ETP-Modell

Auf dieser Seite versuche ich meine eigenen Fragen zur Validität des ETP-Modell der *The Hills Group* (THG) zusammenzufassen und zu dokumentieren. Der nachfolgende Text erschließt sich besser, wenn vorab das die deutsche Einführung in das ETP-Modell gelesen wurde bzw. die Grundannahmen bekannt sind. Alternativ kann ich auch diese Zusammenfassung auf freizahn.de empfehlen – die geht im Detail auf die Studie ein – was nicht der Anspruch dieser Zusammenfassung bez. des ETP-Modells war (da mir damals die gesamte Volltextstudie nicht vorlag).

Was ist das ETP-Modell?

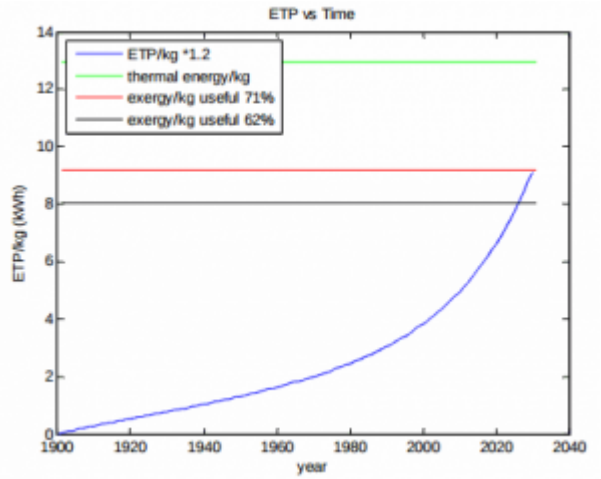

Bild 1: ETP als Funktion der Zeit. (Quelle: Bernd)

Das ETP Modell der THG wendet die *'Gesetze der Thermodynamik'* (kling erst mal recht wissenschaftlich) auf die (konventionelle) Ölförderung an und versucht zu modellieren welcher Netto-Energie-Beitrag des Öls zum anfeuern der Weltwirtschaft in der Zukunft noch bereit steht.

Das ETP-Modell folgert, das ca. 2030 (ggf,. auch schon 2026) für die Förderung von Rohöl (im Mittel aller konventionellen Ölfelder) die gleiche Energie aufgebraucht werden muss wie theoretisch in ihm steckt (siehe auch Bild 1)

Was passiert wenn Öl im Mittel keinen (netto-)energetischen Beitrag mehr liefert? M. King Hubbert hat das vor langem formuliert: "… *when the energy cost of recovering a barrel of oil becomes greater than the energy content of the oil, production will cease no matter what the monetary price may be.*"

*I*n Deutsch: "*Wenn (konventionelles) Öl keinen energetischen Nettobeitrag mehr liefert – dann wird die Produktion dahin schwinden, egal wie hoch der Preis ist"*. Die Produktion muss dabei nicht auf "Null" gehen – den Öl ist für viele Bereiche unverzichtbar bzw. so wertvoll, das dafür auch Netto-Energie aufgebracht werden kann – aber Sie wird nicht mehr in der aktuellen Form (meint: 80-90 Millionen Barrel Öl am Tag) existieren – und dieser recht schnelle Ausfall an einem bedeutenden Anteil an Nettoenergie wird (nicht nur meines Erachtens) dramatische Folgen haben.

Anmerkung: Die unkonventionellen Ölfelder sind netto-energetisch gesehen sowieso jenseits von Gut und Böse. Ganz wichtig: Nach dem ETP-Modell wird seit 2012 für die Förderung im Durchschnitt die Hälfte der im Öl enthaltenen Energie für die Aufrechterhaltung der Ölförderung selbst verwendet!

ERoEI <-> ETP?!?

Im Unterschied zum ERoEI versucht das ETP-Modell nicht nur eine synthetische Nummer zu erzeugen mit der verschiedene Energieträger "*in etwa*" verglichen werden können, sondern – auch zeitlich – zu modellieren ab wann ein Energieträger, in diesem Fall konventionelles Öl, im *Mittel* keinen (netto-)energetischen Beitrag mehr zur Weltwirtschaft bringt.

In meiner ERoEI Einführung wird weiterhin auch angegeben, das diese (synthetische) Zahl oft nur den energetischen Beitrag am "Bohrloch" angibt – und viele indirekte und externalisierte Kosten nicht berücksichtigt. Deswegen ist eine reine Betrachtung des ERoEI aber auch der Brutto Fördermengen (also das was sich in den Statistiken wiederfindet) irreführend um zu ermitteln wo wir energetisch stehen, wie auch mein Artikel zum Energiehaushalt verdeutlicht.

Das Problem ist kurzum, das immer mehr gefördertes Öl wieder für die (zukünftige) Ölproduktion benötigt wird. Und ist es kein Öl, dann eben Kohle oder Gas. Alternativ, und das passiert gerade (2016), kann man auch die Exploration fast komplett einstellen und kanabalisiert einfach die globale Infrastruktur der ölförderenden Industrie. So spart man sich für einen kurzen Zeitraum (energetisch) aufwändige Investitionen – nur wird damit das Problem in der Zukunft noch größer. Das sieht in den Förderstatistiken alles schön aus – bis es eben nicht mehr funktioniert.

Das ETP ist mehr als ein besseres ERoEI

Das ETP hingegen schaut auf die gesamten BTUs, the physikalischen Forderaufwände (in BTU -> Thermodynamik) und setzt das mit dem jeweiligen Welt-BIP pro Jahr in Kontext. Zwar ist auch das BIP eine "fuzzy" (unscharfe) Nummer – aber deutlich besser als all die verschiedenen ERoEI Angaben mit unklarer Bemessungsgrundlage. Denn das Welt-BIP schließt sehr viel – u.a. auch sehr viele indirekte Kosten mit ein.

Natürlich vereinfacht auch das ETP – weil es einen Durchschnitt über alle (konventionellen) Ölquellen abbildet. So wird nicht zu Zeitpunkt "X" gleich alles (konventionelle) Öl Energie-Netto-Negativ – das ganze ist ein gradueller Prozess. Was aber bei Betrachtung der Daten / Kurven des ETP klar wird ist das wir schon in der kritischen Phase des Prozesses sind (ab ca. 2012) und das das ETP-Modell ab nun eine deutliche Beschleunigung des energetischen Abstieges voraussagt – quasi eine (Seneca-) Klippe.

Was ist die Relevanz von Öl?

Öl stellt immer noch ca. 31% der Weltenergie (in BTU) bereit. Wenn also dieser Energeiträger in einem kurzen Zeitraum von einem positiven Beitrag zur Welt-Netto-Energie auf null fällt – wie das ETP es prediktiert – dann besteht da meiner Ansicht nach ein *Problem*.

Viele schauen nur auf die "Barrel" an Öl und die "Tonnen" an Kohle die gefördert werden – nicht aber auf den energetischen Beitrag in BTUs die diese Energieträger *Netto* liefern. Das ETP-Modell berücksichtigt *implizit* das auch bei einer "metrischen" Ausweitung der Fördermenge der Beitrag in "Überschuss"-BTUs negativ sein kann.

Der Unterschied zwischen Geld und Energie

Oft werden die Autoren gefragt das ein Energie-Netto-Negatives Öl doch kein Problem sein – man bezahle eben mehr Geld dafür oder subventioniere die Förderung mit Kohle und Gas – welche noch einen relativ hohen ERoEI haben.

Das Problem: Geld ist keine Energie. Geld "drucken" alleine kann die Wirtschaft nicht antreiben. Geld ist viel eher ein Derivat von Energie, es bemisst den (zukünftigen bzw. potentiellen) Anspruch auf Energie. Denn Energie treibt die Wirtschaft genau wie den Menschen in Form von Kalorien an. Das ist wie als wenn ich einen Klumpen Gold habe – den kann ich nicht essen. Ist aber zu wenig Essen da – dann wird mir keiner auch nur eine Mahlzeit für einen Klumpen Gold geben. Das Klumpen Gold ist

nur ein Symbol – ein Bemessungsmaßstab, ein Tauschmittel wie z.B. Muscheln, Perlen, etc. pp. – ist aber für sich alleine gestellt zu nichts nutze – ganz im Gegensatz zu einem Kanister mit Benzin, einem Haufen Kohle oder einer Flasche mit Erdgas.

Aber Angebot und Nachfrage werden das schon regeln?

Leider sind Energierohstoffe nicht wie andere (z.B. metallische) Rohstoffe zu betrachten. Energie ist die Basis für alles nachfolgende (wirtschaftliche) handeln, Energie ist die "Masterressource". Eine gute Beschreibung des Problems hatte ich hier gefunden:

Innerhalb des ETP-Modells besteht eine energetisch determinierte Obergrenze für den maximal möglichen Ölpreis. Diese resultiert aus einer physikalisch-thermodynamischen Betrachtung des Produktionsprozesses. Mittels der Gleichung "jährliches Welt-BIP in $ geteilt durch jährliche globale Fördermenge in Barrel" ordnet das ETP-Modell jeder Energie-Einheit (in BTU gemessen) einen bestimmten monetären Betrag zu.

Dieser Betrag pro Barrel minus der Betrag, der für die Produktion "geopfert" werden muss ergibt nun den maximal möglichen Ölpreis. Oder mit anderen Worten den maximal möglichen Zugewinn an BIP gemessen in Energie, welche ein Barrel ÖL für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen zur Verfügung stellt.

Angebot und Nachfrage spielen also keine Rolle auf diese Preisobergrenze.

Zwar können die Staaten, z.B. über die Geldpolitik, energetische Subvention mit anderen Energieträgern (z.B. Kohle und Gas – wenn im Land vorhanden & gleich noch mehr dazu) noch ein bisschen tricksen und den Zeitpunkt verschieben in dem die Krise durchschlägt – nicht aber das Endresultat.

Subventionierung über Kohle und Gas

Der andere Aspekt ist die Subventionierung der Ölförderung über Gas und Kohle – Ja, das geht schon… Aber: Wenn der Energie-Netto-Beitrag von Öl schnell ab nimmt, Kohle und Gas aber selber in der (langsamen) Abnahme des Netto-Beitrages sind – dann ist das (End-)Ergebnis immer noch ein Sinken der zur Verfügung stehenden Gesamtenergie und kollabierende Ölkonzerne. Weiterhin (ver-)braucht eine wachsende Wirtschaft mehr Energie – und eine dauerhaft schrumpfende Wirtschaft bedeutet in unserem aktuellen Wirtschaftssystem nur eines: Krise!

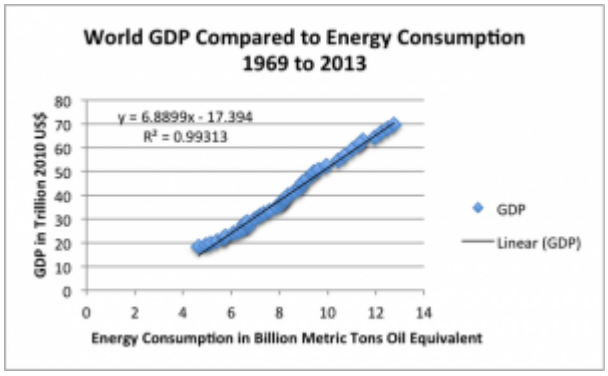

Bild 2: Welt-BIP in Korrelation zum Welt-Energieverbrauch. Quelle Ourfiniteworld.com

Zudem: Wie sollen Staaten die faktisch nur von Öleinkommen und deren Besteuerung leben (z.B. Saudi Arabien, Kuwait, Quatar, etc.) die Ölförderung finanziell oder über nicht vorhandene Kohlevorkommen mit hohem ERoEI subventionieren? Eine Subvention kann hier nur über hohe Ölpreise von außen kommen. Hohe Ölpreise brauchen aber eine florierende Weltwirtschaft bzw.

Zahlungsfähige Konsumenten. Das ETP-Modell legt aber nahe das das nicht funktionieren kann, *weil die Netto-Energie die der Weltwirtschaft zur Verfügung steht insgesamt sinkt und damit auch das Welt-BIP*. Alternativ müsste der Preis global diktiert werden um die staatlichen und privaten Produzenten zu stützen – was aber ebenso die Wirtschaft der Konsumenten abwürgen würde, weil hier Geld vom direkten Konsum abgezwackt wird – irgendwer hat eben den *schwarzen Peter*.

Einfach mehr fördern?

Dann fördern wir doch einfach mehr Öl, Kohle und Gas! Ja, auch das geht – aber es ist langfristig kein Ausweg im Zeitalter des energetischen Abstieges, denn alle neuen Vorkommen sind immer schlechter (in Bezug auf den ERoEI) – das heißt das der mittlere ERoEI über alle Förderungen trotzdem sinkt! Immer mehr Ressourcen & Arbeiter müssen dann auf den Energiesektor umgelenkt werden – das ganze ist kein Ausweg, wie auch die Einführung zum Energiehaushalt im EROEI Beitrag verdeutlicht.

Sinkt nun aber die gesamt zur Verfügung stehende Energie z.B. um 3-5% pro Jahr – dann können das auch energetische Effizienzmaßnahmen mit 1% Einsparungspotential (global, gemittelt) nicht kompensieren – die Wirtschaft wächst effektiv nicht mehr und das ganze Finanzsystem das Expansion benötigt (Kredit, Zinsen) bekommt genau die Probleme die wir seit über 10 Jahren haben.

(Mein) Fazit

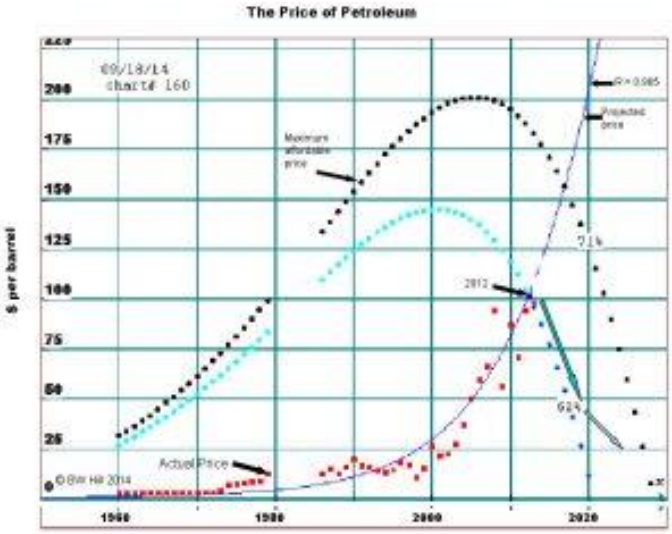

Bild 3: ETP und maximaler Ölpreis pro Zeit (Quelle: The Hills Group)

Das ETP prediktiert einen sinkenden Ölpreis (Siehe auch Bild 3). Dies, da der energetische Beitrag von Öl zur Wirtschaft (BIP) sinkt – und damit sein effektiver Wert als Ressource.

Kritisch aus sicht der THG ist der Punkt im Jahre 2012, den die THG *Inflection* bzw. *"energy-halfway-point"* nennt. Dies ist nach der THG der Zeitpunkt bei dem die Hälfte der in Öl steckenden Energie für die Förderung, Verarbeitung und Distribution von Öl-Produkten verwandt wurde. Die hellblaue Kurve zeigt dann den maximalen Preis (nach THG) an, den der Konsument noch im Schnitt zahlen kann. Dieser erreicht im Jahre 2020 ca. 11$. Die THG dazu weiter: *"At this point petroleum will no longer be acting as a significant energy source for the economy. Its only function will be as an energy carrier for other sources. Production will continue as long as producers can realize the lifting costs at existing fields. E&D expenditures, and field maintenance costs will have been curtailed. All production from that point forward will be from legacy fields only. The economic impact that will result from the energy lost to the general economy is beyond the scope of this report."*

Aus der ETP-Studie: "*The 2012 energy half way point initiated a major change in the petroleum production function. It began a process where the end consumer* *was no longer able to acquire* *all the petroleum that the industry produced."* was nach THG besagt das der Markt von angebots- auf nachfrage-limitiert gewechselt ist.

Um das – was vollkommen nicht-intuitiv erscheint – meiner Ansicht nach zu verstehen muss klarer werden was *Ursache* und was *Wirkung* in dem Ablauf des Preisverfalls ist. Meine Interpretation der Mechanik ist, das die immer geringere Netto-Energie aus Öl die den Weltwirtschaftssystem zur Verfügung steht Probleme mit dem Wachstum erzeugt. Fällt der energetische Beitrag von Öl weg (bzw. vermindert sich aktuell stark) und muss später die essentiell benötigte Förderung ggf. sogar mit anderen Energieträgern subventioniert werden, dann tritt das ein was Bild 2 aussagt: Das Welt-BIP sinkt. Wenn das Welt-BIP aber sinkt, dann bekommen wir eine globale Rezession – eine Weltwirtschaftskrise.

In dieser Krise ist weniger zu verteilen, dann sinken die Löhne, folgen Entlassungen – der Konsum sinkt. Das folgert dann noch mehr Probleme, noch mehr Entlassungen, Probleme Kredite zurückzuzahlen, Abschreibungen, Probleme mit den Banken, Pleiten, etc. pp. Dies ist dann die Ursache für einen weiteren Nachfragerückgang bei Öl – der schneller passiert als der Angebotsrückgang und *fallende* Preise für *Ressourcen* auslöst. In 2008/9 wurde mit vielen Mittel dagegen gesteuert: Sinkende Zinsen, massive Aufschuldungen und Investitionsprogramme (insb. China!) . Diese *Pulver* ist nun aber weitgehendst verschossen. Auch lagen wir in 2009 noch vor dem *Inflection*-Point bei der Ölförderung.

So schließt auch die ETP-Studie mit folgendem Absatz: *"The advancing depletion of the world's petroleum reserve could bring about changes of a magnitude that have not been witnessed for millennium! To navigate this conflicting, and difficult era anunderstanding of the events taking place will be essential. It is our hope that this report will contribute to that endeavor."*

Im Rückblick wird spannend sein, was an dem ETP-Modell dran war(ist. Die Frage wird ja nicht sein, ob wir irgendwann gegen Limits stoßen… im Fokus aller aktuell lebenden Menschen steht eher das wann, wobei für sehr viele Menschen selbst diese Frage eine sehr abstrakte ist.

Kritik?

Natürlich gibt es auch Kritik am ETP-Modell. In allen Foren wo das ETP-Modell diskutiert wird (Peakoilbarrel.com, peakoil.com, peak-oil.com, Wallstreeet Online etc.), wird das Modell und insb. die Schlussfolgerungen der THG mehr als angezweifelt. Ich versuche hier einmal die wichtigsten Kritiken zu verlinken.

Eine ist von Gail Tverberg welche die aktuellen Probleme die wir sehen insbesondere auf den Rückgang der Nutzung von Kohle abstellt. Aber ich denke es ist nicht so einfach.

Neu auch dieser Beitrag von Ugo Bardi vom Februar 2017: *'Catastrophism is popular, but not necessarily right. Debunking the "Hill's Group" analysis of the future of the oil industry'* in der er sich vom ETP-Modell distanziert und auf drei Recherchen / Beiträge verweist die das ETP-Modell auseinandergenommen haben *wollen*. Dabei ist auch eine detaillierte Kritik von Prof. Seppola Korpela (Ohio State & ASPO) bei peakoilbarrel.com in Bezug auf diesen Artikel von SRSRocco. Leider verweist Bardi nur auf die Kritiken am ETP-Modell, hat sich aber selber weder mit dem ETP-Modell, noch den Kritiken im Detail beschäftigt. Zudem scheint es das die Kritiken die Annahmen des ETP-Modells selber auch nicht widerlegen, sondern sich auf Details beziehen.

Auch bei peakoilbarrel.com gibt es einen Artikel in Bezug auf das ETP-Modell: 'On the Thermodynamic Model of Oil Extraction by the Hill's Group' von Dennis Coyne. Der Artikel ist sehr lang und geht auf das ETP-Modell sehr dediziert ein.

Alle Kritiken liste ich hier nur auf, kann Sie inhaltlich hingegen nicht bewerten. Es wird spannend was die THG dazu erwidert – falls Sie es macht. Spannend fand ich aber den Kommentar hier:

"Wenn man das ETP Modell kritisieren mag das es nicht zu 100% genau ist was ist dann mit dem ERoEI Modell wo die Werte von Studie zu Studie so stark schwanken das man Seekrank wird?"

Andere – und die sind lesenswert – kommen von Hendrik Altman aus dem deutschen Peak-oil.com Forum, der dort das ETP-Modell in verschiedensten Beiträgen kommentiert. Einen Kommentar den ich besonderst gut finde, ist der hier:

Noch einmal zum ETP Modell, aktuell wächst die Produktivität je eingesetzter Energieeinheit noch immer an, viel langsamer als vor 50 Jahren aber es ist immer noch Wachstum da. Das bedeutet das auch die Kaufkraft noch immer langsam steigt, es gibt kein Grund in unserem Wirtschaftssystem warum nicht wieder Preise über 100 Dollar für Öl gezahlt werden könnten.

Damit überhaupt Aussagen über Systemveränderungen auf Basis des ETP Modells getroffen werden können, bedarf es ein ETP Modell aller derzeitig genutzten Formen der Energiebereitstellung. Ich wäre sehr vorsichtig wenn Voraussagen über Systemveränderungen getroffen werden nur basierend auf einem ETP Modell von Öl.

Das ETP Modell unterscheidet in nutzbare und nicht nutzbare Energie, anders als das ERoEI Model und kommt so zu durch die Bank niedrigeren ERoEI Zahlen bei fossilen Energieträgern, was auch richtig ist wenn man die Erzeugerpreise am Markt als Abgleich nimmt(Subventionen eingerechnet). Dennoch nimmt die Systemkomplexität nicht ab, sondern sehr langsam weiter zu, was bedeutet das die Energieeffizienzsteigerungen den steigenden Aufwand bei der Förderung von fossilen Energieträgern weiter über-kompensieren.

Basierend auf dem Modell der Hillsgroup dürften wir gar kein Wachstum mehr haben und unser Wirtschaftssystem müsste sich längst im Kollaps befinden, eben weil das ETP Modell von Kohle, Gas, Atom und Wasserkraft hier fehlt in den komplexen Systemvoraussagen.

Das ETP Modell von Öl der Hillsgroup ist großartig, die Voraussagen über die zukünftige Systemdynamik basierend nur auf diesen Modell ist es allerdings nicht,hier fehlt noch viel Arbeit in einem ETP Modell aller Energieträger, Systemvoraussagen auf einem Modell aller Energieträger könnte ich dann auch ernst nehmen.

Wobei her Altman damit nicht aussagt das das ETP-Modell so wie es ist seiner Ansicht nach valide ist – sondern nur die grundsätzlichen Dynamiken. In einem anderen Post ergänzt Herr Altman:

Praktisch rede ich davon das die Ergebnisse die die Hills Group aus dem ETP Modell für Öl zieht einfach 10-20 Jahre später eintreten, da ein ETP Modell aller fossiler Energieträger ein besseres Nettoenergieverhälniss darstellt als das von Öl allein.

Das ist im wesentlichen meine Kritik, aber dieses verfehlen um 10-20 Jahre könnte den Kritikern reichen um das ETP Modell in der Öffentlichkeit zu zerreißen falls der Ölpreis wieder für ein paar Jahre auf über 80 Dollar steigt….

Auf Basis der Anregungen von Herrn Altmann hatte ich bei Peakoil.com dies als Frage in den ETP-Thread eingestellt:

There is a lengthy discussion concerning the ETP-Modell in the German energy related site http://peak-oil.com regarding the validity of the ETP-Modell.

The core criticism of the ETP-Modell is not that is false, or its assumptions are wrong, but that part of it's predictions may be misleading when purely looking at the "oil picture" – and then extending that to certain suggestions regarding to the timing of our net-energy demise.

The criticized issue is that the other fossils, but also nuclear and hydro, do provide a substantial component to the "total world ERoEI" – if you want to name it so. This has the potential to mask or substitute parts of the faster diminishing ERoEI of "world-oil".

If the ETP-Modell would incorporate at least the two other big fossils "gas" and "coal" – the timely predictions of our energy demise would be more precise. So we may have some years more to go – and continue BAU – before that what the ETP-Modell shows "hits us in the face"

So the ETP-Modell itself may be absolutely correct – but as long as it is limited to oil – its hard to draw conclusions regarding the (more exact) future timing from it.

Und folgende Antwort von Herrn BW Hill erhalten

shortonoil on Sun 13 Nov 2016, 10:08:23:

Of course – the economist's favorite tool; substitution. If there is no steak, the world will just eat hamburg, or pork, or chicken, or roasted cockroaches! The problem with economics is that it is open ended; it has no boundaries. By our calculations the world will need to spend $39 trillion by 2026 to keep the present supply flowing.53% of a year's GDP. By 2030 (the dead state) that will have increased to $63.2 trillion per year; or 88% of the world's 2015 GDP. Whether or not NG, or nuclear, or buffalo chips can be used to replace it it is hardly the point. It will still cost $63.2 trillion. A BTU is a BTU is a BTU.

There is no question that coal, or NG, or what ever can replace the energy now being supplied by oil. The question is can the world afford to do that? Unless planet Earth becomes part of the Martian Central Bank's latest QE program the answer is NO! Any such scheme is just another rob Peter to pay Paul Pozi ploy. The economists where so good at in the financial markets that they just assume that they can do it will energy. The Laws of Physics are telling them that this not an open ended process!

So nehme auch ich nicht an das die *'exakten'* Preis- und Jahresprognosen des ETP-Modells (zeitlich) korrekt oder relevant sind bzw. eintreffen werden. Das halte isch sogar für sehr abwegig, da es noch viele andere Faktoren gibt. Die systemdynamischen Überlegungen hingegen, wie auch bei der Limits to Growth Studie, welche versuchen die grundsätzliche Dynamik zu modellieren bzw. abzubilden sind hingehen durchaus interessant. Dennoch sollte eines klar sein: Es verbleiben keine (multiplen) Dekaden bis die nächsten und fundamentalen Einschläge kommen dürften – viele *heutige*! Lebensentwürfe in Bezug auf Haus, Kinder, Rente und der Zukunft werden sich *meiner Ansicht nach* in absehbarer Lebenserwartungszeit als Illusion erweisen.

Wichtig: Überschussenergie ist alles, es ist der fundamentale Treiber – und nicht Geld was nur eine Ableitung von Energie bzw. (vermeintlichen) Ansprüchen auf Energie (in einem gesellschaftlichen bzw. kontraktuellen Verhältnis) ist. Energie ist ***DIE***Masterressource.

Weiterführende Links

- Das ETP-Modell erklärt und zusammengefasst in Deutsch (PDF, Langversion): http://www.peak-oil.com/wp-content/uploads/2015/11/ETP-Modell_Total.pdf
- Thermodynamische Betrachtungen zur Ölförderung – Eine Zusammenfassung des ETP-Modells (Kurzversion der Version auf Peak-oil.com) von Dr.-Ing. Dipl-Physiker Berndt Warm (9/2016): https://drive.google.com/file/d/0B9AZj5ZYb55NbjA5TEoweGdNQ1E/view
- Riesiges Q&A zum ETP-Modell bei peakoil.com. Da bei Peakoil.com nach 500 Kommentaren die Threads aufgespalten werden und aktuell (März 2017) schon 9 Stück existieren hier die entsprechenden Links:
    - *The Etp Model, Q & A Pt. 1*
    - *The Etp Model, Q & A Pt. 2*
    - *The Etp Model, Q & A Pt. 3*
    - …
    - *The Etp Model, Q & A Pt. 8*
    - *The Etp Model, Q & A Pt. 9*
- ETP-Modell in Deutsch: http://www.peak-oil.com/2015/11/das-etp-modell-der-hillsgroup-eroi-des-oelfoerdersystems/
- Eine sehr umfangreiche Zusammenfassung, Erklärung und Linksammlung zum ETP-Modell – sogar noch größer als diese hier bei limitsofgrowth.de: http://www.freizahn.de/2016/10/erschoepfung-das-schicksal-des-oelzeitalters/
- Gastbeitrag bei Ugo Bardis Blog mit Fokus auf das ETP-Modell von Louis Arnoux: https://cassandralegacy.blogspot.de/2016/07/some-reflections-on-twilight-of-oil-age.html und https://cassandralegacy.blogspot.de/2016/07/some-reflections-on-twilight-of-oil-age_15.html
- Peak-Oil Thread bei wallstreet-online.de mit teilweise Referenzen auf das ETP-Modell: http://www.wallstreet-online.de/diskussion/1157619-13211-13220/peak-oil-und-die-folgen
- Kritik am ETP-Modell von Gail Tverberg: https://ourfiniteworld.com/2016/07/25/overly-simple-energy-economy-models-give-misleading-answers/comment-page-4/#comment-95368
- Das komplette ETP-Modell der Hills Group in Englisch als PDF: https://www.google.de/search?q=etp+modell+hill+pdf – und dann den ersten Treffer downloaden.
- Dr. Louis Arnoux bei SRS Rocco Reports im Audio-Interview über das ETP-Model: https://srsroccoreport.com/thermodynamic-oil-collapse-interview-why-the-global-economy-will-disintegrate-rapidly/ bzw. direkt als MP3 hier.
- Das ETP-Modell in 13 Kernsätzen und die Diskussion dazu bei Wallstreet Online: http://www.wallstreet-online.de/diskussion/1157619-13071-13080/peak-oil-und-die-folgen#beitrag_5172421

Kommentare von den ETP-Modell Autoren

Aus der ETP-Modellstudie: "*What the end consumer pays must be sufficient to cover the cost of production. All production cost must be borne by the end consumer, who includes the end buyer,* ***and the societal cost required to produce petroleum, and its products****.*"

shortonoil » Mon 10 Aug 2015, 08:45:31: "*The Etp Model is predicting that the end of the oil age will come about as a result of the entropic decay of the world's petroleum production system.* ***The advantage of the method, over other estimates of world reserves, is that results are calculated from the world's accumulated production data set****. It is based on data for which we have reasonable knowledge, as opposed to projected conjecture, as to what might be existing reserves.*"

shortonoil on Fri, 3rd Jun 2016 6:44 pm : "*Petroleum is an essential components for 38% of the world's GDP. No oil, no GDP****. If 10% of the world's petroleum producers go bankrupt that would reduce GDP by 3.8%. That is a permanent depression.*** *We expect to have reached that state by the* ***end of 2017.***"

shortonoil on Fri, 3rd Jun 2016 2:55 pm: "*To maintain the present civilization (without growth) will require a growth rate for renewable energy which will be 12.4 times greater than the present rate.* ***The chances are, that the world of 2030 will be unrecognizable to most present day inhabitants****.*"

shortonoil on Sat 16 Jan 2016, 18:17:42 : "*What I do know is that the* ***monetary policy can not change the ultimate outcome dictated by the physics****. But, it sure as hell can change the time line as to when it will occur.*"

shortonoil on Thu 09 Jun 2016, 06:04:45: "*As we have previously stated the Etp Model informs us that the global integrated petroleum system is failing. There is simply not enough energy delivered from a barrel of oil to support the economy needed to maintain it. For that reason petroleum production will revert from a global to a regional process.* ***The future economy will evolve into a non centralized, regionally controlled economy****. The best thing, and perhaps the only thing, that world leaders can do is get out of the way."*

shortonoil on Thu, 14th Jul 2016 10:39 am : "***Before we published the report in 2013 we sent copies of it to over 50 people*** *who we felt would be qualified critics. Being, mostly engineers ourselves, the majority of those recipients were professors of thermodynamics at engineering schools.* ***Their response was unanimous! Everyone of them stated that they could not find a thing wrong with the theory, or its implementation****.*
Everyone of them also stated that the results of the study were so overwhelming that they did not want to take a public stand to defend it. We understood! If for some reason it turned out to be incorrect it would be a career destroyer. Even if it is not incorrect, its advocacy could easily result in the termination of even a tenured professor. The Etp Model is an incredibly dangerous study – no matter how one views it!
After completing the report we sat on it for almost two years. It took that long for us to even admit to ourselves that it could be accurate. Its conclusions are so devastating! Most of the folks who prepared it bailed out, and are still spending their time preparing for what they know is to come. ***They have mostly adopted a policy of silence. Having worked in the corporate world they are very aware of the fate of bearers of bad news****.*"

Und etwas prophetisch, gefragt zur zukünftigen Entwicklung:

shortonoil on Fri 28 Oct 2016, 08:47:34 – "***The massive factories of today will, for lack of an adequate energy supply, be eliminated***. *The same can be said of the globalized petroleum production system. Oil supplies of the future will be produced regionally, for regional markets. Again, that will be because there will be insufficient energy to maintain a production system that is spread all over the planet.*
The impact on the individual will vary depending upon where they are. *What we are witnessing is more of an unraveling than a collapse. The decline will not happen at the same rate everywhere, at the same time. North America, parts of Europe, some of Scandinavia, and Russia have a good chance of surviving long enough, with some form of a cohesive culture, to make it through a transition phase. Even within these select areas some areas will fail badly, and some that will be able to maintain their socail structures. In the US a good example would be what is likely to happen to the Pacific Northwest, with its huge hydro supply and a good climate compared to LA or Phoenix, that have little, or no localized energy sources, no water, and massive populations.*
For those lucky enough to be in the right area, or smart enough to move to one while it is still possible the integrity of their regional governments will be paramount. *If those local governments are devoted to the well being of the populace, and have not been shanghaied by a few opportunists those societies will be able to persereve.* ***It will be necessary for the individual to learn new skills***, *be able to exist without holding a privileged sense of themselves, and be willing to live in a society where not everything is handed to them by some specialist. The day of the one skill specialist is coming to an end, and the generalists will rein.*
The day of mega corporations, mega governments, mega institutions of all types is coming to an end. *There will simply not be enough energy to maintain them. For the few who have the knowledge, and personalities to survive it; it will be a whole new world!"*

Sehr lyrisch 😉

shortonoil on Wed 02 Nov 2016, 09:41:28 : "*With oil back to $45 today the gross revenue of the extraction portion of the industry has now fallen from its high by $1.87 trillion per year.* ***The price of oil has been in a downward trend for 29 consecutive months***. ***This is the longest such trend in the 158 year history of the industry***, *and there is no indication that the situation is likely to change in the foreseeable future! Inventories are rising, have been rising, and accounting to the Model will continue to rise. The long term pressure on the price is definitely downward.*

The oil age will not end for a lack of quantity of oil to be supplied, it will end for a lack of quality of oil that is being supplied. The industry has been taking the best of what could be found for 158 years, what remains, is to say the least, marginal. ***Like the millions of abandoned mines*** *of iron, tin, zinc, gold, coal, and many other minerals scattered around the globe* ***they were closed not because there was nothing remaining to be found, they were closed because there was nothing of value remaining to be removed***. *This pattern of declining quality for extractive resources has persisted for thousands of years; to assume that it will be any different for petroleum would be nothing more than a childhood fantasy.*

The petroleum industry has already reached the stage in its full life cycle were it can no longer generate ***enough revenue to cover its entire life time cost*** *of production.* ***We have calculated that to be about $125 per barrel***. ***Revenue for the industry is now deficient by $2.7 trillion per year to have a sustainable, healthy industry***. *The prognosis for the patience is bad; it blood pressure is falling and its temperature is rising into the danger zone. We can expect it to soon begin convulsing, and being the elephant of all extractive resource industries, its trashing is likely to tear the world apart.*

Depletion is a fact of life; *no less prominent than death or taxes. It plods along from start to finish fulfilling those Laws of Physics that define it."*

Und zum "half-way-point" in 2012:

shortonoil on Wed 16 Nov 2016, 08:03:23 : *"What makes the half-way point so special if there is still oil available to the consumer economy?"*

Because it is the point where inventories start to rise, and will continue to rise until one of two things occur:
1) Prices fall to a level where producers can no longer cover their direct operating expense, and are shut-in
2) Producers begin to find that they have no market for their oil, and are shut-in.

Either will create havoc in the bond, and equity markets. $2.5 trillion in debt now held by the world's producers will fall dramatically in value. The $100s of trillions in derivatives that are now backed by that debt will begin to unravel. It is the point where the first tiny little snowballs of the avalanche begins to roll down hill."

Zu dem was das ETP-Modell alles beinhaltet – weil es sich auf das Welt-BIP bezieht:

shortonoil on Sat 19 Nov 2016, 18:38:15 *: "The Etp Model is* ***giving full life cycle production costs, not just the cost of pumping a liquid through a few thousand feet of pipe. It includes the cost of repairing the roads that the industry wears out, the cost of finding the new oil needed to replace what is being pumped and a million others down to the shoe leather the rough neck wears out while drilling the well.*** *Without any of them there would not be oil for very long. Bare foot rough necks do not get many wells drilled in a year.*

If production costs where as low as some are claiming we would not be seeing Saudi Arabia selling off the family jewels to raise money, we would not be seeing bitumen growth come to a stand still, we would not be seeing 170 US oil producers file for bankruptcy in 2016, and we would not be seeing Venezuelans eating their cats and dogs. We would certainly not be seeing CapEx fall by 40% in two years. "

shortonoil » Sun 05 Mar 2017, 10:15:45 – Zu den Raffinerieverlusten – und das ist echt krass wie sich diese Kurven entwickelt haben.. die Verluste werden anscheinend immer größer. z.B. im Dez 2016: ca. 580 Mil. Barrel rein, aber nur ca. 360 Mil. Barrel raus – das war 2005 noch ganz anderst….

"According to the EIA, the graph below, gives the energy required by the average US refinery to process a gallon of finished product. It differs from the Etp Model because it does not take into consideration refinery gains (which increase volume without increasing energy per unit volume, or the lower energy content of lighter fractions). When those are taken into consideration it comes out very close to the Etp Model. It is empirical evidence that confirms the Model directly from the EIA's data. The graph is simply input -output/ input on a BTU per gallon bases.

The EIA data can be found at the following links:
refinery inputs:
http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHa … TRIUS1&f=M
refinery outputs:
http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHa … NUS_1&f=M

It now requires 80,100 BTU of the 140,000 BTU energy content of the average gallon of crude for the industry to extract, process and distribute that gallon. The economy is no longer provided with adequate enough energy to acquire a full gallon of crude. That is resulting in increasing inventories of raw, and finished product. It is also resulting in the industry being unable to recover their full production cost. On average the industry is losing money on every barrel that they produce."

ETP Kurzfassung in 13 Kernsätzen (aus WS-Online, link Obenstehend, wegen der kürze und Relevanz hier als Volltext eingefügt)

1. **Aus dem Globalen Bruttoinlandsprodukt, geteilt durch die Weltenergieproduktion, ergibt sich 2016 ein mittlerer Umrechnungsfaktor von ca. 6,5$ pro 12,97 kWh**, d.h. pro der Energie eines kg Rohöl. (Aufteilen in 60% billige Energie aus Kohle und 40% aus Öl, die etwa 4,5 mal teurer ist, macht für die Berechnung dann Sinn, wenn die Verteilung bei einem Vorgang sich deutlich vom mittleren Weltmix 60:40 unterscheidet und der Unterschied bekannt ist. Ölförderung verwendet beide Energiequellen).

2. **6,5$ pro kg Rohöl ist der maximale Preis, den der mittlere Energieverbraucher zahlen kann, wenn er seinen gesamten Verdienst für Energie ausgibt.** (ohne Reduktion seines Verbrauchs).

3. **Ca. 62% der Energie eines Barrels Rohöl kann man in der Praxis nutzen**(die Exergie), der Rest geht als Abwärme verloren. (ähnlich wie Brutto und Netto vom Gehalt).

4. **Mit der Thermodynamik kann man den mittleren gesamten Energieaufwand (ETP) für konventionelle Ölförderung berechnen**. (aus Bohrlochtiefe, Wasseranteil).

5. **2016 beträgt der mittlere gesamte Energieaufwand pro gefördertem kg Rohöl etwa 54,6% der Energieinhalts pro kg Rohöl**. (mit zeitlich steigender Tendenz)

6. **Da die Energie durch Exergie bereitzustellen ist, werden sogar 88,1% des Energieinhalts benötigt**.

7. **Ca. ein Fünftel (18% von 88,1%) des gesamten Energieaufwands ETP müssen die Förderfirmen aufbringen und bezahlen, wofür im Jahr 2016 etwa 160 $/Barrel notwendig sind.** (Gilt, wenn das vor 2012 gültige Wirtschaftsmodell der Förderer weiter verfolgt wird, incl. Exploration, Investitionen, Dividendenzahlungen usw.)

8. **Der Rest von ETP (70,1% des Energieinhalts) ist aufzubringen für Raffinieren, Transport, Strassenbau, Fahrzeugbau usw**.

9. **Ein Rohölverbraucher erhält vom kg gefördertem Rohöl im Jahr 2016 nur 100%-88,1%=11,9%, womit er selbst Einkommen erzielen kann**. (zeitlich fallende Tendenz)

10. **Da der Verbraucher nur 11,9% der Energie des Barrels erhält, kann er im Jahr 2016 nur 0,119*0,62*6,5 $ = 0,482 $ pro kg Rohöl bezahlen, das sind pro Barrel 137 kg *0,482 $ = 66 $.** (Der Verbraucher bzw. seine Ausrüstung haben auch einen Wirkungsgrad).

11. **Da die Ölförderer mehr Geld pro Barrel brauchen, als die Verbraucher zahlen können, müssen sie auf Exploration und Investitionen verzichten, um überleben zu können, und soviel Öl wie möglich auf den Markt bringen**(siehe heutiger Ölmarkt)

12. **Förderung von unkonventionellem Öl ist energetisch noch ungünstiger; es kann nicht wirtschaftlich gefördert werden.** (Ausnahme: Insellösungen für die Superreichen, z.B. kann man auch aus 7 to Kohle eine to Benzin herstellen). 13. Der gesamte Prozess ist unumkehrbar, das bedeutet, Peak Oil wurde im Jahr 2015 erreicht; ein steiler Abfall der Ölförderung in der Zukunft ist unvermeidbar. (Seneca-Cliff)