

Energy resources management

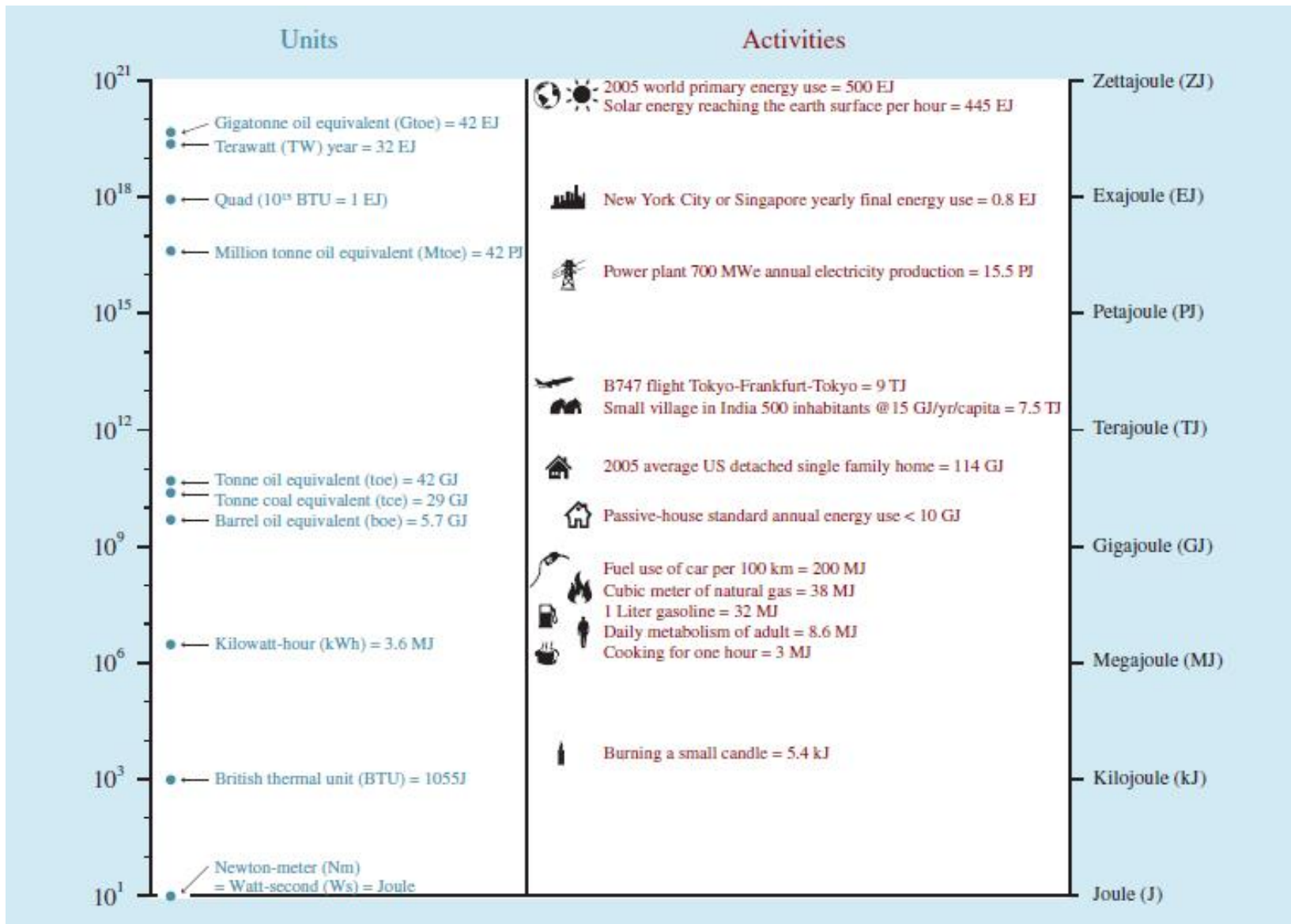
D. Sarigiannis^{1,2}

¹Aristotle University of Thessaloniki, Department of Chemical Engineering,
Environmental Engineering Laboratory, University Campus, Thessaloniki 54124, Greece

²HERACLES Research Center on the Exposome and Health, Center for
Interdisciplinary Research and Innovation, Balkan Center, Bldg. B, 10th km
Thessaloniki-Thermi Road, 57001, Greece

<http://www.enve-lab.eu/>

Energy Units and Scales



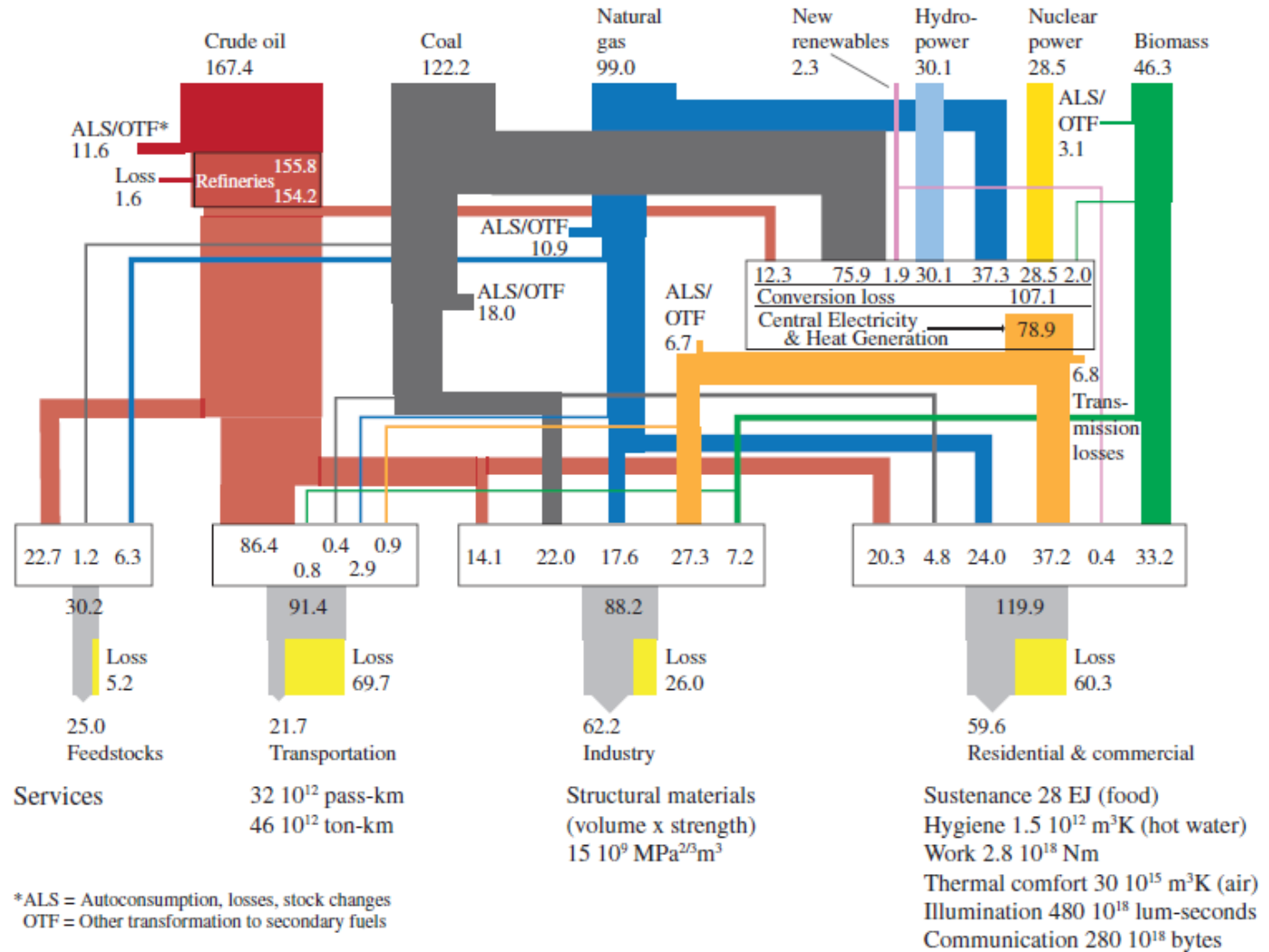
IAASA – Global Energy Assessment 2012

- **Primary energy** – embodied in resources as it is found in nature (coal, oil, natural gas in the ground)
- **Final energy** – sold to final consumers such as households or firms (electricity, diesel, processed natural gas)
- **Useful energy** – in the form that is used: light, heat, cooling and mechanical power (stationary or transport)
- **Productive energy** – the fraction of useful energy that we actually use



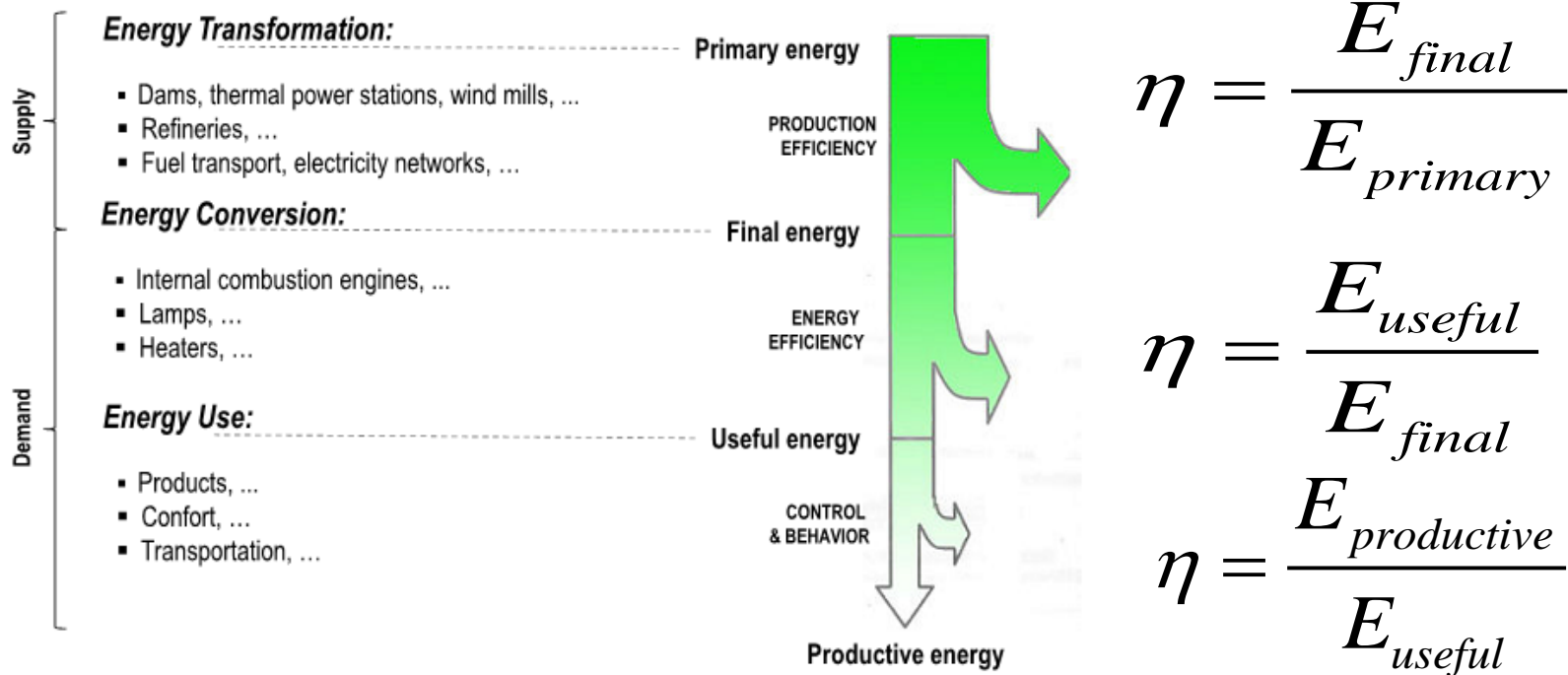


From Primary Energy to Energy Services – a global perspective



Sankey diagrams

- Schematic representation of the energy flow



Typical values of 1st law efficiencies

- 1st Law efficiencies from primary to final energy

- | | | |
|-------------------------|-------|------------------------------------|
| ▪ Refinery | ~ 95% | (crude oil into refined products) |
| ▪ Combined cycle | ~ 55% | (natural gas into electricity) |
| ▪ Rankine cycle | ~ 40% | (coal into electricity) |
| ▪ Natural gas transport | ~ 99% | (from high to low pressure) |
| ▪ Electricity transport | ~ 95% | (from very high to medium voltage) |



Refinery



CCTG Power Plant

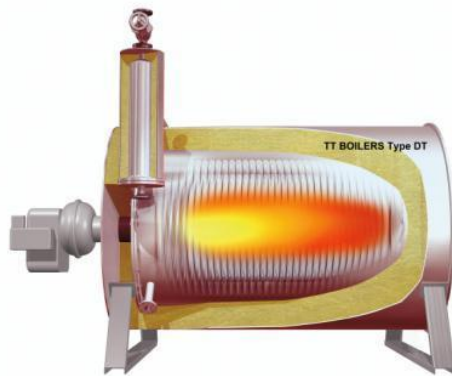


Coal Power Plant

Typical values of 1st law efficiencies

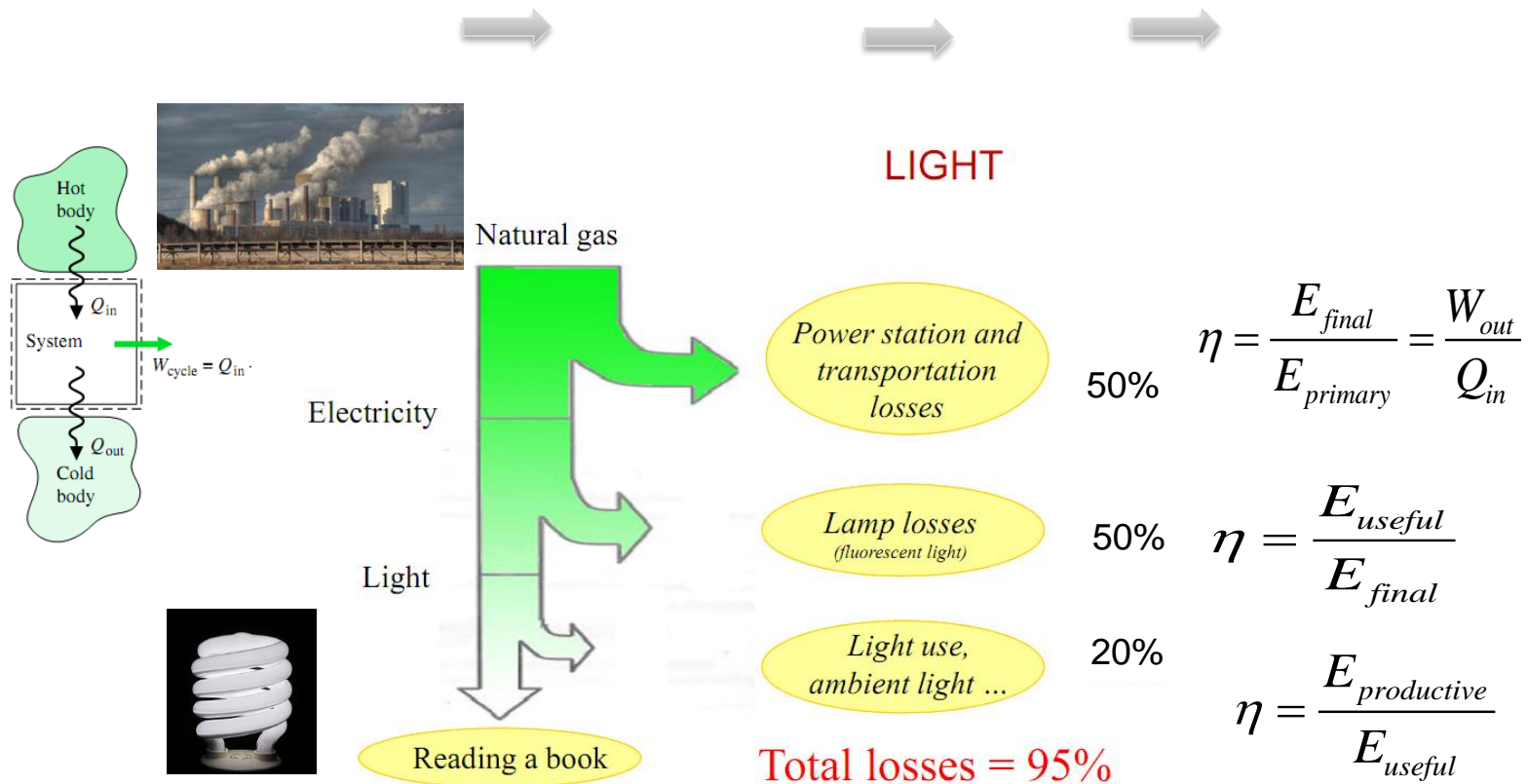
- 1st Law efficiencies from final to useful energy

- | | |
|------------------------------|--------|
| ▪ Electrical resistance | ~ 100% |
| ▪ Electric motor | ~ 90% |
| ▪ Boiler | ~ 85% |
| ▪ Fluorescent lamp | ~ 50% |
| ▪ Internal combustion engine | ~ 30% |
| ▪ Incandescent lamp | ~ 5% |



Sankey Diagram for an Energy Service

- Schematic representation of the energy flow (natural gas electricity light reading)



2nd law efficiencies

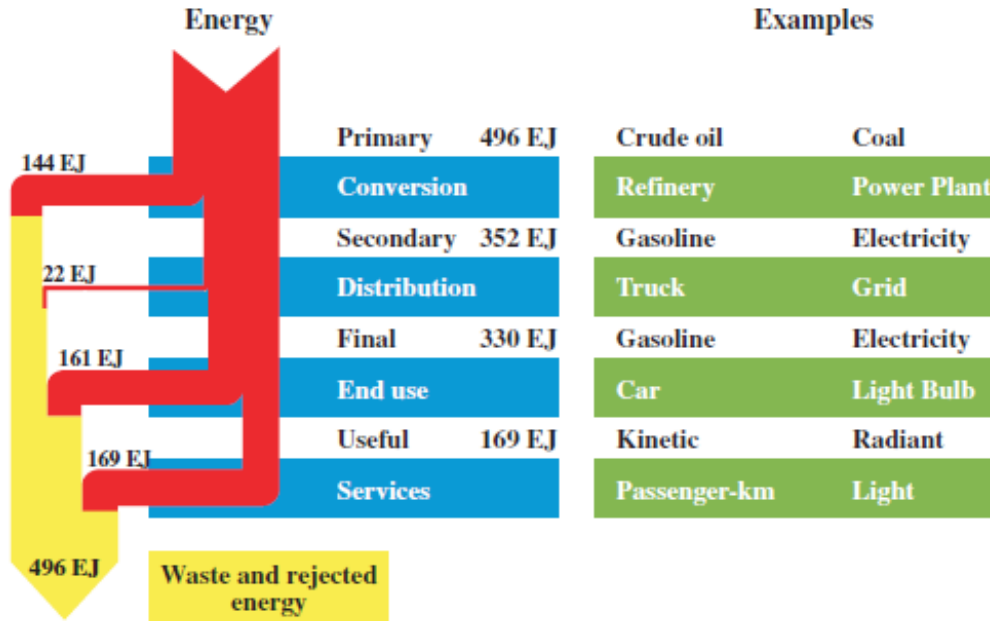
- Ratio between 1st law real and best efficiencies
- Providing 1 kWh of heat at 30°C to a building with an outside temperature of 4°C

	Electrical Resistance	Central Heating	Heat Pump	Ideal Heat Pump
Final (kWh)	1	1/0.90	1/3	1/12
Useful (kWh)	1	1	1	1
First Law ε	100%	90%	300%	1200%
Second Law ε	8.3%	7.5%	25%	100%

- Second law efficiencies provide information on how much you can improve your efficiency



World Sankey Diagram in 2005



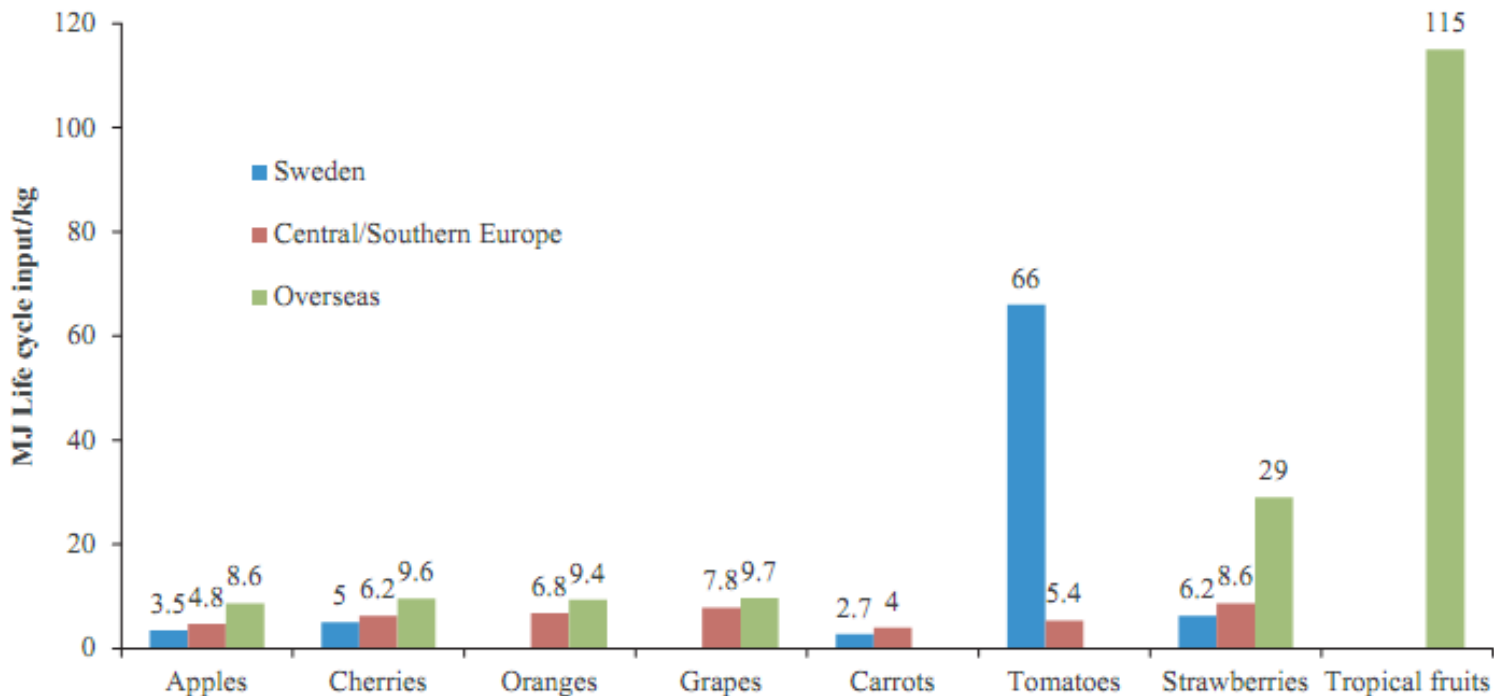
$$\eta = \frac{E_{final}}{E_{primary}} ?$$

$$\eta = \frac{E_{useful}}{E_{final}} ?$$

IAASA – Global Energy Assessment 2012

What is Energy Analysis useful for:

- Determine the energy needed to produce a product
- Compare the energy needed to produce a product in different places
 Compute energy savings due to changes in the production processes, e.g., by recycling waste glass produced inside a glass factory back to the furnace?

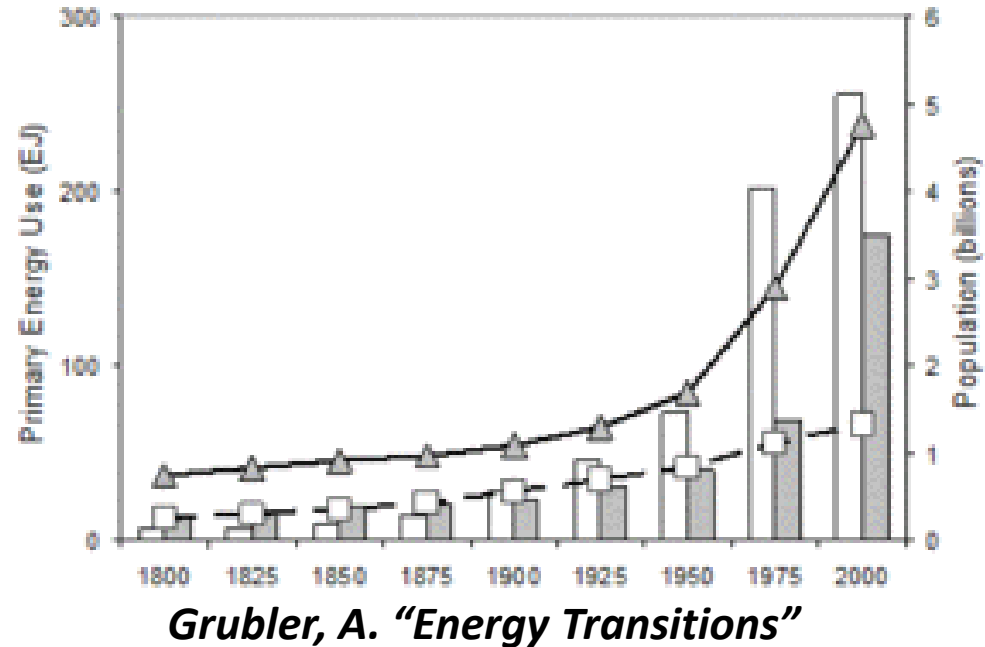


Primary Energy Use

Population (lines)
Primary energy use (bars)

industrialized countries
 (white squares and bars)
developing countries
 (gray triangles and bars)

Energy use data includes estir
 noncommercial energy use





Primary Energy Use



Population (lines)

Primary energy use (bars)

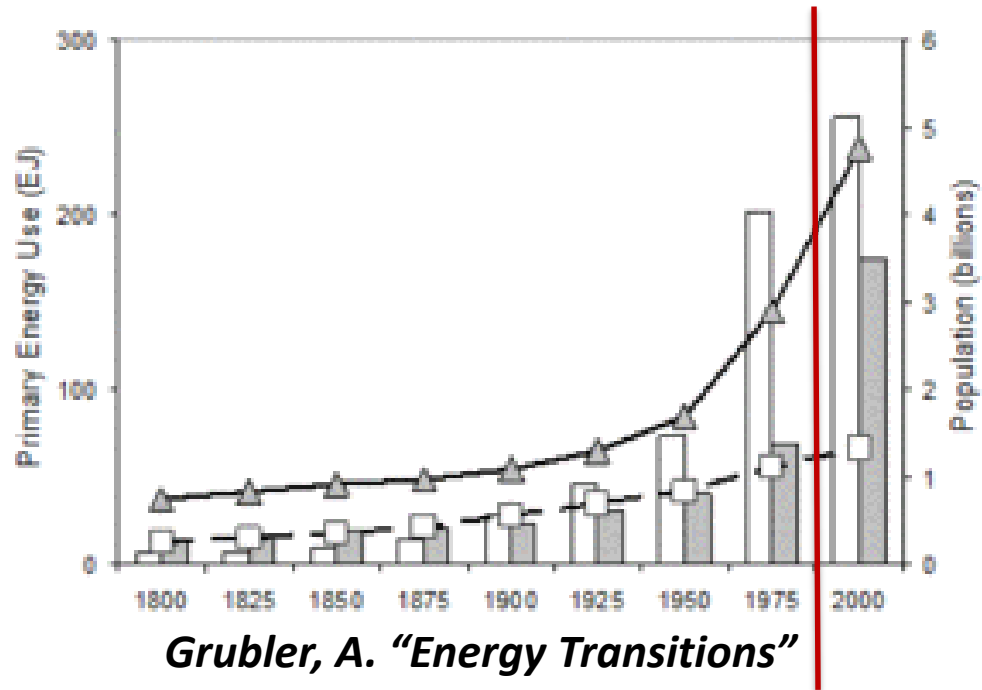
industrialized countries

(white squares and bars)

developing countries

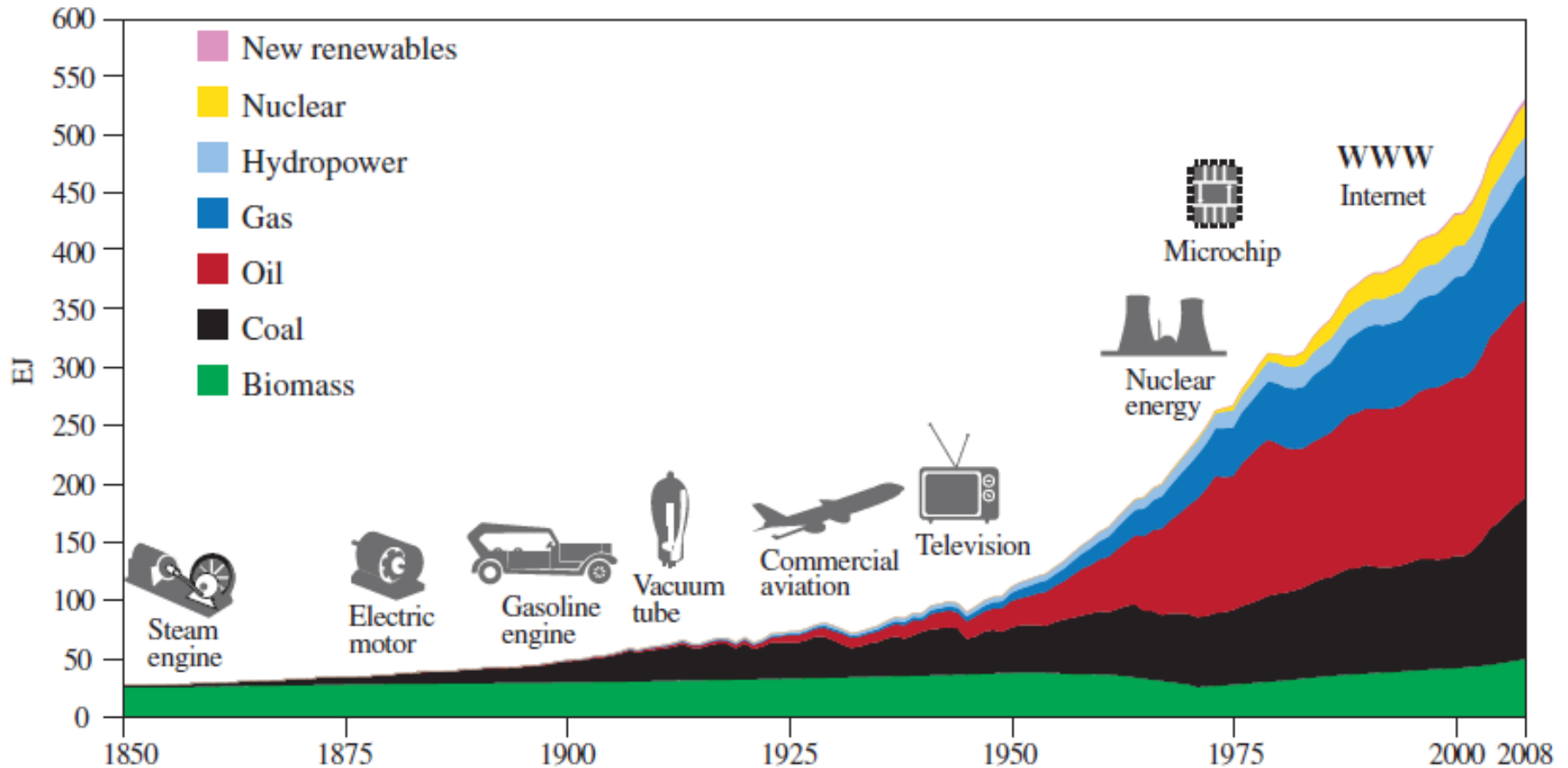
(gray triangles and bars)

Energy use data includes estir
noncommercial energy use



- Primary energy use increased more than 20-fold in 200 years
- Heterogeneity in per capita primary energy use:
 - In industrialized countries population increased linearly while primary energy use increased exponentially until recently
 - In developing countries energy use increased proportionally to population until recently
- **Primary Energy Mix ?**

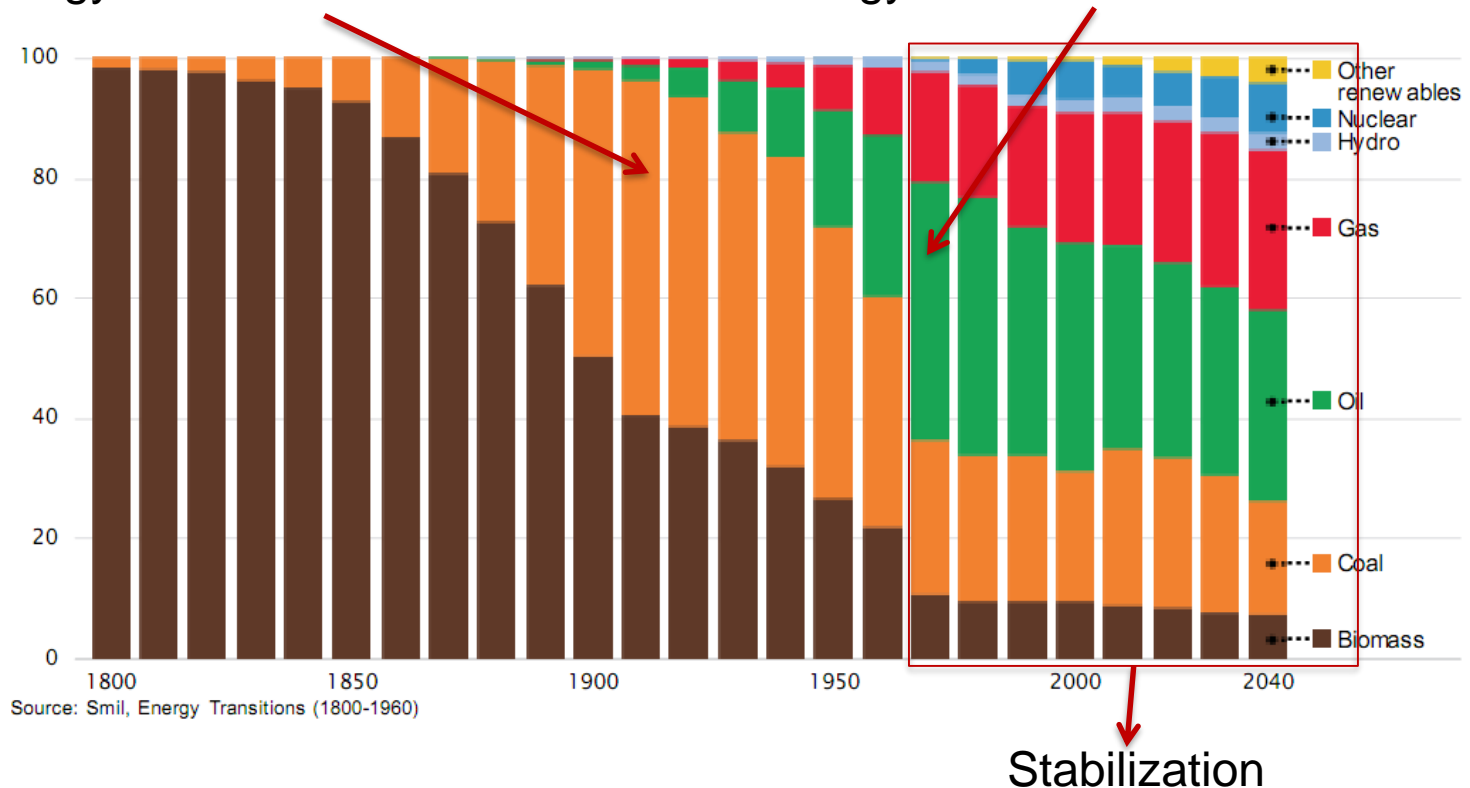
Primary Energy Mix



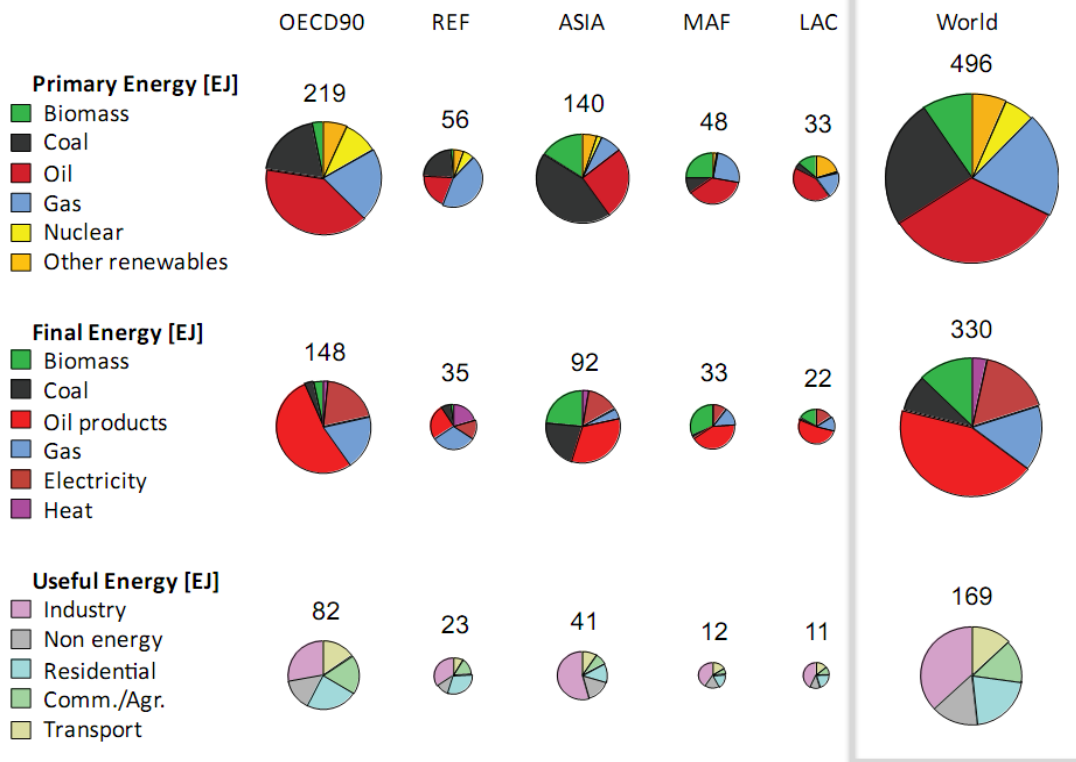
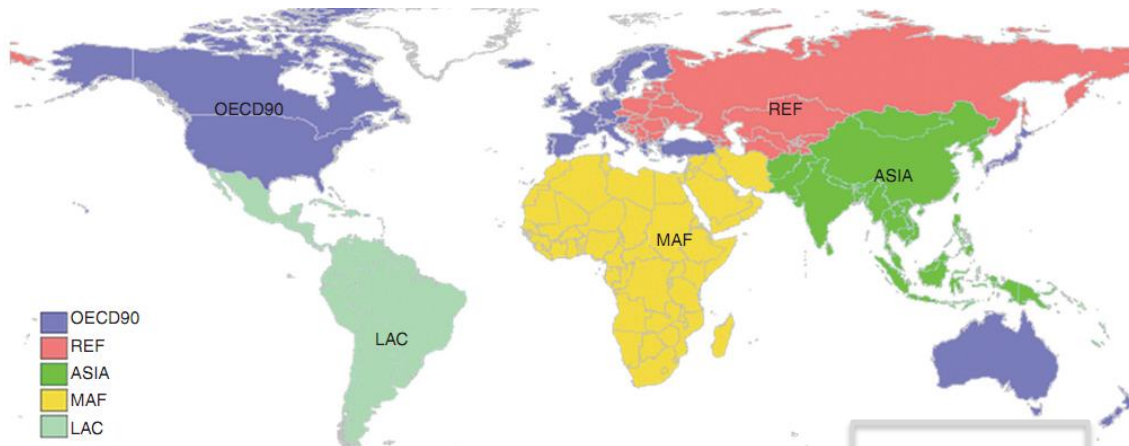
- **Energy Transition:** The switch from an economic system dependent on one or a series of energy sources and technologies to another (Fouquet & Pearson, 2012)

Energy Transition biomass to coal

Energy Transition coal to oil



Regional Energy Use in 2005





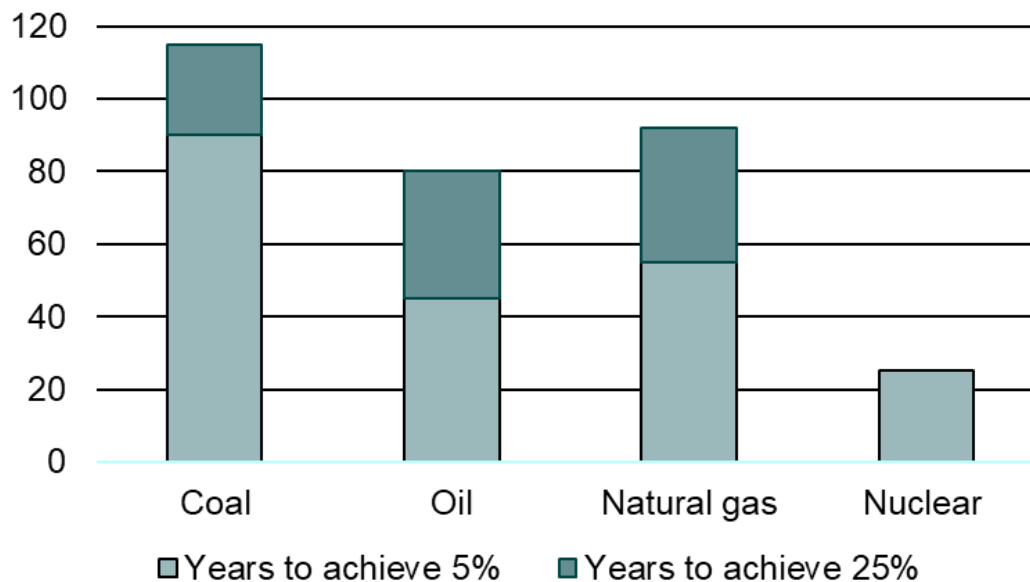
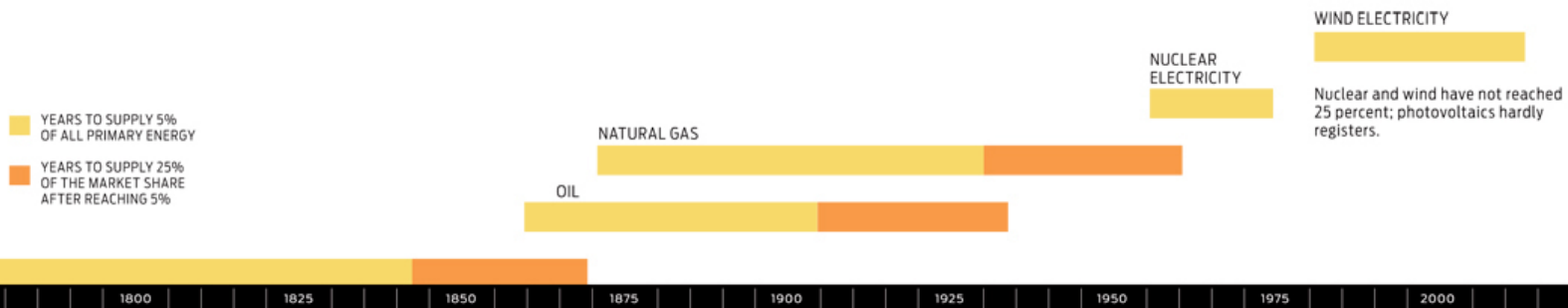
- Energy Transformations before industrial civilization:
 - Solar radiation – **food & feed**, **light** and **heat**
 - Animate labor from humans and work animals (levers, inclined planes, pulleys) – **mechanical work & transport**
 - Kinetic energies of water & wind – **mechanical work & transport**
 - Biomass fuels (wood, charcoal, crop residues, dung) – residential & industrial **heat** and **light**

Why do energy transitions occur?

Main Drivers/Catalyst for adoption of a new energy carrier:

- Price of energy
- Better/Different Service
- Technological change and innovation
- Efficiency improvements

Conceptualizing energy transitions



Conceptualizing energy transitions

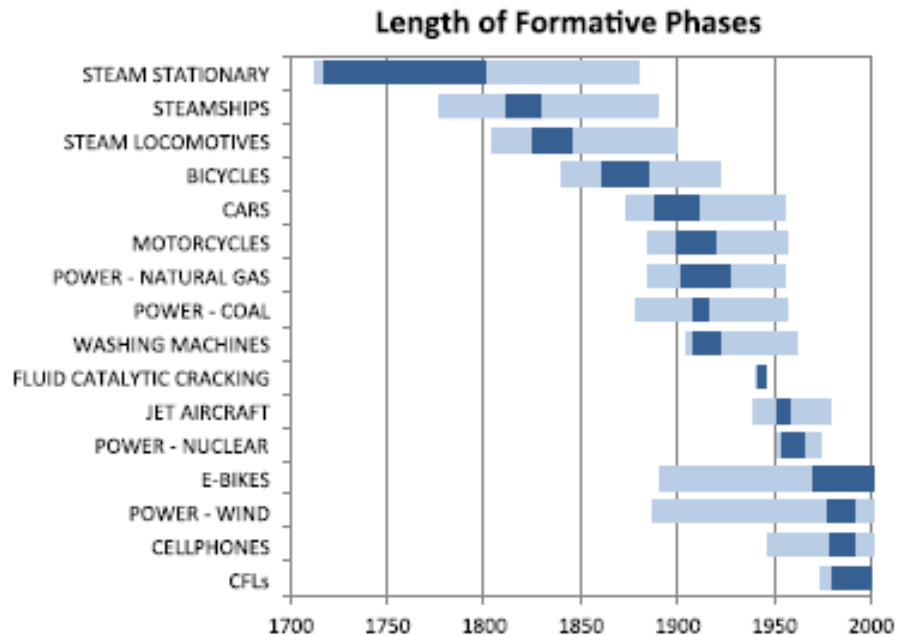


Fig. 1. Durations of formative phases for energy technologies are at a decadal scale [4]. Note: Ranges refer to alternative definitions for the start and end points of formative phases, and so capture measurement uncertainties.

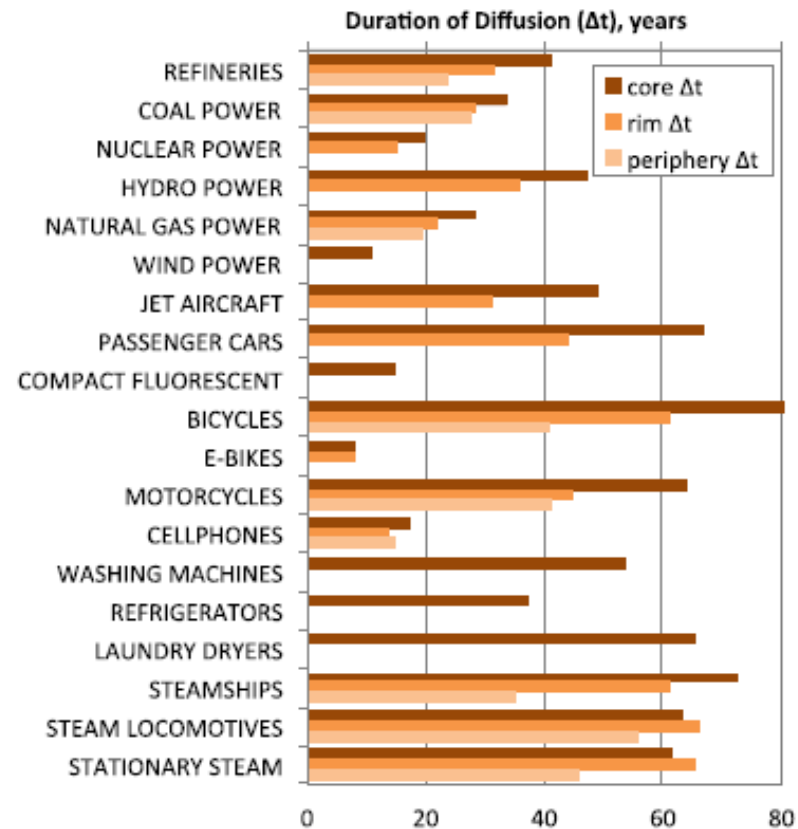
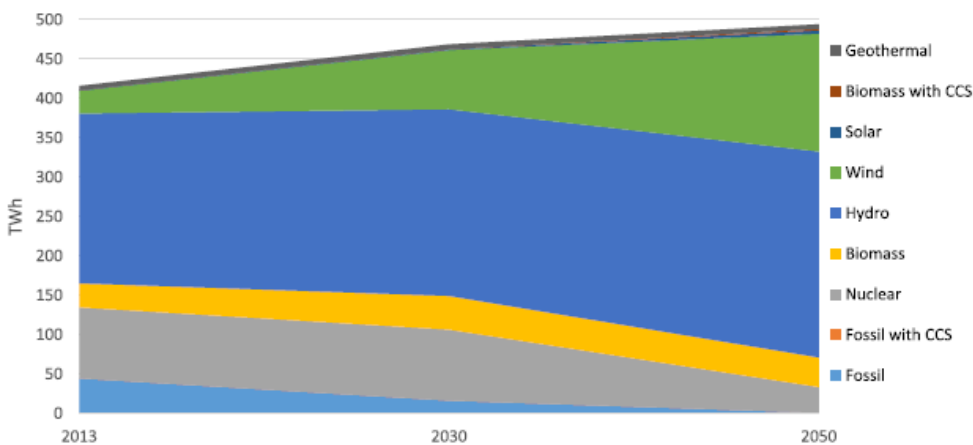


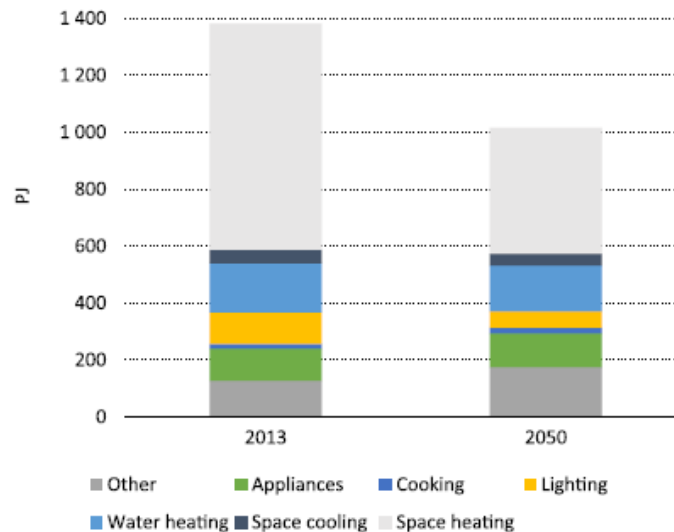
Fig. 2. Diffusion speeds accelerate as technologies diffuse spatially. Notes: Bars show durations of diffusion measured by cumulative total capacity installed, with historical data fitted via a logistic growth curve and the diffusion duration expressed as Δt in years. 'Core' is typically within the OECD; 'Rim' is typically Asian countries; 'Periphery' is typically other world regions. For details and data, see: [42,3].

Rethinking transitions: electricity, heat, and buildings

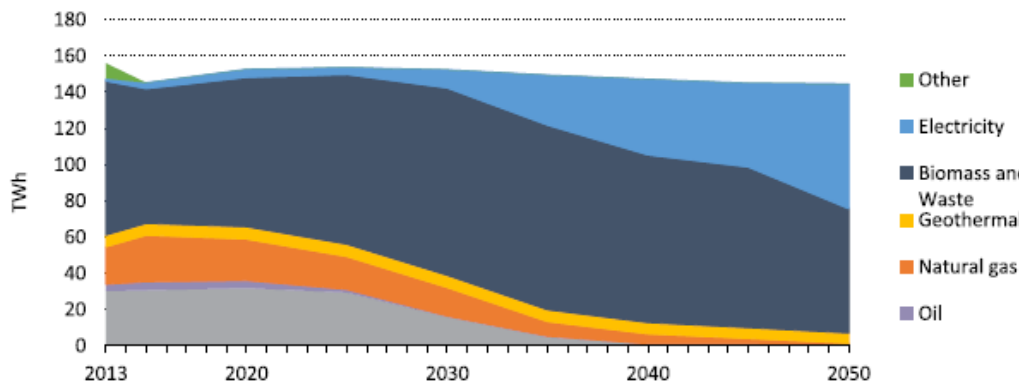
a. Top panel: Electricity generation



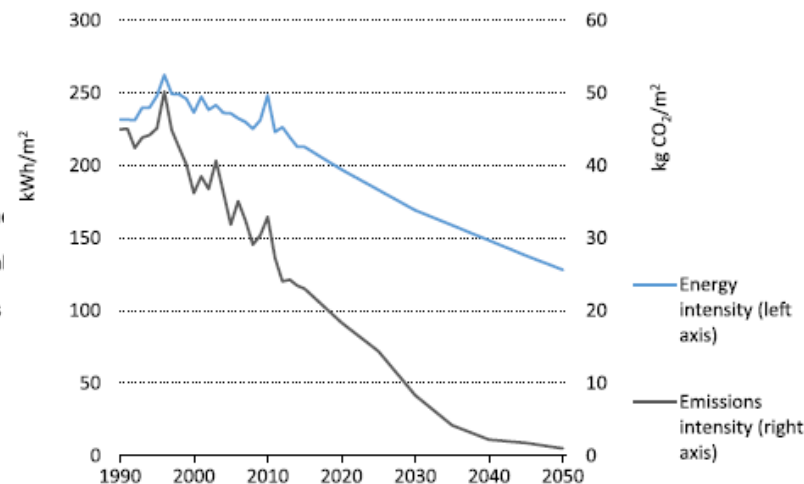
a. Top panel: Buildings energy consumption, 2013 and 2050



b. Bottom panel: heat supply

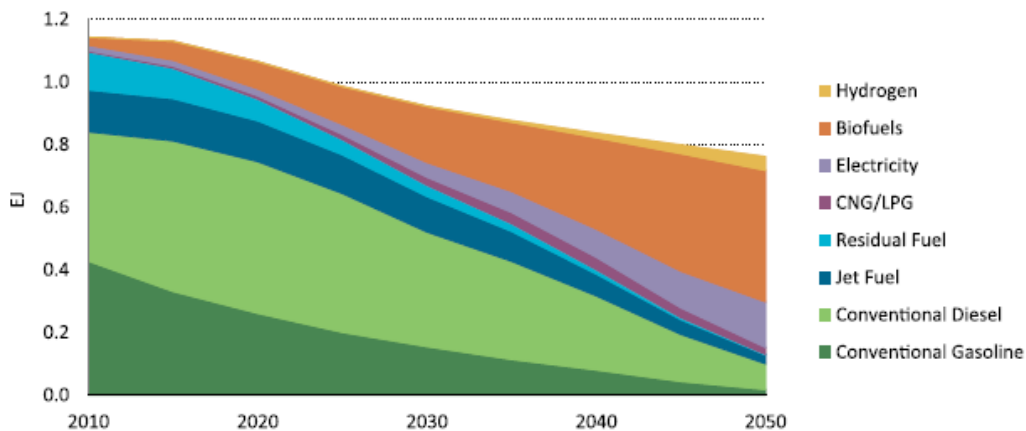


b. Bottom panel: Energy intensity and emission intensity, 1990 to 2050

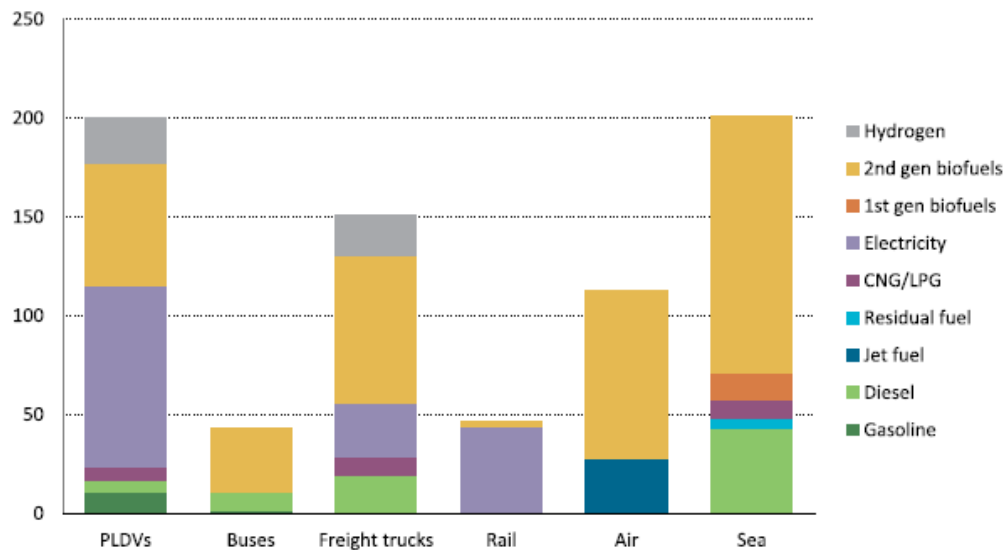


Rethinking transitions: transport fuel

a. Top panel: by fuel source, 2010-2050



b. Bottom panel: by transportation mode, 2050



Rethinking transitions: industrial emissions

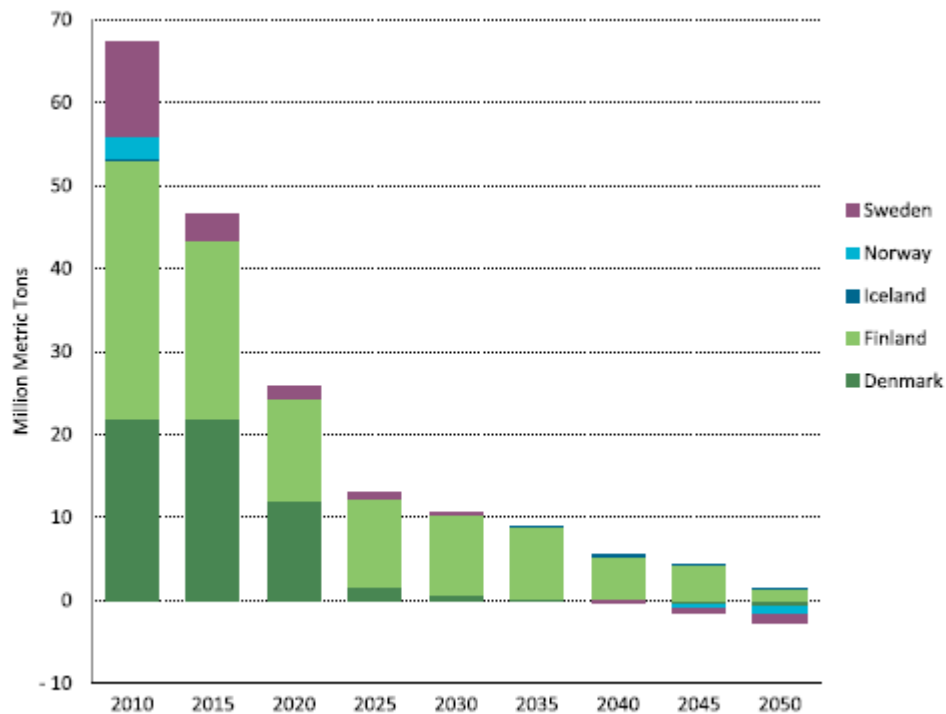
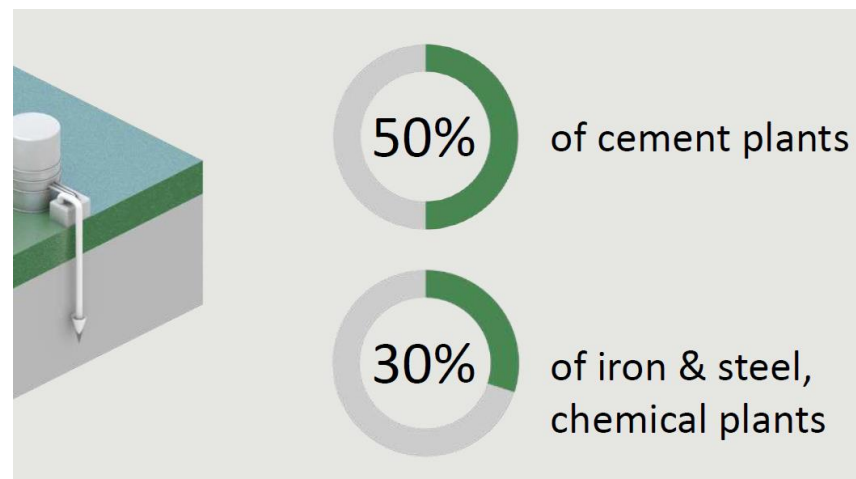


Fig. 11. Nordic Carbon Dioxide Emissions by Country, 2010–2050.

CCS utilization by 2050:

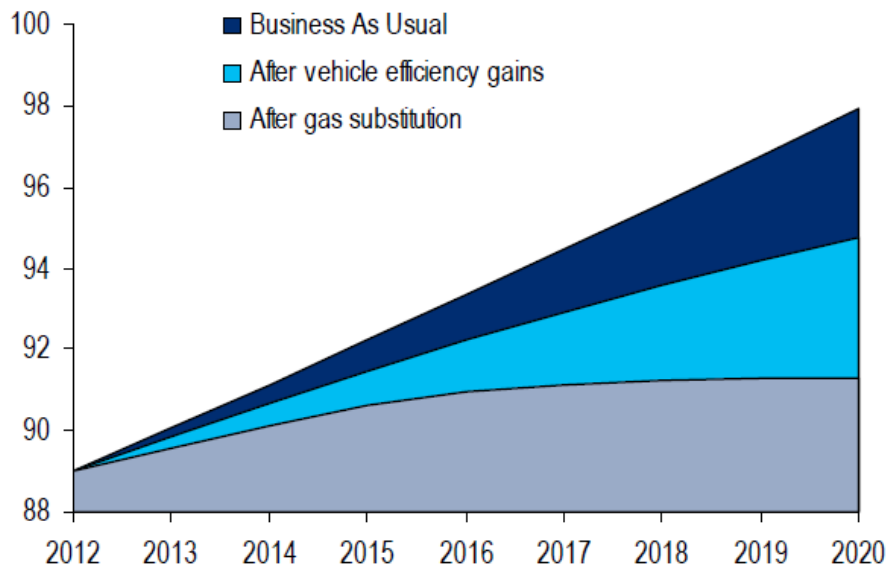


Global Oil Demand Growth – The End Is Nigh
26 March 2013

Citi Research

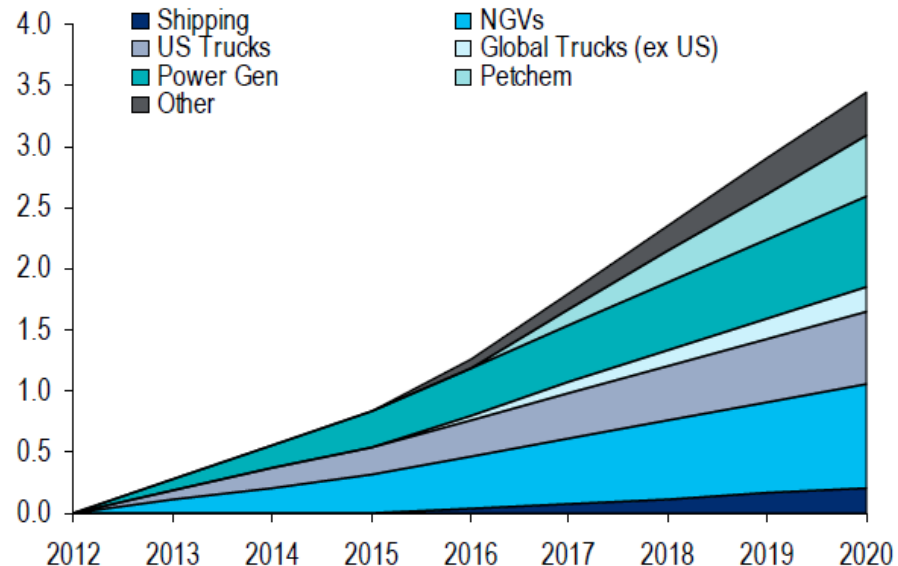
Global Oil Demand Growth – The End Is Nigh

Figure 1. Global Oil Demand Projections:-mb/d



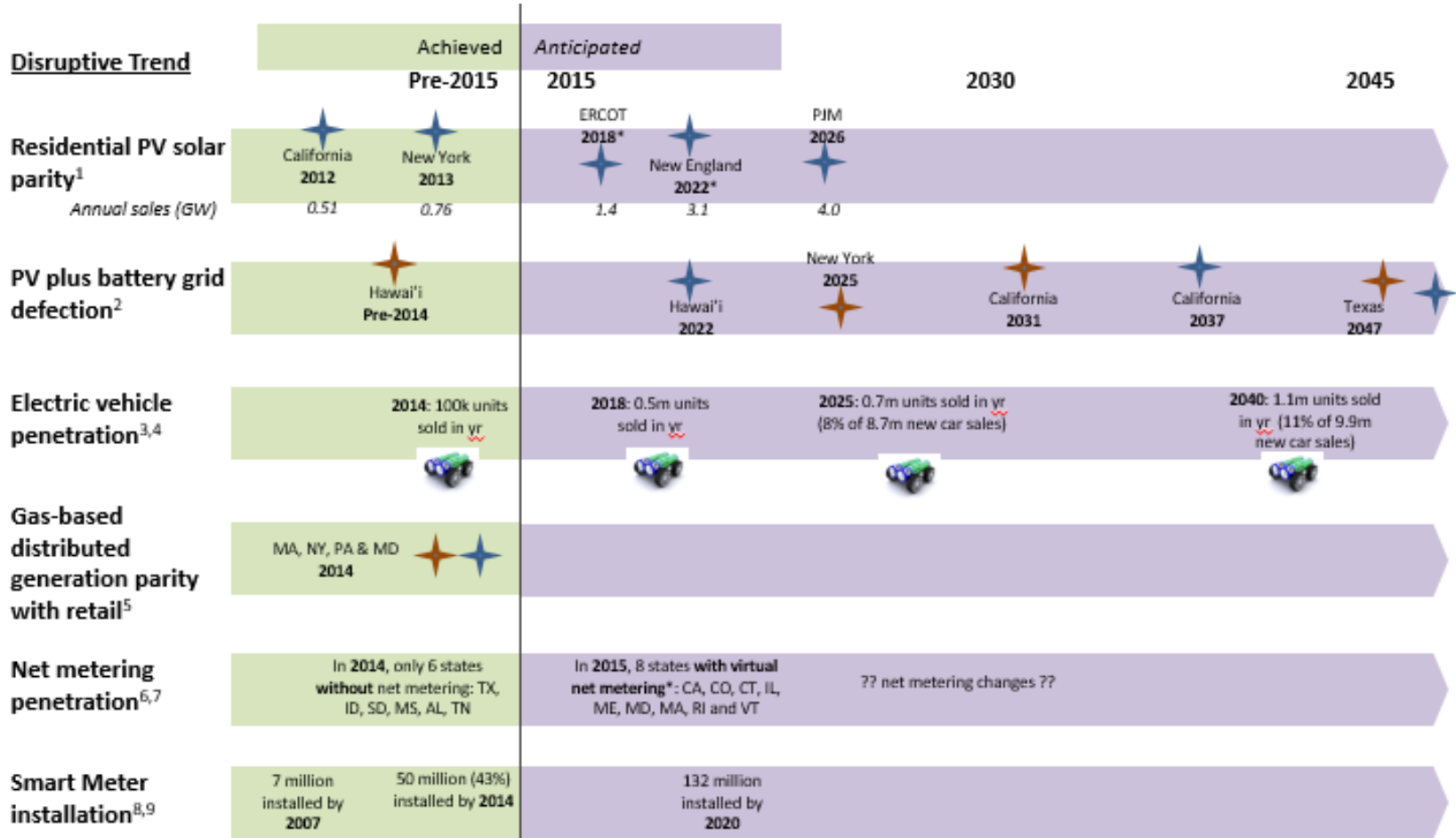
Source: Citi Research

Figure 2. Potential Natural Gas Substitution For Oil:-mb/d



Source: Citi Research

The energy transition is already happening?



¹ Bloomberg New Energy Finance; ² EPRI; ³ UBS; ⁴ U.S. Energy Information Administration; ⁵ GDF SUEZ; ⁶ Renewable Energy World.com; ⁷ Seia.org; ⁸ IIE; ⁹ Telefonica

* Enables multiple homeowners to participate in the same metering system and share the output from a single facility that is not physically connected to their property or meter



The energy transition is already happening?

Creative destruction

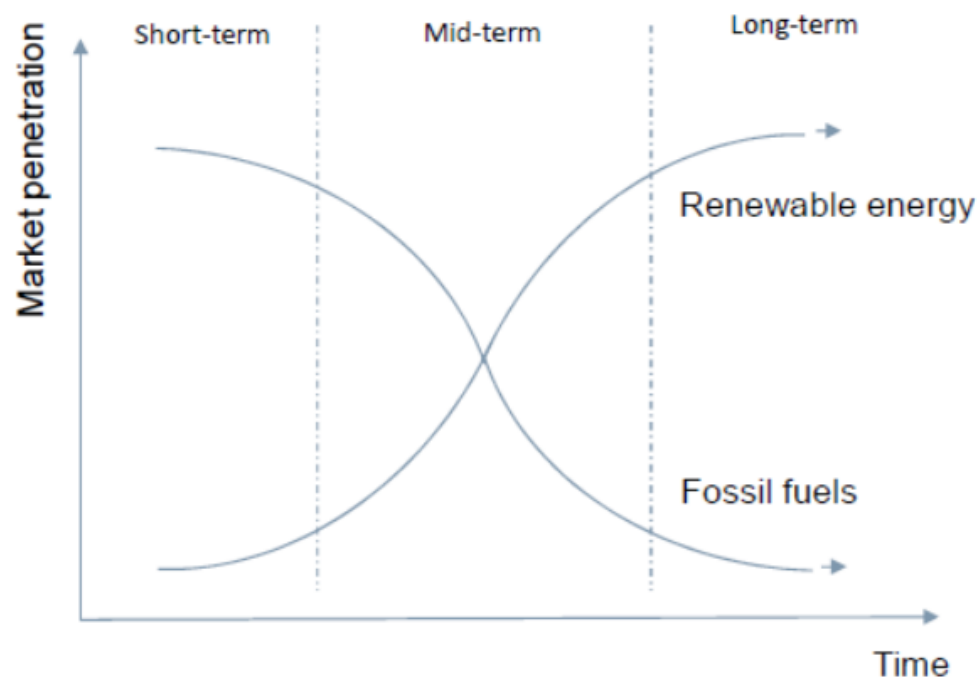
- Industrial competition for renewable generation tech
- Stranded fossil assets and political instability

Markets and trade

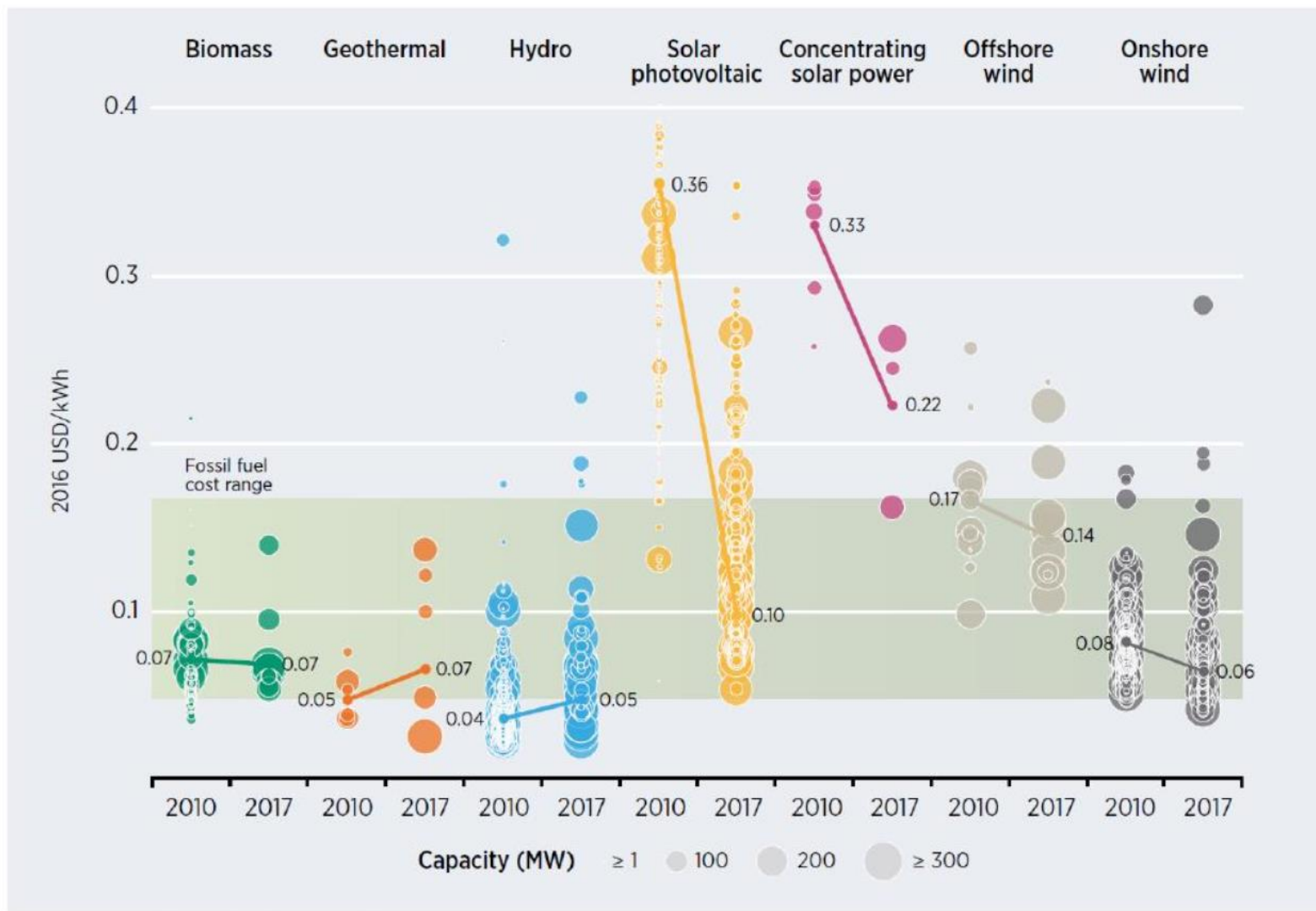
- Decline in volumes?
- Changing nature (LT -> ST)

Multi-speed transition

- Smooth energy transition?
- Political climate leadership



Cost of RE drastically declined



Rethinking transitions: Active phaseouts?

Accelerating low-carbon innovation: the role for phase-out policies

Policy Briefing 05

March 2017

1. Control policies

This group of policy instruments aim to reduce carbon emissions from specific technologies or sectors. This is either through market mechanisms (in the UK, examples include the carbon floor price and EU Emissions Trading System (ETS)) or regulation (such as mandatory energy efficiency requirements for appliances, vehicle emission standards, zero carbon buildings, and a ban of incandescent light bulbs).

2. Changing market rules

These are rules that are applied at a broader level than control policies and typically address a whole market, sector or system, or even cross several systems. One example is the UK's 80% carbon reduction target, as set out in the Climate Change Act 2008.

3. Reduced support for dominant carbon intensive technologies or practises

High-carbon technologies and practises may receive support in a number of forms. These should be acknowledged and then reduced and removed over time. Examples include subsidies or tax exemptions.






4. Ensuring a balanced debate by developing actors or networks in emerging sectors

Incumbent industries can have a strong influence on policy decisions, whereas emerging innovations are unlikely to have well developed and influential networks. This imbalance can be addressed by creating new committees or networks involving actors mainly supporting low- and zero-carbon innovations in order to ensure incumbents are not given unfair weight in policy making processes.



Shifts in business models and value creation alongside technology



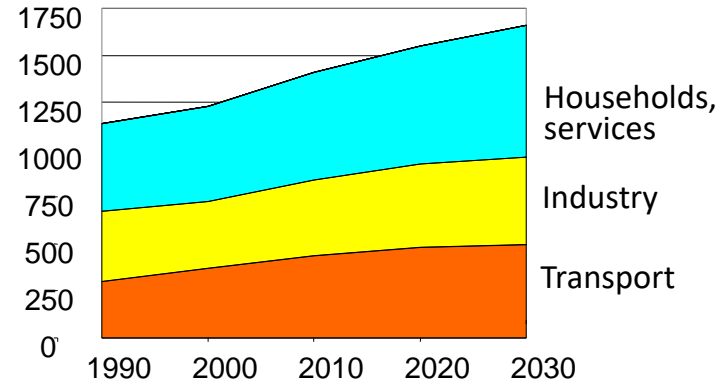
Trends pushing down the cost of solar, other renewables and energy efficiency	Examples
 <p>Increasing technical innovation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • New battery chemistries • New solar PV technologies
 <p>Synergistic solutions increasing the value of renewables</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solar PV + battery storage • IT and storage for peak shaving
 <p>Data and internet of things increasing integration</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sensors • Predictive software • Demand response automation
 <p>Innovative business models increasing customer bases</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No up front costs • Funnel analysis • Value beyond energy
 <p>Innovative financing reducing cost of capital</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Third-party financing • Green bonds • YieldCos

The basic facts about energy

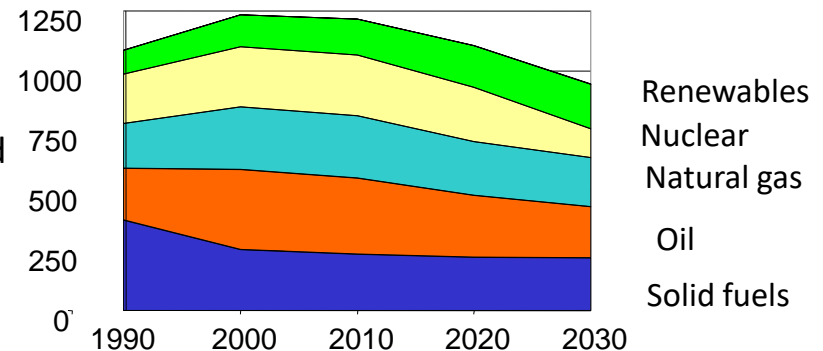
Energy self sufficiency is impossible to achieve

An energy-intensive economy: consumption + 1 to 2%/ year

Europe-30: final energy consumption (in mtoe)



Europe-30: energy production, reference scenario (in mtoe)



EU resources are limited

Coal: cost of production is 4 - 5 times the world price

Oil: cost of production 2 - 7 times the world price, 8 years' reserve

Natural gas: 2% of the world's reserves, 20 years' reserve

Uranium: 2% of the world's reserves, 40 years' reserve

Renewables: potential abundance

Worldwide primary energy production and emissions of CO₂

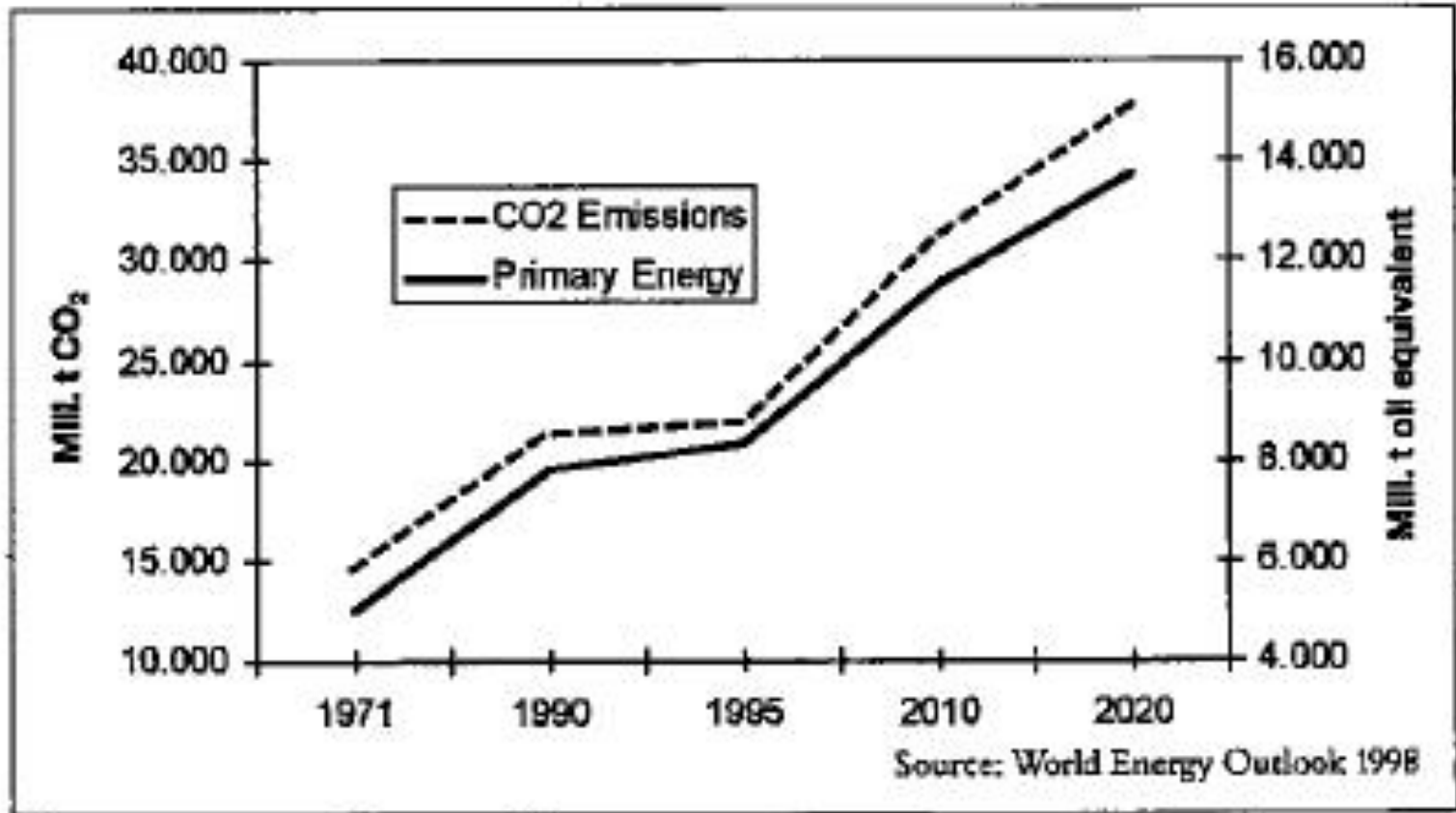
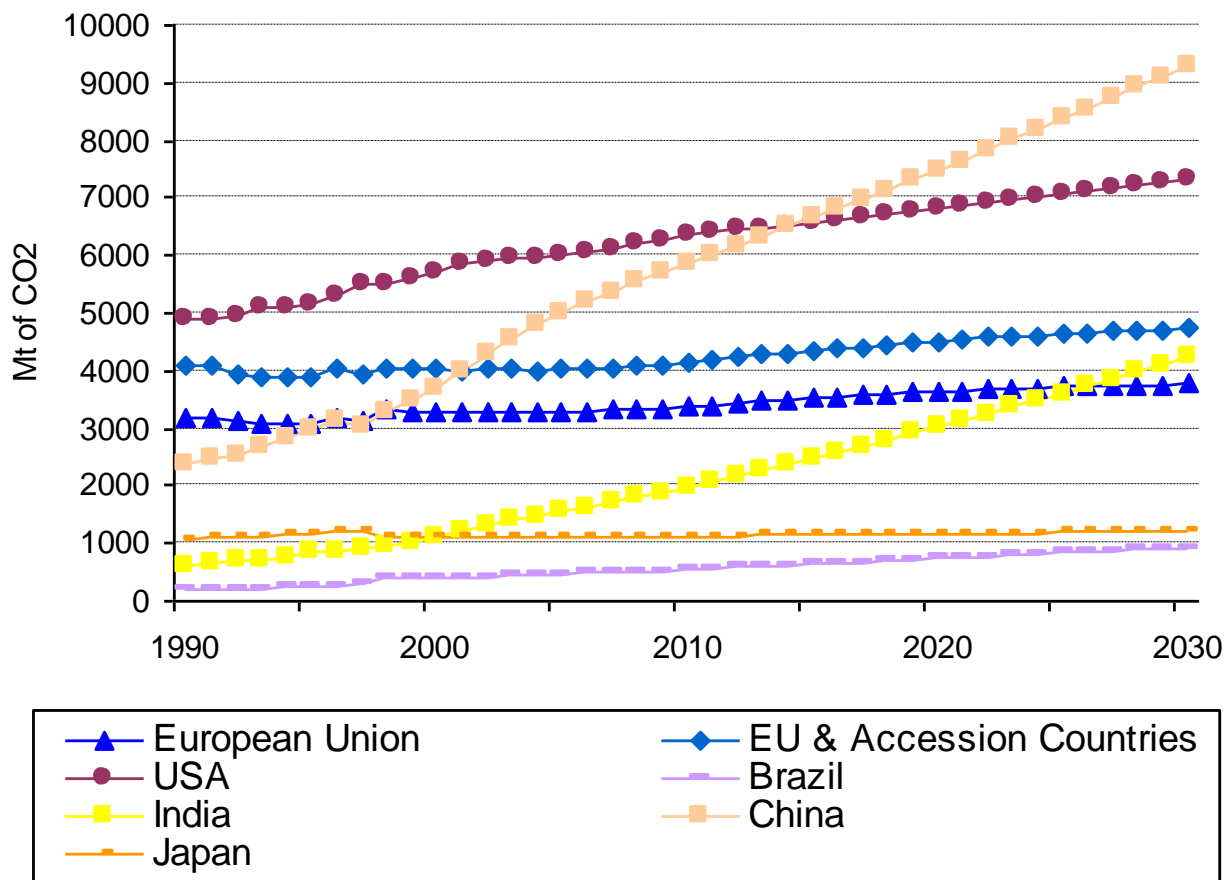
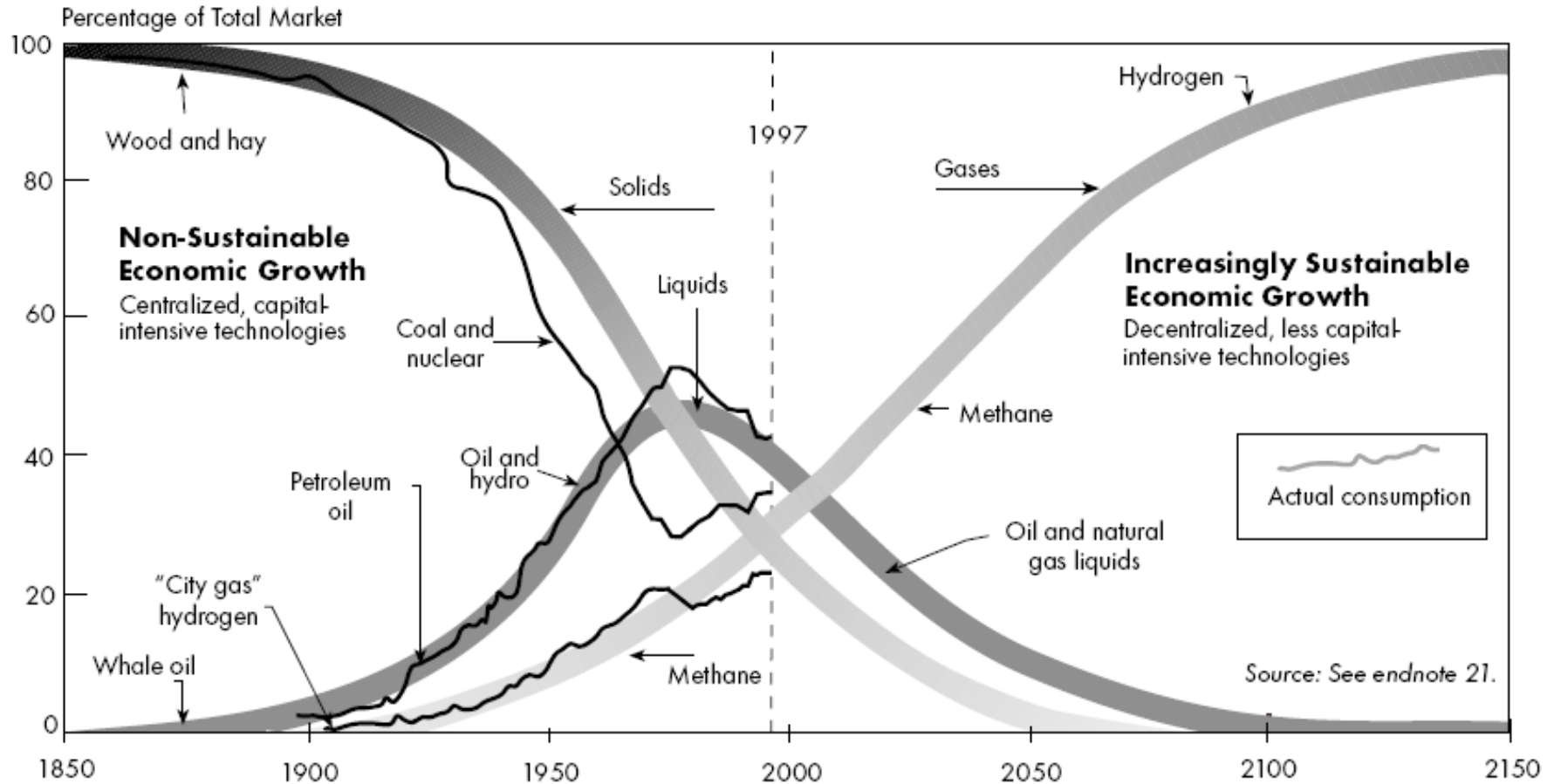


Figure 1: World Total Primary Energy Supply and CO₂ Emissions 1971–2020

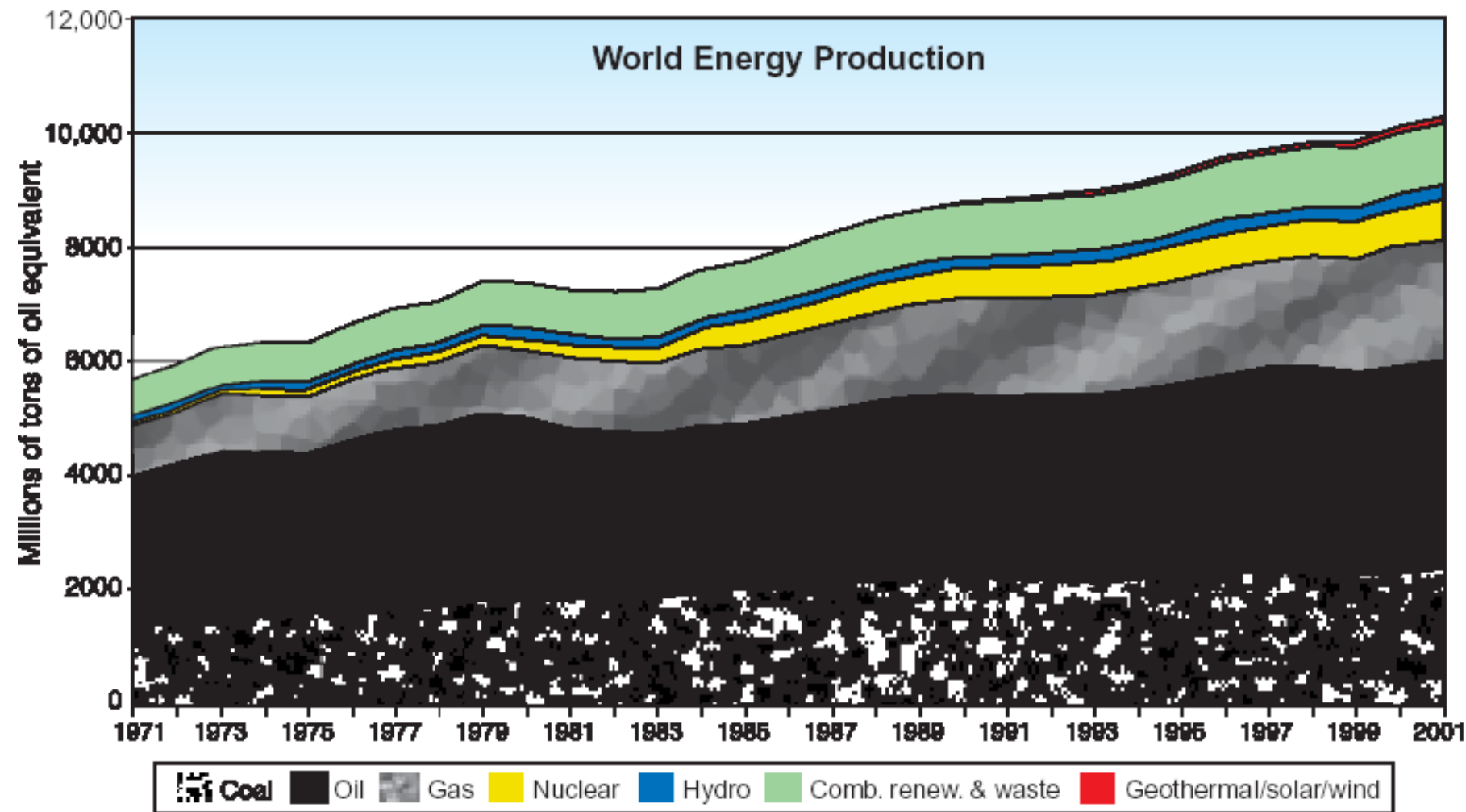
Global CO₂ emissions from energy production



Global trends for substitution of primary energy resources



depends more and more on fossil fuels

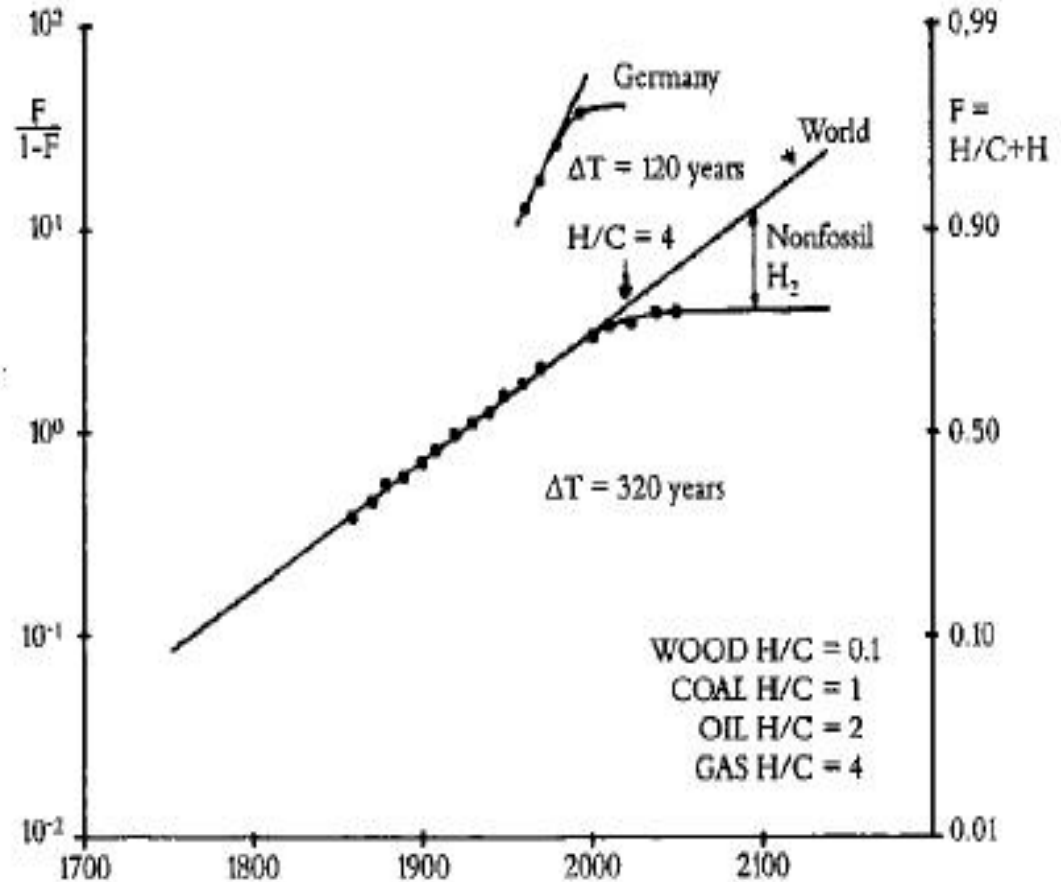
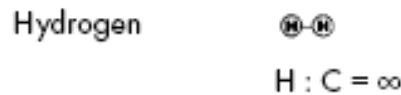
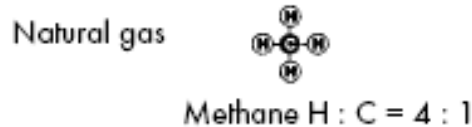
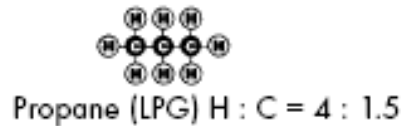
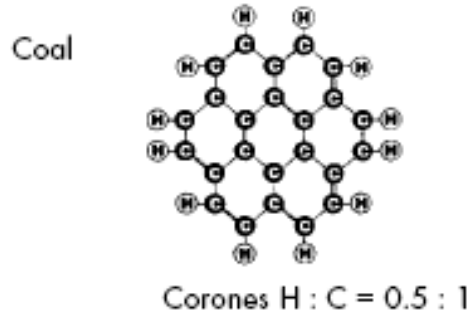


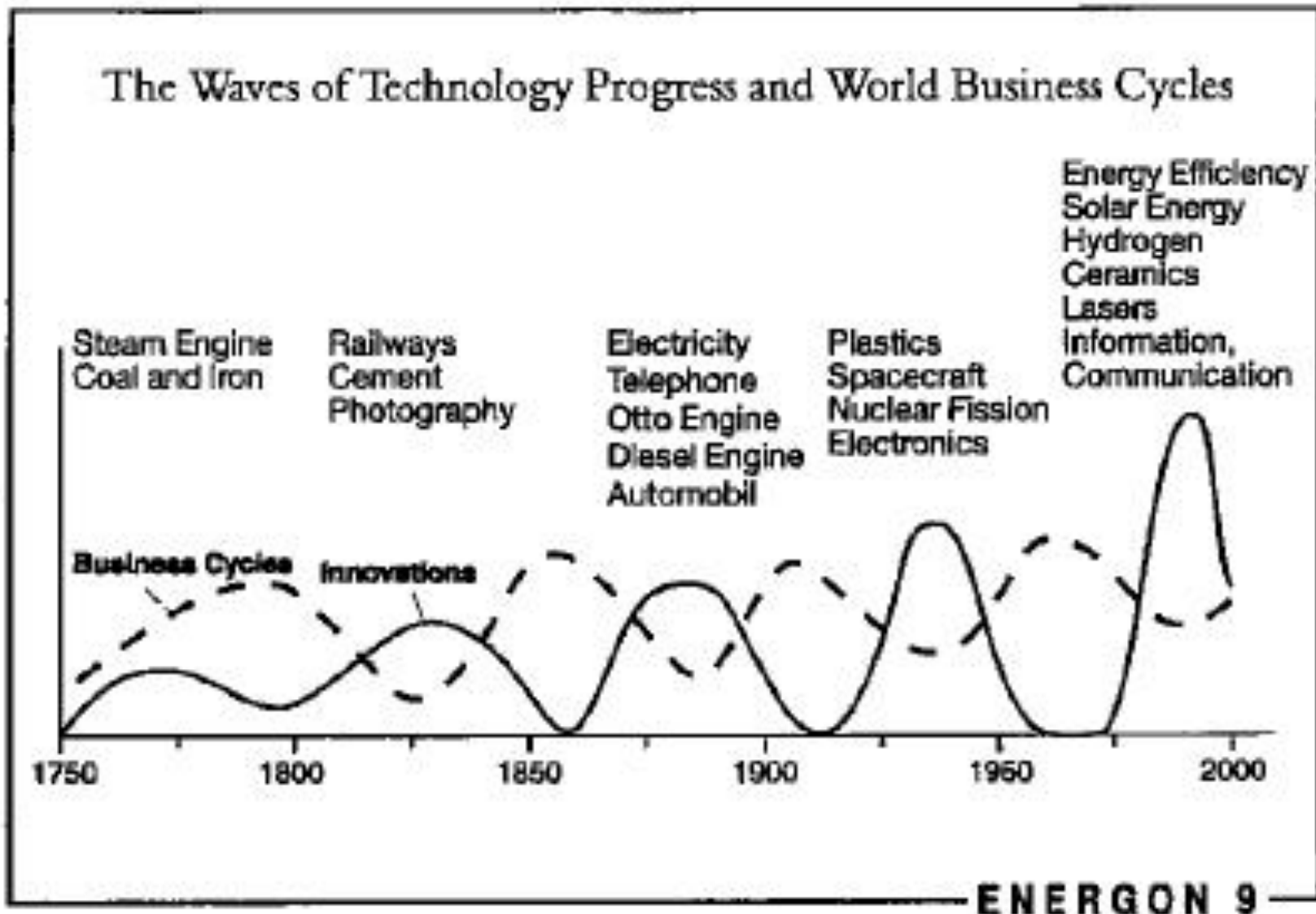


Evolution of the H:C ratio in the global fuel mix

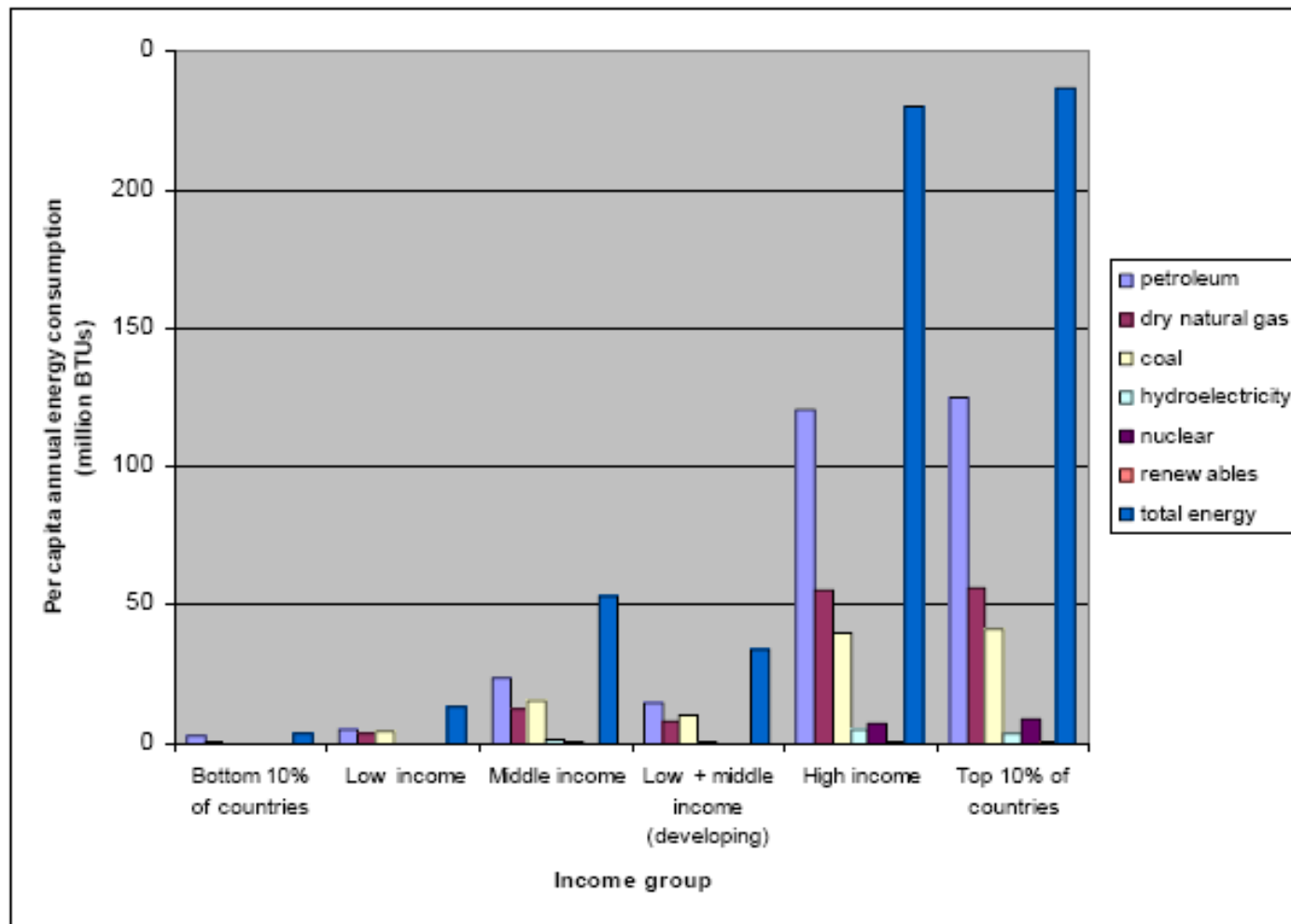


Atomic Hydrogen/Carbon Ratio

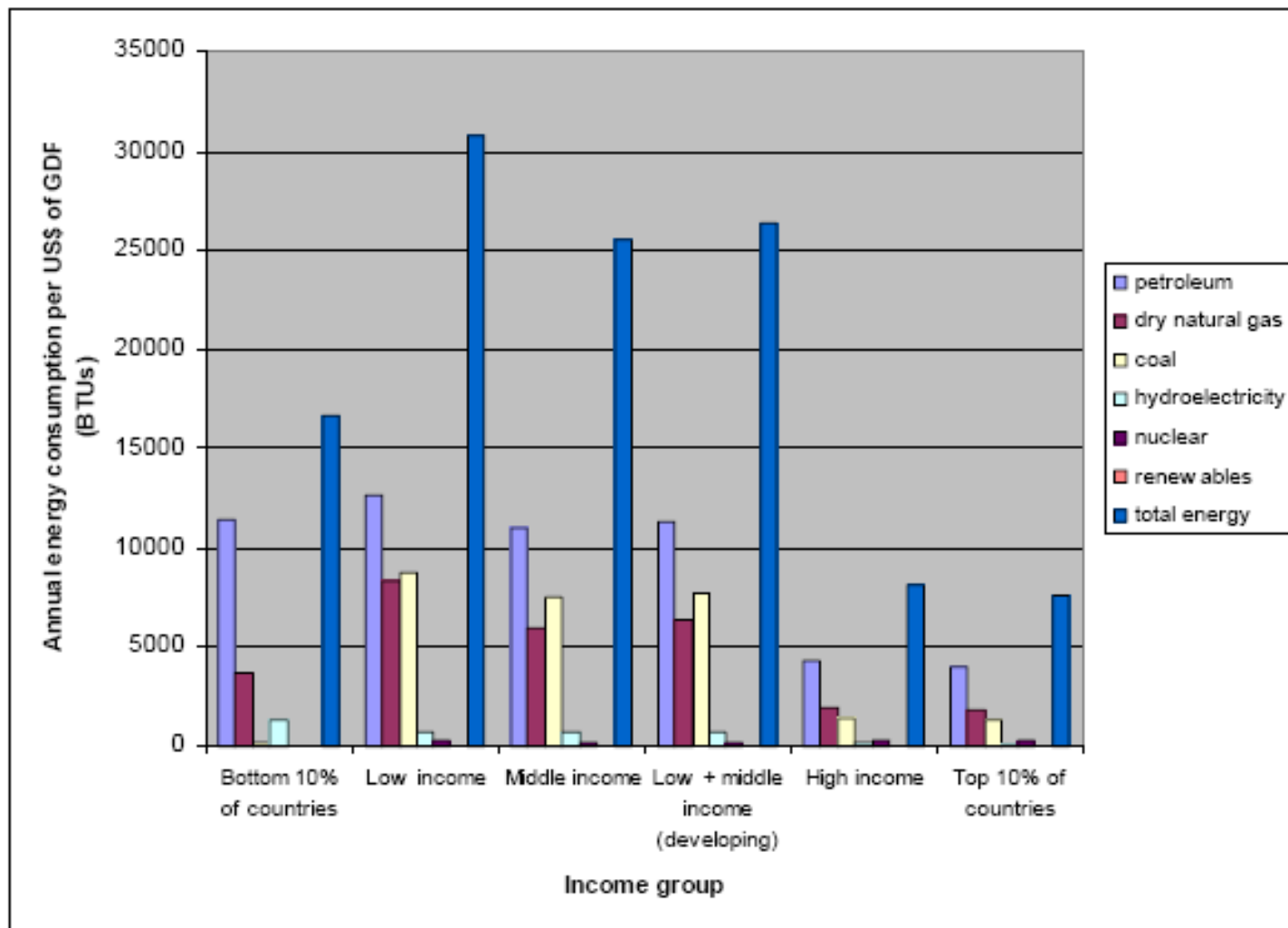




Per capita annual energy consumption classified by income group



Energy consumption intensity per income group



- **Meeting EU Kyoto Commitments**
8% CO₂ reduction by 2008-12 compared to 1990
Much deeper reductions required by 2015-2025...
- **Maintaining Security of Supply**
Green Paper of Nov. 2000 launched debate on a future EU energy strategy addressing both demand and supply sides
- **Promoting Industrial Competitiveness**
Hydrogen and fuel cell technologies forecast as paradigm shift in way we produce and use energy

Action Plan on energy efficiency

→ Improving Energy Efficiency: + 18% from 1995 to 2010

→ Increasing the Share of Cogeneration: 12% of EU-15 electricity by 2010

White Paper on Renewable Energies

→ Doubling the Share of Renewable Energies from 6 to 12% of final energy

White Paper on EU transport policy

→ 20 % substitution of diesel and gasoline by alternative fuels by 2020

Communication on Alternative Fuels

→ Hydrogen : 5% of road transport fuel by 2020

→ Alternative motor fuels contact group report 2003

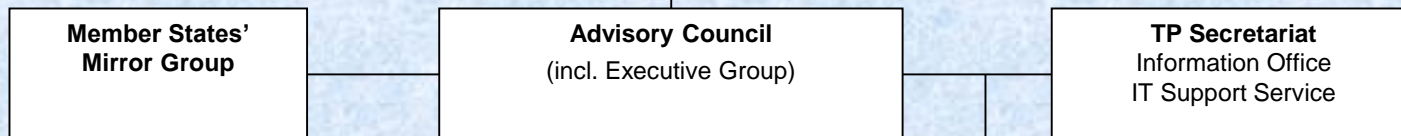
See http://europa.eu.int/comm/energy_transport/en/fa_en.html

Support development of sustainable energy technologies including RTD on hydrogen and fuel cell technologies

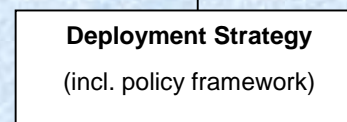
HLG Vision

Commission H/FC Project Team
(Inter-service Group)

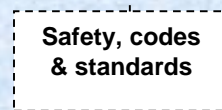
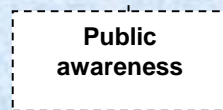
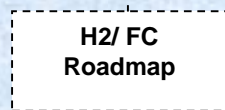
H2/ FC TECHNOLOGY PLATFORM



Steering Panels :

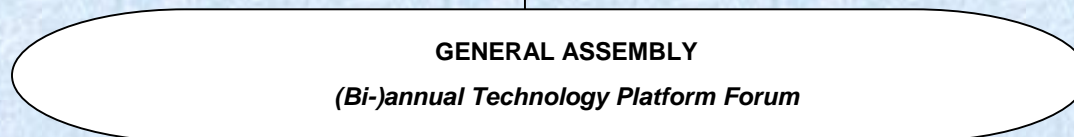


(possible) Initiative Groups :

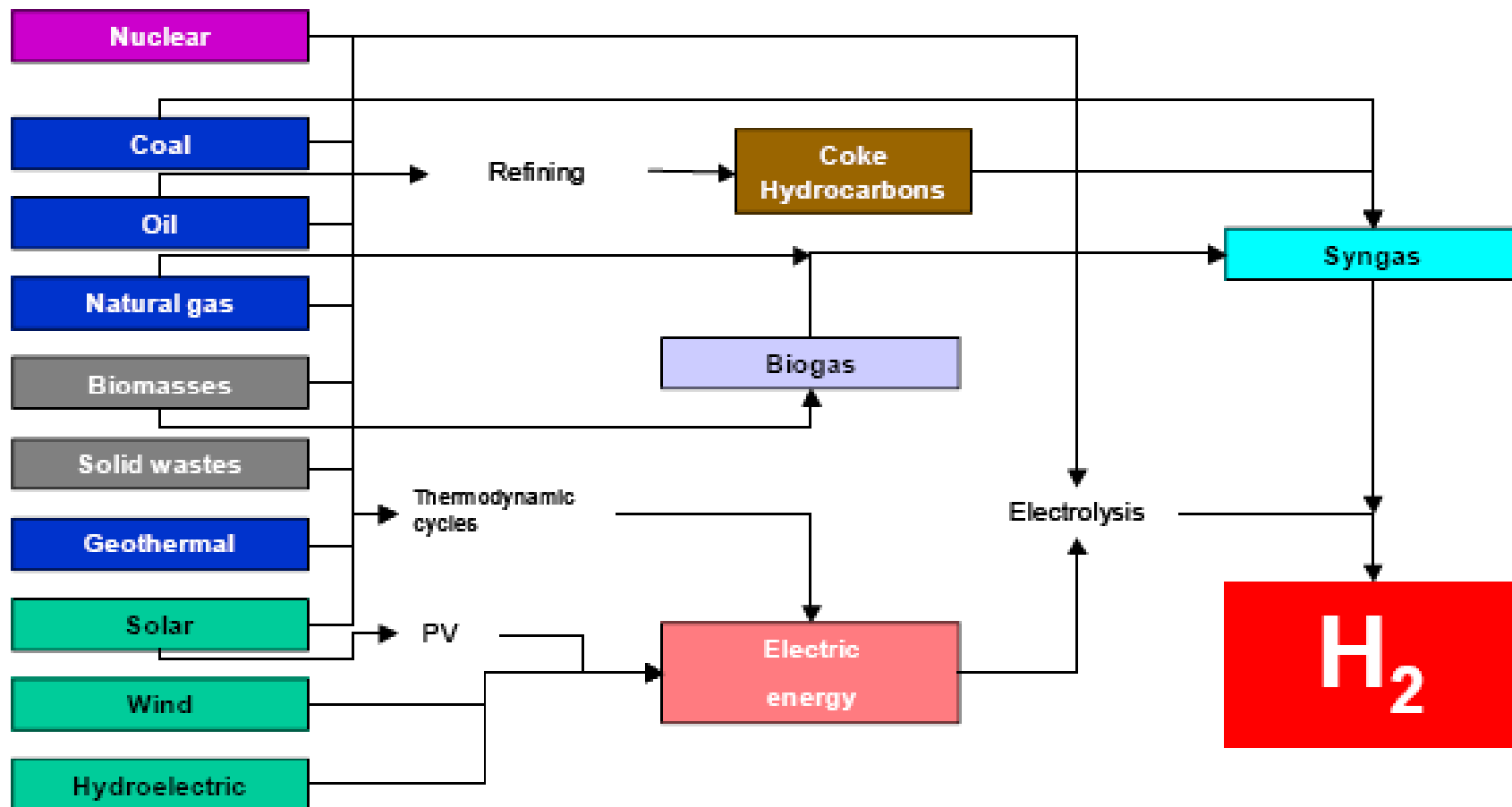


PLATFORM OPERATIONS

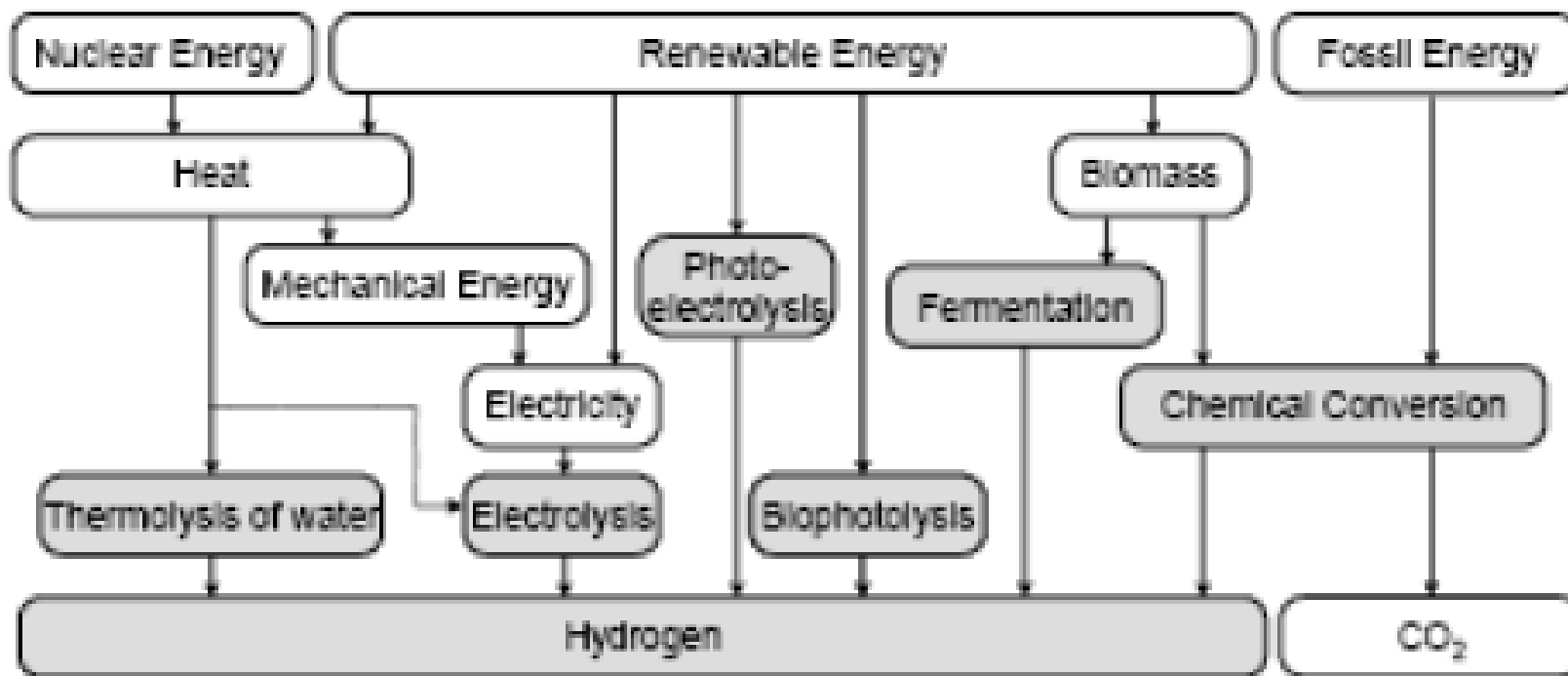
New and on-going projects and initiatives (EC + MS national, regional and local)



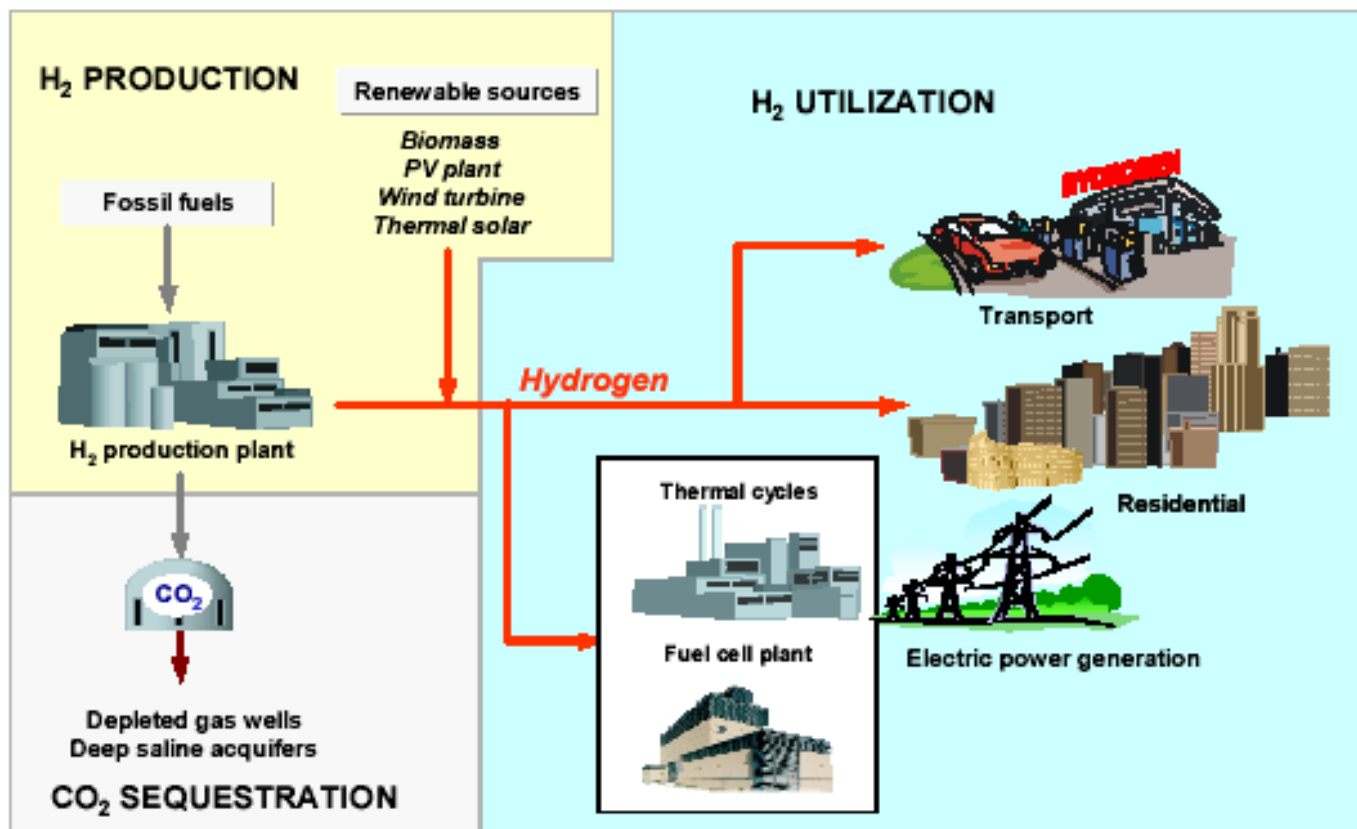
H₂ production technologies



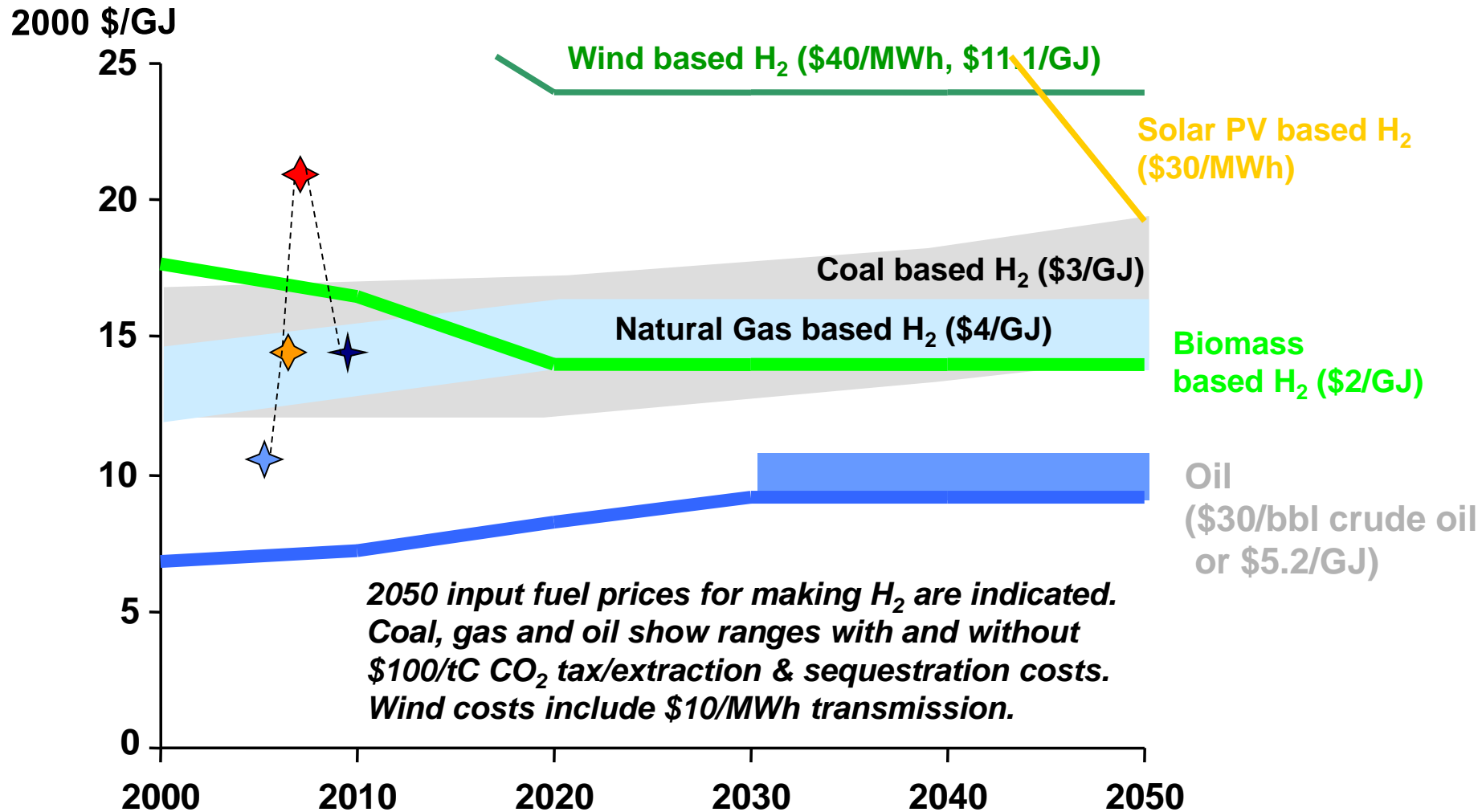
H₂ production cycles



Technological pathway for H₂ economy



Liquid Hydrogen vs. Oil/Kerosene Costs



Shell International Ltd.

Hydrogen technologies

production and transport - Steam Reformer, Milazzo -



Hydrogen technologies

production and transport - Steam reformer, Leuna -



Hydrogen technologies

production and transport – liquefaction unit, Ingolstadt -



Hydrogen technologies

production and transport – hydrogen network, Chemical Park Buna -



Hydrogen technologies

transport units – hydrogen trailer, 53.000 litre



Hydrogen technologies

transport units comparison



H₂ under pressure

Total weight:

40 t

H₂ weight:

530 kg



Liquid H₂

Total weight:

40t

H₂ weight:

3.300 kg



Iceland: the country of H₂



Examples of H₂ vehicles



H₂ internal combustion engines





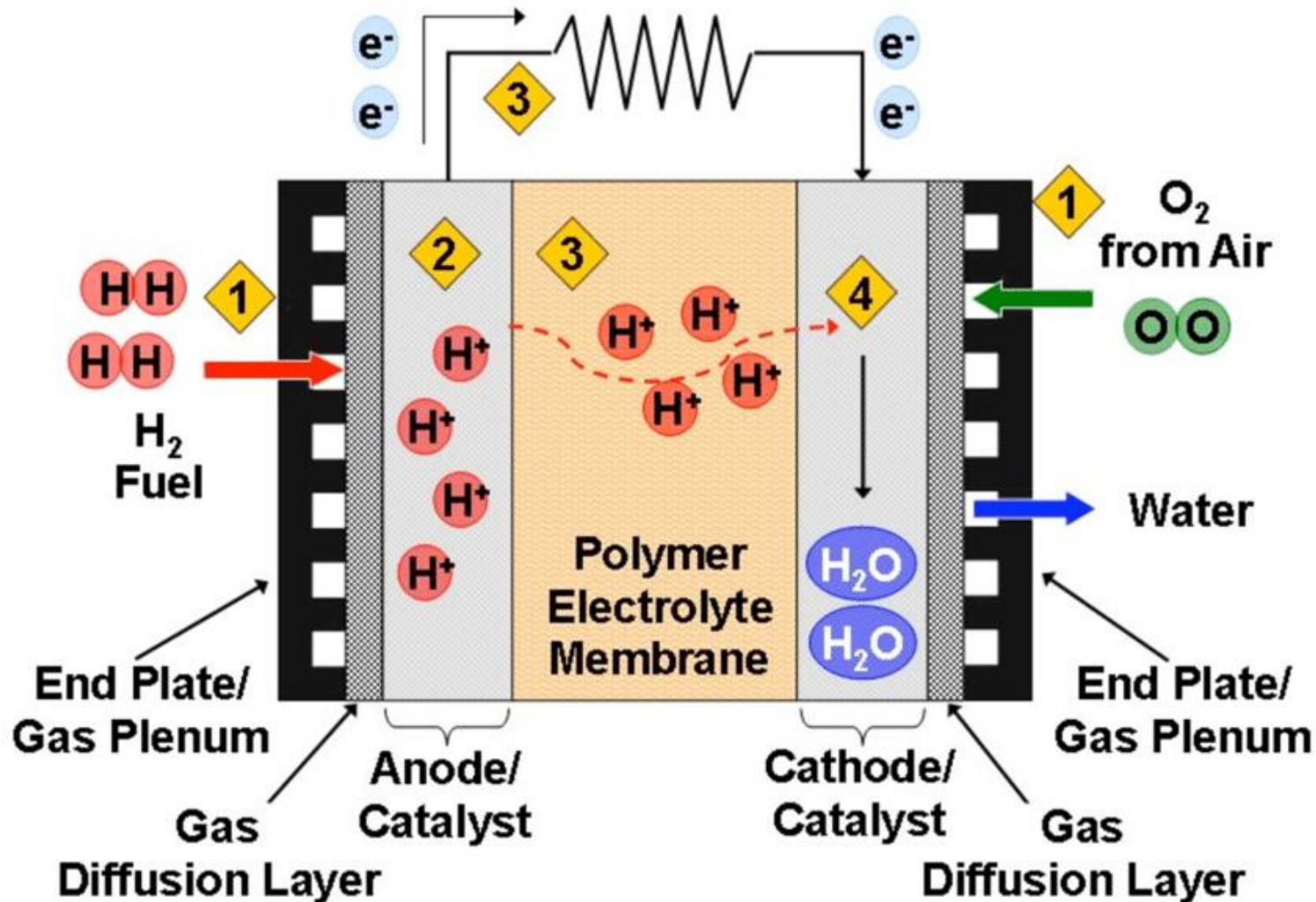
Power source:

Stored hydrogen, propane or butane

Applications:

charging cordless tool batteries, remote power for temporary buildings, power-backup, quiet power for RV's, boats, yachts, camping and leisure, and for military use

The operating principle of fuel cells



Is H₂ safe?



General characteristics:

- Completely new fuel supply and use systems
- A more complex energy system
- B.C. fuel is not locally produced at today's power stations
- Hydrogen behavior in the event of an accident has advantages and disadvantages compared to conventional liquid fuels
 - ✓ Due to different accident scenarios
 - ✓ Due to different physical properties

Low density

LH2 : 71 kg/m³

GH2 : 15 times less dense than air (at the same temperature)

$$\rho_{\text{GH2 at 20 K (} = T_{\text{vap.}} \text{)}} \approx \rho_{\text{air at 300 K (} = T_{\text{amb.}} \text{)}}$$

→ ground level clouds in case of spillage

Positive aspects	Negative aspects
<ul style="list-style-type: none">• quick dispersion• high specific energy <u>per mass unit</u>	<ul style="list-style-type: none">• leaks difficult to detect• large tank volume• handling difficulties

High tendency to leak

- specific technology of **tightness**,
- number of **assembly interfaces** as low as possible,
- leak tests with **helium**.

Possibility of hydrogen diffusion in the crystallographic structures and **embrittlement of materials**

- **selected materials** (metallic and elastomers).

High specific energy per unit of mass (👍)

Enthalpy of reaction : **120 MJ/kg** (of hydrogen)

other fuels : 45 to 50 MJ/kg

Large range of explosibility (👎)

Flammability range in air : from **4% to 75%** (in volume)

other fuels : methane → 5 % - 15 % , propane → 2 % - 10 % , gasoline → 1 % - 8 %

High reactivity (👎)

Ignition energy : **20 μ J** (in stœchio. conditions - 10 mJ at 4 and 75 %)

other fuels : 250 to 300 μ J

These drawbacks do not represent major handicaps

Hazardous reactions with air

- "Slow" combustion** → **diffusion flame** - "fire ball"
thermal ignition - predominance of **thermal** effects
 $R_{\text{danger}} = R_{\text{burnt gas}} \sim 50 \text{ m}$ for 1 T of H₂
- Deflagration** → **premixed flame**, **thermal** ignition ($V_{\text{flame}} \sim 180 \text{ m/s}$)
phenomenon of **overpressure** beyond the flame ($P_{\text{init}} \sim 0.3 \text{ bar}$)
 R_{danger} for 1 T : lethal effects (140 mbar) → $\sim 100 \text{ m}$
severe injuries (50 mbar) → $\sim 300 \text{ m}$
- Detonation** → **premixed flame** ignited by a **shock wave**
($V_{\text{wave}} \sim 2000 \text{ m/s}$)
overpressures much larger compared to deflagration ($P_{\text{init}} \sim 3 \text{ bar}$)
 R_{danger} for 1 T : lethal effects (140 mbar) → $\sim 300 \text{ m}$
severe injuries (50 mbar) → $\sim 500 \text{ m}$

Low emissivity

Hydrogen flame is **not radiative** ($\varepsilon = 0.1$)

→ **hardly detected** visually or by "temperature feeling" on the skin

Positive aspect	Negative aspect
<ul style="list-style-type: none">• limitation of the thermal danger area to the convection zone	<ul style="list-style-type: none">• high risk to be "caught" in the flame

Vertical elongation

Rapid ascension of hydrogen due to its low density

→ **reduction of risk area at ground level**

Comparative safety assessment

Comparison by subsystem:

Subsystem		H2	jet fuel
making fuel available		---	+++
fuel storage	storage volume	=	=
	loss of insulation	--	++
	impurity accumulation	-	+
	leakage	+	-
	pool fire	+	-
fuel distribution	insulation	-	+
	two lines	-	+
	leakage	-	+
	accident effects	--	++
filling mechanism	system complexity	--	++
	purity standards	-	+
	leakage	=	=
	pool fire	+	-



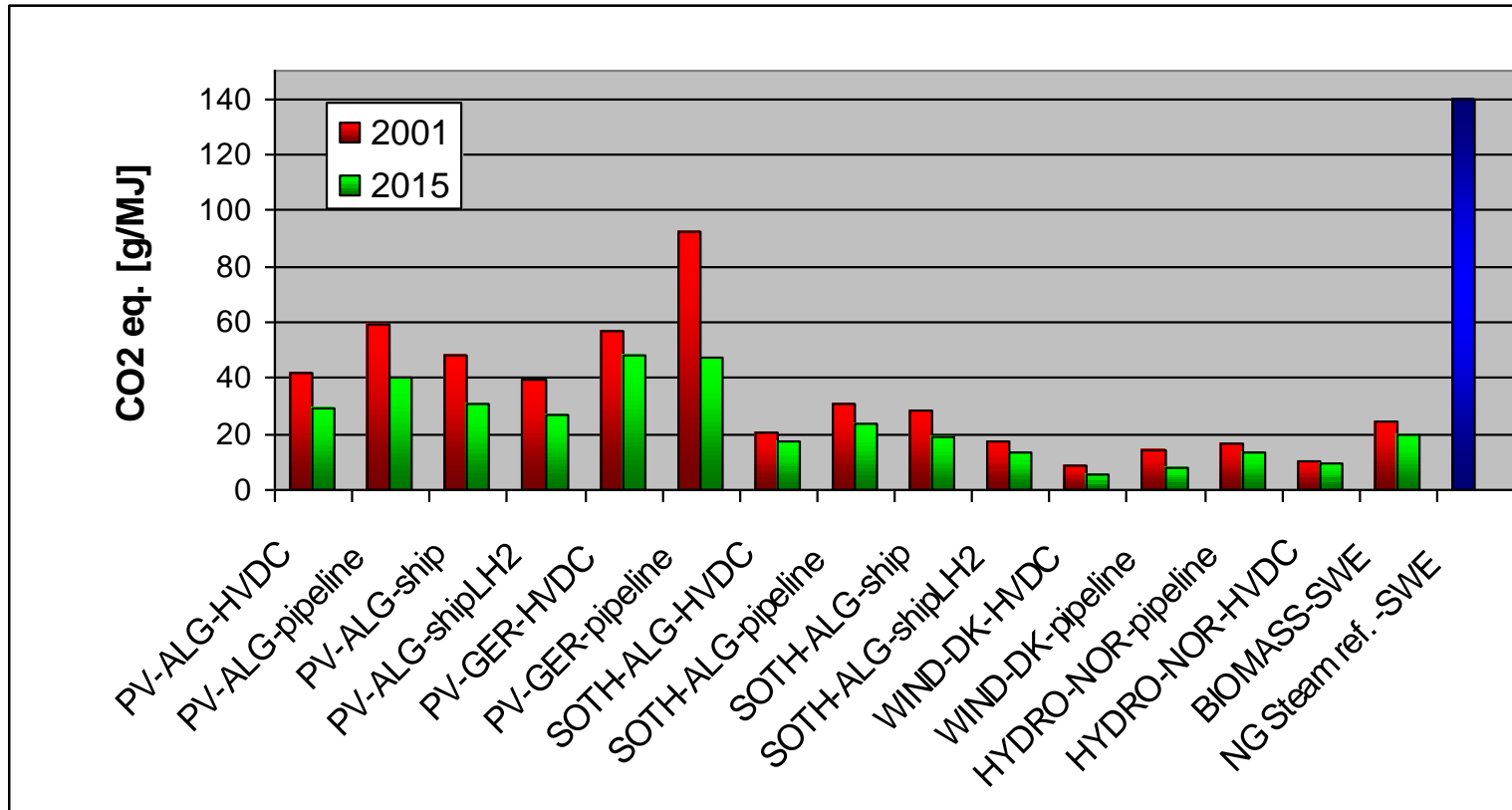
right: H₂-car

left: gasoline-car

The most severe single failure mode was assumed.

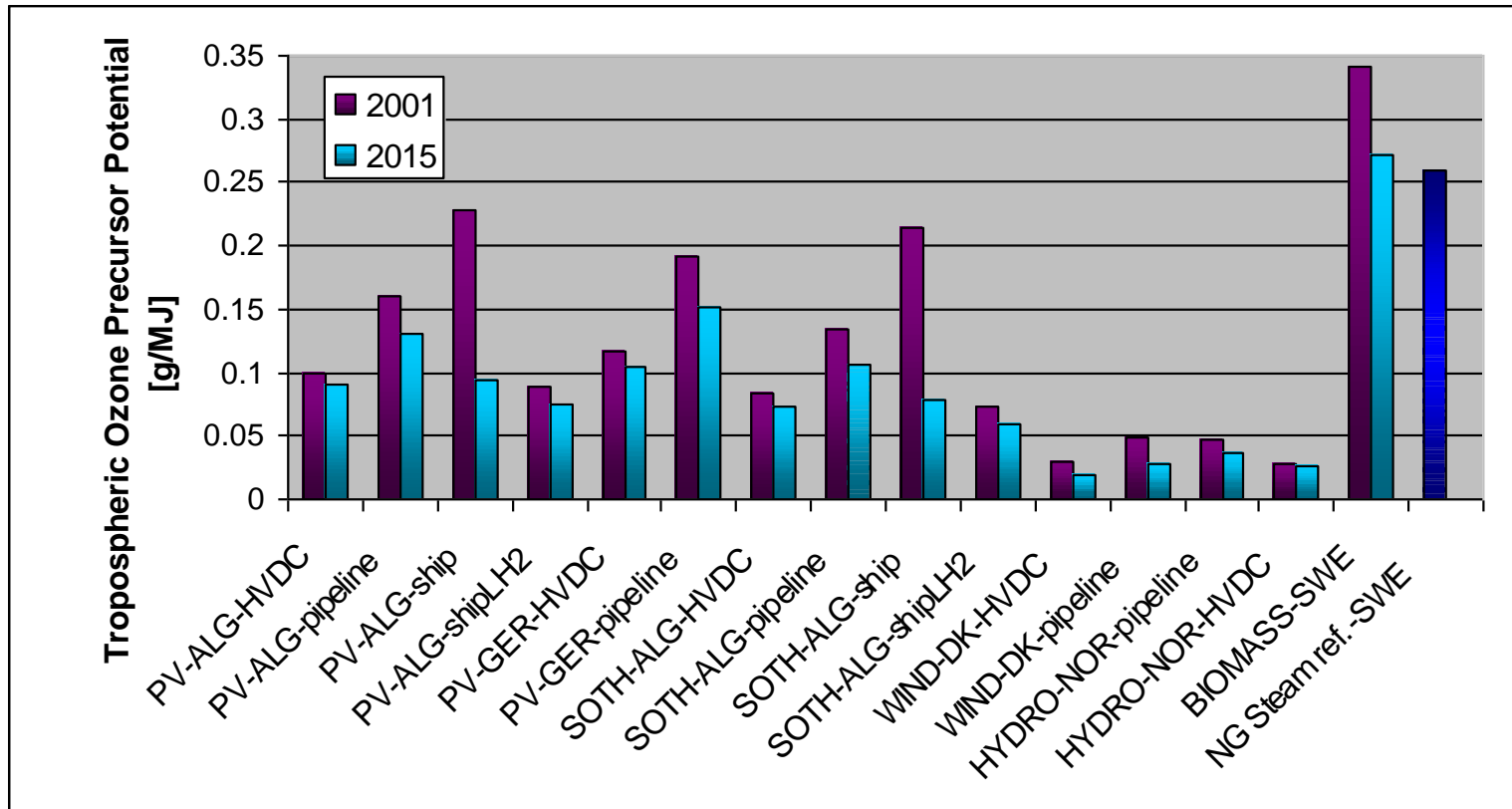


Climate change potential (CO₂-equ.) for selected H₂ cycles

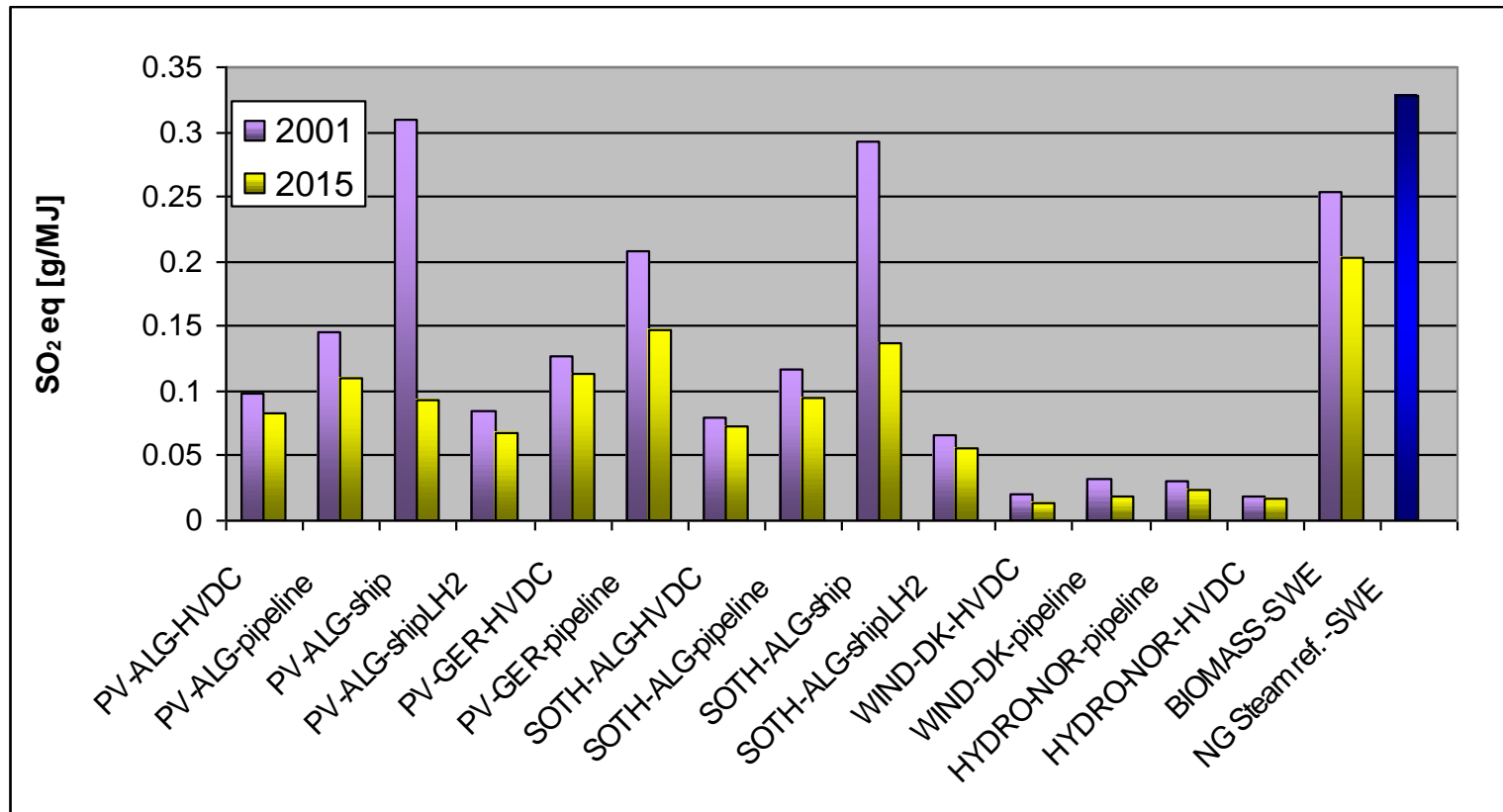




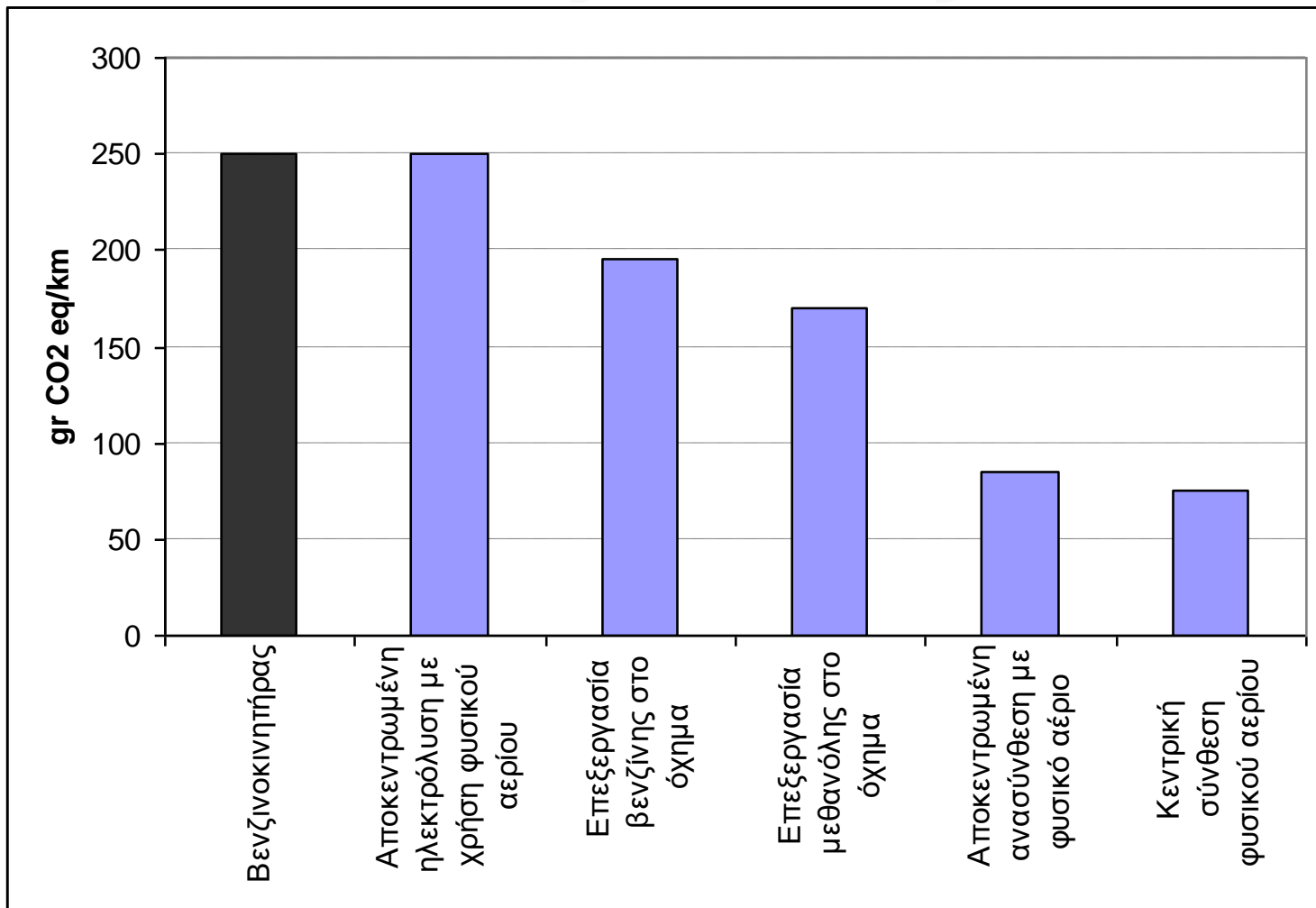
Tropospheric O₃ potential (CO₂-equ.) for selected H₂ cycles



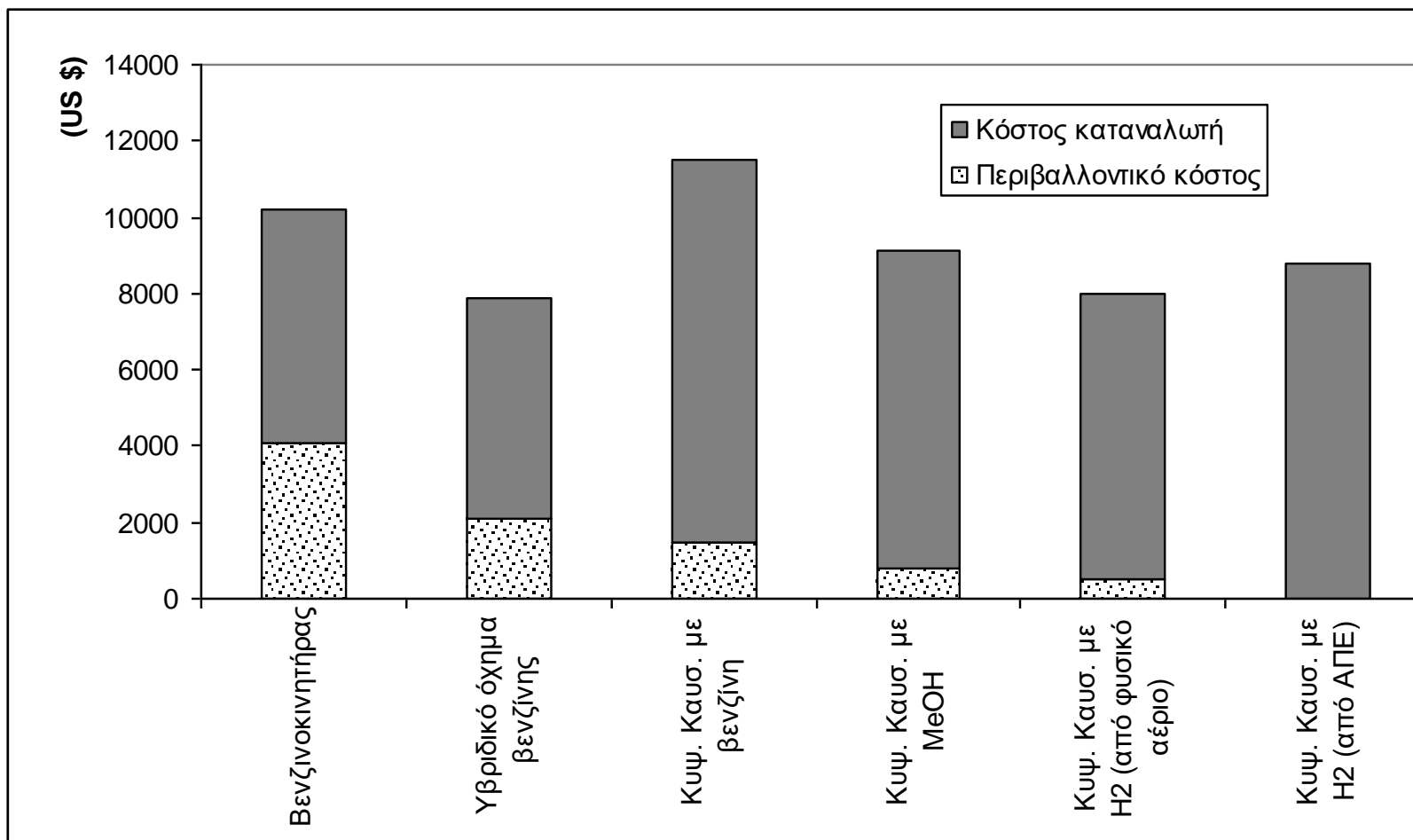
Acidification potential (CO₂-equ.) for selected H₂ cycles



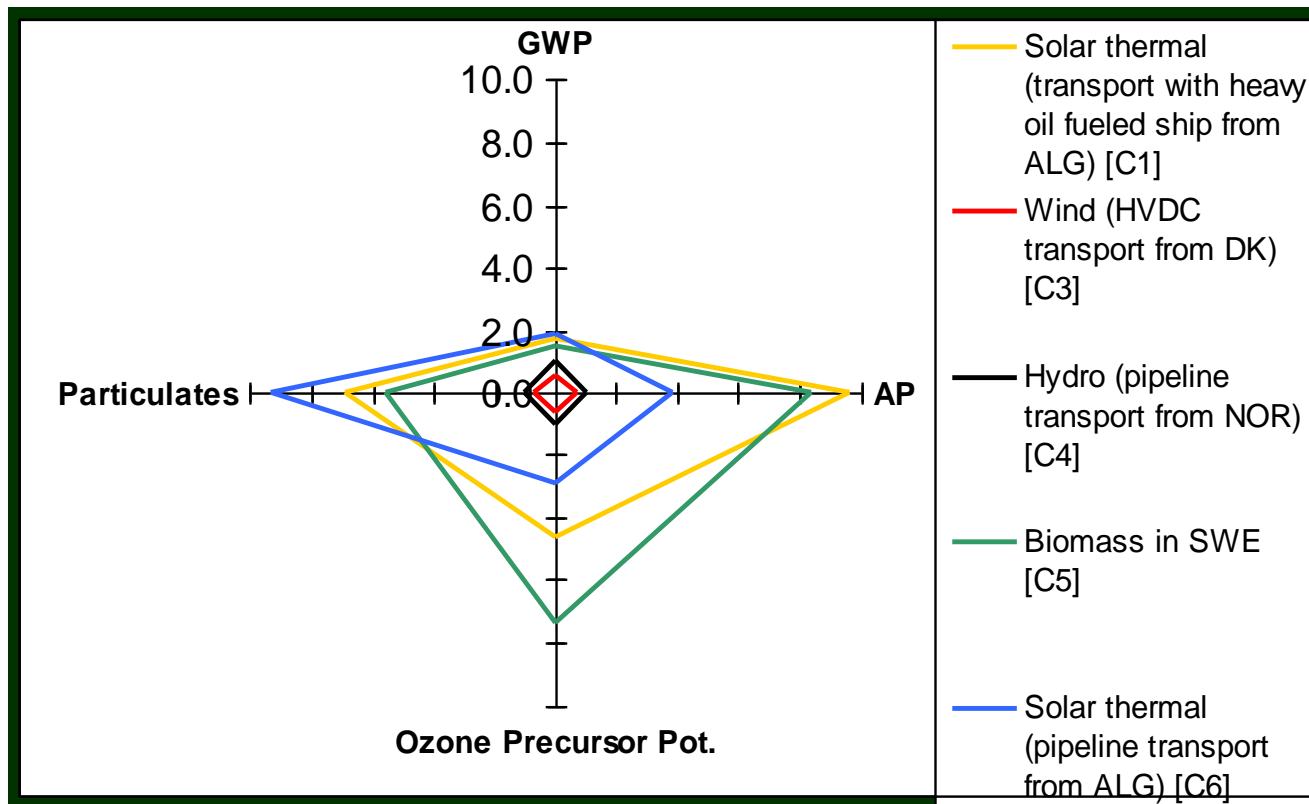
Greenhouse gas emissions from H₂ and gasoline vehicle life cycle analysis



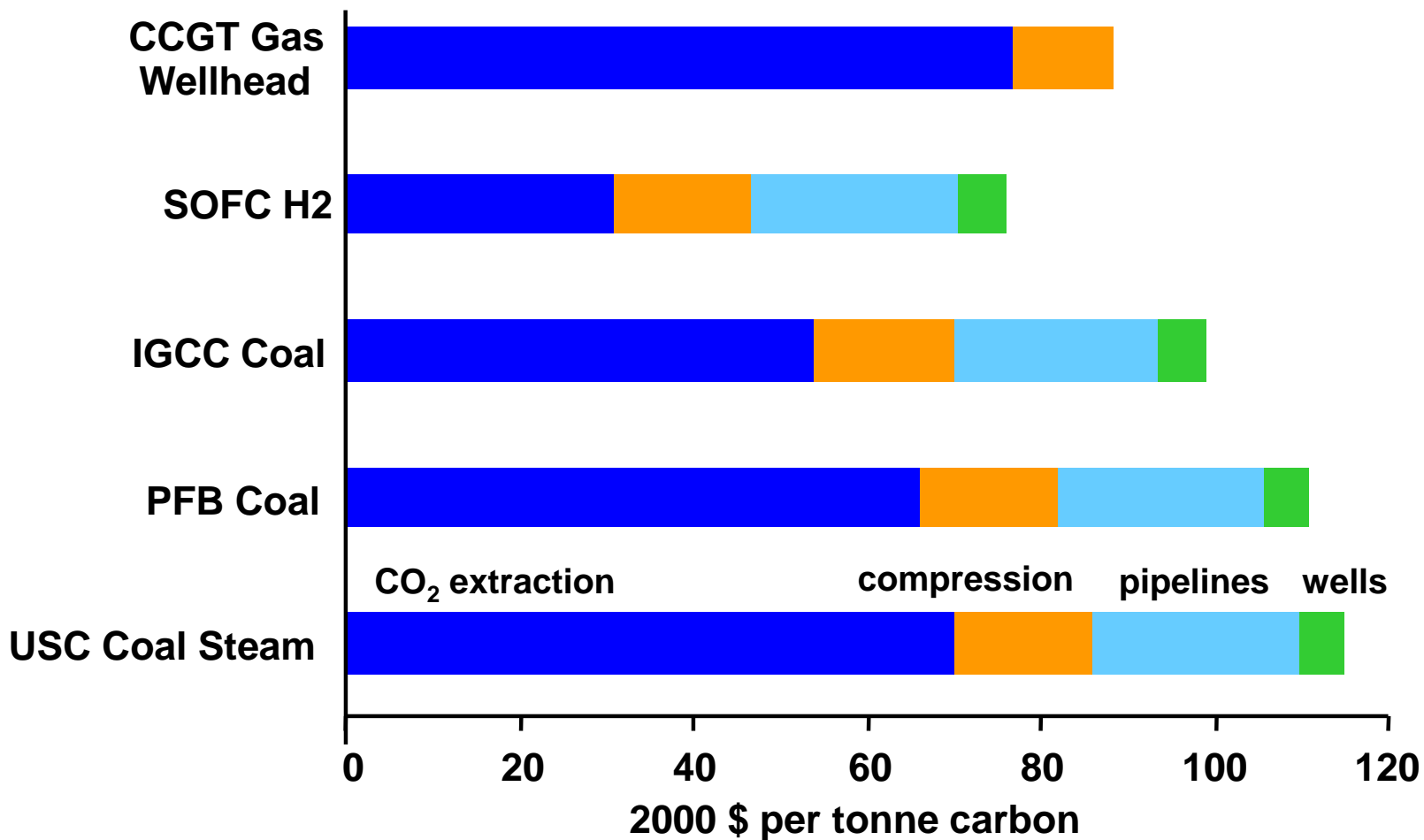
Lifecycle costs for selected vehicles



Environmental impacts of selected technological systems



CO₂ release and trapping costs



Source: from UN World Energy Assessment, 2000 based on Williams and Chiesa and Consonni, 1999 and IEA CO₂ Abatement Research

Shell International Ltd.

Συμπεράσματα (Περιβάλλον)

- Όλοι οι κύκλοι τροφοδοσίας H_2 που βασίζονται σε ΑΠΕ έχουν εκπομπές πολύ χαμηλότερες από τις διεργασίες που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα
- Η βελτίωση της απόδοσης των διεργασιών μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας επηρεάζει έντονα τις συνολικές εκπομπές για την παραγωγή H_2
- Οι απώλειες από την μεταφορά συνεισφέρουν σημαντικά στις συνολικές εκπομπές

Συμπεράσματα (Οικονομία)

- Η παραγωγή H₂ από ΑΠΕ έχει πολύ μεγαλύτερο κόστος από την πιο διαδεδομένη σήμερα διεργασία για παραγωγή H₂, δηλαδή την αναμόρφωση ατμού με φυσικό αέριο.
- Η αεριοποίηση βιομάζας είναι ο πιο ισχυρός ανταγωνιστής του φυσικού αερίου για παραγωγή H₂ σήμερα (αλλά η ανταγωνιστικότητα εξαρτάται από την γεωγραφική περιοχή εφαρμογής)
- H₂ παραχθέν από αιολική και ηλιακή ενέργεια (με φωτοβολταϊκά) μπορεί να έχει ανταγωνιστικές τιμές με δεδομένη τη σημερινή δραματική αύξηση της τιμής του πετρελαίου

Προϋποθέσεις για μετάβαση στην οικονομία του H₂

Κοινωνικές επιλογές

- Διαχείριση της κοινωνικής ζήτησης
- Ξεπέραςμα κοινωνικο-πολιτισμικών εμποδίων με θετική προώθηση των τεχνολογιών υδρογόνου
- Κίνητρα για την ταχεία αποδοχή των τεχνολογιών υδρογόνου
- Τόνωση της δημόσιας αποδοχής του υδρογόνου ως καύσιμο σε οχήματα και ενεργειακές υποδομές. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς οι περισσότερες εγκαταστάσεις υδρογόνου βρίσκονται κοντά σε μεγάλες πόλεις και η μεγαλύτερη διείσδυση των οχημάτων υδρογόνου στην αγορά αναμένεται να λάβει χώρα σε αστικά κέντρα
- Καλή επικοινωνία ανάμεσα σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς
- Δημιουργία ενδιαφέροντος για την οικονομία του υδρογόνου σε όλα τα εκπαιδευτικά επίπεδα
- Επιμόρφωση τεχνικού προσωπικού σε οχήματα και υποδομές υδρογόνου.

Προϋποθέσεις για μετάβαση στην οικονομία του H₂

Πολιτικές, νομοθεσία και κανονισμοί

- Πολιτική δέσμευση για την προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης και ένταση του δημόσιου ενδιαφέροντος και πληροφόρησης
- Καθαροί πολιτικοί στόχοι οι οποίοι εξειδικεύονται σταδιακά μέχρι το 2020. Αν οι κυβερνήσεις των ευρωπαϊκών χωρών δεσμευθούν, και αυτό γίνει πλατιά αποδεκτό, τότε οι ιδιωτικές επενδύσεις και οι καταναλωτές θα στραφούν με ενδιαφέρον στην οικονομία του υδρογόνου.
- Οι ευρωπαϊκές πολιτικές θα πρέπει να εξειδικευθούν σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, αφού τελικά εκεί θα γίνουν οι σχετικές τεχνολογικές παρεμβάσεις.
- Συγχρονισμός και συντονισμός όλων των παραγόντων που ενδυναμώνουν την αγορά απαιτείται σε ένα στρατηγικό πλάνο 20-30 χρόνων. Εάν τα παραπάνω 3 στοιχεία δεν έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι το 2020, η επίτευξη οικονομικά ανταγωνιστικών τιμών για την παραγωγή και χρήση υδρογόνου δεν θα έχει καμία επίδραση στη δημιουργία της οικονομίας του υδρογόνου.
- Οι κανονισμοί, τεχνικοί κώδικες και πρότυπα (κατασκευαστικά και ασφαλείας) δεν θα πρέπει να αποτελούν εμπόδια στις τεχνολογικές εφαρμογές.
- Η σημερινή νομοθεσία και κανονισμοί χρειάζονται αλλαγές για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις μιας οικονομίας υδρογόνου. Απαιτήσεις ασφαλείας σε ευρωπαϊκό επίπεδο θα καθοριστούν σύντομα, και θα πρέπει να μεταφραστούν σε εθνικό επίπεδο ώστε να μην αποτελέσουν εμπόδια στην ανάπτυξη της απαραίτητης υποδομής.



Προϋποθέσεις για μετάβαση στην οικονομία του H₂



Οικονομικές πολιτικές:

- Κινητοποίηση τόσο της βιομηχανίας όσο και της επενδυτικής κοινότητας
- Οι αγορά κεφαλαίου μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην χρηματοδότηση της διείσδυσης στην αγορά τεχνολογιών υδρογόνου. Νέα πρότυπα και σχήματα χρηματοδότησης (π.χ. leasing) προωθούν τη διάχυση καινοτομιών σε πρώιμες φάσεις ανάπτυξης, όπως αυτή της οικονομίας του υδρογόνου
- Οικονομικά κίνητρα όπως επιδοτήσεις κεφαλαίου, εκπτώσεις φόρου ή υποθηκευμένα έσοδα μπορούν να ενεργοποιήσουν σημαντικά τις δυνάμεις της αγοράς
- Νέες και μικρομεσαίες επιχειρήσεις είναι συχνά οι προάγγελοι της τεχνολογικής καινοτομίας στην αγορά. Χρηματοδοτικά εργαλεία που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των ΜΜΕ που ασχολούνται με τεχνολογίες υδρογόνου μπορούν να ενδυναμώσουν το ρόλο τους στην δημιουργία της οικονομίας του υδρογόνου
- Τα ερευνητικά κεφάλαια της ΕΕ στον τομέα του υδρογόνου και των κυψελών καυσίμου θα πρέπει να ενταθούν
- Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων μπορεί να δώσει εξειδικευμένα δάνεια

Προϋποθέσεις για μετάβαση στην οικονομία του H₂

Οργανωτικά στοιχεία:

- Κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων, και πριν την πλήρη ανάπτυξη των εργοστασίων παραγωγής υδρογόνου και τεχνολογικών εξαρτημάτων / συστημάτων, υπηρεσίες συντήρησης και επισκευής εξαρτημάτων υψηλής ποιότητας θα πρέπει να είναι διαθέσιμες.
- Τεχνική πληροφορία σχετικά με την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών θα πρέπει να διαχέεται γρήγορα ανάμεσα στα διάφορα τεχνολογικά προγράμματα στην ΕΕ, αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο
- Σε ευρωπαϊκά προγράμματα ανάπτυξης με τη συμμετοχή πολλών εταίρων, είναι προτιμότερο ο συντονιστής να μην συνδέεται με κάποιον συγκεκριμένο κατασκευαστή ή παραγωγό υδρογόνου και σχετικών τεχνολογιών.

Προϋποθέσεις για μετάβαση στην οικονομία του H₂

Εμπορικές / Στρατηγικές επιλογές:

- Χρήση τοπικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με στόχο τη χρήση της φθηνότερης τοπικής ενεργειακής πηγής και τεχνολογίας παραγωγής υδρογόνου
- Διαφοροποίηση στις τεχνολογίες και ενεργειακές πηγές με στόχο την ορθολογική διαχείριση των τοπικών ενεργειακών πόρων. Πολλές μικρές μονάδες μπορεί να είναι προτιμότερες από μια μεγάλη εγκατάσταση παραγωγής υδρογόνου
- Επενδύσεις τρίτων και κρατικά οικονομικά κίνητρα μπορούν να κάνουν το υδρογόνο να είναι ευρέως διαθέσιμο
- Είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για την διείσδυση περισσότερων προμηθευτών στην αγορά απ' ό,τι σήμερα.

Concluding remarks

- Whether an energy transition can occur quickly or slowly can depend in great deal about how it is defined, so always check sources, data, assumptions etc.
- Causes are complex: WW2 (France and Kuwait), rural famine (China), 1970s oil crises (Denmark, Brazil), demand (AC in USA)
- Future transitions could be driven by active governance (phase-outs), scarcity, and demand pressures, rather than supply, markets, or abundance
- The past need not be prologue; history can be instructive but not necessarily predictive