

**COST Meeting May 18. – 20. 2011 in Eindhoven**

---

**Formulas of Freedom:**

**“Econophysics of autocracy and  
democracy in the Arab World”**

**Jürgen Mimkes**

**Physics Department, Paderborn University, Germany**

Formulas of Freedom:

# “Econophysics of autocracy and democracy in the Arab World”

Formulas of freedom

Dynamics of political systems

Application to the Arab world

Conclusion

# "Econophysics and the Arab World"

## Formulas of Freedom

### Of Mankind and Molecules:

### Jürgen Mimkes on Socio-Economic Physics

Süddeutsche Zeitung

Wissen

17.02.2011

Interview: Patrick Illinger

17. Februar 2011

Süddeutsche Zeitung

WISSEN



## Formeln der Freiheit

Von Menschen und Molekülen: Jürgen Mimkes über sozioökonomische Physik

Physiker erkennen in Gesellschaften Gesetzmäßigkeiten, wie sie aus der Atomphysik oder der Thermodynamik bekannt sind. Als sozioökonomische Physik bezeichnen sie den Versuch, Formeln für das Handeln von Gruppen zu finden. In der Deutschen Physikalischen Gesellschaft gibt es sogar einen entsprechenden Fachverband. Jürgen Mimkes, emeritierter Professor aus Paderborn, vertritt diese Forschungsrichtung.

**SZ:** Kann man Bevölkerungsmengen, also Menschen, wie Teilchensysteme modellieren, so als wären sie Wasserstoffatome?

**Mimkes:** In unseren Modellen sind Menschen nicht Teilchen, sondern Agenten. Diese haben wie Atome oder Moleküle drei mögliche Eigenschaften: Sie ziehen sich an, stoßen sich ab oder sind sich egal. Insofern sind die Wechselwirkungen ähnlich wie in der Atomphysik. Es geht nicht um Individuen, sondern das Gesamtsystem. So wie in der Thermodynamik gibt es Variablen wie Temperatur und Druck. Und es gibt Zustände wie fest und flüssig, mit Phasenübergängen. In Gesellschaften entspricht das dem Übergang vom starren Kollektiv eines hierarchischen Systems zur Demokratie. Ähnlich können Atome ihre strenge kristalline Ordnung auflösen.

**SZ:** Der Verband unter Menschen entsteht doch nicht, weil sie sich gegenwärtig anziehen, sondern weil ein Regime sie unterdrückt.

**Mimkes:** Auch der Druck eines Regimes hat eine Entsprechung in der Physik: Druck kann einen Stoff im festem oder flüssigen Aggregatzustand halten, obwohl er längst schmelzen oder verdampfen müsste. Bei hohem Druck kann Wasser bei fünf Grad gefrieren bleiben. In Gesellschaften kann Druck gesellschaftlich, wirtschaftlich oder militärisch sein.

**SZ:** Wie kommt man von solchen Analogien zu konkreten Vorhersagen?

**Mimkes:** Man kann soziale oder ökonomische Messgrößen finden, die Phasenübergänge markieren. So wie man messen kann, wann Wasser schmilzt, kann man sehen, wann sich Diktaturen auflösen. Zwei wichtige Größen sind Lebensstandard und Geburtenrate. Der Lebensstandard, ausgedrückt als Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, entspricht der Temperatur. Oberhalb eines Wertes verlassen die Teilchen ihren starren Zustand. Die Geburtenrate entspricht einer Art Bindungsenergie zwischen Menschen, wie in der Physik zwischen Atomen. In Gesellschaften mit vielen Kindern sind Familien-

verbände größer und wichtiger als in Demokratien. Ein Stoff mit viel Bindungsenergie schmilzt erst bei hoher Temperatur. Wollfram zum Beispiel, lasten im Phasenübergang aus Bruttoinlandsprodukt und Fertilität kann man sehen, dass oberhalb der BIP-Spanne von 2500 bis 4000 Dollar pro Kopf und unterhalb einer Geburtenrate von drei Kindern pro Frau Demokratisierung einsetzt.

**SZ:** Das klingt wie eine einfache Korrelation. Sie suchen Grenzwerte, bei denen Demokratien entstehen. Politologen werden es nicht überraschend finden, dass weiche Systeme demokratischer sind.

**Mimkes:** Es ist schon überraschend, dass Phasenübergänge in sozialen Systemen denen der Physik so ähnlich sind.

**SZ:** Nun zu harten Prognosen. Welche Länder stehen auf der Kippe? Ägypten?

„China sollte sich bis 2015 demokratisch wandeln.“

**Mimkes:** Ägypten ist exakt in einem Zustand, in dem es demokratisch werden kann. Wie auch in Tunesien liegt die Produktivität oberhalb von 2500 Dollar, die Fertilität unter drei Kindern pro Frau.

**SZ:** Wird sich eine islamisch-fundamentalistische Regierung bilden?

**Mimkes:** Nein, die hohe Produktivität führt in eine demokratische Regierungsform. Im Ozean-Studien war die Produktivität zu gering für Demokratie. Es kommt aber passieren, dass externer Druck, etwa seitens des Militärs den fälligen Übergang noch eine Weile verhindert.

**SZ:** Wie im Dampfdrucktopf, in dem Wasser auch über 100 Grad flüssig bleibt?

**Mimkes:** Ja, in Iran ist es ähnlich. Die dortige Gesellschaft wäre bereit für den Übergang, aber der Druck des Regimes presst das System in eine nicht demokratische Struktur. Ich habe übrigens mein Modell auf die Übergänge zur Demokratie in Spanien, Portugal und Argentinien angewandt. Es zeigt sich, dass Spanien am Ende der Franco-Ära gemäß der Parameter reif war für den Übergang. Sein Tod war der Funke, nach dem es sofort in die Demokratie überging. Portugal lag damals knapp unter den kritischen Werten, kippete aber bald um. Das Gleiche habe ich in Südamerika gesehen, nach Argentinien sind Uruguay und Chile gelangt.

**SZ:** Politologen nennen das Domino-Effekt, wollen Sie den auch physikalisch erklären?

**Mimkes:** Jedenfalls könnte eine Demokratisierung auch in Syrien, Jordanien, Marokko passieren, aber nicht in Jemen. Dort liegt der Lebensstandard zu tief, bei einer Geburtenrate von 4,8 Kindern pro Frau. Das bleibt noch hierarchisch.

**SZ:** Soziologen würden sagen, Demokratisierung beginnt in den Köpfen, mit der Bildung der Menschen. Kann das empirisch physikalisch erklärt werden?

**Mimkes:** Bei reifem Alter steigt bei es wie ein Gasgemisch von Wasserstoff und Sauerstoff. Von selbst passiert nichts, aber ein kleiner Funke bringt dieses labile System zum Kippen.

**SZ:** Ein Zustand, den Physiker überkritisch nennen?

**Mimkes:** Ja. Sonst kann auch ein Auslöser nichts am Aggregatzustand ändern. Aber auch in einem überkritischen System gibt es Hindernis. Alte Strukturen zu zerbrechen, kostet extra Energie, das ist wie bei einem Eiswürfel. Um diesen zu schmelzen, braucht man mehr Energie, als es die reine Temperaturerhöhung der entsprechenden Menge Wasser verlangen würde. Das ist die Schmelzwärme.

**SZ:** Warum leben dann die reichen und vergleichsweise kinderarmen Staaten auf der erdlichen Halbkugel mit totalitären Systemen? Gemäß Ihren Formeln liegen diese weit im demokratischen Bereich.

**Mimkes:** Dort kommt eine besondere Komponente ins Spiel: Erdöl. Es bewirkt, dass andere Grenzwerte für Phasenübergänge gelten.

**SZ:** Wie bei einer Flüssigkeit, deren Gefrierpunkt sich ändert, indem man Alkohol hinzugeht?

**Mimkes:** So kann man es sehen. Öl scheint Demokratie zu verhindern. Die Menschen müssen nicht im klassischen Sinne wirtschaften, sie leben wie in einer altergebrachten Firmenhierarchie, der Chef oben, und alle anderen machen mit, wenn die Bezahlung stimmt. Das ist ökonomisch nicht effektiv, aber im Überfluss sieht man keinen Änderungsbedarf.

**SZ:** Eine Art Trüpfeltopf?

**Mimkes:** Meinen Daten nach setzt der ein, wenn die Wirtschaft eines Landes zu mehr als 45 Prozent vom Erdöl abhängt.

**SZ:** Wie werden sich die anderen arabischen Staaten entwickeln?

**Mimkes:** In Libanon, Jordanien, Tunesien, Westjordanland, Syrien, Marokko und Ägypten sollten die Demokratien möglich sein. In Algerien und Irak ist der Lebensstandard trotz des Öl gering. Daher sind in Algerien Unruhen zu erwarten, im Irak ist das Regime Saddam Husseins durch den Krieg schon gestürzt worden.

**SZ:** In welchen Ländern steht noch ein demokratischer Wandel bevor?

**Mimkes:** In China ist aus der Extrapolation der Daten ein demokratischer Wandel bis 2015 zu erwarten. In Afghanistan und vielen Ländern Zentralafrikas ist die Produktivität jedoch noch zu gering.

Interview: Patrick Illinger



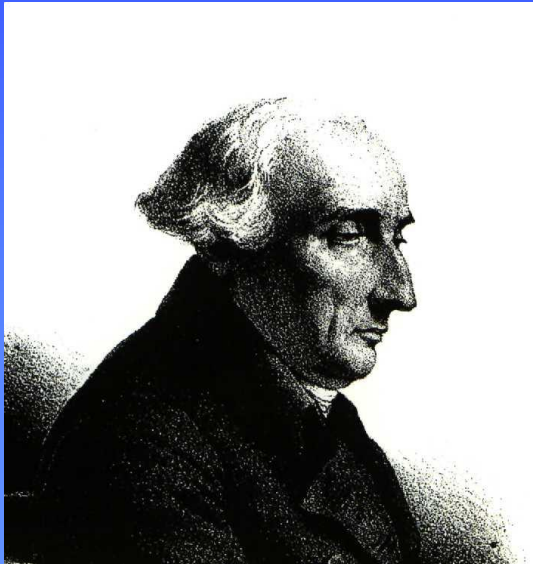
Jürgen Mimkes  
Foto: th

## ”Econophysics and the Arab World”

---

### Formulas of freedom: Lagrange function (neg. free energy)

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$



Joseph de Lagrange  
(1736 – 1813)

$N$  : System of  $N$  elements (●, ♀, A, 🚗)

$L$  : Lagrange function, neg. free energy

$E$  : constraint, bond energy, capital, law

$p$  : pressure, social or military pressure

$V$  : volume, free space, freedom

$\Omega$  : probability

$\ln \Omega$  : entropy, measure of disorder

$\lambda$  : Lagrange parameter, temperature,  
mean energy, mean capital, tolerance

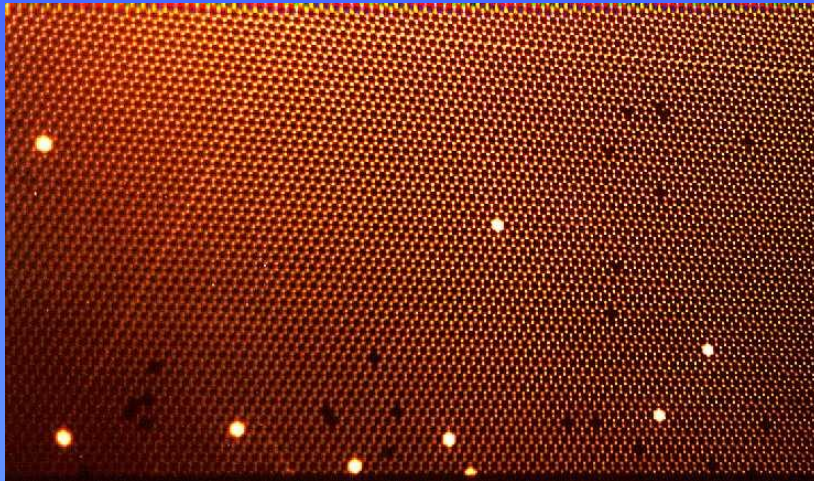
$\rightarrow$  : dynamics

## ”Econophysics and the Arab World”

---

Stochastic atomic system: Solid

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$



$\lambda$  small: collective order



$\lambda$  large: individual

# ”Econophysics and the Arab World”

---

Stochastic social system: Army

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$



$\lambda$  small: collective order



$\lambda$  large: individual

## ”Econophysics and the Arab World”

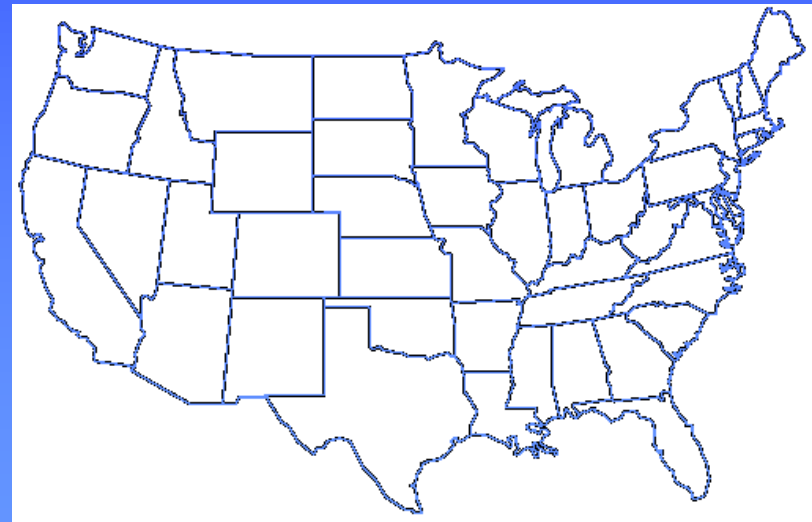
---

Political systems

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$



$\lambda$  small: collective order



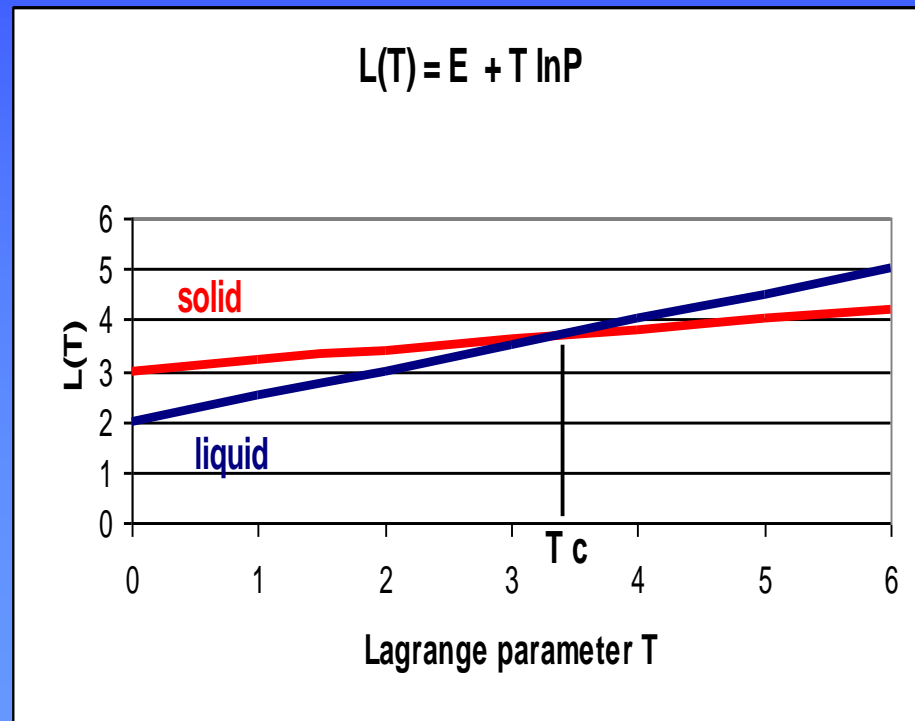
$\lambda$  large: individual freedom

## ”Econophysics and the Arab World”

Phases or states in stochastic systems with constraints (Gibbs)

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$

Phases in homogeneous stochastic systems





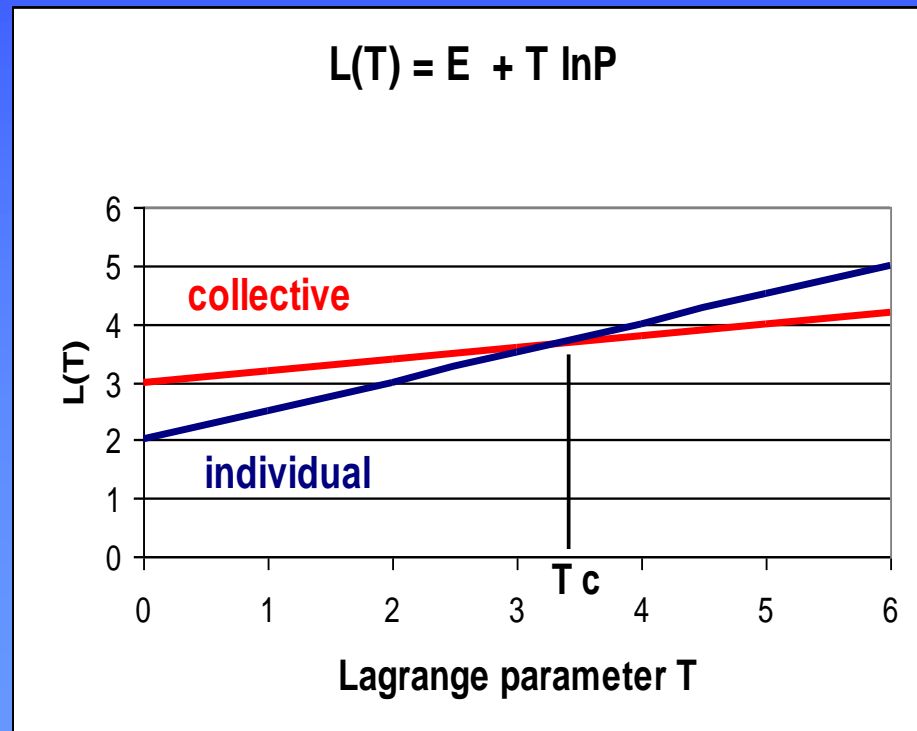
## ”Econophysics and the Arab World”

---

Phases or states in stochastic systems with constraints (Gibbs)

$$L = E + p \cdot V + \lambda \cdot \ln \Omega \rightarrow \text{maximum!}$$

Phases in homogeneous stochastic systems



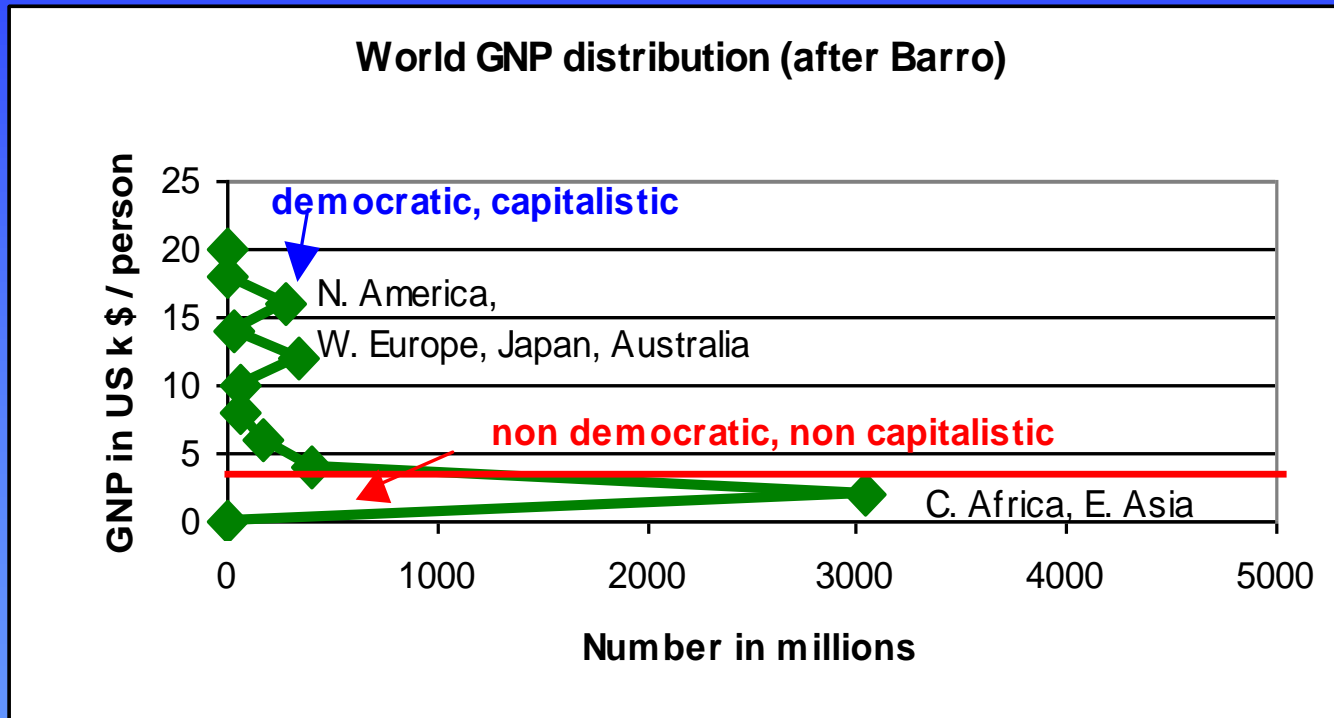
**”Econophysics and the Arab World”**

---

# **Dynamics of Political Systems**

# ”Econophysics and the Arab World”

Hierarchy → democracy



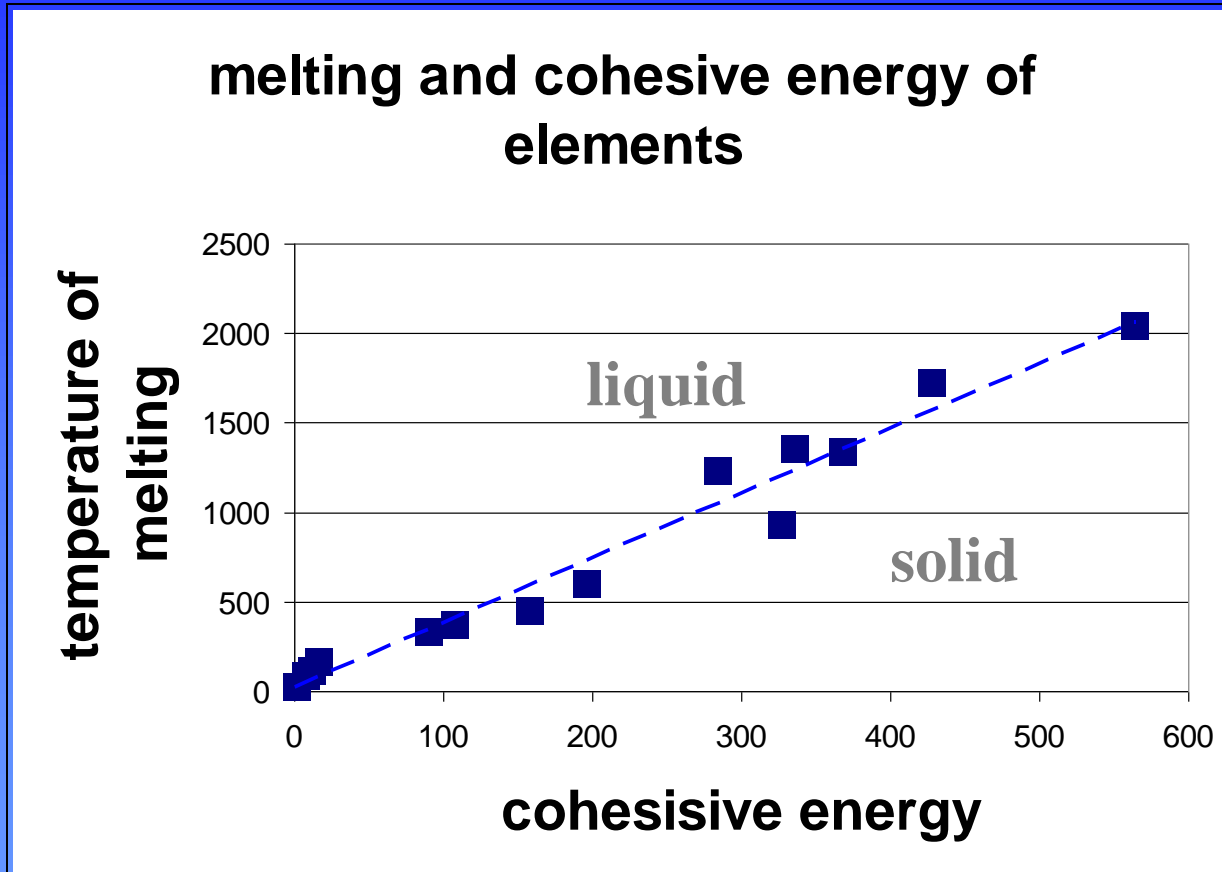
2006

$\lambda$  small: collective order, **hierarchy**

$\lambda$  large: individual, **democracy**

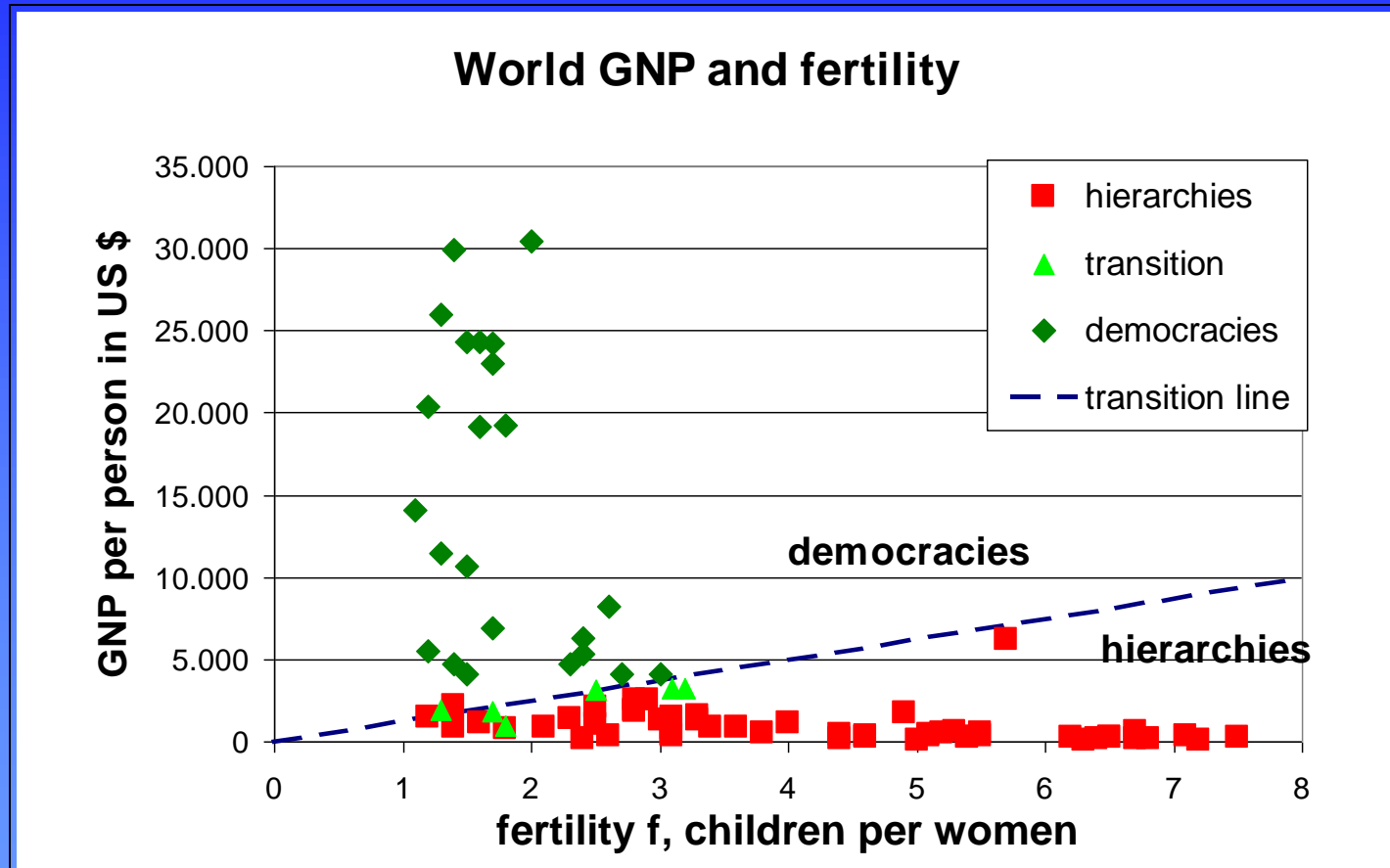
# ”Econophysics and the Arab World”

---



Atomic state, temperature  $T = E / N$  and cohesive energy  $E$

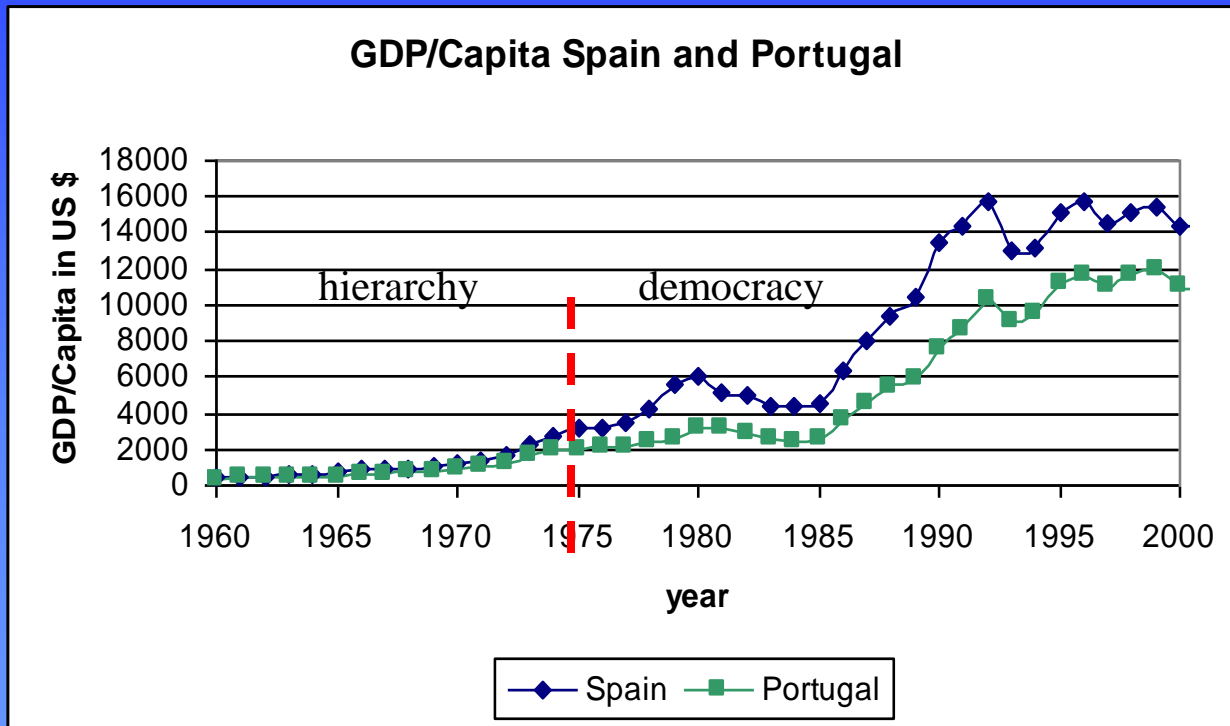
# "Econophysics and the Arab World"



Political order, standard of living  $T = E / N$  and fertility of 90 countries (2006)

# ”Econophysics and the Arab World”

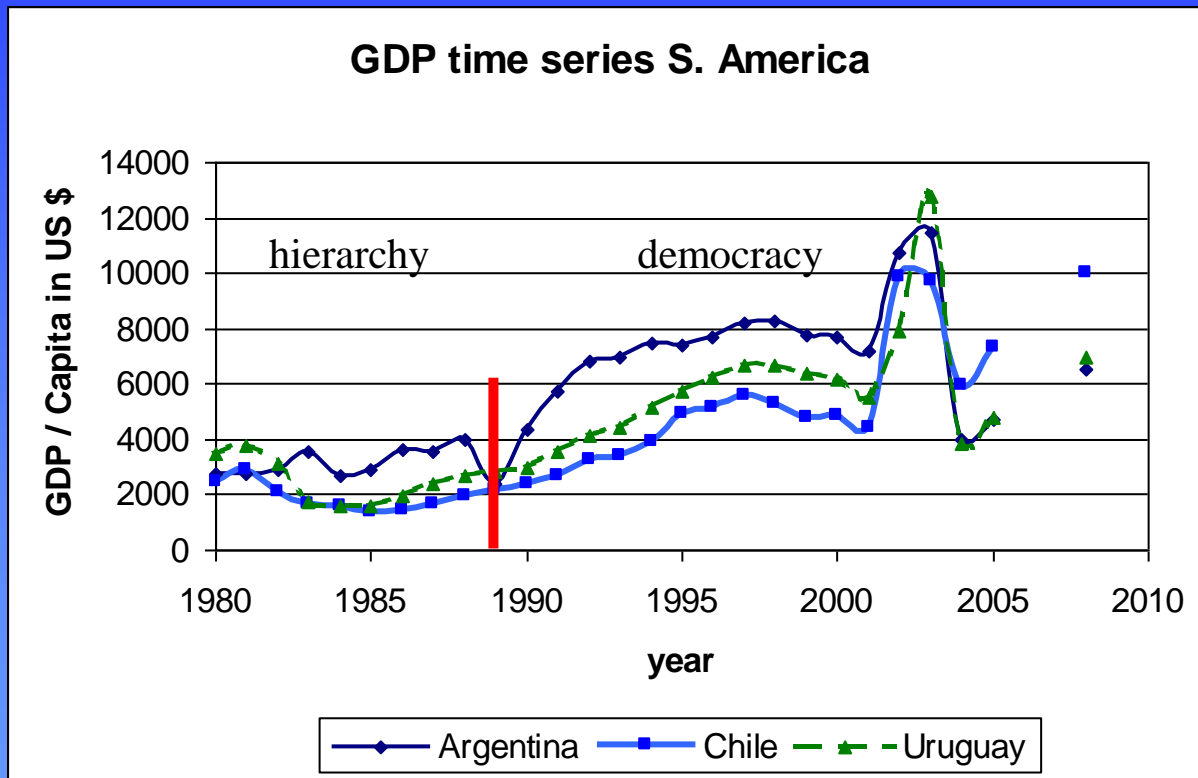
## Phase transformation in homogeneous political systems



GDP per capita for Spain, and Portugal and year of democratic change

# "Econophysics and the Arab World"

## Phase transformation in homogeneous political systems

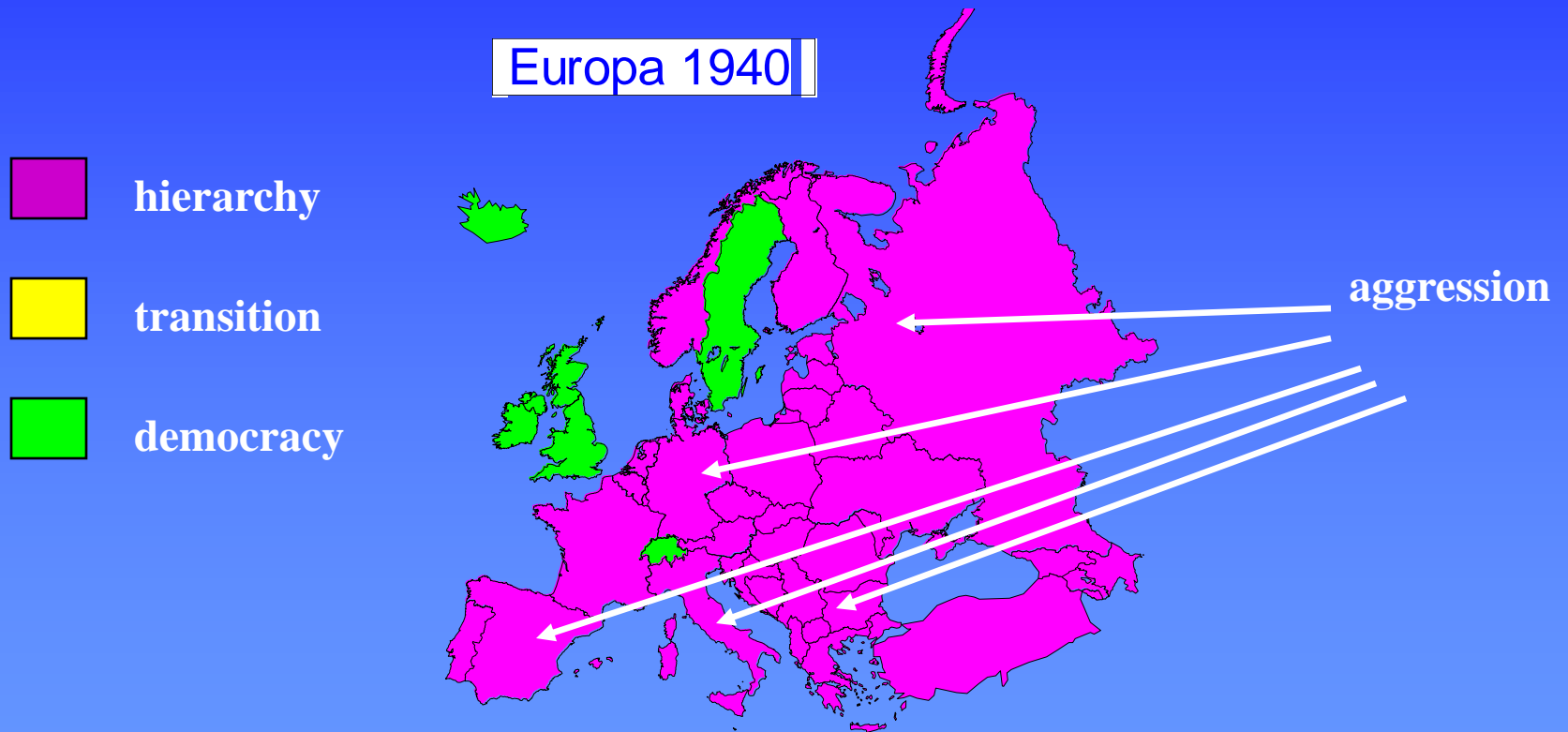


GDP per capita for Argentina, Chile, Uruguay and year of democratic change

# ”Econophysics and the Arab World”

---

## Homogeneous systems with two simultaneous phases



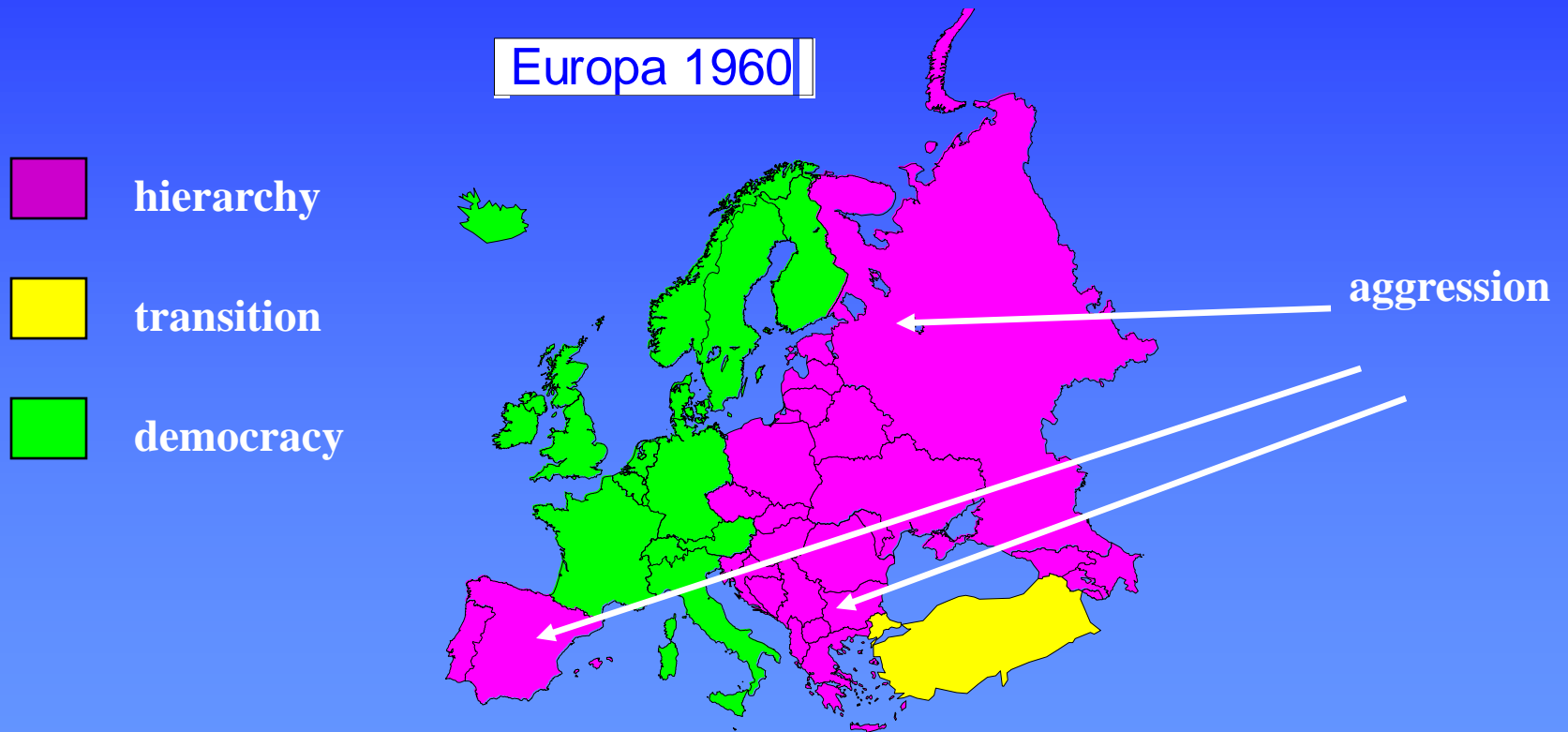
Europe “melting” from hierarchy to democracy



# ”Econophysics and the Arab World”

---

## Homogeneous systems with two simultaneous phases

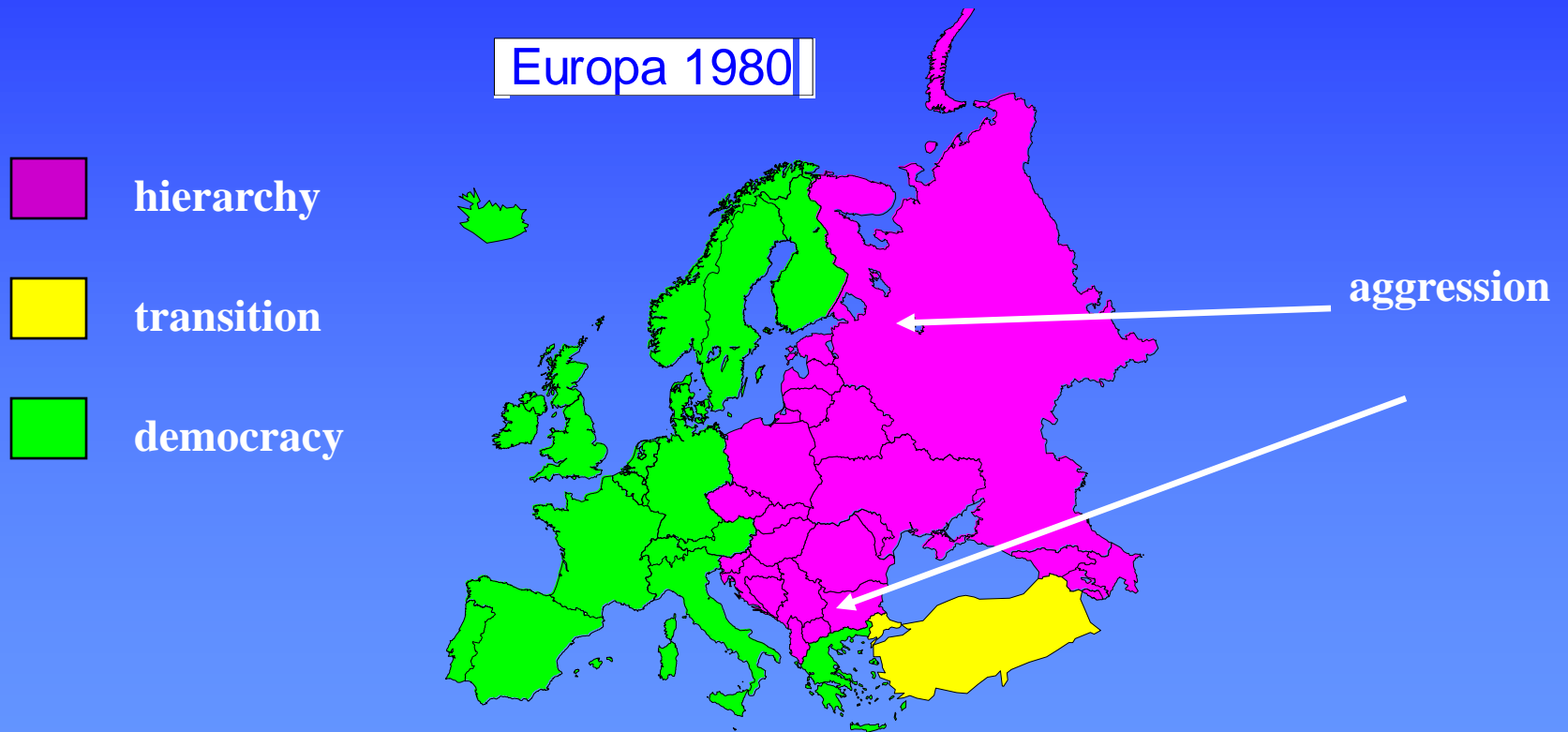


Europe “melting” from hierarchy to democracy

# ”Econophysics and the Arab World”

---

## Homogeneous systems with two simultaneous phases

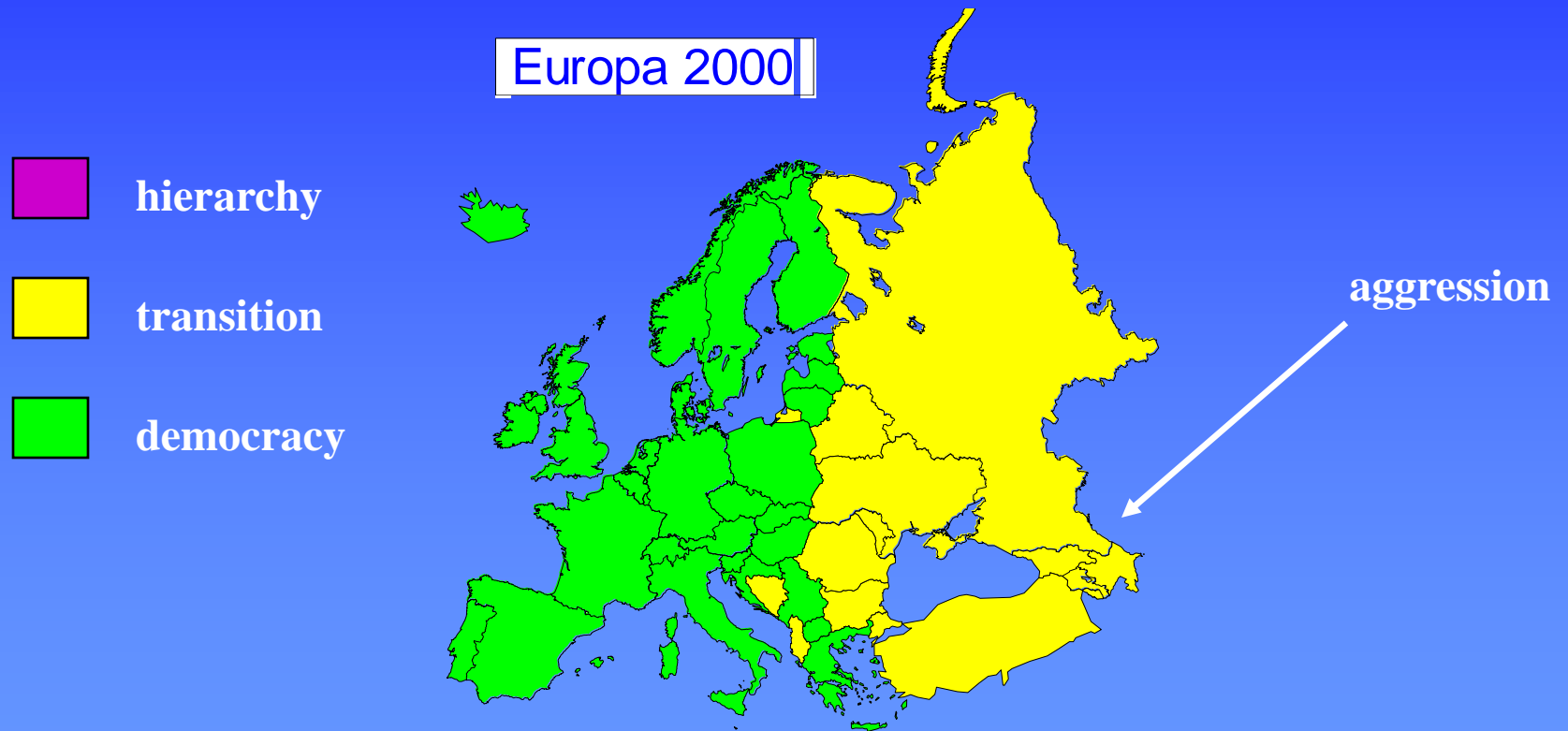


Europe “melting” from hierarchy to democracy

# ”Econophysics and the Arab World”

---

## Homogeneous systems with two simultaneous phases

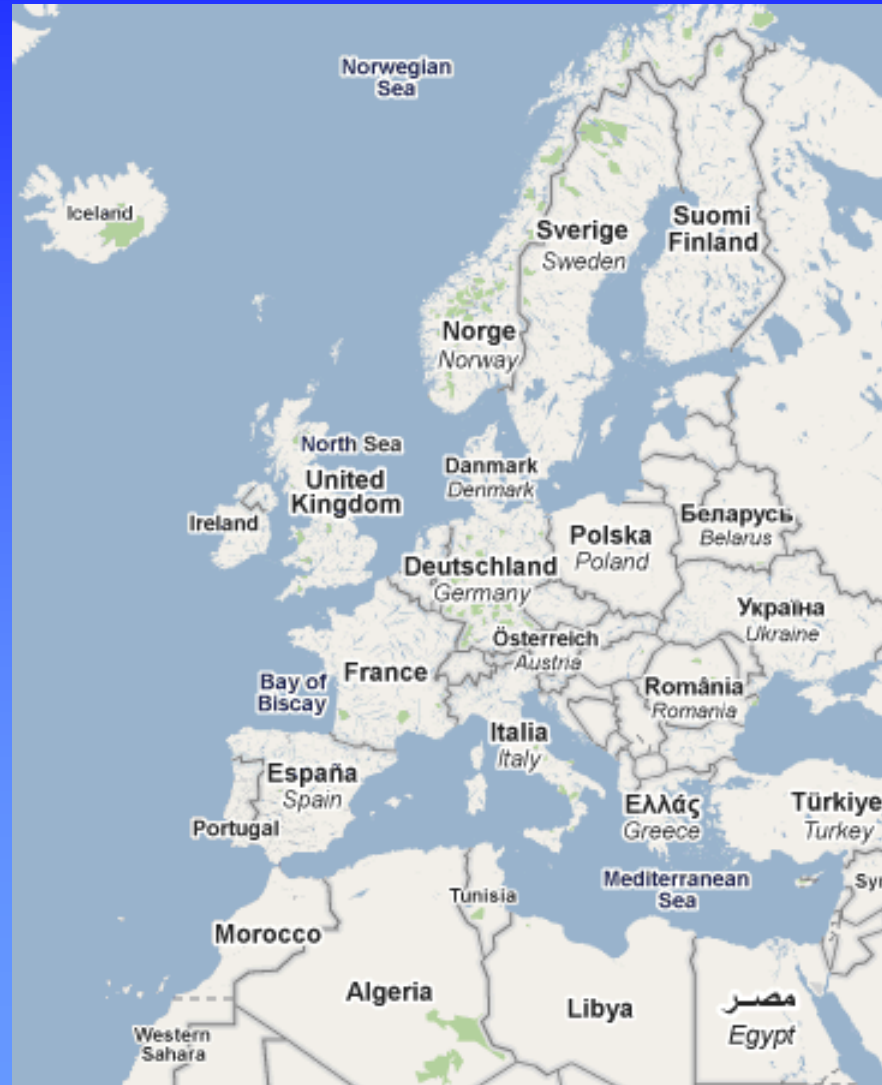


Europe “melting” from hierarchy to democracy

# ”Econophysics and the Arab World”

---

Europe,  
Near East,  
Africa  
2011



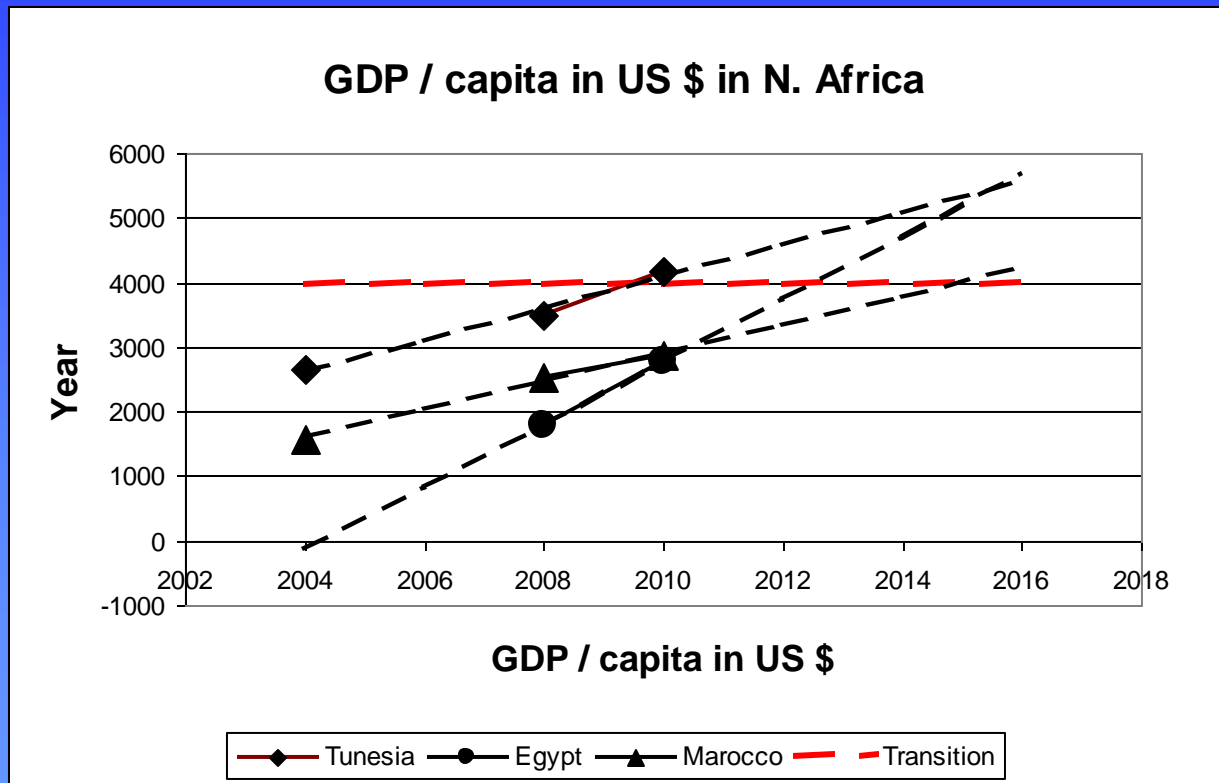
**”Econophysics and the Arab World”**

---

**Application to the Arab World**

# ”Econophysics and the Arab World”

## Phase transformation in homogeneous political systems



GDP per capita for Tunisia, Egypt, Marocco and year of democratic change

## ”Econophysics and the Arab World”

---

Hierarchy → democracy (of Arab countries without oil)

<u>Country</u>	GDP/C 2010 in US \$	<u>Country</u>	<u>fertility 2010</u>
Israel	27.085	<u>Tunesia</u>	1,7
<u>Turkey</u>	13.392	<u>Libanon</u>	1,8
<u>Libanon</u>	10.000	<u>Turkey</u>	2,2
<u>Jordan</u>	4.435	<u>Morocco</u>	2,2
<u>Tunesia</u>	4.160	Israel	2,7
<u>Westjordan</u>	2.900	<u>Egypt</u>	3
<u>Syria</u>	2.892	<u>Syria</u>	3
<u>Morocco</u>	2.868	<u>Westjordan</u>	3,1
<u>Egypt</u>	2.771	<u>Jordan</u>	3,4
<u>Yemen</u>	1.231	<u>Yemen</u>	4,8
<u>Afghanistan</u>	561	<u>Afghanistan</u>	5,5

Table 1. Countries ordered  
by GDP/C in US \$ <sup>1</sup>

Table 2. Countries ordered  
by fertility <sup>2</sup>.

## ”Econophysics and the Arab World”

Hierarchy → democracy

Table 3.

Arab countries ordered by % of oil in GDP<sup>1</sup>, GDP / capita, fertility and chance of democracy.

Country	Industry %	GDP/C 2010	fertility 2010	Democracy ?
<u>Westjordan</u>	14	2.9000	3,1	Y
<u>Lebanon</u>	17	10.000	1,8	Y
<u>Pakistan</u>	24	2.790	<b>3,3</b>	<b>Y</b>
<b>Turkey</b>	<b>26</b>	<b>13.392</b>	<b>2,2</b>	<b>Y</b>
<b>Afghanistan</b>	<b>26</b>	<b>561</b>	<b>5,5</b>	<b>N</b>
<u>Syria</u>	27	2.892	3	Y
<u>Jordan</u>	30	4.435	<b>3,4</b>	<b>Y</b>
<u>Morocco</u>	31	2.868	2,2	Y
<b>Israel</b>	<b>32</b>	<b>27,085</b>	<b>2,7</b>	<b>Y</b>
<u>Tunisia</u>	35	4.160	1,7	Y
<u>Egypt</u>	38	2.771	3	Y
<b>Yemen</b>	<b>39</b>	<b>1.231</b>	<b>4,8</b>	<b>N</b>
<u>Iran</u>	45	11.025	1,9	<u>civil war</u>
<b>Kuwait</b>	<b>48</b>	<b>32.530</b>	<b>2,7</b>	<b>N</b>
<b>Emirates</b>	<b>49</b>	<b>47.407</b>	<b>2,4</b>	<b>N</b>
<u>Oman</u>	49	18.041	2,9	N ?
<u>Saudi Arabia</u>	59	16.641	2,4	N ?
<u>Algeria</u>	61	4.478	1,8	<u>civil war</u>
<u>Iraq</u>	63	2.626	<b>3,8</b>	Y
<u>Libya</u>	71	12.000	3	<u>civil war</u>

Countries under (oil) pressure by Ahmadinejad, Gaddafi, etc.



**”Econophysics and the Arab World”**

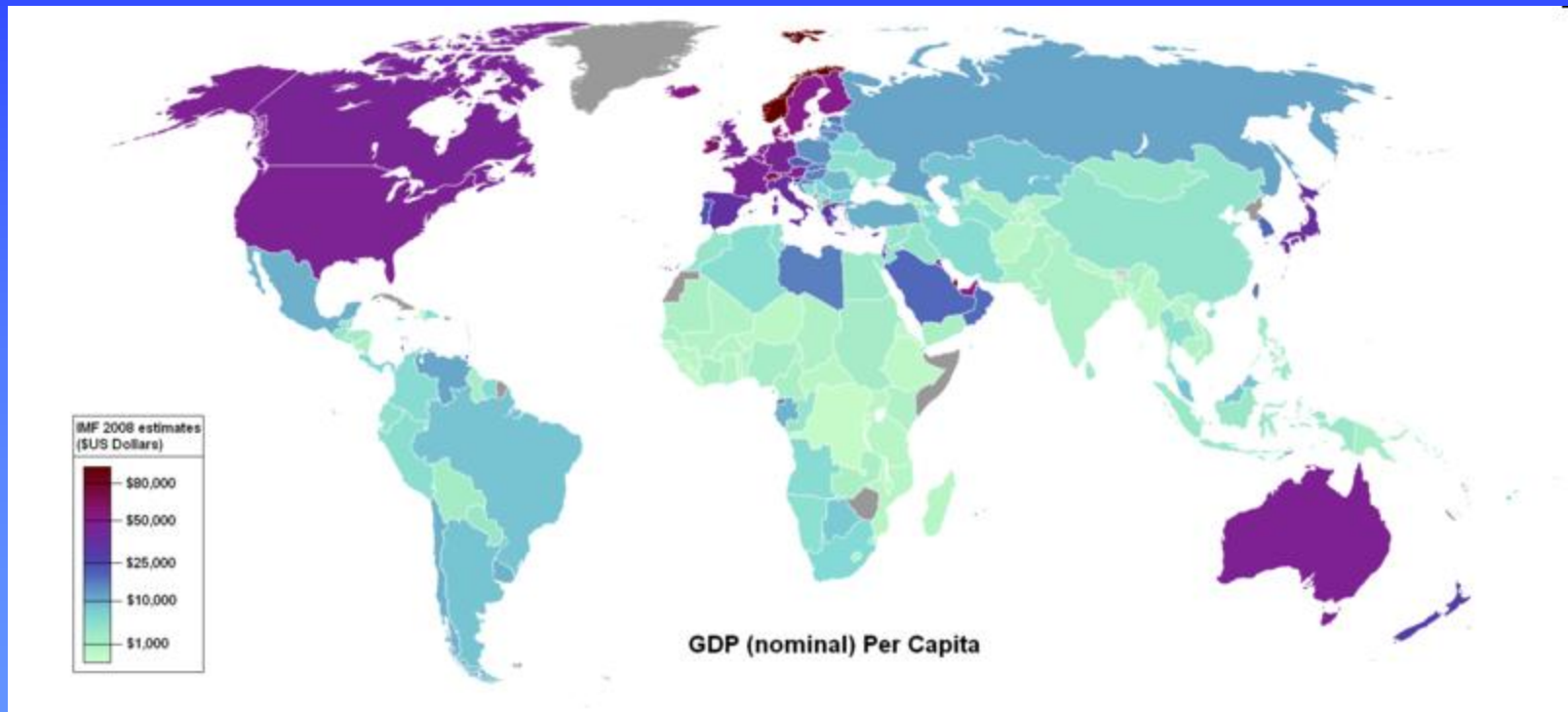
---

**Conclusion**

## ”Chemistry of Social Bonds”

---

Hierarchy → democracy (phase transition)

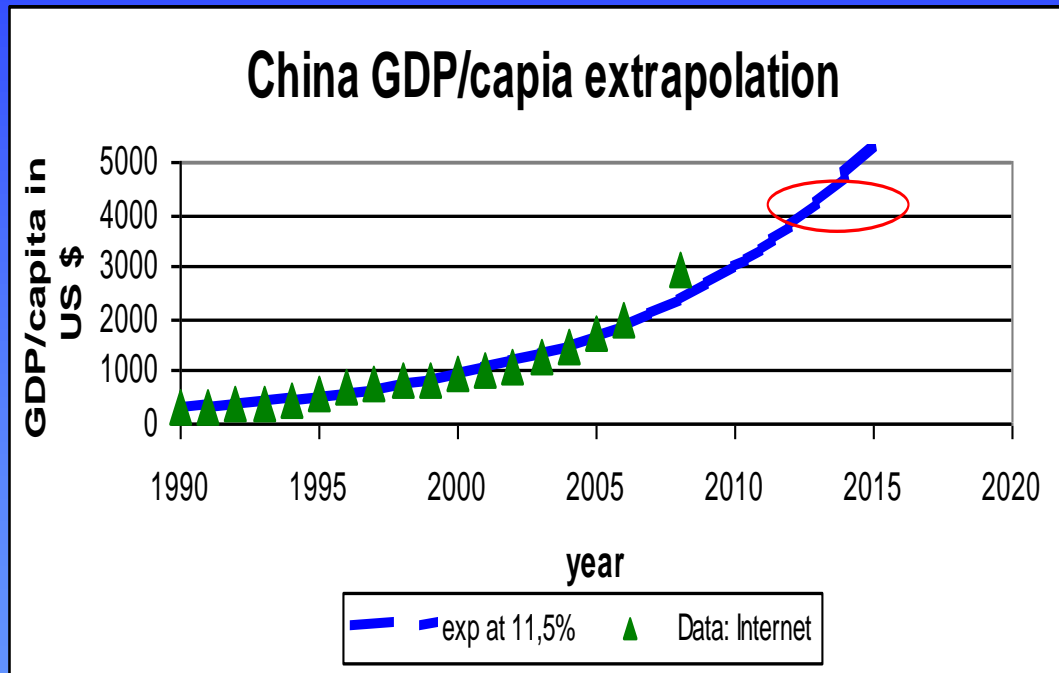


World distribution of GDP / capita and chance for democracy 2008

## ”Econophysics and the Arab World”

---

### Phase transformation in homogeneous political systems



GDP per capita for China and year of democratic change

# “Econophysics of autocracy and democracy and the Arab World”

Formulas of freedom

Dynamics of political systems

Application to the Arab and Asian world

**”Econophysics and the Arab World”**

---

**Thank you for your attention**



## ”Econophysics and the Arab World”

Arab countries ordered by  
GDP / capita in US \$

Country	GDP/C 2010	Industry %
<u>Emirates</u>	47.407	<b>49</b>
<u>Israel</u>	27,085	32
<u>Saudi Arabia</u>	16.641	<b>59</b>
<u>Turkey</u>	13.392	26
<u>Libya</u>	12.000	<b>71</b>
<u>Iran</u>	11.025	<b>45</b>
<u>Lebanon</u>	10.000	17
<u>Algeria</u>	4.478	<b>61</b>
<u>Jordan</u>	4.435	30
<u>Tunisia</u>	4.160	35
<u>Congo Rep</u>	3.075	<b>63</b>
<u>Indonesia</u>	2.963	<b>48</b>
<u>Syria</u>	2.892	27
<u>Morocco</u>	2.868	31
<u>Pakistan</u>	2.790	24
<u>Egypt</u>	2.771	38
<u>Iraq</u>	2.626	<b>63</b>
<u>Yemen</u>	<b>1.231</b>	39
<u>Afghanistan</u>	<b>561</b>	26
<u>Congo Dem</u>	<b>341</b>	11

red: GDP/C < 2500 US \$/C, Oil > 45 %

Arab countries ordered by fertility, GDP / capita  
in US \$ and percentage of oil in GDP.

Country	Fertility	GDP/C 2010	Industry %
<u>Tunisia</u>	1,7	4.160	35
<u>Algeria</u>	1,8	4.478	<b>61</b>
<u>Lebanon</u>	1,8	10.000	17
<u>Iran</u>	1,9	11.025	<b>45</b>
<u>Turkey</u>	<b>2,2</b>	<b>13.392</b>	<b>26</b>
<u>Morocco</u>	2,2	2.868	31
<u>Indonesia</u>	2,3	2.963	<b>48</b>
<u>Saudi Arabia</u>	2,4	16.641	<b>59</b>
<u>Emirates</u>	2,4	47.407	<b>49</b>
<u>Israel</u>	<b>2,7</b>	<b>27,085</b>	<b>32</b>
<u>Libya</u>	3,0	12.000	<b>71</b>
<u>Egypt</u>	3,0	2.771	38
<u>Syria</u>	3,0	2.892	27
<u>Pakistan</u>	<b>3,3</b>	2.790	24
<u>Jordan</u>	<b>3,4</b>	4.435	30
<u>Iraq</u>	<b>3,8</b>	2.626	<b>63</b>
<u>Yemen</u>	<b>4,8</b>	<b>1.231</b>	39
<u>Afghanistan</u>	<b>5,5</b>	<b>561</b>	26
<u>Congo Rep</u>	<b>5,8</b>	3.075	<b>63</b>
<u>Congo Dem</u>	<b>6,1</b>	<b>341</b>	11

red: f > 3, GDP/C < 2500 US \$/C, Oil > 45 % of production

# ”Econophysics and the Arab World”

---

Europe,  
Near East,  
Africa  
2011

