusammenbruch als einen plötzlichen Verlust an Komplexität und einen Fall auf eine neue stabile Stufe.

Die Idee des Zusammenbruchs ist nicht ganz neu, jede Zivilisation hat gewisse Aspekte davon in ihren Mythen verarbeitet[8]. 1972 hat "Die Grenzen des Wachstums" argumentiert, dass unbegrenztes wirtschaftliches Wachstum in einer Welt endlicher Ressourcen und endlicher Möglichkeiten, Müll zu entsorgen, nicht möglich ist. Es hat einfache Szenarien unter Zuhilfenahme früher Modellsimulationen entworfen, um zu beweisen, das ein Fortführen des eingeschlagenen Pfades zuerst zu einer Einschränkung des Wachstums, danach zu einem langen, langsamen Schrumpfen führen wird[9]. Danach wurden Autoren deutlicher über einen Zusammenbruch. Sie haben ökologische Beschränkungen als eine Ursache genannt, aber auch die Wechselwirkungen zwischen strukturellen, funktionalen, institutionellen und verhaltensmäßigen Voraussetzungen der Gesellschaft. Mit die

wichtigsten Werke sind "Overshoot" von William Catton und "The Collaps of Complex Societies" von Joseph Tainter[10,11]. In den letzten Jahren haben eine Vielzahl an Werken die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit gewonnen, Bücher von Jared Diamond, Richard Heinberg und viele andere[12,13,14,15,16]. Die Internet-Denkfabrik "The Oil Drum" hat viele leidenschaftliche und gut informierte Diskussionen über diese Themen[17]. (www.theoildrum.com).

Für die breite Öffentlichkeit oder die Massenmedien ist jeder, der das bevorstehende Ende der Welt verkündet, entweder verblendet oder einfach verrückt (das Ende der Welt behaupten wir auch gar nicht). Die vorherrschende Meinung beruhigt sich selbst sehr rasch mit den kopfnickenden Hinweisen auf unseren kollektiven Einfallsreichtum, die Technologie, auf Codewörter unserer Zeit oder die Geschichte unserer allgemeinen Weisheit. Die instinktive Erwiderung, dass es "die Lösung" geben muss oder der Gesichtsausdruck der unsicheren Hoffnung sind ein Zeichen, dass die harsche Realität unseres Dilemmas nicht verstanden wurde.

Dieser Bericht erklärt, warum wir nahe einem weltweiten wirtschaftlichen Zusammenbruch sind, der unweigerlich zu einem Zusammenbruch unserer Zivilisation führen wird. Er wurde als Übersicht und nicht nur für Experten verständlich verfasst. Wenn andere Argumente oder Diskussionen die prinzipelle Schlussfolgerung nicht verändern, wird auf sie hingewiesen aber nicht detailliert ausgeführt. Wir haben bewusst auf einen Abschnitt verzichtet, der Handlungsvorschläge enthält, damit man sich besser auf die Eigenart unseres Dilemmas konzentrieren kann. Viel zu oft gibt es vorschnelle Lösungen, bevor der Zusammenhang wirklich verstanden wurde, mit dem Ergebnis, dass vorgebrachte Lösungen kontraproduktiv für die wahrscheinlichsten Szenarien sind.

Das ist die erste Publikation des Risk/Resilience Netzwerks, und die Tatsache, dass laufend neue Publikationen, Initiativen und Veranstaltungen geplant sind, zeigt unseren Glauben, dass es bessere und klügere Möglichkeiten gibt.

2. Energie und Stabilität in der Weltwirtschaft

2.1 Energie und Wirtschaftswachstum

Alle entwickelnde Systeme - Lebewesen, Wirtschaft und Zivilisationen - benötigen durchströmende Energieflüsse um ihre Struktur zu erhalten und sich zu entfalten. Wir sehen das nicht nur in unseren Möglichkeiten, Auto zu fahren, elektrisches Licht einzuschalten und Maschinen zu betreiben, es zeigt sich auch in Dingen des täglichen Lebens wie Lebensmittel, Wasserversorgung und Mobiltelefone. Wenn wir die Energieströme durch diese Systeme, von denen wir abhängig sind, nicht aufrecht erhalten können (entweder direkt oder durch Wartung und Austausch), verfallen sie.

Die Selbstorganisation und Vielfalt des Lebens auf der Erde wird durch von der Sonne ausgestrahlte niedrig-entropischer Energie erhalten, und strahlt als hoch-entropische Energie zurück in den Weltraum. Auf ähnliche Weise hat unsere Zivilisation die gespeicherte Sonnenenergie in Form der lebendigen Biosphäre und fossiler Brennstoffe transformiert und zur Verrichtung von Arbeit genützt. Ungenützte Abwärme, Treibhausgase und Verschmutzung sind die unvermeidlichen Konsequenzen der Tatsache, das kein Prozess energetisch perfekt ist.

(Entropie; physikalisch = Grad der Unumkehrbarkeit eines Vorgangs, chemisch = Maß für die Unordnung)

Das erste thermodynamische Hauptgesetz postuliert, dass Energie weder erschaffen noch zerstört werden kann. Aber Energie kann umgewandelt werden. Das zweite Hauptgesetz der Thermodynamik besagt, dass Energie von einem Zustand der Konzentration und Organisation zu einem Zustand der Unordnung strebt, anders gesagt von niedriger Entropie zu höherer Entropie. Jeder kann dieses Phänomen an einer Tasse Kaffee beobachten, die Ihre Hitze solange abgibt, bis der Kaffee Raumtemperatur angenommen hat, oder in einem größeren Zeitrahmen, wenn Menschen und Artefakte zu Staub zerfallen. Das zweite Gesetz definiert die Richtung aller ablaufenden Prozesse. Indem man die Entropie erhöht, kann die freiwerdende Energie zur Arbeit genützt werden, wobei dieser Prozess niemals 100% effizient ist und dabei Abwärme entsteht, die nicht genützt werden kann. Dieser Prozess hat das Leben auf der Erde und unsere Zivilisationen erst ermöglicht. Exergie bezeichnet die größtmögliche Arbeit, die von einem System verrichtet werden kann. Exergie ist eine Funktion des Energiegradienten zwischen dem Ursprung und ihrer Umwelt. Wenn Energie umgewandelt wird, erhöht sich Entropie und Exergie verringert sich.

(Exergie bezeichnet den Anteil der Gesamtenergie eines Systems oder Stoffstroms, der Arbeit verrichten kann, wenn er in das thermodynamische (thermische, mechanische und chemische) Gleichgewicht mit seiner Umgebung gebracht wird. Exergie basiert also auf einem Potential zwischen mindestens 2 Zuständen, wobei einer davon meist der Umgebungszustand ist. - Wikipedia)

Wie ist es also überhaupt möglich, dass eine Insel der Zivilisation mit lokal konzentrierter Energie und niedriger Entropie in einem sie umgebenden chaotischen Universum entstehen kann? Die Antwort ist eine ständige Zufuhr an immer höheren Strömen konzentrierter Energie, um das lokale System immer weiter von dem

chaotischen Zustand fern zu halten, zu dem alle Systeme unentrinnbar tendieren. Die Entwicklung und das Auftreten komplexer Strukturen erhöht die Entropie-Produktion im Universum insgesamt. Wenn die Produktion und Erhaltung von Komplexität Energie benötigt, dann ist die ständige Zufuhr an Energie klarer weise die wichtigste Säule für alle Formen von komplexen Systemen[18].

Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und wirtschaftlichem und sozialem Wandel sollte uns daher nicht überraschen. Den wichtigsten Übergängen in der menschlichen Geschichte, vom Jäger und Sammler, über die Sesshaftwerdung der Landwirtschaft, zur industriellen Revolution und zur Mechanisierung bis schließlich zum Informationszeitalter, ging immer mit einem Wechsel in der Qualität und Quantität der Energiequellen einher.

Wir können das an einem Beispiel sehen. Laut der Volkszählung von 1911 in England und Wales waren die drei größten Beschäftigungsgruppen Hauspersonal, landwirtschaftlich Beschäftige und Kohlebergbauarbeiter. 2008 waren es Verkaufspersonal, mittleres Management und Lehrer[19]. Was uns als erstes auffällt ist, dass vor hundert Jahren die meiste Arbeit in der Wirtschaft direkte menschliche Arbeit war. Und ein großer Teil dieser Arbeit war unmittelbar damit beschäftigt, Energie in Form von Lebensmitteln und fossilen Brennstoffen zu gewinnen. Heute haben die größten Beschäftigungsgruppen nichts mit der Produktion zu tun, sondern sind vielmehr darauf konzentriert, die Komplexität unserer Gesellschaft zu verwalten. Dies entweder direkt oder indem sie das nötige Wissen vermitteln, um in unserer immer spezialisierteren und vielfältigeren Welt zu leben und zu arbeiten.

Der entscheidende Wandel in den zurückliegenden hundert Jahren war der Ersatz der menschlichen Arbeit in der primären Energieproduktion durch fossile Brennstoffe. Diese fossilen Brennstoffe können als das energetische Äquivalent eines gigantischen Sklavenheeres ausgedrückt werden, das unsere Wirtschaft am Laufen hält. Der Energiegehalt von einem Fass Öl entspricht zwölf Jahren Arbeit eines Menschen bei einer 40 Stunden Woche. Selbst zu einem Preis von 100 Dollar pro Fass ist Öl, verglichen mit menschlicher Arbeit, bemerkenswert billig. Während der Anteil fossiler Brennstoffe ständig stieg, fiel der Anteil menschlicher Arbeit in der Landwirtschaft und in der primären Energieproduktion, genauso wie der reale Preis von Lebensmitteln und Treibstoff. Dieser Preisverfall erhöhte das frei verfügbare Einkommen, er macht alle wohlhabender. Und die nicht mehr benötigte Arbeitskraft wurde in höher qualifizierte Bereiche umgelenkt, um die gesteigerten Konsumbedürfnisse der Menschen zu befriedigten, die wiederum auf dem Einsatz von fossilen Treibstoffen, anderen Rohstoffen und Innovationen beruhten.

Bezogen auf Energie geschahen mehrere Dinge. Erstens hatten wir Zugriff auf immer größere Vorräte an hochkonzentrierter Energie. Zweitens benötigen fossile Treibstoffe wenig Energie, um sie zu gewinnen und zu verarbeiten. Das heißt, die verbleibende Netto-Energiemenge nach Abzug der für die Produktion selbst benötigten Energie ist sehr hoch. Drittens waren die Treibstoffe von sehr hoher Qualität, speziell Öl, das sehr konzentriert und bei Raumtemperatur leicht zu transportieren ist. Nicht zuletzt konnten die Treibstoffe in vielseitigen Strom verwandelt werden. Daher entwickelte sich unsere Gesellschaft in enger Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen: unser Straßennetz, unsere Logistik, Siedlungsmuster und Konsumverhalten beispielsweise passten sich den

verändernden Energieströmen an, immer in Annahme ihrer zukünftigen Verfügbarkeit.

Das Wachstum und die Komplexität unserer Zivilisation ist prinzipiell ein thermodynamisches System und kann mit der Kenngröße des BGP = Brutto-Global-Produkt quantifiziert werden. Als solches ist unsere Wirtschaft von den fundamentalen Gesetzmäßigkeiten solcher Systeme abhängig. Solche fundamentalen Abhängigkeiten sind grundverschieden von zufälligen kulturellen und wirtschaftlichen Beobachtungen, wie beispielsweise im wirtschaftswissenschaftlichen Diskurs behandelt.

Im neoklassischen Modell des Wirtschaftswachstums wird Energie nicht einmal als Faktor der Produktion in Erwägung gezogen. Energie wird als nicht wesentlich angesehen und kann mit Kapital immer ersetzt werden. Diese Annahme wird von Forschern in Frage gestellt, die erkannt haben, dass die Gesetze der Physik selbstverständlich auch für Wirtschaftssysteme gelten müssen, und dass der Einsatz von Energie und Kapital in einer endlichen Welt nicht unendlich wachsen kann. Diese Forscher gehen von einer engen Korrelation von Energie und Wachstum aus. Sie sehen eine Erhöhung der Energiezufuhr als Grundbedingung für Wirtschaftswachstum, was sich theoretisch und anhand historischer Beispiele beweisen lässt[20,21,22]. Interessanterweise ist seit 1979 eine gewisse Abkopplung des BGP vom Gesamtenergieangebot bemerkbar, ein großer Teil des Effekts der Abkopplung verschwindet jedoch, wenn man die Energiequalität mit einbezieht[23].

Machmal wird behauptet, dass sich die Energiedichte (Energie pro Einheit des BIP) in fortgeschrittenen Gesellschaften stabilisieren kann oder sogar etwas zurückgeht, ein Zeichen für eine lokale Abkopplung von Energie und Wachstum. Diese Behauptungen verwechseln lokale Effekte mit der Funktionsweise unserer global vernetzten Weltwirtschaft. Fortgeschritten Informations- und Dienstleistungsgesellschaften können die energieintensive Rohstoff- und Industrieproduktion in ihren eigenen Ländern reduzieren, aber ihre Volkswirtschaften sind nun von denselben energieintensiven Produktionen in anderen Ländern und dem Erfolg der ausländischen Produzenten abhängig.

(BIP = Bruttoinlandsprodukt Das Bruttoinlandsprodukt gibt den Gesamtwert aller Güter (Waren und Dienstleistungen) an, die innerhalb eines Jahres innerhalb der Landesgrenzen einer Volkswirtschaft hergestellt wurden und dem Endverbrauch dienen. - Wikipedia)

2.2 Aktuelle kurzfristige Wechselwirkungen zw. Energie und Wirtschaft

Die aktuelle Wirtschaftskrise wurde durch das Platzen einer Kreditblase ausgelöst, die wiederum von billigem Geld, „innovativen“ Finanzprodukten und der immer währenden Gier der Menschen nach dem schnellen Gewinn aufgeblasen wurde. So lautet die Erklärung auf die man sich geeinigt hat, aber sie genügt nicht ganz. Seit 2005 war die weltweite Ölproduktion auf einem Plateau. Selbst als die Ölpreise stiegen, stagnierte die Fördermenge. Jeff Rubin, ehemals Chefökonom des CIBC (Canadian Imperial Bank of Commerce) merkt an, dass vier der letzten fünf Rezessionen auf einen Anstieg des Ölpreises folgten. Als das Fass Öl 135 Dollar kostete, hat die USA den Gegenwert von 1 Billion (1 000 000 000) Dollar jährlich für Öl ausgegeben, das entspricht 15% der Netto-Lohnsumme aller amerikanischen Steuerzahler. In diesen 15% sind noch nicht die Erhöhungen der Lebensmittelpreise

eingerechnet (die Lebensmittelproduktion ist sehr stark von fossilen Brennstoffen abhängig und in Konkurrenz zu Biotreibstoffen) sowie die der Erdgaspreise (an Erdöl gekoppelt). Diese zusätzlichen Kosten haben das Konsumverhalten verändert und zu Schwierigkeiten in der Rückzahlung von Krediten geführt. Das zweite Element war die Geldmenge, die durch die höheren Ölpreise in Richtung der ölproduzierenden Staaten anstatt durch die westlichen Wirtschaften floss. Auch wenn diese Vermögen durch die Wall-Street hindurchflossen, fehlten sie doch für den heimischen Konsum.

Die Arbeit von James Hamilton zeigt auch die wirtschaftlichen Auswirkungen des steigenden Ölpreises[24]. Er zeigt, dass der kürzlich Preisanstieg „unzweifelhaft eine Mitwirkung“ an der derzeitigen Krise hat. Er argumentiert, dass der Anstieg des Ölpreises als eine Kombination aus stagnierendem Angebot und steigender, nicht elastischer Nachfrage gesehen werden sollte, verstärkt durch Spekulationen auf den Terminmärkten.

Zusammenfassend werden die Hauptgesetze der Thermodynamik durch die langfristigen und engen makroökonomischen Beziehungen zwischen Wirtschaftswachstum und Energieflüssen bestätigt, genauso wie im Zusammenhang von Energiepreiserhöhungen und wirtschaftlichen Rezessionen.

2.3 Peak-Oil

Erdöl ist für 40% der weltweiten Energieproduktion verantwortlich, aber für über 90% aller Treibstoffe. Es verbindet Waren und Personen in unserer globalisierten Wirtschaft. Peak-Oil ist der Zeitpunkt, wenn die weltweite Ölproduktion ihr Maximum erreicht hat und danach einen unumkehrbaren Rückgang beginnt. Bild 1 zeigt ein Beispiel der aktuellen und prognostizierten Ölproduktion.

Das Phänomen des Peak bzw. Kulminationspunktes, sei es bei Erdöl, Erdgas, Mineralien oder selbst Fischfang ist ein Ausdruck folgender dynamischer Prozesse: Bei einem endlichen Rohstoff wie z.B. Erdöl wird zuerst das am einfachsten zu fördernde Öl verwendet. Wenn die Nachfrage steigt, steigt auch das Wissen und die Technologie zur Suche und zur Förderung weiterer Lagerstätten und das Angebot kann vergrößert werden. Dieses neue und billige Öl ermuntert zur Entwicklung neuer Produkte, Märkte und Einnahmequellen, die ihrerseits wieder Investitionen in neue Ölproduktionen bereitstellen. Eine Zeit lang ist das ein sich selbst verstärkender Prozess. Irgendwann jedoch steigen die energetischen, finanziellen und materiellen Kosten der Öl-Exploration an und stellen sich diesem Prozess entgegen. Warum? Weil mit der Zeit die Suche und Erschließung neuer Ölfelder teurer wird, da diese neuen Lager vielleicht kleiner sind, an schwieriger zugänglichen Orten wie im tiefen Wasser oder in technisch anspruchsvolleren geologischen Lagen liegen und deshalb fortschrittlichere(=teurere) Technik verlangen.

Die Ölproduktion einzelner Quellen kulminiert und beginnt dann zu sinken. Dasselbe gilt für ganze Ölfelder, für die Produktion einzelner Länder und schließlich der ganzen Welt. Zwei Drittel aller ölproduzierenden Länder haben ihren lokalen Gipfel heute schon überschritten. Die USA beispielsweise hatten ihren Gipfel bereits 1970, Großbritannien 1999 und die Förderraten beider Länder sinken weiter ständig. Es ist bemerkenswert, dass beide Länder die angesehensten Universitäten der Welt besitzen, die dynamischsten Finanzmärkte, die technologisch fortschrittlichsten

Ölgesellschaften und eine stabile wirtschaftsfreundliche Gesetzgebung. Nichtsdestotrotz konnte der Abstieg in beiden Ländern nicht gestoppt werden.

Wenn das billige Öl großer Felder weniger wird, wird die Aufrechterhaltung der Fördermenge nur durch die immer mühevollere Suche und Erschließung kleinerer und damit teurerer Felder möglich. Finanziell betrachtet wird jedes neu produzierte Fass Öl damit immer teurer. Sadad al-Huseini sagte 2007, dass die Grundkosten jedes neuen Barrels Öl 70 Dollar betragen und dass dieser Betrag jährlich um 12 Dollar je Fass steigen werde, vorausgesetzt die Nachfrage durch Wirtschaftswachstum bleibt gleich[25]. Diese ungeheure Kostenexplosion ist neu. Zu Beginn 2002 waren die Kosten noch bei 20 Dollar je Fass.

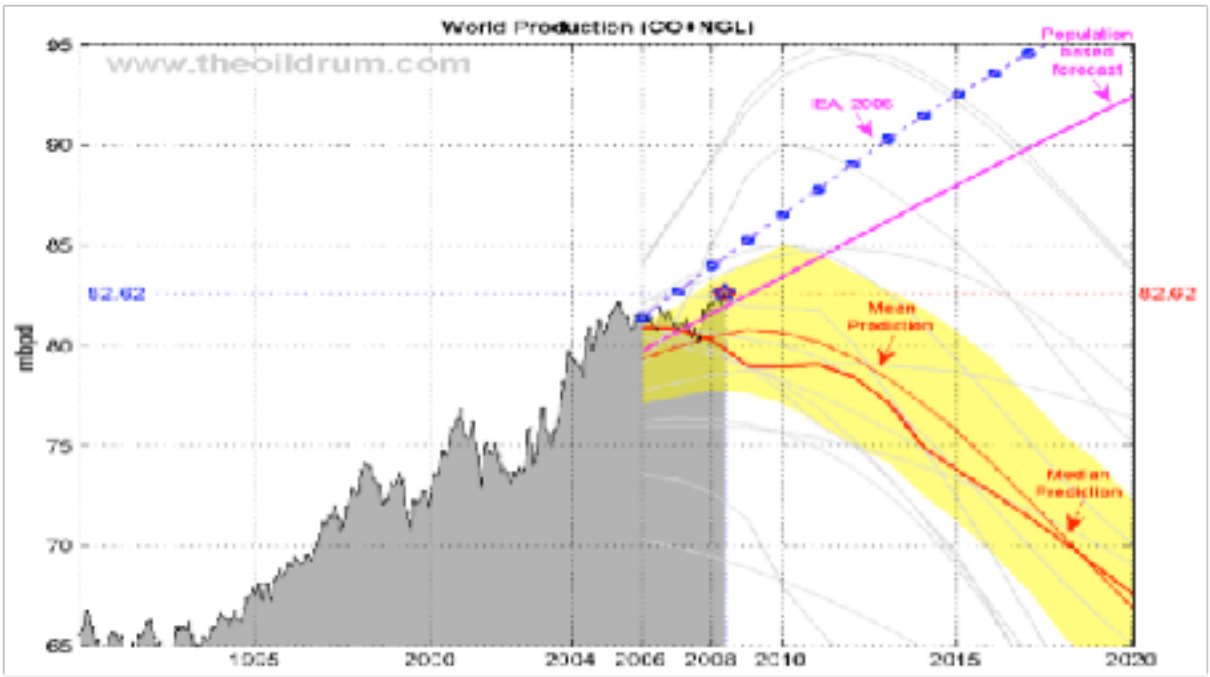

Abbildung 1: Welt-Ölproduktion. Der graue Bereich zeigt die globale Ölproduktion, seit 2005 ungefähr gleichbleibend. Daran anschließend verschiedene Prognosen für die zukünftige Entwicklung. Quelle: Sam Foucher, The Oil Drum

Manchmal hört man das Argument, dass in den kanadischen Ölsanden riesige potentielle Reserven schlummern. Fraglich ist mit welcher Rate das Öl gewonnen werden kann, was ist der verbleibende Netto-Energiegewinn und können wir uns überhaupt die Kosten der Gewinnung leisten. Und wenn wir durch den Ölengpass sehr viel ärmer werden, könnten wir es uns noch weniger leisten. In letzter Konsequenz wird die Ölförderung durch die hohen Produktionskosten nicht mehr finanzierbar. Ähnlich gelagert ist die Situation bei Gold. Meerwasser beinhaltet riesige Mengen Gold, es ist aber so fein verteilt das die energetischen und finanziellen Kosten der Abscheidung jeden potentiellen Gewinn bei weitem übertreffen würden (in den irischen Küstengewässern sind etwa 30 Tonnen Gold).

Die Frage, wenn sie denn überhaupt gestellt wird, betrifft den Zeitpunkt eines Gipfels der Produktion und die Rate des Produktionsrückganges. Eine Vielzahl an Beurteilungsmethoden und geheimgehaltenen Produktionsdaten lassen Spekulationen breiten Raum. Wir sollten auch nicht glauben, dass kulturelle Besonderheiten und die Höhe des Einsatzes keine Rolle in den Schätzungen spielen. Im Anhang umreißen wir eine Methode, um die div. Schätzungen einzuordnen - ein Rahmen zur allgemeinen Einschätzung von Risiken. Vorhergesagte Rückgangsraten werden auf 2-3% pro Jahr geschätzt[27]. Diese Gesamtrate setzt sich zusammen aus dem Rückgang großer, alter Felder und den Anstieg der Produktion durch neuere, kleinere Felder, verbesserte Fördertechniken und nichtkonventionelle Produktion. Klarerweise müssen in diese Zahlen einige Annahmen einfließen, etwa über die Fähigkeit, auch in Zukunft neue Felder erschließen und die bestehende Produktion aufrecht erhalten zu können, sowie über die Leistungsfähigkeit unserer Gesellschaft, dafür auch bezahlen zu können. In Abschnitt 2.5 kommen wir zu diesem Thema zurück.

2.4 Energie, Netto-Energie und unsere Gesellschaft

Um Energie zu gewinnen, braucht man Energie. EROI - Energy Return on Investment (dt. Energierentabilität) gibt das Verhältnis zwischen der gewonnenen Energie und der für die Gewinnung direkt und indirekt eingesetzten Energie an. Nettoenergie ist die Energie, die nach Abzug der Kosten der Energieproduktion übrig bleibt. Wenn EROI kleiner als eins ist, ist es ein Verlust. In jedem Fall hätte sich die menschliche Zivilisation nicht mit Energiequellen, die einen sehr niedrigen EROI haben, entwickeln können. Unsere Vorfahren in primitiven Stammesgesellschaften benötigten zumindest soviel Überschuss, um sich fortzupflanzen, sich um ihre Kinder zu kümmern, sich warm zu halten und Feinde abzuwehren. Heutige Jäger und Sammler wie beispielsweise die !Kung der Kalahari Wüste werden mit einem EROI von 10:1 eingeschätzt[28]. Energieüberschuss ist eine Kombination aus der vorhandenen Energiedichte und EROI. Es könnte also sein, dass Jäger und Sammler einen hohen EROI hatten, wenn sie aber in einem Gebiet mit einer geringen Beutedichte lebten, so hatten sie einen relativ geringen Energieüberschuss. Frühe Ackerbau-Kulturen hatten wahrscheinlich einen viel niedrigeren EROI als Jäger und Sammler, sie konnten aber die Gebietsdichte der geernteten Energie

durch Intensivanbau und Bewässerung steigern. Dadurch konnten sie einen Energieüberschuss erwirtschaften und nicht-agrarisch produktive Menschen unterstützen, die im Bauwesen, in der Verwaltung, in der Armee oder im Handwerk tätig werden konnten. Überschüsse wurden durch revolutionäre Energieentwicklungen ermöglicht, der Grundstein für den Wandel zu immer komplexeren Gesellschaftsformen.

Unser modernes Zeitalter basiert auf immer größeren Energieüberschüssen. Jedoch, weil wir Erdöl in immer unzugänglicheren Lagerstätten vorfinden, Kohle mit niedrigerem Energiegehalt benützen und immer längere Erdgas-Pipelines durch schwieriges Gelände bauen müssen, sinkt unser EROI. EROI exakt zu berechnen ist schwierig, es gibt jedoch Schätzungen, dass der EROI von amerikanischem Erdöl von 100:1 in den 1930ern auf 30:1 in den Siebzigern und schließlich auf 11:1-18:1 heute gefallen ist und dass der EROI der weltweiten Erdöl und Erdgasproduktion bei 18:1 liegt[29]. Diese Werte beziffern den Durchschnitt, hingegen ist der Wert neuerer Produktionsstätten noch geringer. Ölschiefer hat einen EROI von 1.5 - 4:1 beispielsweise. Natürlich wird die Energie für die Ölproduktion nicht nur von Kohle sondern auch von anderen fossilen Brennstoffen geliefert. Die gegenseitige Abhängigkeit von Treibstoffen (siehe Abschnitt 6.6) macht eine exakte Analyse schwierig, ist aber ein weiteres Argument für sinkenden EROI quer über alle Energieträger hinweg.

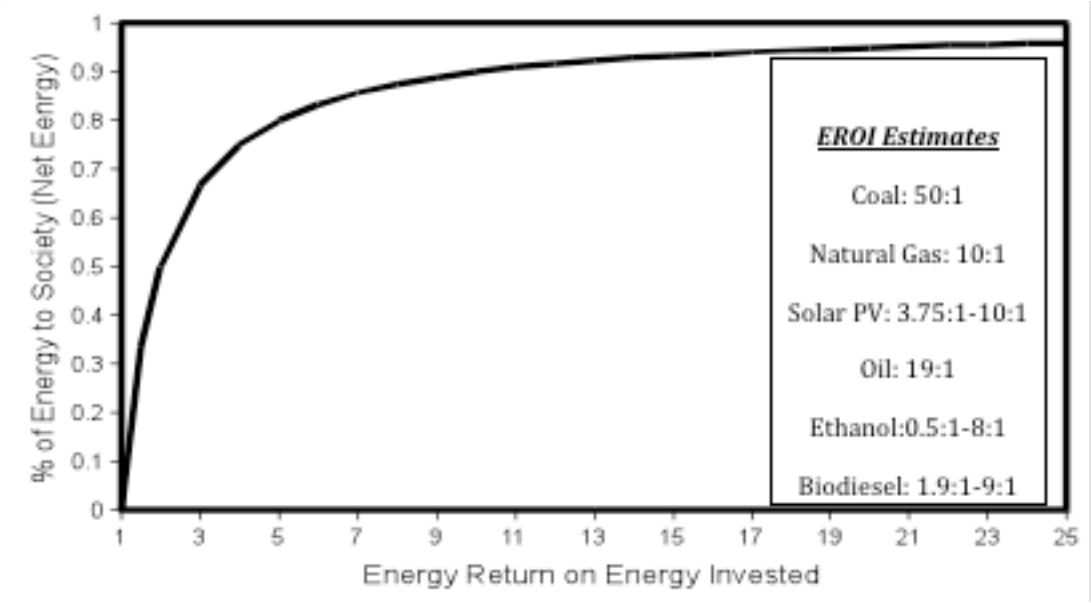

Abbildung 2: Wenn EROI sinkt, steigt der Energiebedarf der Energieproduktion, während der für unsere Gesellschaft verfügbare Teil sinkt. EROI-Schätzungen von Heinberg[30]

Die Bedeutung eines sinkenden EROIs wird in Bild 2 klar gezeigt. Nehmen wir an, die Energieproduktion einer Zivilisation ist konstant aber EROI sinkt. Die gesamte Produktion wird aufgeteilt in den zur Energieproduktion benötigten Prozentsatz und in den übrigen Prozentsatz, der für unsere Gesellschaft arbeitet und die Güter und Dienstleistungen unseres täglichen Bedarfs produziert. Bei einem EROI von über 10:1 bleiben über 90% der produzierten Energie zur allgemeinen Nutzung. Es ist deutlich sichtbar, dass ein weiter sinkender EROI das Verhältnis dramatisch verändert, insbesondere unter etwa 3:1. Wenn das konventionelle Erdöl immer weniger wird, werden wir unkonventionelle Öle aus Biotreibstoffen, Teersanden usw. verwenden (keine gegenseitigen Abhängigkeiten angenommen). 100 Joule konventionellen Öls mit einem EROI von 11.1 kosten in der Herstellung 9 Joule und liefern 91 Joule nutzbarer Energie für unsere Gesellschaft. Wenn wir diese Öl mit Bioethanol ersetzen, benötigen wir für die Produktion bei einem EROI von 4:1 25 Joule, was uns nur 75 Joule zur Nutzung lässt.

Wie wir sehen stehen wir nicht nur dem Produktionsrückgang gegenüber, sondern auch einem sinkenden EROI. Das Endresultat ist ein noch schnellerer Rückgang der für unsere Gesellschaft nutzbaren Energie.

2.5 Annahmen über die Rate des Rückgangs

Modelle wie in Abb. 1 gezeigt werden gerne in Diskussionen und Informationen über Peak-Oil gezeigt. Und damit ist eine Annahme immer stärker in die allgemeine und wissenschaftliche Meinung über diese Thema verankert worden. Die Annahme nämlich, dass die gezeigte Produktion auf der absteigenden Kurve für die weltweite Wirtschaft verfügbar sein wird. Mit dieser Annahme könnte man der Meinung sein, das wir fast so viel wie bis jetzt auch in Zukunft zur Verfügung haben werden, es wird also nur schrittweise knapper, mit vielleicht 2% jährlich.

Zwei bedeutsame Modifikationen wollen wir dieser Annahme hinzufügen, Erstens anerkennen wir die steigenden Energiekosten für die Exploration und Erschließung kleinerer und schwieriger zugänglicherer Ölfelder (EROI sinkt also). Das bedeutet, die netto verfügbare Energiemenge (E Net in Abb. 3) sinkt noch rascher als die fallende Produktionsrate (E Gross). Zweitens sind die Länder mit den höchsten Zuwachsraten im Ölverbrauch die produzierenden Länder selbst und haben damit auch bevorzugten Zugang zu ihren eigenen schwindenden Reserven. Dies einerseits, weil sie große Währungsreserven durch den Ölverkauf an konsumierende Nationen angehäuft haben, weil sie die Energiepreise im eigenen Land subventionieren und weil sie beispielsweise verstärkt von energieintensiven Meerwasser-Entsalzungsanlagen abhängig sind um die prekäre Trinkwassersituation in den Griff zu bekommen. All das bedeutet, dass die Erdölmenge auf dem freien Markt noch schneller sinken wird als der weltweite Produktionsrückgang.

Alle Annahmen über den Produktionsrückgang, über sinkende Nettoenergiemengen (EROI) und steigenden Verbrauch der Produzenten gehen von einer stabilen Wirtschaft und Infrastruktur aus. In den meisten Modellen wird die Produktionskurve von gesicherten oder gesicherten und vermuteten Reserven abgeleitet. Gesicherte Reserven setzen derzeitige Preise und Technologie voraus; gesicherte und vermutete Reserven stellen Vermutungen über den Fortschritt an Technologie an und unterstellen wachsenden Reichtum, der es uns bequem erlauben wird, höhere Preise zu zahlen. Als Grundvoraussetzung wird auf jeden Fall heutige Technologie und aktuelles Preisniveau vorausgesetzt.

Das bedeutet also für die Zukunftsmodelle, selbst wenn die Ölproduktion sinkt, können wir uns noch immer den technologischen Aufwand zur Gewinnung und Verarbeitung von Rohöl leisten. Ebenso bleiben die Kosten für die Erschließung neuer Ölfelder erschwinglich und Investoren können sich auf Stabilität der Preise und des Finanzsystems verlassen. Keinesfalls werden negative Rückkopplungen zwischen sinkende Förderraten, der Wirtschaft und der Ölproduktion angenommen.

Hingegen ist die Annahme über eine lineare Rückgangsrate wahrscheinlich irreführend (wie wir in Kapitel 6 zeigen werden): sinkende Ölproduktion untergräbt in einem sich verstärkenden Rückkopplungsprozess die Fähigkeit unserer Gesellschaft, weiter Öl (und andere Energieträger) zu produzieren, zu handeln und zu verbrauchen . Energieflüsse durch unsere Wirtschaft werden voraussichtlich unvorhersehbar, unregelmäßig und anfällig für einen plötzlichen und massiven Zusammenbruch. All

das lässt eine Schlussfolgerung zu: all die für die Weltwirtschaft angenommen Reserven an Erdöl und anderen Energieträgern werden für immer in ihren Lagerstätten im Boden bleiben, die Kaufkraft, die Infrastruktur und unser finanzielles und ökonomisches System werden nicht mehr in der Lage sein, das Öl zu fördern und zu gebrauchen.

2.6 Die Lücke in der Energieversorgung

In diesem Abschnitt gehen wir von einer linearen Rate des Rückgangs aus. Dies hat das Ziel, uns zu zeigen, wie realistisch denn die Hoffnung ist, die Kluft zwischen dem Erdöl-Produktionsrückgang und den für Wirtschaftswachstum notwendigen Anstieg vielleicht mit alternativen Energieformen und Einsparungsmaßnahmen zu schließen.

Im einfachsten Fall erwartet uns ein sich vergrößernder Abstand zwischen der für das globale Wirtschaftswachstum (in den letzten Jahrzehnten im Durchschnitt etwa 1.6% jährlich) notwendigen Ölfördermenge, und der nach Abzug der für die Produktion verbrauchten Energie verbleibenden Netto-Energiemenge. Wir werden hier nur einige Gründe erwähnen, warum wir diesen Abstand unter den derzeit herrschenden Bedingungen nicht schließen können, verweisen für eine ausführlichere Diskussion aber an andere Stelle[31,32]. In späteren Kapiteln werden noch wichtigere Gründe für die Unmöglichkeit, die Kluft zu schließen, genannt.

Die eigentliche Kluft in der Energieversorgung setzt sich zusammen aus dem Rückgang in der Brutto-Ölproduktion plus der Annahme des Wirtschaftswachstums (von der IEA = Internationale Energieagentur auf 1.2% p.a. geschätzt) plus der Energiekosten der Gewinnung. Zitierte Kurven des Rückgangs beziehen sich meist nur auf die Brutto-Ölproduktion und werden vorsichtig auf 2% p.a. geschätzt. (Anmerkung: Analysten von Peak-Oil unterscheiden zwischen Brutto-Rückgang, dem Rückgang derzeitiger Ölfelder und Netto-Rückgang, dem Rückgang derzeitiger Felder plus dem Zuwachs durch neuer Felder. Für Energiesystem-Analysten bedeutet Brutto-Produktion alles was produziert wird und Netto-Produktion berücksichtigt den Abzug durch sinkenden EROI. In diesem Fall verwenden wir letztere Definition). Wir nehmen die Kosten für Gewinnung mit Null an. Zusammengezählt kommen wir also beispielsweise auf eine wachsende Kluft von 3.2% pro Jahr. Gesamtproduktion flüssiger Treibstoffe ist 86 Millionen Fass pro Tag (73 Mill. Rohöl, 7.94 Mill Flüssiggas, der Rest besteht aus extra schwerem Öl, Ölsanden, Tiefseeöl und Biosprit)[33], die Lücke beläuft sich also auf 2.75 Millionen Fass pro Tag.

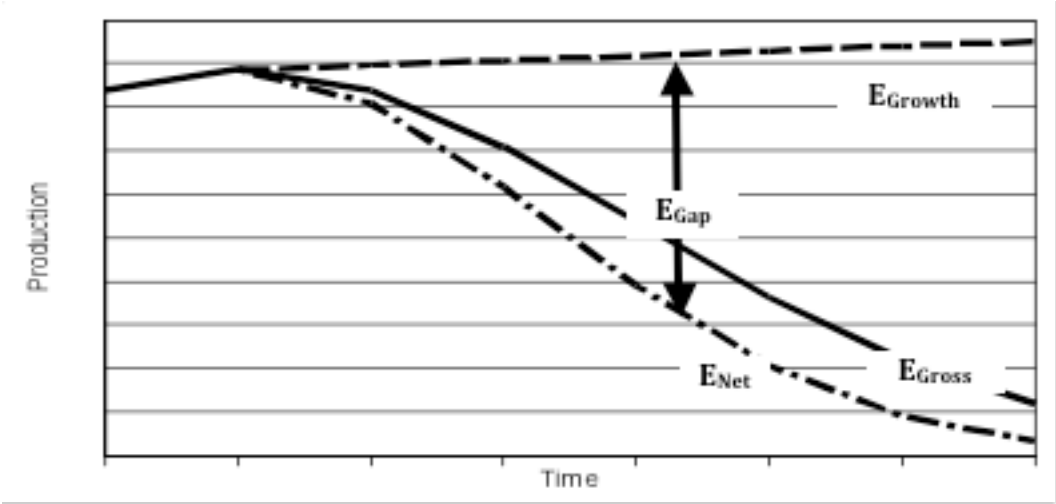

Abbildung 3: Ein vereinfachtes Modell der Ölproduktion der Zukunft. E-Gap ist die zusätzlich benötigte Energie um Wirtschaftswachstum zu ermöglichen.

Wie leicht oder schwierig ist es also, diese Kluft zu überbrücken um der Wirtschaft weiteres Wachstum zu ermöglichen? Auf den ersten Blick könnten wir Biodiesel und Bioethanol als Treibstoffersatz verwenden, die Motoren unserer Transportflotten würden nur leichte Modifikationen benötigen. Zusätzlich ist die gesamte agrarische Infrastruktur bereits vorhanden. Die derzeitige Produktion an Biotreibstoffen umfasst 1.45 mill. Fass/Tag. Jedoch ist der Energiegehalt eines Fasses Biotreibstoff deutlich geringer als der des zu ersetzenden Fass Erdöls, die Tagesproduktion an Biotreibstoffen entspricht daher nur ca.1 mill. Fass Erdöl. Um diesen Produktionsstand zu erreichen waren jahrelange Bemühungen und Förderungen notwendig, um die Energiekluft zu schließen müssten wir daher alleine im ersten Jahr die Produktion um 275% ankurbeln, auf dem Höhepunkt des Biotreibstoff-Booms waren hingegen weniger als 30% Wachstum jährlich zu vermelden. Was nicht beachtet wird ist, dass wir einen Treibstoff mit hohem EROI (Erdöl) durch einen Treibstoff mit niedrigem EROI (Biotreibstoff) ersetzen. Wenn also die Preise für Öl und andere Energieträger steigen, werden die Preise für Biotreibstoffe noch viel schneller steigen, denn die Produktion von Biotreibstoffen benötigt viel fossilen Treibstoff. Es gibt also ein Problem des Größenverhältnisses, der zeitlichen Koordination und der energetischen Rentabilität.

Eine weitere Einschränkung bezüglich Biotreibstoffen ist der Effekt auf die Lebensmittelproduktion. Beide stehen in direkter Konkurrenz um Landfläche, Wasser und einzusetzender Energie. Ein erster Vorgeschmack auf die Auswirkungen waren die um 140% gestiegenen Lebensmittelpreise zwischen Februar 2002 und Februar 2008 laut dem Index der Food and Agricultural Organisation (FAO): sowohl die Weltbank[34] als auch Goldman Sachs[35] sehen den Hauptgrund im Wachstum von Biotreibstoffen. Die so genannten Tortilla-Krawalle in Mexiko und ein Putsch in Haiti 2007 waren zwei der dramatischeren Auswirkungen. Eine Ausweitung der Biotreibstoff-Produktion bei einer weltweit angespannten Ernährungslage wird nicht nur den Hunger in der Welt vermehren und zu Unruhen in ärmeren Ländern führen, sondern auch in reichen Ländern die wirtschaftliche Instabilität verstärken. In Kapitel Sechs widmen wir uns dem Thema Lebensmittel erneut.

Manche meinen die Zukunft der Mobilität wird elektrisch. Wenn wir nicht unsere derzeitige Versorgungslage gefährden wollen, könnten wir unsere elektrischen Autos von Windkraftwerken antreiben lassen. Wiederum stellt sich das Problem des Größenverhältnisses und der schwierigen Anlaufphase. Die weltweite Kapazität der Windkraft Ende 2009 betrug 157 Gigawatt, eine fast rekordverdächtige Steigerung von 31% gegenüber dem Vorjahr[36]. Wenn wir von einer Auslastung von 30% ausgehen bedeutet das umgerechnet weniger als 25% der benötigten 2.75 mill. Fass/Tag. Wir haben auch nicht die winzige Zahl der bis jetzt produzierten elektrischen Fahrzeuge berücksichtigt, die Probleme des Produktionsanlaufes oder die Schwierigkeiten in der Versorgung mit Lithium, einem essentiellen Bestandteil derzeitiger Batterietechnologie. Und welche wirtschaftliche Kraft wird diese gewaltige Entwicklung vorantreiben, mit einer Rezession der Weltwirtschaft und einer krisengeschüttelten Autoindustrie.

Kohleverflüssigung ist seit über 50 Jahren technologisch erprobt und die Kohlenvorräte sind immens. Hier wollen wir wieder betonen, dass es nicht genügt aufzuzählen, welche Alternativen theoretisch möglich sind. Wir müssen genauer wissen, mit welcher Rate die Infrastruktur der Kohlenproduktion und speziell der Kohleverflüssigung im Verhältnis zum Rückgang der Erdölproduktion steigerungsfähig ist. Zusätzlich müssen wir mehr über die Kosten erfahren und den EROI von Kohleverflüssigung. Im Moment ist die Größenordnung der Kohleverflüssigung weltweit vernachlässigbar.

Es ist allgemein bekannt, dass wir den selben Wohlstand mit einem viel geringeren Energieverbrauch genießen könnten. Einige Maßnahmen wie das konsequente Abschalten aller ungenutzten Geräte kostet gar nichts und hat einen sofortigen Gewinn. Leider kosten aber viele andere Maßnahmen im Voraus, während sich der finanzielle Nutzen erst über einen längeren Zeitraum entfaltet. Das reicht von relativ günstigen Energiesparlampen über die schon teurere Wärmedämmung bis hin zu sehr kostspieligen Abwärmenutzungssystemen bei Kraftwerken. All diese Maßnahmen benötigen Energie und andere Ressourcen, genauso wie die finanziellen Möglichkeiten Kredite zu erhalten oder die Kosten vorzustrecken. Wenn wir als Einzelne oder als Gesellschaft jedoch ärmer werden und uns Kredite nicht mehr leisten können, wie es in der derzeitigen weltweiten Rezession der Fall ist oder es bei einem weiteren Ansteigen der Energiepreise leicht möglich wäre, könnten wir uns diese langfristigen Investitionen mit ihren langfristigen Vorteilen nicht mehr leisten. Auf diese Art wären wir in der Energieverschwendung gefangen.

Wenn wir solche Einsparungsmaßnahmen setzen würden, käme es mit hoher Wahrscheinlichkeit nur zu einer Verlagerung des Energieverbrauchs in andere Bereiche, ein Phänomen das als Rebound-Effekt (dt. Abprall-Effekt) bekannt ist[37]. Der Rebound-Effekt besagt, dass Einsparungen in einem Bereich zu einem gesteigerten Verbrauch an Gütern und Dienstleistungen (und damit in letzter Konsequenz Energie) in einem anderen Sektor der Ökonomie führen. Dieser Effekt wird aber abgeschwächt, wenn es zu einem Engpass an anderweitig verfügbarer Energie kommt.

Wenn es wirklich so viel Verschwendung in unserem Energiekonsum gibt, sollte ein Anstieg der Energiepreise diesen überflüssigen „Speck“ schnell schmelzen lassen. Das ist nur teilweise richtig, in Wirklich ist dieser Effekt sehr ungleich verteilt. Als Beispiel kann uns der Preisanstieg von Energie 2007/2008 dienen. Für reiche aber energieeffiziente Haushalte und Firmen, in denen die Energiekosten im Verhältnis einen kleineren Teil ihrer Gesamtkosten ausmachen, nimmt das Leben wie gewohnt seinen Lauf. Für ärmere Leute oder Firmen, für die die Aufwendungen für Energie einen viel größeren Teil ihrer Gesamtausgaben ausmachen, ist die Lage viel schwieriger. Unter anderem am härtesten getroffen wurden bereits vorher stark bedrängte Wirtschaftszweige wie das Transportwesen und die Fischereiindustrie. Es gab auch weit verbreitete Warnungen, das viele Menschen Probleme mit ihren Heizkosten bekommen werden.

3. Aufbau und Prozesse komplexer Zivilisationen

3.1 Zivilisation, die Wirtschaft und Komplexität

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Menschheit auf ihre Umwelt und umgekehrt der Umwelt auf unser Wohlergehen. Dazwischen vermittelt unsere komplexe Zivilisation[38].

Die Idee der Zivilisation hat Philosophen und Propagandisten für Jahrtausende inspiriert und es ist nicht sehr zielführend, in diese Debatte jetzt einzusteigen. Definieren wir Zivilisation möglichst allumfassend und somit passend im vorliegendem Zusammenhang. Zivilisation ist zuallererst ein System, ein einzelnes Objekt das alle enthaltenen Elemente miteinander verbindet. Die enthaltenen Elemente sind Personen, Institutionen, Unternehmen und die Produkte und Dienstleistungen menschlichen Geschicks. Die Verbindungen sind Personen, Transportsysteme und Lieferketten, Telekommunikations- und Informationsnetzwerke, Währungs- und Finanzsysteme, Kultur und Sprache. Es umfasst räumliche Dimensionen in der Übermittlung von Gütern, Bildern, Geld und Menschen rund um den Erdball. Und es hat eine zeitliche Dimension, gelagert als Wissen in Bibliotheken, in der Erziehung und in anderen Institutionen, sichtbar in der Anordnung von Feldern und Strassen, in Vorstellungen wer wir sind und warum wir tun was wir tun. Zivilisation setzt uns durch ihre Geschichte und vorhandenen Strukturen auch Grenzen der zukünftigen Entwicklung.

Unsere spezielle globalisierte Zivilisation hat durch ihr Wachstum fast alle Menschen auf der Erde miteinander verbunden. Wenn man von Barack Obama gehört hat, wenn man einen Film gesehen hat, mit Geld bezahlt hat oder in Fabriken produzierte Waren hat oder begehrt, ist man gewissermaßen Teil dieser Zivilisation. Es gibt nur noch sehr wenige Menschen auf diesem Planeten, die nicht in irgendeiner Weise eingebunden sind, die meisten sind mehr oder weniger integriert. Wir können das auch als unseren Grad der Systemabhängigkeit betrachten. Was wäre wenn plötzlich weltweit alle fortschrittliche Infrastruktur, wie das Bankwesen, die Informationstechnologie, alle Kommunikationssysteme und Logistik, zusammenbrechen würden? Für hochentwickelte Länder, abhängig von just-in-time Lieferungen der Nahrungsmittel, digitalem Geld und komplexen Informationssystemen wären Hungersnöte und der Zusammenbruch der sozialen Ordnung nur eine Frage von Stunden bis Tage. In Entwicklungsländern wäre die Situation nicht viel besser. Nur für die Menschen urtümlicher Stammesgesellschaften würde es wenig bis keinen Unterschied geben. Gelegentlich bekommen wir einen Vorgeschmack auf mögliche zukünftige Ereignisse, wie beispielsweise während der Blockade der Treibstoffdepots 2000 in England. Supermärkte leerten sich und der Innenminister Jack Straw beschuldigte die Blockierer „das Leben anderer zu bedrohen und unsere gesamte Wirtschaft und Gesellschaft zu gefährden“[39]. Erst kürzlich hat der Zusammenbruch von Lehman Brothers die Weltwirtschaft beinahe ins Verderben gestürzt, der gegenseitige Vertrauensverlust zwischen den Banken hat die Finanzierung des Welthandels kurzzeitig eingefroren[40]. Je mehr wir Teil des Systems werden, desto stärker profitieren wir von den Vorteilen aber desto abhängiger werden wir auch.

Es ist ein Klischee mit mehr als einem Funken Wahrheit, dass unsere Zivilisation immer komplexer wird. Komplexität können wir als die Anzahl der Verbindungen zwischen Personen und Institutionen verstehen; als die Stärke der hierarchischen Netzwerke; als die Anzahl verfügbarer Produkte; das Ausmaß und die Anzahl der Elemente in den für die Herstellung eines Produktes nötigen Zwischenschritte; die Zahl der spezialisierten Berufe; als den Aufwand um Systeme zu betreiben und zu leiten; die Menge an verfügbarer Information und als die Energieflüsse durch das System. Ein anschauliches Beispiel liefert uns Eric Beinhocker, wenn er die Anzahl einzelner kulturell produzierter Gegenstände des Stammes der Yanomami am Orinoco mit denen moderner New Yorker vergleicht. Die Yanomami kennen einige

hundert verschiedene während die New Yorker viele Milliarden kennen, auch ein Maßstab für die Komplexität einer Gesellschaft.

Fassen wir 2.5 Millionen Jahre Geschichte kurz zusammen: eine sehr, sehr lange Zeit passierte nicht sehr viel, dann plötzlich war der Teufel los. Es brauchte 99.4% der Geschichte um das kulturelle Niveau der Yanomami zu erreichen, 0.59% um dieses Niveau bis 1750 zu verdoppeln und danach nur noch 0.01% der Zeit um den heutigen materiellen Reichtum der modernen Welt zu erlangen[41].

Eine andere Möglichkeit ist, sich die Logistik eines Produkts von den Rohmaterialien über alle Arbeitsschritte bis zum weltweit gehandelten, fertigen Produkt genauer anzusehen. Ein moderner Autoproduzent hat geschätzte 15000 externe Beiträge bei der Herstellung eines Autos. Wenn jede dieser Komponenten von einem Zulieferer mit seinerseits 1500 Beiträgen (10%) geliefert wird, und in einem weiteren Schritt noch einmal für jeden Teil 150 Komponenten benötigt werden haben wir mehr als 3 Milliarden einzelne Arbeitsschritte für ein Auto; die Belegschaft, die Fabrik, die Montagestrasse, IT und Finanzwesen sind in dieser Zahl noch gar nicht berücksichtigt. Alles zusammen ist aber noch immer nicht die ganze Geschichte. Der Autohersteller würde ohne seine Kunden natürlich gar nicht existieren, um sich ein Auto leisten zu können müssen die Käufer erst ein Einkommen erwirtschaften, dieses Einkommen ist wiederum von einem anderen, immens komplexen System abhängig, mit neuen Lieferketten, Arbeitsschritten usw. Weiters könnten ohne Transport, Kommunikationsnetzwerke und Finanzsystem diese Handelssysteme nicht existieren. Diese Systeme profitieren darüber hinaus von Kostenersparnissen durch Größenvorteile, die sie mit vielen anderen Produkten und Dienstleistungen teilen. Jetzt begreifen wir langsam, wie eng verwoben jeder mit jedem und, auf einer höheren Ebene, mit dem weltumspannenden Netz der globalen Wirtschaft ist, das wir als ein einziges System sehen können.

Vielleicht das Bemerkenswerteste an diesem komplexen Wirtschaftssystem ist, dass es funktioniert. Jeden Tag kaufe ich mir Brot. Die Person, die mir mein Brot verkauft muss dazu nicht wissen, von wem das Mehl stammt, wer den Teigmixer hergestellt hat oder wer eine Exportkreditversicherung für die Schiffsladung Getreide bereitgestellt hat. Die Person, die das Brot an das Geschäft liefert, weiß ebenso wenig, wer den Diesel raffiniert hat, wer das Material für seine Zylinderkopfdichtung erfunden hat oder ob ich genug Geld für mein Brot habe. Das Stahlwerk weiß nicht, dass der Hersteller des Teigmixers seinen Stahl verwenden will, es ist ihm auch egal woher das Geld für die Investition kommt. Der Prozess, der es mir ermöglicht, frisches und günstiges Brot zu kaufen, benötigt, je nachdem wo man die Grenze der Betrachtung zieht, Millionen, ja letzten Endes sogar hunderte Millionen Menschen, die zusammenhängend agieren.

Dabei gab es bei all dem keinen übergeordneten Organisator. Die Komplexität, um ein solches System zu verstehen und zu verwalten, übersteigt die Fähigkeiten jedes Menschen, selbst mit Computerunterstützung. Wir bezeichnen solche Systeme als sich selbst organisierend, wie die Formation eines Vogelschwarms oder das Verhalten von Passanten auf einer belebten Straße. Selbstorganisation ist eine Eigenschaft aller komplexen, adaptiven Systeme, im Unterschied zu „nur“ komplexen Systemen wie der Hardware eines Computers beispielsweise. Vögel einigen sich nicht auf eine V-Formation als aerodynamisch günstigste Fortbewegungsform und diskutieren danach, wer an welcher Stelle fliegt. Jeder Vogel passt sich mit einem

angeborenen Sinn für Rangordnung einfach an seine lokale Umwelt und den Weg des geringsten Widerstand an, und damit entsteht eine Makrostruktur ohne vorsätzliche Planung (Leser mögen die gleiche nicht-teleologische Erklärung wie in der evolutionären Biologie bemerken).

(Teleologie ist die Lehre, dass Handlungen oder überhaupt Entwicklungsprozesse an Zwecken orientiert sind und durchgängig zweckmäßig ablaufen - Wikipedia)

Unsere globale Zivilisation hat sich zu einem komplizierten, anpassungsfähigen System entwickelt. Jede einzelne Person, jede Firma und jede Institution spielt dabei ihren Teil ihrer Nische und trägt durch kulturelle und strukturelle Kanäle und durch die einzelne und gemeinsame Geschichte zu diesem System bei.

Das verbindende Element unserer globalen Zivilisation ist die Weltwirtschaft. Sie ist wie das Blut und das Nervensystem unserer Gesellschaft. Die Wirtschaft ermöglicht den Austausch von Waren und Dienstleistungen quer über den Globus. Je mehr wir vom System abhängig sind, desto größer ist unsere Abhängigkeit von der globalen Wirtschaft.

Wenn eine Seite des globalen Wirtschaftssystems die Waren und Dienstleistungen sind, dann ist die andere Seite das Geld. Unser Geld hat keinen Wert per se - es ist ein Stück Papier oder geladene Teile auf einem elektronischen Schaltkreis. Es verkörpert keinen Reichtum, sondern den Anspruch auf Reichtum (Geld ist nicht das Haus oder die Lebensmittel, die wir damit kaufen können). Überall auf der Welt wird etwas eigentlich völlig Wertloses gegen Wertvolles getauscht. Das funktioniert nur, wenn alle an dieses Spiel glauben. Die Regierungen ordnen gesetzliche Zahlungsmittel an und dadurch ist das Vertrauen in die Stabilität der Währung gewährleistet. Die Hyperinflation der Weimarer Republik und erst kürzlich Zimbabwes sind ein Beispiel für die Auswirkungen eines Vertrauensverlustes in die Währung.

Firmen mögen scheitern und einzelne Teile einer Lieferkette können ausfallen, aber ein großer Vorteil der globalen Wirtschaft ist die Fähigkeit, sehr schnell einen Ersatz zu finden oder sich an die veränderten Gegebenheiten anzupassen. Diese Schnelligkeit ein Maß für die Anpassungsfähigkeit der Weltwirtschaft und ist ein natürliches Merkmal eines solch dezentralisierten und weitvernetzten komplexen, adaptiven Systems. Das ist aber nur in einem bestimmtem Zusammenhang gültig. Es gibt gemeinsame infrastrukturelle Plattformen oder Knotenpunkte, die den Betrieb und die Struktur der globalen Wirtschaft aufrechterhalten, ein Ausfall derselben bedeuten einen Zusammenbruch des Systems. Das sind zum Beispiel das Währungs- und Finanzsystem, zugängliche Energieflüsse und die kombinierte Infrastruktur von Informationstechnologie, Stromerzeugung und Transport.

Der menschliche Körper mag uns als Analogie eines ebenfalls komplexen, anpassungsfähigen Systems dienen. Infrastrukturelle Knotenpunkte sind der Blutkreislauf, das Zentralnervensystem und die Atmung. Ein Ausfall führt sofort zum Tod. Unser Körper kann aber Schnitte und leichte Verletzungen selbst heilen und kann selbst schwere lokale Verletzungen, wie den Verlust eines Arms oder Beins, überleben. Wenn die lokale Verletzung erheblich genug ist, können die Körperfunktionen versagen, genauso wie bei tausend kleinen Schnitten. Kollaps (oder Tod) kann also durch das Versagen eines Knotenpunkts oder durch

bedeutende allgemeine Systemschäden verursacht werden. Meistens wird der endgültige Zusammenbruch durch das Zusammenspiel einzelner Elemente verursacht, Tod durch Herzversagen infolge einer schweren Verletzung beispielsweise.

Die derzeitige, so stark vernetzte Komplexität war nicht immer so. Wir haben uns den Veränderungen so gut angepasst und die Veränderungen waren im Allgemeinen so beständig ,dass wir uns der Zusammenhänge oft gar nicht mehr bewusst sind. Stellen wir uns vor, alle Mikrochips der letzten zehn Jahre würden plötzlich aufhören zu funktionieren. Finanzsystem, Stromnetz und Transportwesen würden ausfallen. Die Supermarktregale unseres Just-in-time Liefersystems wären sehr schnell leer und die Unmöglichkeit finanzieller Transaktionen garantiert, dass sich daran auch nichts ändert. Hungersnöte sind in den am meisten fortgeschrittenen, am systemabhängigsten Volkswirtschaften die logische Konsequenz. Es stellt sich nun die Frage, wieso der Ausfall einer erst seit zehn Jahren verfügbaren Technologie zu einem so totalen Zusammenbruch führen kann, wenn vor zehn Jahren die Welt doch auch sehr gut funktioniert hat? Man male sich nur die Konsequenzen eines Totalausfalls des Mobilfunknetzes aus. Unsere grundlegenden Funktionen, wie das Währungs- und Finanzsystem, das Transportwesen oder die Energieversorgung, sind fast unmerklich mit immer schneller wechselnder Technologie untrennbar verwoben worden.

3.2 Die Entwicklung der Weltwirtschaft

Für die meisten Menschen vor dem späten Mittelalter waren Nahrung und Wohlstand ein direktes Resultat der eigenen Anstrengungen oder der Arbeit einer sehr kleinen Gemeinschaft. Hungersnöte konnten in einem räumlichen Nähe zu Überfluss und reicher Ernte existieren[42]. Von einem übergeordneten Standpunkt aus gesehen gab es also ein Problem mit Produktion und Verteilung.

Das zentrales Problem der Verteilung war zuallererst ein Problem des Geldes, die meisten Gemeinschaften waren großteils autark und Geld spielte daher keine große Rolle. Außerdem gab es nur unterentwickelte Transportverbindungen und die Kommunikation zwischen den Gemeinschaften war unregelmäßig und zufällig. Das bedeutet also, dass es erstens keine ordentliche Verständigungsmöglichkeit über einen Engpass gab, zweitens ein nur unzureichender Vorrat an Tauschgütern vorhanden war und dass drittens das Handels- und Transportwesen nicht in der Lage war, den notwendigen Austausch durchzuführen. Die Grundlage des Wohlstands kleiner Dörfer war eine gute Ernte, und das Risiko einer Missernte, durch eine Überschwemmung beispielsweise, musste auch lokal beschränkt getragen werden. Teilweise konnte das Risiko durch Vorratshaltung bewältigt werden, ein Vorrat setzt aber einen früheren Überschuss voraus. Um jedoch in eine größere Produktion zu investieren braucht man im Allgemeinen Überschüsse und das Wissen bzw. Einflüsse von Aussen.

Ein großer Vorteil der wachsenden Verbindungen zwischen den Regionen und des verstärkten Handels mit Geld als Tauschmittel war eine Streuung des lokalen Risikos über größere Regionen. Überschüsse konnten an den Meistbietenden verkauft werden und das erhaltene Geld hielt den Wert viel besser als ein Getreidespeicher, der anfällig für Fäule und Nagetiere war. Die Verteilung von Überschüssen im ganzen System nützt Ressourcen optimal aus. Was von Ökonomen Wettbewerbsvorteil

genannt wird, bedeutet, dass sich jeder auf eine bestimmte Rolle im Netzwerk spezialisieren konnte und die Effizienz gegenüber isolierten Gemeinschaften gesteigert werden konnte. Neue Waren und Dienstleistungen wurden entwickelt, insbesonders solche, die verschiedene Einzelkomponenten erforderten. Das steigerte die Effizienz ebenso wie den allgemeinen Wohlstand und die Geldmenge, produzierte Überschüsse, ein größeres Wissen und technologischen Fortschritt. Verstärkte Investitionen in zukünftigen Reichtum ermöglichten den ambitionierten Ausbau des Netzwerks durch Eroberungen, Assimilierung und Eingliederung. Der Grad der Verflechtungen wurde durch Brücken, Märkte und Gilden vergrößert.

Es gibt Zug-Druckkräfte des Wachstums; beim Bevölkerungswachstum; bei der Notwendigkeit, existierende Infrastruktur und Wohlstand gegen entropischen Verfall zu schützen; im Bedürfnis, durch Technologie ersetzte Arbeitskräfte anderweitig zu beschäftigen; in der Bewältigung neu aufgetauchter Probleme und in der Notwendigkeit, Schulden, die Basis unseres Wirtschaftssystems, zurückzuzahlen. Der Vorgang des Wirtschaftswachstums ist genauso selbstverstärkend wie die Zunahme an Komplexität. Die Grundlage für weiteres Wachstum ist die Vergrößerung des Handelssystems, der Grad der Komplexität und Effizienzsteigerungen in der Wirtschaft. Größere Komplexität liefert die Basis für noch komplexere Integration. In Summe liefert die Entwicklung immer vielschichtigerer operativer Strukturen die Basis für komplexere Lösungen.

Die Menschen sind Problemlöser: um ihre Grundbedürfnisse zu befriedigen und getrieben von der Sorge um ihren Status. Dabei konfrontiert uns ein dynamisches Umfeld mit immer neuen Herausforderungen. Das kann so simpel sein wie den Bus zu erwischen oder einen Laib Brot zu backen, oder es ist so kompliziert wie ein System erneuerbarer Energie aufzubauen. Dabei neigen wir dazu, die einfachsten und billigsten Lösungen vorrangig zu nützen. Wir pflücken als erstes die am niedrigsten hängenden Früchte vom Baum, oder fördern zuerst das am einfachsten zugängliche Öl. Sobald einfache Probleme gelöst werden, tauchen neue Probleme auf, die schwieriger zu lösen sind. Unsere Fähigkeit zur Problemlösung wird dabei von der Palette an uns zugänglichen Lösungen eingeschränkt, den Lösungsmöglichkeiten. Die Lösungsmöglichkeiten werden vom verfügbaren Wissen und der Bildung limitiert; den verfügbaren operativen Strukturen (zu einem bestimmten Zeitpunkt) und den uns zugänglichen materiellen, energetischen und wirtschaftlichen Ressourcen. Die Lösungsmöglichkeiten werden auch von den Wechselwirkungen mit den unzähligen anderen Beteiligten, wie Menschen oder Institutionen, beeinflusst. Durch diese gemeinsame Entwicklung wird die wachsende Komplexität zusätzlich verstärkt.

Neue Technologien, Geschäftsmodelle und Lösungsansätze passen sich den bereits existierenden Strukturen an und entwickeln sich gemeinsam mit diesen. Kostenvorteile und neue Geschäftsmöglichkeiten sind dabei maßgeblich für die Marktdurchdringung in bestehenden Systemen verantwortlich. Eine prinzipieller Weg, die Rentabilität zu steigern, ist, die Kosten für wichtige Infrastruktur - wie Informationsnetzwerke, Transportsysteme und Finanzwesen - durch gemeinsame Nutzung aller Beteiligten zu senken. Die gemeinsamen Vorteile wachsen dabei mit der Zahl der Nutzer der Infrastruktur immer weiter an. Mit der Zeit wird die Größe des Systems aber zu einem Problem, weil Vorlaufkosten für alternative Systeme und die Größenvorteile etablierter Systeme eine immer stärkere Barriere für alternative Systeme darstellen, das ist umso bedeutender, je komplexer diese Infrastruktur ist.

Mit diesem Mangel an Vielfalt meinen wir nicht unbedingt die Entstehung von Monopolen. Es gibt sogar einen sehr harten internen Wettbewerb am Mobilfunkmarkt beispielsweise, alle Anbieter teilen sich aber die Basisinfrastruktur und die Geschäftsmodelle sind alle vom Stromnetz und dem Finanzwesen abhängig.

Das ist jedoch die Grundlage für systemische Schwachstellen. Wenn der IT-Sektor ausfällt, bedeutet das auch das Ende des Finanzsystems, der Fachkenntnisse und des Energiesektors. Im umgekehrten Fall bedeutet ein Kollaps des Finanzsektors ein rasches Ende von IT und Transportwesen. Das Institute of Civil Engineers in England gibt zu, dass die komplexen Beziehungen zwischen systemrelevanten Teilen der Infrastruktur nicht verstanden werden (können)[43]. Unsere operativen Systeme sind natürlich auch nicht isoliert von der allgemeinen Wirtschaftslage. Wegen der laufenden Kosten für Infrastruktur und der Notwendigkeit, ständig Teile davon zu erneuern, braucht es eine große Anzahl an Menschen im Wirtschaftskreislauf, um überhaupt rentabel operieren zu können. Der Lebensfähigkeit solcher Systeme wird durch Quersubventionen der ganzen Wirtschaft geholfen. Überspitzt formuliert verlangt der Ressourcenverbrauch lebensnotwendiger Infrastruktur, dass wir Spielkonsolen kaufen, sinnentleerte SMS versenden und YouTube anschauen.

Das Wachstum von Zivilisationen hat seine Kosten, und die Kosten steigen mit dem Wachstum weiter an. Der größte Verursacher von Umweltzerstörung ist der Wachstumsprozess selbst. Humuszerstörung und Wasserverknappung, Überfischung, Entwaldung, Treibhausgasemissionen und verseuchtes Grundwasser sind nur einige der Folgen eines ständigen Wachstums. Komplexität selbst kostet auch Geld. Je komplexer Systeme werden, desto höher sind die Kosten der Verwaltung und des Betriebs und desto länger und teurer wird die Ausbildung der notwendigen spezialisierten Berufe.

Joseph Tainter meint, dass durch steigende Komplexität ständig sinkende Erträge der Hauptgrund für den Zusammenbruch früherer Zivilisationen war[44]. Die Vorteile immer größerer Komplexität werden zuletzt von den Nachteilen immer größerer Kosten übertroffen. Ständig entstehen neue Probleme, aber die Gesellschaft kann irgendwann mit dem traditionellen Ansatz - immer kompliziertere Lösungskonzepte - nicht länger sinnvoll reagieren. Gesellschaften verlieren ihre Widerstandsfähigkeit gegen neue Probleme oder Schocks, weil sie in ihren traditionellen Strukturen erstarren.

3.3 Die Entwicklung von Wissenschaft und Technologie

Es ist fast ein Glaubensgrundsatz geworden: Wissenschaft und Forschung können für alle auftauchenden Probleme eine Antwort finden. Dieser Grundsatz ist eng mit unseren Vorstellungen von Fortschritt verknüpft und seine Gültigkeit wird nicht in Frage gestellt. In Diskussionen über die Nachhaltigkeit unserer Gesellschaft sind Wissenschaft und Forschung der vorherbestimmte Deus-ex-Machina. Die immer größere Kluft zwischen unseren Ansprüchen und der Fähigkeit unserer Umwelt, diesen Ansprüchen gerecht zu werden, wird von diesem Trugbild gefüllt. Es wirkt wie eine Zauberformel, die die Unsicherheiten unserer Zivilisation, die wir manchmal durch kleine Risse in der Realität erblicken, verschwinden lassen soll. Der folgende

Abschnitt untersucht die Rolle von Wissenschaft und Forschung im Kontext der Entwicklung und des Zustands unserer Wirtschaft. Die systemimmanente Verletzlichkeit hochtechnisierter Infrastruktur wird auch beleuchtet.

Das Kosten/Nutzen Verhältnis von Wissenschaft und Forschung sinkt ständig.

Im Jahr 1897 entdeckte J.J.Thompson das Elektron, diese bahnbrechende Entdeckung geschah auf einem simplen Labortisch. Das Verständnis des Elektrons war die Basis für eine technische Revolution, an deren Ende die heute alles beherrschende digitale Infrastruktur steht. Heute benötigen wir einen 27 Kilometer langen unterirdischen Ringtunnel, 1600 je 27 Tonnen schwere superleitfähige Hochleistungsmagnete, gekühlt auf zwei Grad über den absoluten Nullpunkt (-271°C) und die direkte Mitarbeit von 10.000 Wissenschaftlern und Ingenieuren um (vielleicht) ein neues subatomares Teilchen, das Higgs-Boson zu finden. 1920 hat Alexander Fleming zum Preis von € 20.000 Penizillin entdeckt, eine Wohltat für die ganze Menschheit. Heutzutage kostet es hunderte Millionen um Variationen existierender Medikamente zu entwickeln und die Verbesserungen sind oft gering.

Wissenschaft und Forschung haben die Aufgabe, Probleme zu lösen. Das Grundwissen wird meist am Anfang eines neuen Forschungszweiges etabliert, danach wird die Arbeit immer spezialisierter. Die auftauchenden Probleme werden immer schwieriger und teurer zu lösen, der Fortschritt erfolgt in immer kleineren Stufen. Immer größere Investitionen in Forschung und Entwicklung bringen immer kleinere Erträge[45]. Wir sehen das an dem zahlenmäßigen Anwachsen von Forschungsteams, dem Grad der Spezialisierung und der Komplexität des Fachwissens[46].

Als Fazit bleibt die Erkenntnis, dass immer größere Investitionen in Forschung und Entwicklung für die Gesellschaft immer kleinere Fortschritte bringen. Wenn wir eine Energiewende hin zu erneuerbaren Energien schaffen wollen, bedeutet das nichts Gutes. Immer mehr und mehr der schwindenden Ressourcen müssen in Forschung und Entwicklung gesteckt werden und die Wahrscheinlichkeit eines echten Durchbruchs ist nicht sehr groß.

Die am höchsten entwickelte Technik ist zugleich die rohstoffintensivste.

Weil neue Technologie die Lösung für immer komplexere Probleme ist, weil sie nur mit hoch entwickelter Technik gebaut werden kann und weil sie von einem sich ständig weiterentwickelnden Umfeld abhängig ist ist neue Technologie tendenziell rohstoffintensiver. Wir können das bei der Entwicklung bestimmter Herstellungsprozesse im Laufe des letzten Jahrhunderts beobachten, wo eine Analyse eine Steigerung des Energie- und Rohstoffverbrauchs um sechs Größenordnungen pro Einheit produzierten Materials ergab. Das war ein Ergebnis des Wunsches nach immer kleineren und präziseren Geräten bzw. Produkten[47]. Ein zwei Gramm schwerer 32 MB DRAM Chip ist aus heutiger Sicht antiquiert, benötigt jedoch 1700 Gramm an Rohstoffen für die Herstellung. Moderne Very Large Scale Integrated (VLSI) Chips brauchen in der Herstellung demzufolge ungleich mehr Rohstoffe in der Herstellung[48]. Der allgemeine Fokus ist immer nur auf den direkten Energieverbrauch des Endprodukts gerichtet, der immense Material- und Energieverbrauch des Herstellungsprozesses wird zumeist ausgeblendet[49].

High-Tech Geräte wie z.B. Computer brauchen, um ihren vollen Wert zu realisieren, einen Verbund an Netzwerken, Software, Telekom-Infrastruktur und anderen Computerbenützern. Nach dem Ressourcen-Bedarf eines Computers zu fragen ist also ein bisschen wie nach dem Ressourcen-Bedarf eines einzelnen Fingers zu fragen, es macht nur dann Sinn, wenn man den restlichen Körper in die Überlegungen miteinbezieht.

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass wir nach den allgemeinen Gesetzen der Thermodynamik steigenden Energie- und Materialbedarf für immer komplexere Systeme (genauer Energieflüsse pro Masseeinheit) erwarten müssen.

Die am höchsten entwickelte Technik hat die komplizierteste Lieferlogistik.

Je komplexer ein Produkt oder ein Herstellungsprozess ist, desto stärker ist es mit der globalen Wirtschaft verwoben. Es ist von einer größeren Zahl an direkten und indirekten Verknüpfungen der Lieferketten abhängig. Die Herstellung ist von sehr spezialisierten Zulieferern abhängig, ein Ersatz ist oft schwierig. Betrachten wir einen Chip als unseren Maßstab für Hochtechnologie. Intel liefert 90% aller Prozessoren für Personal Computer und ist seinerseits abhängig von verschiedenen Hightech-Firmen, die hoch entwickelte optische und messtechnische Systeme, elektronische Kontrollsysteme und eine Vielzahl an speziellen chemischen Stoffen liefern. Diese Zulieferer wiederum sind von komplexen Beiträgen von anderer Seite abhängig, für die es keine große Auswahl gibt. Hochtechnologie ist örtlich kaum mobil, verlässt sich auf hochspezialisiertes Fachpersonal und Fachwissen und hat allgemein sehr hohe Kosten für den laufenden Betrieb und die Produktionsanlagen. Je weiter fortgeschritten ein technisches System ist, desto größer wird das Risiko eines Zusammenbruchs der Lieferlogistik bei Störungen, genauso wie in dem alten Gedicht:

Weil der Nagel fehlte ward das Hufeisen verloren.
Weil das Hufeisen fehlte ward das Pferd verloren.
Weil das Pferd fehlte ward der Reiter verloren.
Weil der Reiter fehlte ward die Schlacht verloren.
Weil der Sieg fehlte ward das Reich verloren.
Und alles weil der Nagel des Hufeisens fehlte.

Wegen der Komplexität der Chip-Herstellung hat keine Firma das nötige Fachwissen, einen Chip von Grund auf herzustellen, das bedeutet, nur mit den Rohstoffen als Ausgangsbasis alle Produktions- und Betriebssysteme und alle einzelnen Herstellungsschritte selbst durchzuführen. Viele verschiedene Firmen haben sich gemeinsam entwickelt und ergänzt, das Wissen um die einzelnen Herstellungsschritte, die Werkzeuge und die Werkzeuge der Werkzeuge sind wie ein Chip-Ökosystem, das seinerseits in der globalen Wirtschaft eingebunden ist.

4. Dynamiken des Zusammenbruchs

4.1 Der dynamische Zustand globalisierter Zivilisation

Das Ende der letzten Eiszeit hat für die allgemeine Stabilität gesorgt, die das Auftauchen der menschlichen Zivilisation wie wir sie heute kennen ermöglicht hat. Ein relativ stabiles Klima ist die Grundvoraussetzung für das Sesshaftwerden der Menschheit. Auf dieser Basis entwickelten sich über Generationen Wissen,Kultur, Institutionen und Infrastruktur zu immer komplexeren und leistungsfähigeren Formen, die auch durch Trockenheit, Kälte oder Überflutungen nicht über die Grenzen der Anpassungsfähigkeit hinaus belastet wurden.

In diese makro-klimatischen Stabilität ist die Periode der Stabilität der letzten 150 Jahre eingebettet, die Periode des globalen Wirtschaftswachstums, die im Zentrum unseres Interesses steht. Tendenziell sehen wir dieses Wachstum der Wirtschaft unter dem Blickpunkt der Veränderungen. Energieflüsse, Ressourcenverbrauch, Bevölkerungsexplosion, materieller Wohlstand und allgemeiner das Bruttoglobalprodukt sind Anzeiger der Veränderung. Wir können das Ganze aber auch unter einem anderen Blickwinkel betrachten. Wir können behaupten, das Wachstum der Weltwirtschaft in den letzten eineinhalb Jahrhunderten war bemerkenswert stabil. Es hätte um einen jährlichen Prozentsatz anwachsen können, exponentiell sinken können, periodisch oszillieren oder wild schwanken können. Tatsächlich wächst die Wirtschaft zumeist ein paar Prozent im Jahr. Mit dieser Wachstumsrate hat sich ein System entwickelt, an das wir uns sehr gut angepasst haben.

Das bedeutet aber nicht, dass es nicht unvorhersehbare Schwankungen in der Wirtschaft gab und gibt. Die Schwankungsbreiten bewegen sich aber in einem kleinen jährlichen Prozentbereich. Angus Maddison schätzt das Wachstum des Bruttoglobalprodukt BGP zwischen 1500 und 1820 auf 0.32% jährlich; 0.94% (1820-1870); 2.12% (1870-1913); 1.82% (1913-1950); 4.9% (1950-1973); 3.17% (1973-2003), allgemein 2.25% zwischen 1820 und 2003[50]. Selbst während zweier Weltkriege und der großen Depression in den wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern zwischen 1913 und 1950 ist das Wachstum in einem relativ engen positiven Bereich geblieben. Abbildung 4 zeigt die Wachstumsraten der Weltwirtschaft in den letzten vier Jahrzehnten, der relativ schmale Bereich ist ein Indikator für die Stabilität des Systems. Natürlich machen auch kleine prozentuelle Unterschiede in der Wachstumsrate über einen längeren Zeitraum einen großen Unterschied aus, aber im Moment konzentrieren wir uns nur auf den Aspekt der Systemstabilität.

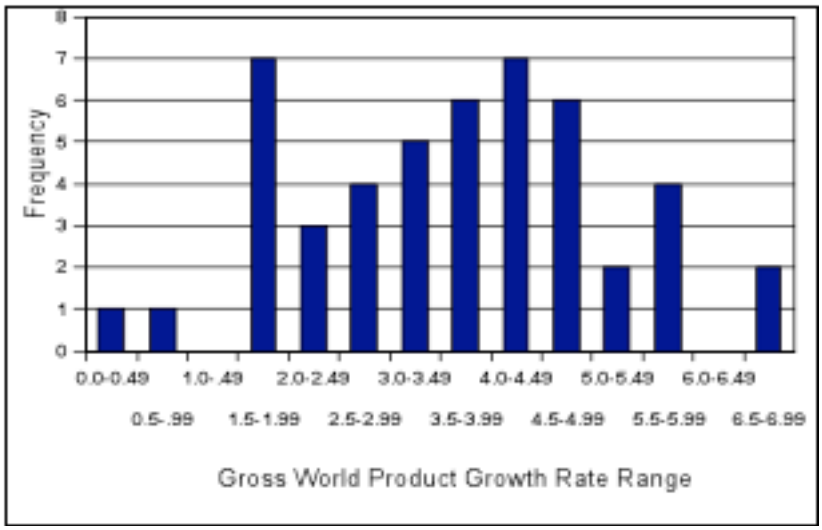

Abbildung 4: Jährliche BGP-Wachstumsraten 1961 - 2008 Quelle: Weltbank

Regierungen und Bevölkerungen sind gegenüber selbst kleinen negativen Veränderungen der Wachstumsrate sehr empfindlich. Die Einschränkungen für Regierung und Bevölkerung, die von kleinen Änderungen der Wachstumsraten in den negativen Bereich herrühren, zeigen deutlich, wie sehr sich unsere Zivilisation an die gewohnte Bandbreite der Stabilität angepasst hat. Die Auswirkungen eines Verlassen des gewohnten Wachstumsbereiches kann deshalb zu bedeutenden Spannungen führen.

4.2 Tipping-Points in komplexen Systemen

Obwohl komplexe Systeme wie Warenmärkte, Ökosysteme oder das Verhalten von Menschenmengen auf den ersten Blick komplett verschieden sind, zeigen sich doch bemerkenswerte Ähnlichkeiten. Die meiste Zeit über sind solche Systeme stabil. Viele komplexe Systeme haben aber kritische Grenzen, so genannte Tipping-Points. Der Begriff **Tipping-Point** bezeichnet jenen Punkt oder Moment, an dem eine lineare Entwicklung abrupt abbricht, die Richtung wechselt oder stark beschleunigt wird. Dieses Phänomen ist in vielen Systemen beobachtet worden, u.a. bei Börsencrashs, Klimawechsel oder Asthmaanfällen. Ungeachtet der Komplexität und

der Vielzahl von vorhandenen Parametern ist der übergeordnete Zustand solcher Systeme oft nur von einen oder zwei Schlüssel-Parametern abhängig[51].

Aktuelle Untersuchungen zeigen bei Annäherung an einen Tipping-Point allgemein gültige Verhaltensmuster, ungeachtet der Verschiedenheit des speziellen Systems[52]. Diese Einheitlichkeit der Dynamik verschiedenster Systeme gibt uns ein Werkzeug, mit dem wir den dynamischen Zustand unserer globalisierten Zivilisation beschreiben können. Der Schlüsselparameter ist dabei der Energiefluss des Systems.

Besonders interessieren uns solche katastrophalen Übergänge, bei denen nach dem Passieren eines Tipping-Points eine Serie von positiven Rückkopplungen das ganze System in einen neuen Zustand versetzen. Die Debatte über den Klimawandel hat solche Ideen allgemein bekannt gemacht. Zum Bespiel könnte die globale Erwärmung im arktischen Boden gebundenes Methan freisetzen, dieses Methan heizt die Erwärmung weiter an usw. Das könnte andere Tipping-Points wie ein Versickern des Amazonas auslösen, die Emissionen würden dadurch weiter steigen. Solche Rückkopplungen könnten alle menschlichen Maßnahmen zur Klimaregulierung als sinnlos erweisen, der Einfluss des Menschen verblasst im Vergleich zu solchen natürlichen Prozessen in einem ungleich größeren Maßstab.

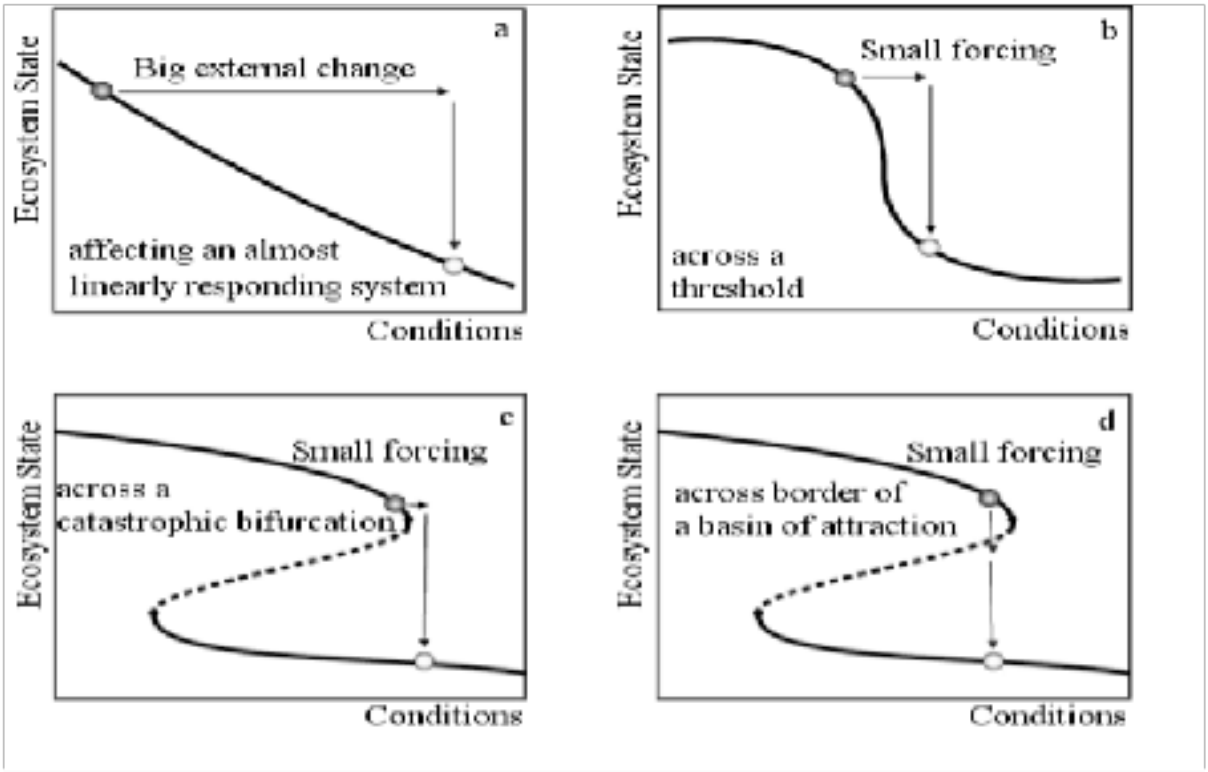

Abbildung 5: Erläuterung im Text unten [53]

Abbildung 5 zeigt die Reaktion des Zustand eines Systems auf äußere Bedingungen. Der Zustand eines Systems kann die Größe der Fischpopulation oder der Grad der Biodiversität in einem Wald sein, die Bedingungen könnten Temperatur oder Nahrungsangebot sein, beides letztlich Energieflüsse. Die durchgehende Linie stellt ein stabiles Gleichgewicht dar, die gepunktete Linie bezeichnet einen labilen Zustand. In einem stabilen Gleichgewicht kann der Zustand des Systems beibehalten werden, wenn die Bedingungen gleich bleiben. In Abbildung a) und b) sehen wir zwei

Reaktionen eines stabilen Systems auf wechselnde Bedingungen. Im ersten Beispiel sehen wir einen proportionalen Einfluss auf den Zustand des Systems, im zweiten Beispiel ist der Zustand des Systems sehr sensibel Veränderungen gegenüber. In Abb. c) und d) ist das System einem katastrophalen Übergang sehr nahe. In beiden Fällen gibt es einen labilen Bereich, in dem die Zustände des Systems nicht beibehalten werden können. Wenn sich ein System in einem labilen Zustand befindet, strebt es aktiv zu einem anderen, stabilen Zustand. Wenn sich ein System nahe des Tipping-Points eines katastrophalen Übergangs befindet, kann die kleinste Veränderung zu einem Zusammenbruch in einen neuen Zustand wie in Abb. c) führen oder wie in Abb. d) kann die kleinste Störung das System über die Begrenzung führen.

5. Drei Wirtschaftsmodelle zu Peak-Energy

5.1 Einführung

Diskussionen über Peak-Oil haben zuletzt die Arena der Öffentlichkeit betreten und die Auswirkung von Peak-Oil werden allgemein als umfassend und bedeutend anerkannt. Dabei sind die Debatten oft bruchstückhaft und lassen eine breite systemische Synthese vermissen. Im Allgemeinen konzentriert man sich auf den direkten Konsum von Erdöl, manchmal noch auf die Auswirkungen auf die nationale Zahlungsbilanz. Direkte Auswirkungen auf die Wirtschaft werden unter der Annahme eines linearen Rückgangs untersucht, wie in dem 4see Modell von Arup für den UK Peak Oil Task Force Report [54](Report der englischen Arbeitsgruppe über Peak Oil). Nel und Cooper sind von einem linearen Rückgang des Öls ausgegangen und haben den EROI und Peak-Kohle und Peak-Gas in ihren Untersuchungen über die wirtschaftliche Auswirkungen berücksichtigt[55]. Diese beiden Autoren prognostizieren einen sanften Rückgang des Bruttoinlandsprodukts, räumen aber ein, das sie in ihren Modellen von funktionierenden Finanzmärkten, handlungsfähigen Nationalstaaten und vorhandenem internationalen Recht ausgegangen sind.

In den meisten Fällen gibt es eine intuitive Annahme oder ein mentales Modell über die wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen von Peak-Oil. Zum Zwecke größerer Klarheit und um einige Arbeitshypothesen einzuführen, wollen wir uns drei Modelle näher ansehen.

Diese Modelle sollten nicht voneinander isoliert betrachtet werden. In groben Zügen wird wohl das Modell des linearen Rückgangs für kleine Energie-Engpässe am passendsten sein, wenn die Auswirkungen auf das globale Wachstum sehr klein und begrenzt sind. Ein Übergang zu einen unregelmäßigen Rückgang markiert die nächste Eskalationsstufe, größere Störungen des Weltwirtschafts-Wachstums und der Komplexität des Systems sind die Folge. Wenn der Tipping-Point erreicht ist, sehen wir einem totalen Kollaps unserer Zivilisation ins Auge.

Zuletzt sei noch die Anmerkung erlaubt, dass wir um mehr Klarheit in der Beziehung zwischen Peak-Energie und dem Aufbau unserer Zivilisation bemüht sind, wir wollen auch die wichtigsten Faktoren dieser Beziehung identifizieren. Die reale Welt ist jedoch viel komplexer und undurchschaubarer, als wir hier darstellen können.

5.2 Linearer Rückgang

Instinktiv gehen wir bei den meisten Erscheinungen von einem proportionalen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung aus. Das ist in den meisten Fällen auch richtig. Eine Preisänderung führt zu einer proportionalen Änderung der Nachfrage, Bevölkerungswachstum führt zu äquivalent gesteigerter Nachfrage an Lebensmitteln und mehr Autos bedeuten mehr Abgase.

Es gibt zwei Annahmen, die meist mit der Peak-Oil Thematik assoziiert werden. Die erste ist die Annahme eines linearen Rückgangs. Demzufolge gibt es einen Rückgang der Ölproduktion von 2-3% jährlich. Die zweite Annahme geht von einer annähernd linearen Beziehung zwischen Ölproduktion und Wirtschaftswachstum aus, genauer gesagt dem Rückgang der Ölproduktion und der Talfahrt der Wirtschaft. Kombiniert ergibt sich die prognostizierte abwärts geneigte Kurve des weltweiten Wirtschaftswachstums.

Wenn Öl knapp wird, steigen die Preise. Weniger Energie schränkt wirtschaftliche Aktivitäten ein. Stück für Stück werden wir ärmer, der allgemeine Konsum geht zurück. Steigende Preise zwingen zu mehr Regionalität und die Globalisierung ist Geschichte. Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich werden im Lauf der Zeit in die Landwirtschaft umgeschichtet, die Lebens-Mittel werden mit einem größeren menschlichen Arbeitseinsatz produziert.

In solch einem Fall geht man von einer längeren Phase der Anpassung an die neuen Gegebenheiten aus. Stetig sinkende Ölproduktion und steigende Energiepreise verursachen Rezessionen, Mühsal und Krisen, führen auf der anderen Seite aber zu einer Zuwendung zu erneuerbarer Energie, Energiesparmaßnahmen und kultureller Anpassung. Energieformen, die bis jetzt zu teuer waren, sind plötzlich wettbewerbsfähig. Die Funktionsfähigkeit der meisten Systeme und Institutionen wird nicht in Frage gestellt, höchstens gibt es eine langsame Veränderung.

Selbst wenn das Modell des linearen Rückgangs gültig wäre, wäre die Anpassung schwierig. Wenn man das Budget einer Nation unter dem Gesichtspunkt der Energie betrachtet, mit einer bestimmten Menge für das Gesundheitswesen, die Wirtschaft, Landwirtschaft, Verwaltung, Erziehung und Investitionen beispielsweise, dann bekommt jeder einzelne Sektor einen kleineren Anteil der verfügbaren Energie. Darüber hinaus bevorzugen wir den kurzfristigen Vorteil gegenüber langfristigen Investitionen in die Zukunft - Investitionen in erneuerbare Energie werden deshalb zugunsten kurzfristiger Erleichterungen nicht getätigt bzw. sogar noch reduziert, auch weil in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die Zinssätze im Allgemeinen steigen. Es bleibt im Wesentlichen die Wahl zwischen kurzfristigen Geldspritzen für ein bröckelndes Gesundheitssystem oder für den Kampf gegen ständig steigende Arbeitslosigkeit auf der einen Seite oder man akzeptiert ein Heer von Arbeitslosen und eine Krise im Gesundheitssystem im Tausch gegen einen kleinen Energieertrag pro Jahr in der Zukunft.

5.3 Unregelmäßiger Rückgang

In diesem Modell führen rückläufige bzw. eingeschränkte Produktion ebenfalls zu einem Preisanstieg nicht nur von Erdöl, sondern auch von Energie im Allgemeinen und auch von Lebensmitteln. Die Nationen können diese gestiegenen Preise aus mehreren Gründen nicht so einfach bezahlen. Erstens trägt es zu einer Energie- und Lebensmittelpreis-Inflation bei, denn die Nachfrage nach Energie und Nahrung ist nicht der normalen Preiselastizität unterworfen. Das frei verfügbare Einkommen und die Kaufkraft sinken, in weiterer Folge gehen Firmen in Konkurs und die Arbeitslosigkeit steigt. Die wirtschaftliche Aktivität verlangsamt sich und damit sinkt auch der Energiebedarf, die Energiepreise fallen wieder. Zweitens entstehen für Energie importierende Länder Zahlungsbilanz-Defizite wenn nicht im selben Wert Güter exportiert werden, dieses für Energie aufgewendete Geld geht der Binnenwirtschaft verloren. Das löst eine Deflation aus, die Produktion sinkt ebenso wie die Nachfrage nach Energie, Energiepreise fallen wiederum. Drittens führen Handelsbilanz-Defizite zu großen Problemen für bereits verschuldete Länder und höhere Zinszahlungen für Staatsschulden vergrößern das Problem nur.

Stark schwankende Energiepreise sind ein großer Unsicherheitsfaktor bei Investitionen in neue Energieproduktionen. Kredite sind schwieriger zu bekommen und wie wir bereits in Abschnitt 2.3 festgestellt haben, steigen die Kosten für neue Erdöl-Produktionsstätten immer weiter. Selbst die Wartung bereits bestehender Energie-Infrastruktur (Pipelines, Raffinerien etc.) wird schwieriger, dies kann zu einem weiteren Rückgang an Kapazitäten führen.

Unsicherheiten auf dem Energiesektor lassen ein erhöhtes geo-politisches Risiko auf dem internationalen Markt erwarten. Zum Beispiel könnte das Angebot an Öl auf dem freien Markt durch bilaterale Abkommen über Öllieferungen (oder Lebensmittellieferungen) weiter reduziert werden. Nationale und internationale Kriege, Wetterkatastrophen und andere so genannte Black-Swan Ereignisse erhöhen die Unsicherheit auf dem Ölmarkt bezüglich der Preise und der Lieferkapazitäten noch zusätzlich.

Wenn der Ölpreis im Verhältnis zur gesunkenen Kaufkraft weit genug gefallen ist, steht wieder Energie für ein Wirtschaftswachstum zur Verfügung. Lokale und nationale Unterschiede bezüglich der Abhängigkeit von Energie- und Lebensmittelimporten lassen unterschiedliche Entwicklungen in der Krise erwarten und die Ausgangslagen für einen Aufschwung sind daher wohl sehr verschieden. Vielleicht konzentriert sich das erneute Wachstum in der Phase nach der Rezession auf nachhaltigere Wirtschaftszweige und Geschäftsmodelle.

Obwohl das Wachstum zurückkehrt, wird die Wirtschaftskraft nicht mehr auf den ursprünglichen Wert zurückkehren können. Die natürlichen Grenzen der Ölproduktion, ein Mangel an Investitionen und der entropische Verfall der Infrastruktur können nicht wettgemacht werden. Die Rückkehr des Wachstums bedeutet die Rückkehr höherer Öl-, Energie- und Lebensmittelpreise und die nächste Rezession ist die Folge.

Kurz und schlecht: Wirtschaftswachstum→steigende Energiepreise → Rezession → fallende Energiepreise → erneutes Wirtschaftswachstum auf niedrigerem Niveau

wegen sinkender Ölproduktion. Die aktuelle Wirtschaftslage spiegelt den Beginn dieses Sachverhalts wider.

5.4 Totaler Zusammenbruch

Dieses Modell bedient sich verschiedener Ideen über das dynamische Verhalten komplexer Systeme und Netzwerke und sieht unsere Zivilisation als ein einziges anpassungsfähiges und allumfassendes System. Das Konzept der Globalisierung ist die Integration in ein einziges, allgemeines Netzwerk.

Wir assoziieren den Zusammenbruch von Zivilisationen mit einem katastrophalen Ereignis. Der Zustand einer Gesellschaft ist zu jedem Zeitpunkt notwendigerweise vom Zustand der Weltwirtschaft abhängig. Der Zustand der Weltwirtschaft ist von seiner Infrastruktur, die die operative Struktur beinhaltet, abhängig. Als Parameter des Zustands (der Komplexität) mag uns das Bruttoglobalprodukt dienen. Und das Bruttoglobalprodukt (und die Komplexität) sind völlig von Energieflüssen abhängig.

Wenn wir behaupten, die Welt steht kurz vor dem totalen Zusammenbruch, müssen wir verschiedene Tipping-Points identifizieren. Das Erreichen dieser Tipping-Points bedeutet eine rasante Veränderung in Richtung eines völlig unterschiedlichen Zustands mit Hilfe sich verstärkende Rückkopplungen. Weiters müssen wir zeigen, dass der katastrophale Übergang, den die Weltwirtschaft in einer Zeit der labilen Verhältnisse passieren muss, stärker ist als alle stabilisierenden Prozesse. Es mag zu Beginn wohl eine Phase des unregelmäßigen Rückgangs geben, sobald aber kritische Komponenten der bestehenden Struktur kollabieren (internat. Finanzwesen, Technologie-Sphäre) ist der Zusammenbruch nicht mehr aufzuhalten.

In einem Gleichgewicht nach dem Zusammenbruch erwarten uns stark reduzierter allgemeiner Wohlstand, eingebrochene Produktion, erzwungene Regionalität statt Globalisierung und verglichen mit vor dem Kollaps stark reduzierte Komplexität - alles ein Ausdruck geringerer Energieflüsse.

Der Zusammenbruch des römischen Weltreiches dauerte Jahrhunderte, die Wikingersiedlung auf Grönland brach innerhalb weniger Jahrzehnte zusammen. Wir stellen die Hypothese auf, dass die Geschwindigkeit des Zusammenbruchs abhängig ist von dem Grad der Verflechtung des Systems einerseits und der Prozessgeschwindigkeit der wichtigsten Komponenten des Systems vor dem Zusammenbruch andererseits. Das beinhaltet z.B. das Verhalten der Finanzmärkte, Lebensmittelströme und Lebensdauer-Zyklen wichtiger Komponenten der Infrastruktur. Wenn wir die Rückkopplungen im nächsten Abschnitt diskutieren, zeigt sich, das heute alle diese Prozesse in der Tat rasant ablaufen.

6. Allgemeine Rückkopplungsmechanismen des Zusammenbruchs

6.1 Einleitung

Gegenwärtig leben wir innerhalb einer allumfassenden,komplexen globalisierten Wirtschaft. Im Hintergrund drohen katastrophale Übergänge, von einer Serie von Rückkopplungsmechanismen angetrieben (siehe 4.2). Der Endpunkt ist eine lokale Wirtschaft stark reduzierter Komplexität.

In Abschnitt 4.1 haben wir die gegenwärtige Gesellschaft beschrieben, als einen zwar dynamischen aber relativ stabilen Zustand in den letzten 150 Jahren. Ganz allgemein können wir sagen, dass reduzierte Energieflüsse zu reduzierter wirtschaftlicher Aktivität führen, dies wiederum zu weiter reduzierten Energieflüssen. Eine Kettenreaktion wird so in Gang gesetzt, wichtige infrastrukturelle Knotenpunkte und das operative Gefüge der Weltwirtschaft werden nacheinander zusammenbrechen. Diese Vorgänge laufen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ab, manche ziehen sich über Jahre, während andere sehr schnell passieren, weil aber jede Kette nur so stark wie ihr schwächstes Glied ist, wird der allgemeine Zusammenbruch von den schnellen Prozessen angeführt werden.

6.2 Geld und Schulden

6.2.1 Kredit in unserer Wirtschaft

Kredit in seinen verschiedenen Ausformungen ist die Lebensader der Wirtschaft. Kredit ist die Basis: allen Geldes, von Investitionen, aller Staatsschulden, von Handelsbilanzen, von Schuldverschreibungen, aller Anleihen und geschäftlicher und persönlicher Schulden. Kredite und das Versprechen zukünftigen Wachstums stützen unsere Aktienmärkte, Produktion, Beschäftigung und noch vieles andere. Es ist die wichtigste Komponente der Weltwirtschaft.

Alles im Umlauf befindliche Geld entsteht durch Schulden[56]. Banken erschaffen Geld für unser Versprechen, dieses Geld in der Zukunft mit Zinsen zurückzuzahlen und bringen es damit in den Umlauf. Alle Guthaben auf der Bank werden bis auf eine

kleine Reserve wieder gegen Zinsen verliehen. Schulden und Geld sind das Spiegelbild voneinander. Wenn also alle ihre Schulden zurückzahlen würden, gebe es überhaupt kein Geld mehr im Umlauf. Die Zinsen blieben dabei unbezahlt, denn dieses Geld wurde ja nicht mit erschaffen und existiert gar nicht.

Die Geldmenge im Umlauf ist der Saldo aus allen aufgenommenen Krediten und allen mit Zinsen zurückgezahlten Krediten. Zu jedem Zeitpunkt ist die Geldmenge im Umlauf nicht ausreichend, um alle Schulden plus Zinsen zurückzuzahlen. Um Kredite vollständig zurückzahlen zu können, müssen in Summe mehr Kredite für Konsum und Investition aufgenommen werden. Um also Schulden zurückzahlen zu können, muss die Geldmenge jährlich steigen, entweder durch ein Ansteigen des BIP oder durch Inflation. Unser Geldsystem ist, um stabil zu bleiben, abhängig von ständig steigenden Gesamtschulden und Wirtschaftswachstum.

Die Reserven der Bank sind in der Regel viel weniger als 10% aller eingezahlten Guthaben, die Bank kann daher niemals alle Guthaben auszahlen. Das System kann also nur auf der Basis von Vertrauen funktionieren, ein Vertrauensverlust in die Banken und ein Ansturm der Sparer, die ihr Geld wollen, führt unweigerlich zu einem Zusammenbruch des Systems. Wenn unser Bankensystem kollabiert, hat das gravierende Auswirkungen auf den Wohlstand unserer Gesellschaft. Im Allgemeinen können solche Schocks weitergeleitet oder absorbiert werden durch die Handlungen von Regierungen, Zentralbanken, internationalen Institutionen oder der Gesellschaft allgemein. Auch das setzt Vertrauen voraus, Vertrauen in die Anpassungsfähigkeit globaler Netzwerke, um den Schaden einzugrenzen und eine Ausbreitung zu verhindern. Begrenzte Schäden können zumeist eingedämmt werden, wegen der engen Vernetzung und Kopplung können manche Schocks aber sehr schnell die ganze Wirtschaft erfassen, die aktuelle Krise legt dafür Zeugnis ab. Im Kern besteht noch das Vertrauen der Welt in das Geldsystem. Wenn dieses Vertrauen aber verloren geht, geht damit auch die Fähigkeit verloren, mit Krisen fertig zu werden. Unbedingt notwendig für dieses Vertrauen ist auch kontinuierliches Wirtschaftswachstum, denn nur durch Wachstum können die Gespenster der Hyperinflation, Deflation oder eines Währungskollaps ferngehalten werden.

Für den Ökonomen Paul Seabright ist Vertrauen die absolute Basis des weltweiten Geldsystems und des Netzwerks des Handels[57]. Vertrauen zwischen nichtverwandten Menschen außerhalb unserer engen Umgebung ist nicht selbstverständlich. Wer würde schon mit einem völlig Fremden auf der anderen Seite der Welt einen Handel abschließen und Geld oder Waren verschicken, wenn es nicht die Zusicherung eines ehrlichen Abschlusses oder die Möglichkeit der Bestrafung bei Betrug gäbe. Weil wir alle vom Handel profitieren, haben wir allgemeine Institutionen des Vertrauens und der Abschreckung entwickelt: „der gute Ruf“, Gesetze, IMF, Bankenregulierung, Ausfallsversicherungen, WTO usw. verstärken die Zusammenarbeit und schrecken Trittbrettfahrer ab. Vertrauen begünstigt Wohlverhalten, welches Nutzen bringt und wieder Vertrauen bildet. Das Gegenteil ist aber auch gültig: Vertrauensverlust führt zu kontraproduktivem Verhalten, welches wieder Vertrauen zerstört.

6.2.2 Kredit und monetärer Kollaps

Größere Schulden und damit mehr Geld im Umlauf führt ohne einem entsprechenden Wachstum des BIP zu einer Entwertung der Kaufkraft des Geldes,

also Inflation. BIP-Wachstum braucht aber immer mehr Energie und Ressourcen. Wenn Energie weniger wird, muss auch die Wirtschaft schrumpfen. In einer wachsenden Wirtschaft können Kredite im Allgemeinen zurückgezahlt werden, weil die steigende Geldmenge die Rückzahlung der geliehenen Summe plus der Zinsen erlaubt. In einer ständig schrumpfenden Wirtschaft kann nicht einmal die ursprünglich geliehene Summe zurückgezahlt werden. Anders gesagt bedeutet die Reduzierung der Energieflüsse, dass die Wirtschaftsleistung nicht aufrecht erhalten werden kann, die für die Rückzahlung der Schulden notwendig wäre. Wenn alles Geld der Welt nicht mehr ausreicht, um die ausstehenden Schulden zu bezahlen, bleibt als Ausweg nur ein allgemeiner Bankrott oder Hyperinflation. Die Kreditvergabe als Motor der Wirtschaft kommt ins Stottern und bleibt dann stehen.

Das bedeutet für uns, dass wir uns in eine Zeit der extremen monetären Unsicherheiten bewegen, gepaart mit einer Wirtschaftskrise und Energieengpässen und allen daraus resultierenden Folgen. Eigentlich würden wir den Beginn oder Fortschritt deflationärer Tendenzen innerhalb der Volkswirtschaften erwarten. Das bedeutet ein Schrumpfen der Geldmenge und in Folge sinken die Preise von Waren und Dienstleistungen. Die Nachfrage nach neuen Krediten sinkt aus Angst vor der schlechten allgemeinen Wirtschaftslage und wegen Überkapazitäten in der Produktion. Geringere Auslastung und kleinere Gewinnspannen vergrößern die relative Schuldenlast, ein zusätzlicher Druck auf die Schulden von Konsumenten, Firmen und Regierungen. Selbst wenn Private und Firmen weiterhin ihre Kredite bedienen sollten, müssen die Banken in Folge von Konkursen größere Abschreibungen vornehmen, damit schrumpft die Basis für weitere Kredite wegen der Anforderung an die minimal vorgeschriebenen Reserven. Die Unsicherheit über die Zukunft dämpft den Konsum und lässt die Zinsen steigen, die Wirtschaftsleistung wird weiter eingebremst. Wenn diese deflationäre Spirale einmal in Gang gesetzt wurde, ist sie nur schwer wieder zu stoppen. In einer normalen Rezession greifen die Regierungen oft ein, um die Nachfrage und den Geldumlauf zu stützen, entweder durch öffentliche Ausgaben oder durch ein Anwerfen der (Geld-)Druckerpresse. Diese Maßnahmen sind jedoch, wenn überhaupt, nur dann sinnvoll, wenn ein zukünftiges Wirtschaftswachstum die Schulden wieder abbauen kann bzw. wenn die inflationäre Tendenz des gedruckten Geldes durch Wachstum im Zaum gehalten werden kann.

Im Moment werden Stimmen immer lauter, die vor dem Risiko von Staatsbankrotten und dem Platzen der Kreditkarten-Blase bzw. der Blase von Geschäftsimmobilien warnen. Die Auswirkungen eines Energieengpasses werden im Lauf der Zeit immer deutlicher sichtbar, auch und speziell für Kreditgeber. Steigende Zinsen, kürzere Laufzeiten und am Ende die totale Verweigerung neuer Kredite sind aus dieser Entwicklung zu erwarten. Warum sollte man jemandem einen neuen Kredit gewähren, wenn schon der noch ausständige nicht zurückgezahlt werden kann? Am Schluss wird allen klar werden, dass die meisten Schulden niemals zurückgezahlt werden können, außer in völlig entwertetem Geld.

Wenn ein kleiner Prozentsatz der Kreditnehmer seine Schulden nicht zurückbezahlen kann, werden die Sicherheiten eingezogen. Nur so kann die Funktionsfähigkeit und Glaubwürdigkeit des Bankensektors sichergestellt werden. Genauso kann eine Nation seine Staatsanleihen nur durch die glaubwürdige Zusage, seine Schulden zu bedienen, auf dem Anleihenmarkt platzieren. Aber irgendwann ist der Punkt erreicht, die Zahl der Zahlungsunfähigen ist einfach zu groß geworden,

das der politische Wille zur Enteignung von Sachwerten fehlt und es sogar zu offenem Widerstand gegen die Schuldeneintreiber kommt. Wenn ganze Nationen auf dem Anleihenmarkt keine neuen Schulden machen können weil das so dringend benötigte Wirtschaftswachstum ausbleibt, wird ein Staatsbankrott zu einer sinnvollen Alternative, weil die möglichen wirtschaftlichen und sozialen Kosten eines solchen Schrittes von den Vorteilen übertroffen werden. Wenn erst einmal eine Nation bankrott ist, sinkt die Hemmschwelle anderer Nationen den Staatsbankrott zu verkünden immer weiter, weil auch die damit verbundenen Kosten immer weiter fallen, je weiter hinten ein Land in der Bankrotteur-Schlange steht.

Die wachsende Furcht vor einem Bankenkollaps führt zur Panik bei den Sparern. Jeder will sein Sparguthaben abheben, aber wie wir gezeigt haben ist das Geld gar nicht in der Bank. Traditionell steht die Zentralbank mit Bargeld für den Notfall hinter den einzelnen Geschäftsbanken. Dieses Modell funktioniert bei einer systemweiten Krise im großen Maßstab aber nicht mehr,

Fragen wir uns also, was das alles für das Geldsystem bedeutet. Wir erinnern uns, dass wir nur dann etwas von Wert (z.B. unsere Arbeitskraft) gegen ein potentiell wertloses Ding (Papiergeld) tauschen, wenn wir dieses wertlose Ding später woanders wieder gegen etwas Anderes tauschen können. Stabile Wechselkurse und niedrige Inflation sind dabei unabdingbare Voraussetzungen für ein stabiles Geldsystem und unser Vertrauen in andere Währungen und in die Zukunft. Die andere Säule des Geldsystems ist die Finanzintermediation durch die Banken. Aber die Banken müssen notwendigerweise zahlungsunfähig werden, wenn sich alle Vermögenswerte in Luft auflösen. Anders als das letzte Mal können die Banken aber das nächste Mal nicht von den Regierungen gerettet werden, denn die Staaten sind selber genauso bankrott. Listen wir einige Risiken für unser Geldsystem auf:

- Wenn die Geldmenge schrumpft, explodiert die Arbeitslosigkeit und die staatlichen Budgets zerbröseln. Um den öffentliche Zorn kurzfristig zu besänftigen und Löhne weiter zu bezahlen, ist die Versuchung der (Geld-)Druckerpresse übermächtig. Das verursacht Inflation, im schlimmsten Fall eine Hyperinflation.

- Ein massiver Einbruch der Produktion und der Lieferlogistik kann zu einem Überangebot an Geld im Verhältnis zu Waren und Dienstleistungen führen, Inflation ist die logische Folge.

- Die Angst vor einer Inflation und die Sorge um die zukünftige Verfügbarkeit wichtiger Güter kann Inflation auslösen.

- Ein Zusammenbruch des Bankensystems und/oder ein Versagen von Banken-Infrastruktur (siehe Abschnitt 6.4) könnte alle Transaktionen stoppen, wenn Geld und Aufzeichnungen nicht mehr verfügbar sind. 97% allen Geldes existiert nur noch in digitaler Form und die Infrastruktur um physisches Geld zu produzieren ist begrenzt, es könnte daher zu einem fast vollständigen Mangel an handelbaren Geld kommen.

- Wenn die Produktion bei potentiellen Handelspartnern zusammenbricht, wenn es ein Risiko bei der Finanzintermediation gibt, wenn es das Risiko von Unruhen gibt oder wenn ein Vertrauensverlust eintritt - in all diesen Fällen

möchte man die betroffene Fremdwährung in sichere Werte umtauschen. Aus den selben Gründen könnte die eigene Währung gemieden werden. Diese Vertrauenskrise kann sich gegenseitig aufschaukeln bis das Misstrauen überall vorherrscht.

Währungen und die Wechselkurse werden zunehmend undurchschaubarer. Schwierig vom Wert her einzuschätzen - das beeinflusst den Handel und schwierig die weitere Entwicklung abzuschätzen - das beeinflusst Investitionen und das Sparverhalten. Zusammen zerstören sie das wirtschaftliche Leben.

Finanzinstitute, Kredit und das Vertrauen in Währungsstabilität sind die Säulen auf denen unser komplexes Handelsnetzwerk aufgebaut ist. Die beschrieben finanzielle Situation deckt auf, was bislang keine Probleme war, nämlich das Missverhältnis zwischen unserer Abhängigkeit von weltweiten, vernetzten Lieferketten und regionalen und lokalen Währungen mit nationaler Wirtschaftspolitik. Ein völliger Zusammenbruch des Welthandels ist eine zwar extreme aber nicht unwahrscheinliche Konsequenz.

Ein Einbruch in der Erzeugung bedeutet, dass fast das ganze Einkommen von Nahrung und Energie verschluckt werden wird, es wird aber überhaupt nur wenig Einkommen verfügbar sein. Der Import von Energie und Lebensmittel sowie Rohstoffen für die Industrie wird nur durch den Export von etwas Gleichwertigem möglich sein, denn ungleiche Handelsbilanzen sind nur in einem funktionierendem Kreditsystem möglich. Unklare Währungsverhältnisse könnten die Rückkehr zum Tauschhandel (Gold, Öl, Getreide, Holz) bedeuten, um Rechnungen zu begleichen.

Der Kollaps der Industrieproduktion bedeutet auch den Kollaps von Exporten, daraus folgt das Unvermögen, Energie oder Rohstoffe zu importieren um die Produktion wieder anzukurbeln. Wie bereits erwähnt produzieren moderne Volkswirtschaften fast nichts ausschließlich im eigenen Land, damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit von Unterbrechungen im Produktionsablauf, und wichtige Elemente in der Lieferkette fallen aus, die Produktion wird weiter abgewürgt. So bleiben Länder weiterhin in der Falle geringer wirtschaftlicher Aktivität gefangen.

Und weil unsere Produktions- und Lieferlogistik so komplex global vernetzt ist, können wir wichtige Güter unter Umständen auch gegen eigene Exporte nicht importieren. Denn unser Lieferant hat vielleicht selbst Probleme mit seinen Lieferanten oder hat seine betriebliche Einsatzfähigkeit aus verschiedenen Gründen verloren. Dadurch werden lokale Schwierigkeiten sehr schnell zu globalen Problemen.

6.3 Mechanismen des Finanzsystems

Geld hat nur deshalb einen Wert, weil es gegen physische Werte wie Nahrung, Kleidung oder eine Bahnreise getauscht werden kann. Solange wir alle das Vertrauen in unsere Währung teilen, sparen, handeln und investieren wir. So wie Aktien oder Anleihen ist Geld nur ein virtuelles Vermögen, es repräsentiert nur den Anspruch auf ein physisches Gut[58]. Im Moment übertreffen die virtuellen Werte aber die realen Werte, auf denen sie eigentlich basieren sollten, um ein zigfaches. Eine Anleihe ist wertvoll, weil wir erwarten, dass sie in ein paar Jahren mit Zinsen zurückgezahlt wird. Den zwanzigfachen Wert des Gewinns für eine Aktie zu bezahlen

zeigt unser Vertrauen in die zukünftige Entwicklung der gewählten Gesellschaft. Die Produktion realer Vermögenswerte muss wegen der Energie- und Rohstoffknappheit und wegen Einschränkungen in der Infrastruktur einbrechen. Die Bedeutung für virtuelle Werte wie Pensionsfonds, Kreditversicherungen und Schulden: sie werden vollkommen wertlos.

Wenn Marktteilnehmer die Realität von Peak-Oil anerkennen und die Schlussfolgerungen daraus ziehen, dann werden die globalen Finanzmärkte den finalen Crash erleben.Schlussfolgerungen etwa, dass das Verhalten von Märkten auf fundamentalen physikalischen Einschränkungen basiert oder dass die Kreditausfälle der derzeitigen Krise durch steigende Energie- und Lebensmittelpreise begünstigt werden oder welche Rolle die Hoffnungen und Ängste der Marktteilnehmer spielen, speziell in Bezug auf den Glauben an allgemeine Stabilität und ständiges Wachstum. Der Übergang von wenigen Überzeugten zu einer allgemeinen Akzeptanz kann sehr schnell passieren, wann dieser Übergang geschehen wird, ist aber nicht vorhersehbar. Anders ausgedrückt: wachsende Zustimmung für die Idee von Peak-Oil von Regierungen, Firmen und Privatpersonen wird zu einer von Panik getriebenen Umwandlung eines gigantischen Berges virtueller Papierwerte in einen Maulwurfshügel realer Werte führen, oder zumindest wird der Versuch in einem unumkehrbaren totalen Zusammenbruch der Wirtschaft und des Finanzsystems münden. So eine Situation wird wohl von Angst getrieben sein und verstärkt sich wechselseitig. In George Soros´ Worten ist das ein Teil der Reflexivität der Märkte oder auch das Beispiel einer sich selbst verstärkenden Rückkopplung in der Sprache von dynamischen Systemen. In diesem Zusammenhang wird auch der Druck der USA auf die Internationale Energie Agentur klar, in ihrem Ausblick auf die Energiemärkte 2009 (World Energy Outlook) die zukünftigen Produktionskapazitäten zu überschätzen[59].

Der Endpunkt wird eine Vernichtung des Anleihen- und Aktienmarktes sein. Das ist das Ergebnis verschiedener sich verstärkender Prozesse, unter anderem Vertrauensverlust in den Währungs- und Kreditmarkt, Störungen in den Lieferketten und massive Verluste der Kaufkraft. Als Endresultat werden die Marktteilnehmer mit allen Mittel versuchen ihre virtuellen Vermögen (Geld, Aktien, Anleihen, div. Derivate) in produktive, reale Werte (stabile Energiewerte, Land, landwirtschaftliche Geräte, Gold) umzuwandeln. Allerdings gibt es ein grobes Ungleichgewicht in den Größenordnungen. Alle Papierwerte (Geld, Aktien, Anleihen, Derivate, etc.) zusammen werden auf einen Wert von über 300 Billionen Dollar geschätzt (300 000 000 000 000), das Bruttoglobalprodukt ist dagegen ungefähr 55 Billionen Dollar, vor einem Zusammenbruch wohlgemerkt. Zum Vergleich: der gesamte Markt an Ökotechnik ist mit etwa einer Billion kapitalisiert. Um eine Ahnung zu bekommen von den Möglichkeiten des Öko-Sektors, Investitionen aufzunehmen, werfen wir einen Blick auf das Jahr 2008, in dem als ein neuer Rekordwert weltweit 140 Milliarden Dollar investiert wurden. Das grobe Missverhältnis ist eindeutig, selbst wenn die derzeitigen Eigentümer von Land und erneuerbaren Energieträgern zum Verkauf bereit wären. Investitionsraten in die Infrastruktur erneuerbarer Energie (Windkraftwerke, Photovoltaik, Solarthermie) sind wahrscheinlich begrenzt steigerbar. Wenn die Jahre 2007 und 2008 als Indikator gelten können, sind Steigerungsraten von 16% realistisch. Pensionsfonds, Staatsfonds, Versicherungsfonds und andere Vermögensverwalter werden alles verlieren, die Chance auf reale Werte umzuwechseln sind äußerst gering. Bargeld als Möglichkeit

zur Werterhaltung ist höchstwahrscheinlich nutzlos, weil entweder Deflation einen Umtausch blockiert oder extreme Inflation den Wert des Geldes zerstört.

Aus dem bisher gesagten sollte klar sein, das der Öko-Sektor großteils ebenfalls unter der Krise leiden wird, die Probleme der zusammenbrechenden operativen Struktur werden diesen Sektor der Industrie sicher nicht verschonen. Alle werden gleichzeitig versuchen, alternative Energie-Infrastruktur zu ergattern bevor das System kaputt ist.

Das bedeutet, es gibt jetzt die einmalige Gelegenheit umzusteigen, nur ein kleiner Teil wird seine Papiervermögen gegen die im Verhältnis wenigen echten Werte tauschen können.

6.4 Lebensnotwendige Infrastruktur

In einer globalisierten Welt genießen wir alle die Kostenersparnis durch Massenproduktion. Das bedeutet nicht nur, dass Waren und Dienstleistungen billiger produziert werden können weil die Verkaufszahlen größer sind, sondern auch, dass mehr frei verfügbares Einkommen vorhanden ist, das für andere, zusätzliche Waren und Dienstleistungen ausgegeben werden kann.

Wenn sich die Wirtschaft jedoch wie bis jetzt dargelegt entwickeln wird, kehrt sich dieser Prozess um. Steigende Preise (wegen höherer Energie- und Rohstoffkosten, Problemen der Logistik und Risiken auf dem Geldmarkt) bedeuten weniger frei verfügbares Einkommen, in Folge geringere Verkäufe und dadurch verschwinden die Effekte der Massenproduktion, die sich wieder direkt auf den noch höheren Preis der einzelnen Waren auswirkt. Am stärksten wird dieser Effekt für die technisch am höchsten entwickelten Produkte sein.

Beispielsweise werden Mobiltelefone im Schnitt weniger oft gewechselt oder seltener benützt werden, dadurch steigen die Kosten der Hardware und des Netzbetriebs für jeden Kunden. Höhere Kosten bedeutet, die Benützung wird weiter eingeschränkt. Allgemein zugängliche IT-Plattformen wie das Internet brauchen eine möglichst große Zahl an Benutzern, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern (u.a. durch Facebook, Youtube, MMORPG), sodass für wichtige Benutzer des Internets wie Banken, Firmen oder Stromgesellschaften im Falle eines Schrumpfungsprozesses die Kosten für diese Infrastruktur eskalieren würden. Alle Teile hochtechnischer Infrastruktur sind darauf ausgelegt, laufend gewartet, repariert und verbessert zu werden. Zusätzlich ist die Lebensdauer vieler Komponenten kurz, drei bis fünf Jahre für Laptops und Handys zum Beispiel. Und viele Fehler können ohne komplizierte Fertigmodule gar nicht mehr lokal behoben werden.

Wir erinnern uns, dass die technisch am weitesten fortgeschrittenen Systeme die komplexesten Logistikketten haben und aus sehr vielen einzelnen Teilen bestehen, für die es nur wenige Alternativen gibt. Das Versagen eines einzigen wichtigen Elements kann das ganze System zum Stillstand bringen. Die ökonomische, soziale und finanzielle Zwangslage eines anderen Landes kann durch die vernetzten

weltweiten Produktions- und Lieferketten sehr schnell zu unserem eigenen Problem werden und umgekehrt.

Zu allen genannten Risiken kommen noch lokale wirtschaftliche und finanzielle Risiken, die unsere Möglichkeit, Energie zu importieren beeinflussen. Alle diese Zustände spielen zusammen und wir könnten eine Kettenreaktion an versagenden Systemen sehen: Gesundheitswesen, IT-Systeme, Telekommunikation oder Wasser/ Abwasser. Das Risiko eines totalen Zusammenbruchs aller für unseren Wohlstand notwendigen Systeme kann nicht von der Hand gewiesen werden.

Versagen der Infrastruktur bedeutet geringere Wirtschaftsleistung und Energieverbrauch, was die Infrastruktur noch weiter schwächt.

6.5 Lebensmittel

Die weltweite Nahrungsmittelproduktion ist bereits stark belastet von Faktoren wie dem Verlust der Bodenfruchtbarkeit, Wassermangel, Überfischung und den wachsenden Effekten der Klimaveränderung[60]. Laut Schätzungen brauchen wir zwischen sieben und zehn Kalorien fossiler Brennstoffe um eine Kalorie Nahrung zu erzeugen. Ohne Stickstoffdünger beispielsweise können wir Schätzungen zufolge nur 48% der derzeitigen Weltbevölkerung ernähren, und das auch nur mit dem ungenügenden Ernährungsniveau von 1900[61]. Wir können also mit Recht sagen, dass sich kein Land der Erde nachhaltig mit Lebensmitteln selbst versorgen kann. Die Zerbrechlichkeit der weltweiten Nahrungsmittelversorgung wird bei einem Engpass von Erdöl und anderer Energie schonungslos aufgedeckt werden. Nicht nur der direkte Energieverbrauch für Dünger, Pestizide, Samen und Diesel für Landmaschinen und Transport ist betroffen. Versagende Infrastruktur bedeutet vielleicht auch, dass es für die Kühlung von Lebensmitteln nicht mehr genug Strom gibt.

Aus dieser Übersicht sollte klar werden, dass ein Zusammenbruch des Finanzwesens nicht nur die eigentliche Lebensmittelproduktion unterbricht, das Getreide würde auf den Feldern verrotten, Überschüsse könnten nicht in hungernde Regionen transportiert werden und ohne funktionierendes Finanzsystem wäre der Handel mit Lebensmitteln unterbunden.

Unsere Abhängigkeit von komplizierten Just-in-time-Liefernetzwerken bedeutet, dass es fast keinen Puffer für Störungen im System gibt. Im Falle einer Krise würde sich der Hunger rasch ausbreiten, wenn nicht bereits im Voraus Vorsorge getroffen wird. Selbst in Ländern, die sich theoretisch selbst versorgen könnten und die vielleicht sogar Lebensmittel exportieren könnten, würde es Jahre dauern, bis die Infrastruktur des alten Systems von einer funktionierenden neuen Struktur ersetzt werden kann. Rationierungen, Ausbildung, Arbeitskraftumschichtung, Pferdezucht, Düngesysteme, saisonale Anpassung der Produktion, Werkzeugherstellung, Lagerinfrastruktur und Haltbarkeitstechniken sind nur einige der dafür notwendigen Neuerungen. In der Übergangsphase sind die Risiken enorm.

6.6 Energieproduktion

Wir haben uns auf Peak-Oil konzentriert, haben aber die Sorge über Peak-Gas und Peak-Kohle erwähnt.In diesem Abschnitt werden wir in groben Zügen die wichtigsten Auswirkungen einer sinkenden Ölproduktion auf anderen Energieträger untersuchen. Der wichtigste Punkt, den es zu beachten gilt, ist folgender: Die Produktion und Distribution aller Treibstoffe erhält nicht nur die Infrastruktur aller globalen Systeme, sondern ist selbst ein Teil dieser Infrastruktur und damit auch von ihr abhängig. Die Verwendung verschiedener Energieträger ist eng gekoppelt. Öl ist vorrangig ein Transport-Treibstoff, die Nachfrage ist aber eng mit dem Produktionsniveau der allgemeinen Wirtschaft verbunden, die wiederum durch die Stromerzeugung mit Gas und Kohle verbunden ist. Umgekehrt funktioniert es genau so, eine erzwungene Reduktion des Ölkonsums würde systemweit zu einem geringeren Stromverbrauch und weniger Heizen führen. Energieträger sind natürlich auch eng mit dem Prozess der Energiegewinnung selbst verbunden, Öl wird zum Transport von Kohle benötigt und versorgt auch die Kohle- und Gasinfrastruktur. Aus einer Gesamtperspektive betrachtet arbeiten all Energieträger zusammen, um unsere Systeme aufrecht zu erhalten, bei einem Versagen ist die Gewinnung, Verarbeitung und Verteilung aller Energieträger gefährdet. Geringere Produktion eines Energieträgers kann in einem Rückkopplungsprozess zu einer Reduktion anderer Energieträger führen.

Wenn die Gewinne der Energieproduzenten sinken, wird ihre Fähigkeit reduziert, neue Energiequellen zu erschließen oder bereits existierende Infrastruktur instand zu halten. Die Suche nach Öl und die Erschließung neuer Quellen, alternative Energien und auch Kernkraft werden tendenziell immer kosten- und energieaufwendiger und schwieriger zu betreiben. Sie sind deshalb auf kontinuierlich hohe Preise und auf ein kompliziertes Netz von verschiedensten materiellen und innmateriellen Beiträgen angewiesen.

Beispielsweise sind viele potentielle neue Lagerstätten von Erdgas (und Kohle) in schwierig zugänglichen Gebieten angesiedelt, Sibirien etwa. Die hohen Anfangsinvestitionen in Pipelines zum Beispiel erfordern ein großes Vertrauen in die langfristige Stabilität der Liquidität des Geschäftspartners und der Währungen. Andere Erdgas-Lager in Katar zum Beispiel brauchen Investitionen in Komprimier- und Verflüssigungsanlagen und spezielle Transportschiffe. Wieder müssen riesige Anfangsinvestitionen in eine komplexe Infrastruktur getätigt werden, die in vielen Fällen an der Obergrenze des derzeit technisch Machbarem liegt.

Das wahrscheinlich Unvermögen der Weltwirtschaft einfach neu zu starten, bedeutet, dass das potentielle Angebot die Nachfrage für viele Jahre weit übertreffen wird. Währenddessen bedeutet der Verlust an operativen Strukturen, dass die potentielle zukünftige Produktion durch den entropischen Verfall der Infrastruktur verlorengeht und auch die Größenvorteile bei geringer Auslastung schwinden.

Wenn wir normalerweise von Energiesicherheit sprechen, beziehen wir uns im Besonderen auf Treibstoffe. Der Verlust an operativen Strukturen könnte auch bedeuten, dass Treibstoff zwar prinzipiell verfügbar ist wir ihn uns aber nicht leisten können, dass das Stromnetz zusammenbricht oder dass die Wartung der Gas-Pipelines nicht aufrecht erhalten werden kann. Ein Kollaps der Finanzmärkte könnte bedeuten, das alle Energieträger nur noch auf Basis des Tauschhandels erhältlich sind.

7. Im Zusammenhang und die Folgen

7.1 Die Illusion des Null-Wachstums

Als während der letzten Jahrzehnte die Beweise immer größer wurden, dass es in einer begrenzten Welt keine ewiges Wachstum geben kann, stellte sich die Frage, ob wir mit reduziertem Wachstum nachhaltig auf diesem Planeten leben können. Schon Epikur und Buddha haben die Tatsache festgestellt (untermauert von modernen Studien), dass ab einem gewissen Grad des Wohlstands noch mehr uns nicht glücklicher macht. Warum nicht mit weniger auskommen und die Überschüsse mit den Notleidenden teilen? Im Allgemeinen tun wir das nicht, bei weitem nicht. Existenzängste, gebundenes Kapital, persönliche/familiäre/gesellschaftliche Vorlieben und vieles mehr stellen sicher, dass diese Thematik in Wahrheit viel komplizierter ist.

In letzter Zeit haben mehrere Autoren die Realität von Peak-Oil angesprochen und erkannt, dass die Wirtschaft bei einer Ölknappheit schrumpfen muss[62,63]. Wäre es also nicht klüger, einen geplanten Schrumpfungsprozess einzuleiten, um die größten Verwerfungen zu vermeiden und sich nicht gegen die unausweichlichen Veränderungen zu wehren, nicht gegen den Wind anzukämpfen, sondern sich vom Wind in die einzig mögliche Richtung treiben zu lassen?

Diese Studien und Argumente gehen nicht näher auf die Energie-Ökonomie-Beziehung ein und verwenden die Annahme des linearen Rückgangs. Sie machen Vorschläge wie eine Abkehr vom derzeitigen Geldsystem, das auf Schulden basiert, externe Umweltkosten in allen Prozessen zu berücksichtigen, Verkürzung der Arbeitszeit, weniger konsumieren, Bevölkerungszahlen kontrollieren, die Lebensdauer von Produkten verlängern usw. Im Zusammenhang mit der aktuellen Krise fordern sie auch irgendeine Kontrolle der Finanzspekulation.

Stellen wir uns also die Frage, ob eine kontrollierte Schrumpfung möglich ist und was die Auswirkungen wären. Aus der Perspektive eines dynamischen Systems: gibt es einen sicheren oder halbwegs sicheren Weg zu einer stabilen Wirtschaft auf einem viel niedrigeren Niveau des Energie- und Rohstoff-Durchflußes? Die folgenden

Gründe, in keiner bestimmten Reihenfolge, deuten auf eine vergebliche Hoffnung hin:

Wir können auf der Stelle umkehren!
Wir sind kurz davor oder haben den Peak-Oil bereits überschritten, wir verleugnen diese Tatsache und bereiten uns nicht darauf vor, die Zeit läuft uns davon, Entscheidungsprozesse laufen quälend langsam ab, es bestehen Interessenkonflikte, wir leben in einer ultra-komplizierten Welt. Wir sind in viele Strukturen eingebunden, die uns einlullen und bequem machen. Wir sind kurz davor, von einer noch nie da gewesenen systemweiten Krise mitten ins Gesicht getroffen zu werden: Lebensmittelknappheit, Massenarbeitslosigkeit, Finanzcrash, Währungskrise, Gesundheitssystem, Erziehungssystem, Industrie, innere Sicherheit, öffentlicher Dienst, IT und Telekommunikation..... Das ist jenseits der Vorstellungskraft aller Regierungen oder der Gesellschaft, jenseits aller Planungen und Vorsorgen - wie können wir da in einem oder zwei Jahren bereit sein?

Den Zug Verpassen
Wenn der Zusammenbruch erst einmal begonnen hat, fehlen uns die Mittel und Werkzeuge, um den Kollaps unter Kontrolle zu halten.

Der Mythos der Stärke
Wir betrachten unsere komplexe Gesellschaft und sagen uns: *Wir haben das geschafft, wir können fast alles schaffen!* Wir haben das aber nicht absichtlich so geschaffen, wir sind keinem Plan gefolgt, das System hat sich selbst organisiert. Der Grad an Komplexität ist jenseits unseres Fassungsvermögens und unserer Möglichkeiten der Kontrolle.

Kontrolle
Regierungen kontrollieren ihre Volkswirtschaften nicht, genauso wenig wie die Zivilgesellschaft. Die Unternehmen und der Finanzsektor kontrollieren die Wirtschaft auch nicht. Dass man etwas zerstören kann, sollte nicht als Beweis herangezogen werden, dass man etwas kontrolliert (der Autor dieses Berichts kann nicht Autofahren, er ist sich aber ziemlich sicher, dass er ein Auto zerstören kann).

Eingesperrt
Wir sind im System gefangen. Es hat uns in ultra-komplizierte Wirtschafts- und Sozialabläufe eingeschlossen, die uns immer angreifbarer und verletzlicher machen. Es ist uns aber nicht möglich, uns aus diesen Systemen zu lösen ohne einen Zusammenbruch der Strukturen zu riskieren, die unser Wohlergehen garantieren. Unsere derzeitigen Just-in-time Lebensmittel- und Landwirtschaftsmethoden beispielsweise sind enorm riskant. Wenn sich die derzeitige Krise zuspitzt, werden weitere effizienzsteigernde Maßnahmen und immer größere Strukturen speziell in der Lebensmittelproduktion forciert, weil der Kostendruck steigen wird. Das erhält im ersten Moment den sozialen Frieden durch billigere Produkte und erlaubt die Tilgung von Schulden. Das wiederum hilft dem kränkelnden Bankensystem, dessen Funktion um jeden Preis erhalten bleiben muss, damit auch weiter Käufer für unsere Staatsanleihen erscheinen. All das macht Reformen des landwirtschaftlichen Sektors sehr schwierig. Es gibt unzählige Beispiele für diesen Sachverhalt.

Unsicherheit und dynamisches Chaos

Ein Kollaps zerstört die gewohnte Stabilität verschiedenster Abläufe, die die Rahmenbedingungen für Entscheidungen über die Konsequenzen unserer Handlungen bereitstellen. Ein Kollaps setzt aus der bestehenden Komplexität der Weltwirtschaft enormen Energie frei, für eine Kontrolle im größeren Maßstab notwendige Vorhersagen werden dadurch unmöglich.

Interessenkonflikte
National und international gibt es verschiedenste Aktivposten und Verbindlichkeiten, einige haben Schulden, andere produzieren Überschüsse, einige haben Öl, Land, große Armeen und ein paar glauben an die große Verschwörung. Aus einer spieltheoretischen Sicht gibt es keine stabile Lösung, die für eine gerechte Verteilung von Risiko und Belohnung für jeden sorgt. Der Versuch eines kontrollierten Rückzugs und der Aufbau eines neuen Systems, ungeachtet der Entwicklungsstufe, würde eine Massenpanik auslösen.

Finanzielle Rückkopplungseffekte
Wir haben gesehen, dass einer der Dominoeffekte von einer Anerkennung des Problems durch den Markt ausgelöst wurde. Je mehr wir uns vorbereiten, desto stärker wird die Anerkennung des Problems, was den Kollaps weiter beschleunigt.

Konsumverzicht/Bewusster Konsum
Wenn wir auf den Konsum belangloser Dinge verzichten, können wir den Energie- und Ressourcenverbrauch senken, andererseits steigt dadurch die Arbeitslosigkeit und die Gesamteinkommen sinken. Wenn also der Verfall einsetzt, sind unsere finanziellen Mittel für einen geordneten Übergang reduziert. Wir könnten die Schaffung von Green-Jobs in Auftrag geben (woher kommt der Kredit für die Startinvestitionen?) aber die Steigerungsraten sind limitiert. Natürlich würde das mehr Energie verbrauchen, zu einer Zeit wo die Energieproduktion sinkt.

Währungstricks
Es ist relativ einfach, eine lokale Währung zu entwickeln und einzuführen die nicht auf Schulden basiert. Auf einem anderen Blatt stehen die Probleme, wenn man das gegenwärtige Geldsystem aus der übrigen operativen Struktur herauslösen will. Wie will man unsere Zivilisation am Laufen halten, wie die Leute weiter ernähren, beschäftigt halten, den Handel funktionsfähig belassen, usw.? Geschweige denn einen Weg finden, der allen Schuldnern und Kreditgebern, allen Pensionsfonds und den Petro-Dollars einen zufrieden stellenden Ausgleich verspricht.

Ergänzende Währungen könnten eingeführt werden, als Unterstützung der Situation. Man sollte sich ins Gedächtnis rufen, dass die Theorien solcher Währungen, insbesondere die während der großen Depression der 1930er Jahre eingeführten, auf einer relativ eigenständigen, lokalen Wirtschaft basierten, zu einer Zeit, als noch vieles wirklich komplett lokal produziert werden konnte. In unseren wirtschaftlich ausgehöhlten Regionen, dessen Kenntnisse und Werte von einem globalisierten Handel abhängig sind, ist nur eine geringe Produktionsbasis verblieben, um mit welcher Währung auch immer gehandelt zu werden.

7.2 Auswirkungen auf den Klimawandel

Das IPCC verwendet verschiedene Szenarien für das erwartete Wachstum, um die Modelle für zukünftige Treibhausgas-Emissionen zu entwerfen. Diese Gruppen von Szenarien, A1, A2, B1 usw. gehen von einem unlimitierten Zugang zu fossilen Treibstoffen aus. Einige Studien haben mittlerweile den Effekt von Peak-Oil, Gas und Kohle auf zukünftige Emissionen berücksichtigt und eingeräumt, dass diese Effekte die Annahmen des IPCC verändern könnten.

Kjell Aleklett hat die Prognosen der UN als „pure Fantasie“[64] bezeichnet. Allerdings haben Forscher darauf hingewiesen, das selbst mit Peak-Oil, Gas und Kohle die Emissionen über einen als sicher angenommenen Wert steigen könnten. Kharecha und Hansen argumentieren, dass ohne weitere Maßnahmen die CO_2 Konzentration in der Atmosphäre trotzdem auf 600ppm steigen könnte (während der sichere Wert mit 350ppm angegeben wird), den Löwenanteil trägt Kohle[65]. Brecha hat auch Öl, Gas und Kohle in seine Modelle eingebaut, hat ihre Verfügbarkeit aber auf eine sehr vorsichtige Weise modelliert. Er zieht den Schluss, dass die globale Energieproduktion zwischen 2030 und 2050 ihren Höhepunkt überschreitet, die CO_2-Emissionen stabilisieren sich auf einem Niveau von 480 - 580ppm[66]. Nel und Cooper beziehen sich auf frühere Produktions-Profile für die drei fossilen Brennstoffe und erwarten einen Peak rund um das Jahr 2025, mit maximalen CO_2-Konzentrationen von 550ppm.

Unser Bericht stellt alle diese Studien ernsthaft in Frage. Hauptsächlich weil sie sich auf das Modell des linearen Rückgangs beziehen. Alle vertreten die Annahme, das es keine oder nur eine geringe Kopplung zwischen schrumpfenden Energieflüssen durch die Weltwirtschaft und der Funktionstüchtigkeit der Wirtschaft gibt. In diese Annahme ist eine weitere eingebaut, dass es nämlich keine Kopplung zwischen den verschiedenen fossilen Energieträgern gibt. Die Modelle des linearen Rückgangs geben den Forschern einen Satz Daten zukünftiger Emissionswerte für ihre Klimamodelle, aber wir haben bereits im Detail erläutert, dass diese linearen Modelle falsch sind. Es ist unmöglich, auf der Basis einer kollabierenden Weltwirtschaft sinnvolle Daten für Emissionswerte zu prognostizieren.

Ungeachtet aller Entscheidungen von Regierungen werden die Treibhausgas-Emissionen aus fossilen Treibstoffen und der Zement-Produktion signifikant einbrechen, wenn die Produktion und die operativen Strukturen zusammenbrechen. Zusätzlich werden die größten Kohlendioxid Verursacher wie etwa die Teersande unrentabel, wenn die Nachfrage einbricht und die Kaufkraft der Konsumenten weit unter die Einstandskosten der Produktion sinkt und die Energieinfrastruktur unserem größten Feind, der Entropie, zum Opfer fallen.

Landbasierte Emissionen werden entgegengesetzten Trends unterworfen sein. Ein Zusammenbruch des Welthandels bedeutet weniger Emissionen durch Kunstdünger und die Wälder werden einen geringeren Druck als Ressource der Industrie erfahren. Der Bedarf an Bio-Treibstoffen und Lebensmitteln würde dagegen stark steigen, die Fähigkeit, die Produktion an die Anfrage anzupassen, ist aber durch versagende operative Strukturen eingeschränkt. Ein wahrscheinlicheres Szenario ist die lokale Zerstörung der Wälder und die Umwandlung aller verfügbaren Flächen in Ackerland, um die unmittelbaren Bedürfnisse der Massen zumindest kurzfristig zu befriedigen.

Ein Kollaps der Emissionen bedeutet aber nicht, dass sich Klimatrends sofort verändern. Wir haben auch keine Ahnung, welche Abhängigkeiten es in unserem Klima gibt und wie nahe wir verschiedenen Tipping-Points sind. Rückkopplungsprozesse könnten den aktuellen Trend ungeachtet unserer Einwirkung verstärken, so oder so werden wir die Effekte der Klimaveränderung am eigenen Leib verspüren.

Fast keine Studien, die die ökonomischen Auswirkungen der Klimaveränderung untersuchen, vertreten die Ansicht, dass wir in Zukunft sehr viel ärmer sein könnten. Physikalische Auswirkungen der Klimaveränderung (wie Überschwemmungen und Dürren) auf die Lebensmittelproduktion zum Beispiel, beschleunigen noch den durch die Energieknappheit ausgelösten Kollaps. Ärmer zu sein bedeutet auch, das die Kosten für eine Anpassung an klimatischer Veränderungen oder für den Wiederaufbau nach Klimakatastrophen unsere finanziellen Möglichkeiten überschreiten werden. Die Ressourcen, um nach Überflutungen Häuser und Infrastruktur wieder aufzubauen oder Menschen umzusiedeln, könnten fehlen. Zusätzlich wird die Versicherungsindustrie nicht in der Lage sein zu helfen, weil sie mit den Finanzmärkten aufs engste verflochten ist.

Viele der jetzt diskutierten Maßnahmen um den Klimawandel einzubremsen werden zerfallen, wenn sie überhaupt eingesetzt werden. Emissionshandel, Ausgleichszahlungen und Technologietransfer werden ins Stottern geraten wenn die Märkte zusammenbrechen und das Augenmerk wird noch stärker als derzeit auf kurzfristige Sorgen gelenkt.

7.3 Von der Finanzkrise zur Krise unserer Zivilisation

Dieser Bericht hat nur an der Oberfläche der derzeitigen weltweiten finanziellen und wirtschaftlichen Spannungen gekratzt. Wenn der vielpropagierte Optimismus berechtigt ist, dass die Talsohle der wirtschaftlichen Entwicklung durchschritten ist und wir einen neuen Aufschwung erleben, können wir einen baldigen Anstieg des Energiebedarfs erwarten. Darauf folgt ein steiler Anstieg der Energie- und Lebensmittelpreise und die Fortsetzung der Rezession in noch schlimmerer Form.

Wahrscheinlicher erscheint das Risiko von Staatsbankrotten und die Zunahme von heftigen Schwankungen am Währungsmarkt. Selbst ohne Produktionsengpässe würden der Energiebedarf und die Energiepreise durch das Schlittern in eine immer tiefere weltweite Rezession wieder sinken.

Eine wachsende Kreditklemme, sinkende Produktivität und weiter Belastungen der öffentlichen Haushalte in vielen entwickelten Ländern werden unsere Fähigkeiten behindern, in erneuerbare Energie oder andere mildernde Maßnahmen zu investieren. Energiegesellschaften werden immer größere Schwierigkeiten mit der Finanzierung neuer Produktion oder Instandhaltung existierender Energie-Infrastruktur haben, wenn die Kosten steigen, Preise und Wechselkurse stark schwanken und Kredite teuer sind.

Inzwischen verunsichern die Diskussionen über und Maßnahmen wegen Peak-Oil und versetzen Marktteilnehmer in eine finale Panik, die Preise von realen Vermögenswerten wie Grundbesitz steigen und die Kreditvergabe sinkt. Es wird

einen Ansturm auf die Infrastruktur erneuerbarer Energie geben, aber eine schwache Wirtschaft und geringe mögliche Steigerungsraten erlauben keine große Expansion.

Entweder beginnt die Wirtschaft wieder zu wachsen oder Volkswirtschaften im Zustand der Deflation oder Stagflation stellen fest, dass ihr bereits geringer Energiebedarf durch schrumpfende Produktion und höhere Energie/ Lebensmittelpreise weiter eingeschränkt wird.

All das ist der unsichere Hintergrund zu unserem Hauptthema: die entscheidende Entwicklung unserer Zivilisation ist der Entzug von Energie aus einem komplexen und vernetzten System, das nur auf Wachstum ausgelegt ist. Und wenn wir einst aus der Distanz der Geschichte auf unsere Zeit zurückblicken werden, werden die Sorgen um einen Euro-Zonen Staatsbankrott, wegen chinesischer Spekulationsblasen und US Staatsdefiziten nur als Vorboten einer viel gewaltigeren Katastrophe erkannt werden.

8.Schlussfolgerung

Dieser Bericht hat dargelegt, warum wir in naher Zukunft eine Periode abrupter und tiefgreifender Veränderungen erleben werden. Die Versuchung, alles auszublenden, mag vorhanden sein, vielleicht kann man ja noch eine Weile so wie bisher weitermachen, bis eine erhabene Persönlichkeit vor uns hintritt und uns verkündet, dass alle Befürchtungen unbegründet sind und die Experten alles unter Kontrolle haben. Wir könnten uns auch fragen, warum wir gegen den Meinungsstrom schwimmen sollten, zu handeln beginnen und uns damit vielleicht der Lächerlichkeit preisgeben sollen. Es gibt eine Fülle an psychologischer Literatur, die die unterschiedlichen Mittel und Wege untersucht, mit denen Individuen und Gruppen den Zusammenhalt gewährleisten und Unbequemes und Angsterregendes verdrängen[67]. Aber nur wenn wir unsere Ängste und Sorgen anerkennen, können wir uns selbst gegenüber ehrlich sein. Angst hat sich als ein Signal für Aktion entwickelt und für viele ist zu Handeln der beste Weg, seine Ängste zu überwinden.

Es gibt viel, was wir tun können. Nicht um einen Zusammenbruch aufzuhalten oder zu verzögern, sondern um uns und unsere Gemeinschaften bis zu einem gewissen Grad auf einige Auswirkungen vorzubereiten. Zum Beispiel liegt es an jedem, vom Kind bis zu ganzen Regierungen, ungeachtet aller Einschränkungen, sich auf die kommenden Lebensmittel-Unsicherheiten vorzubereiten. Andere Aspekte wie die Planung für den Kollaps der Währungen oder für alternative Kommunikationsformen sind wohl eher Spezialisten vorbehalten, aber wir sollten uns trotzdem dafür interessieren und die Grundsätze verstehen. In Wahrheit ist das mit Abstand die wichtigste, bedeutungsvollste und möglicherweise befreiendste Arbeit die wir jemals tun werden, und es muss genau jetzt getan werden. Unsere gegenwärtige Beschäftigung ist dagegen nebensächlich, beschäftigt oder arbeitslos, wir sollten dort beginnen wo wir gerade stehen.

Ein Teil der Vorbereitung ist die Anerkennung unserer misslichen Lage, dass wir unsere Lage genau sehen. Wenn die Dominosteine zu fallen beginnen, sollten wir unsere Bemühungen in Richtung positive Veränderung und Anpassung lenken. Wir

sollten nicht nach Sündenböcken suchen und unserem Zorn und Verlust nicht erlauben, das soziale Gefüge unserer Gesellschaft noch weiter zu zerstören. Ein Schritt in die richtige Richtung erhöht die Chance, dass der nächste Schritt auch in die richtige Richtung geht, ein Schritt näher zum Abgrund erhöht die Chance, dass uns der nächste Schritt in den Abgrund stürzt. Wenn wir unsere Schwächen und Dämonen erkennen, ist das der Anfang um uns vor unserem größten Feind zu schützen.

Es scheint klar zu sein, dass diejenigen, die aus Angst oder Gier versuchen, sich von den Auswirkungen zu isolieren, durch unverhältnismäßiges Horten oder Landraub zum Beispiel, nicht nur die Sicherheit ihrer Gemeinschaft sondern auch ihr eigenes Leben aufs Spiel setzen. Es erwartet uns eine Zeit, wo wir alle die Unterstützung und Zusammenarbeit anderer brauchen und wo die Idee der autonomen Sicherheit durch Reichtum und das Wirtschaftssystem als eine flüchtige Illusion entlarvt wird.

Wichtig sind jetzt Weisheit und Schnelligkeit. Unser politisches und soziales System hat sich nicht dahingehend entwickelt, um schnelle und entschiedene Handlungen zu setzen. In entwickelten Demokratien versuchen konkurrierende Interessen ein Stück vom Reichtum zu ergattern und den Status Quo zu erhalten. Konstruktives Handeln an den Grenzen des Möglichen ist gefordert, gefordert ist auch individueller Mut und die Unterstützung derjenigen, die die prekäre aktuelle Lage klar erkennen.

Zuletzt ist das auch eine ganz persönliche Geschichte. Es erwartet uns eine schwierige Zeit, für manche wird sie grauenvoll. Wir werden wahrscheinlich eine bedeutende Zunahme der Sterblichkeit erleben. Es erwartet uns aber auch eine Zeit der Befreiung für viele Menschen, sie werden sich in einer neuen sozialen und persönlichen Rolle wiederfinden, mit neuen Freunden und Verbindungen, mit neuen Fertigkeiten und Aktivitäten, mit der Möglichkeit, anderen zu helfen, frei von der subtilen Verführung des statusbezogenen Konsums, mit Freude gewonnen aus der gemeinsame Bemühung um ein ehrenwertes Ziel.

Anhang

Peak wann? Risikomanagement und verschieden Schätzungen

Die Streitfrage des Zeitpunkts von Peak-Oil ist naturgemäß nicht präzise zu beantworten. Eine Vielzahl von Annahmen und geheimen Zahlen und Daten öffnen der Spekulation Tür und Tor. Kulturelle Voraussetzungen und die Höhe des Einsatzes spielen in den Schätzungen eine große Rolle. Einige behaupten, wir sind bereits nach dem Peak, andere wie die Cambridge Energy Research Association (CERA) prognostizieren einen Anstieg der Produktion bis 2030 und danach ein Plateau. Wie können wir also eine vernünftige Strategieentscheidungen treffen und nicht nur die Analytiker unterstützen, die unsere eigenen Vorurteile und Ahnungen bestätigen?

Ein passenderes konzeptionelles Modell ist das Risikomanagement, das auch verschiedene Standpunkte in einer Antwort vereinen kann. Risikomanagement ist in diesem Fall die Anwendung konzeptioneller und analytischer Werkzeuge um den aktuellen Aufwand an Mitteln (ökonomisch, menschlich, natürlich) zu verwalten um den maximalen zukünftigen Nutzen bei minimalen Kosten zu ermitteln. Risiko kann zerlegt werden in Gefahr, Ausgesetztsein und Verletzlichkeit. Gefahr ist per se keine Katastrophe oder Unglück (ein Hurrikan auf einer einsame Insel verursacht für uns keinen Schaden), es ist die Verteilung der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses. Ausgesetztsein ist ein Maß dafür, was einer Gefahr ausgesetzt ist, etwa Menschen oder Besitz. Verletzlichkeit wird als die Bedingung definiert, die das Resultat physischer, sozialer, ökonomischer und umweltbedingter Faktoren ist, welche die Empfänglichkeit einer Gemeinschaft für eine Gefahr erhöhen. das Risiko ist dann der erwartete Wertverlust, der von einer Gefahr verursacht wird.

Risiko = Funktion (Gefahr, Ausgesetztsein, Verletzlichkeit)=Funktion (Gefahr, Ausgesetztsein, 1/ Widerstandsfähigkeit)

Widerstandsfähigkeit ist ein Maß für unsere Fähigkeit der Anpassung und Erholung vom Ausgesetztsein einer Gefahr gegenüber, es ist also das positive Spiegelbild der

Verletzlichkeit. Chance kann in eine ähnliche Struktur eingefügt werden (positives Risiko).

Wir können ein Bespiel auf Peak-Oil angewandt geben. Darstellung: A zeigt verschiedene Schätzungen bezüglich des Zeitpunkts von Peak-Oil, zusammengestellt von der Association for the Study of Peak Oil (ASPO)

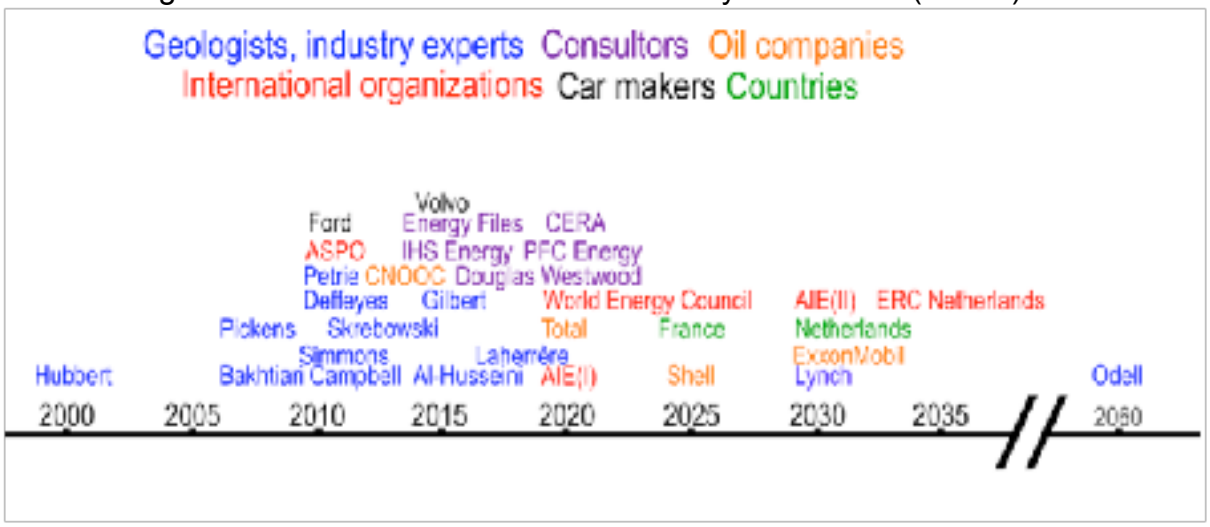

Abbildung A1: Die Zahlen sind etwas veraltet, es geht darum die Methode vorzuführen.
Quelle: http://www.peakoil.net/files/DossierASPO8_0.pdf

Es geht nicht darum, sich seine Lieblingsschätzung herauszusuchen (nur wenige haben das Fachwissen um die Zahlen vergleichen und bewerten zu können), vielmehr können wir eine Wahrscheinlichkeitsverteilung aufschreiben in der wir alle Schätzungen zusammenfügen und alle als gleichwertig betrachten und wir von einer 95% Wahrscheinlichkeit ausgehen, das irgendeine Schätzung korrekt ist. Das zeigt uns Darstellung: A2 Das ist unsere Gefahr in dem Risikomanagement-Modell. Unser Ausgesetztsein ist sehr groß, wie wir in dem ganzen Bericht immer wieder argumentiert haben. Die Linie ist das sehr große Risiko, und es wächst von Jahr zu Jahr.

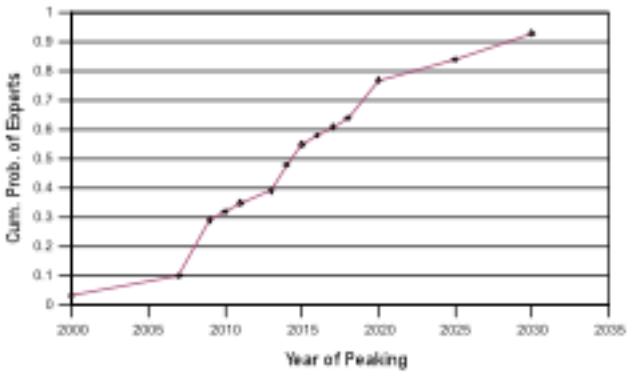

Abbildung A2: abgeleitet aus Abb. A1
Cum.Prob. of Experts = Zunehmende Wahrscheinlichkeit von Peak-Oil der Experten, 0.5 ist eine fünfzigprozentigen Wahrscheinlichkeit, 1 entspricht einer hundertprozentigen Wahrscheinlichkeit.
Year of Peaking = Jahr des Peak-Oil

Unser Argument lautet daher: weil das Risiko so groß ist muss es bewältigt werden. es ist keine Frage des Entweder/Oder. Sich nicht darum zu kümmern ist also kein Versagen der Experten sondern des Risikomanagements. Weil wir die Gefahr oder das Ausgesetztsein nicht sinnvoll ändern können muss es unsere Strategie sein, Widerstandsfähigkeit zu entwickeln oder die Verletzlichkeit zu reduzieren.

Danksagungen

This work could not have been undertaken without the efforts of many people, a few whom I have met, and most whom I know only through their writing. Support has also come from the knowledge that many activists and communities across the world, have, against the grain of things, already begun to respond to our predicament through transition inititives, community supported agriculture, local resilience building, and education.

In particular I would like to thank the people behind the Association for the Study of Peak Oil (ASPO); The Post-Carbon Institute; and The Oil Drum. It was a great pleasure to meet so many of their insightful contributors at the *Peak Summit*, at Alcatraz in Perugia, Italy; and *The New Emergency* conference in Dublin, during the summer of 2009.

My colleagues and friends in Feasta have been my teachers in so many ways. Their knowledge, intellectual energy, decency, their commitment to the welfare of all; and the organisation which they built is a wonderful testament to each of them: Corinna Byrne, Bruce Darrell, Brian Davey, Richard Douthwaite, Gillian Fallon, Morag Friel, John Jopling, Emer O'Siochru, Mark Rutledge, and Ann Ryan.

I would like to thank Emer, Richard, Mark, Brian, and Rembrandt Koppalar (ASPO Netherlands) for critically reviewing this manuscript. I would like to thank Bruce for helping to fund this report through the Food Security group. Needless to say, all errors and confusions are my own.

A very special thanks to my family; Wojtiech Korowicz, Joan, John, and Don McKevitt who have always supported me. A special thanks to my brother Jonathan Korowicz for all those evenings by the fire discussing life, letters, society, and the amusing oddities of life.

Finally I would like to thank Aifric MacAodha, not only for editing this manuscript and offering her insight, but for her wisdom and the rich joy she has brought me.

Quellenangabe

[1] *Averting the Next energy Crisis: The Demand Challenge*. McKinsey Global Institute. March 2009.
[2]*Al-Naimi Warns of Energy Crunch*. Arab News 19th March 2009.
[3]Sorrell,S and Speirs, J *Global Oil Depletion: An Assessment of the Evidence for the Near-Term Physical Constraints on Global Oil Supply*. UKERC Report (2009).
[4]Foucher S. *Peak Oil Update-July 2009. Production Forcasts and EIA Production Numbers. www.theoildrum.com/tag/update.*
[5]Al-Huseini, S. In conversation at www.davidstrahan.com/audio/lastoilshock.com-sadad-al-huseini-29.10.07.mp3
[6]Heinberg, R. *Blackout* (2009) New Society.
[7]Darley, J. (2004) *High Noon for Natural Gas: The New Energy Crisis*. Chelsea Green Publishing.
[8]Cohn, N. (1995) *Cosmos, Chaos, and the World to Come*. Yale Univ. Press.
[9]Meadows, D.Randers, R, and Meadows, D.(2004) *Limits to Growth: The 30 Years Update*. Earthscan.
[10]Catton, W. R. *(1982) Overshoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change*. Univ. Illinois Press.
[11]Tainter, J.A. (1988) *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge Univ. Press.
[12]Diamond J. (2005) *Collapse: How Societies Choose to Fail or Survive*. Penguin.

[13]Heinberg, R.(2007) *Peak Everything: Waking UP to a Century of Decline*. New Society.
[14]Homer-Dixon T. *The Upside of Down: Catastrophe, Creativity, and the Renewal of Civilisation*. Souvenir Press (2006).
[15]MacKenzie, D. (2008) *Why the Demise of Civilisation May be Inevitable*. Fine overview article in New Scientist, 2 April.
[16]Orlov, D. (2008) *Reinventing Collapse: The Soviet Example and American Prospects*. New Society Publishers.
[17] www.theoildrum.com
[18]Chaisson, E. (2001) Cosmic Evolution: *The Rise of Complexity in Nature*. Harvard Univ. Press.
[19]Kinsella, T. *Politics must liberate itself for revolution to succeed*. The Irish Times. 16th March 2009.
[20]Cleveland, C et al. *Energy and the US Economy: A biophysical Perspective*. Science 255 (1984)
[21]Ayres, R, Ayres, L. Warr, B. *Energy, Power, and Work in the US Economy, 1990-1998*. Energy 28 (2003).
[22]Ayres, R. Warr, B. *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Cambridge, Edward Elgar Publishing (2009).
[23]Cleveland, C. Kaufmann, R. Stern D, eds *Aggregation and the Role of Energy in the Economy*. Ecological Economics 32. Elsevier (2000).
[24]Hamilton, James. *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-2008*. Brookings Papers on Economic Activity. March 2009.
[25]Al-Huseini, S. In conversation at www.davidstrahan.com/audio/lastoilshock.com-sadad-al-huseini-29.10.07.mp3
[26]Foucher S. *Peak Oil Update-July 2009. Production Forcasts and EIA Production Numbers*. www.theoildrum.com/tag/update.
[27]Farrell, A. Brandt, A. *Risks of the Oil Transition*. Environ. Res. Lett. 1 (2006)
[28]Hall, C, Balogh, S. Murphy, D. (2009) *What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have?* Energies 2, pp25
[29]Gagnon, N. Hall, C. & Brinker, L. *Preliminary Investigation of Energy Return of Energy Invested for Global Oil and Gas Production*. Energies (2009), 2(3) 490.
[30]Heinberg,R.(2009) *Searching For a Miracle: Net Energy Limits & the Fate of Industrial Society.* Forum on Globalisation & The Post Carbon Institute.
[31]ibid.
[32]Trainer, T. (2007) *Renewable Energy Cannot Sustain a Consumer Society*. Springer..
[33]Koppelaar, Rembrandt. Oilwatch Monthly Jan 2010. www.peakoil.nl
[34]Mitchell, D (2008) *A Note on Rising Food Crisis.* Working Paper No 4682 (July)World Bank.
[35]Dart, S. (2008) *Commodities: The fundamental factors behind rising food and fuel price*. Presentation Goldman-Sachs.
[36]*Global wind-power boom continues despite economic woes*. Global Wind Energy Council. 3rd Feb. 2010. www.gwec.org.
[37]Polimeni, J. Mayumi, K.Giampietro, M, Alcott, B (2008) *Jevons Paradox and the Myth of Resourch Efficiency Improvements*. Earthscan.
[38]Korowicz, D. *Things Fall Apart: Some thoughts on complexity, supply-chains, infrastructure, and collapse dynamic*s. ASPO/ The Oil Drum 'Peak Summit', Perugia, Italy (2009). Gives an overview of some of the issues discussed here. At www.theoildrum.com/node/5633
[39]Jack Straw BBC News. 4 November 2000.
[40]Here we are referring to the 95% drop in the Baltic Dry Shipping Index. See www.globaleconomicanalysis.blogspot.com/2008/10/baltic-dry-shipping-collapses.html.
[41]Beinhocker, E. *The Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics*. Rh Business Books (2005).
[42]Blanning, T. *The Pursuit of Glory* (2007) Describes harvest failures and famines in Scotland and the north of England at the end of the 17th Century, in which some regions were saved the worst by canal networks. Page 53.
[43]*State of the Nation: Defending Critical Infrastructure*. Institute of Civil Engineers (2009).
[44]Tainter, J.A.(1988) *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge Univ. Press.
[45]Tainter J. (1996) *Complexity, Problem Solving, and Sustainable Socities*. Getting Down to Earth: Practical Applications of Ecological Economics. Island Press.
[46]Jones, B. *The Burden of Knowledge and the Death of the Rennaissance Man: Is Innovation Getting Harder?* Review of Economic Studies 76(1) (2009)

[47]Gutowski T. *et. al.* *Thermodynamic Analysis of Resources Used in Manufacturing Processes*. Environ. Sci. Technol. 43(5) pp1584-1590 (2009).
[48]Williams. E, Ayres. R.U, Heller. M. *The 1.7 kilogram Microchip: energy and Material Use in the Production of Semiconductor Devices*. Environ. Sci. Technol. 36, 5504-5510.(2002)
[49]De Decker, K. (2009) *The Monster Footprint of Digital Technology*. Low-tech Magazine July.
[50]Maddison A (2007) *Contours of the World Economy 1-2030AD*. Page 81 Oxford Univ. Press.
[51]Scheffer, M. (2009) *Critical Transitions in Nature and Society*. Princeton Univ. Press.
[52]Scheffer, M et al.(2009) *Early-warning signals for critical transitions*. Nature Vol 461 3 Sept.
[53]http://www.stockholmresilience.org/download/18.1fe8f33123572b59ab800016603/planetary-boundaries-supplementary-info-210909.pdf
[54]The Oil Crunch: A Wake-up Call for the UK Economy.(2010) Second Report of the UK Industry Taskforce on Peak Oil and Energy Security. http://peakoiltaskforce.net/wp-content/uploads/2010/02/final-report-uk-itpoes_report_the-oil-crunch_feb20101.pdf
[55]Nel, W, and Cooper, C. (2009) *Implications of Fossil Fuel Constraints on Economic Growth and Global Warming*. Energy Policy 37 166-180.
[56]Douthwaite, R. (1996) *Short Circuit: Strenghtening Local Economies for Security in an Unstable World.* The Lilliput Press.
[57]Seabright, P. (2005) *The Company of Strangers: A Natural History of Economic Life*. Princeton Univ. Press.
[58]Soddy, F. (1926) *Wealth, Virtual Wealth and Debt: the Solution of the Economic Paradox*. George Allen & Unwin.
[59]Key oil figures were distorted by US pressure, says whistleblower Guardian 9th Nov.(2009).
[60]Godfray, H et. al. (2010) *Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People*. Science Vol. 327.
[61]Smil, V. *(1999) Long-Range Perspectives on Inorganic Fertilizers in Global Agriculture.* International Fertilizer Development Centre.
[62]Simms, A. and Johnson, V. (2010) *Growth Isn't Possible*. New Economics Foundation
[63]Jackson, T. (2009) *Prosperity Without Growth*. Earthscan.
[64]Aleklett, K.(2009) *The UN's Future Scenarios for Climate are Pure Fantasy*. Energy Bulletin (12/07/09). www.energybulletin.net.
[65]Kharecha, P. and Hansen, J. (2008) *Implications of 'Peak Oil' for athmospheric CO_2 and Climate.* Global Biogeochem. Cycles, 22, GB 3012.
[66]Brecha, R.(2008) *Emissions Scenarios in the Face of Fossil-Fuel Peaking*. Energy Policy Vol. 36/9
[67]Cleary, S. Malleret, T. (2007) *Global Risk: Business Success in Turbulent Times*. Palgrave Macmillan. Introductory chapters review cognitive biases.