



CALAMITES

M É R N Ö K I , Ü Z L E T I É S T A N Á C S A D Ó K F T .

A szén elgázosítása

Miért és Hogyan ?

dr. Kalmár István

ügyvezető igazgató
Calamites Kft

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
ENERGETIKAI SZAKKOLÉGIUM

2014. október 16.

Tartalomjegyzék

- **Miért foglalkozunk a szénnel (bevezetés)**
- **Energiahordozó nyersanyagok és a széntermelés gazdasági áttekintés**
- **Hagyományos erőműi alkalmazás hatásfok és egyéb kérdései**
- **A szénelgázosítás áttekintése** Definíció, célok, technológia
- **A szén anyagában való átalakításainak lehetőségei**
 - közvetlen átalakítás
 - közvetett átalakítás elgázosítás útján
- **CO₂ kérdések**
- **A tiszta szénteknológia Magyarország-i lehetőségei**



Miért foglalkozzunk a szénnel ?

(Mottó: „ A szén nem lehet betiltani „- idézet Oláh Györgytől a metanol gazdaság koncepciójának kialakításáért Nobel díjas tudóstól)

- Bőségesen rendelkezésre áll krízisekkel kevésbé érintett területeken és a tulajdon monopolizáltsági foka alacsony
- Minden előállítható belőle, ami a szénhidrogénekből
- Az elmúlt 20 év árának alakulása következtében már gazdaságos az alkalmazása, bár nagy a tőkeigénye, de az üzemanyag költségén ez megtérül
- Hazai források is rendelkezésre állnak: foglalkoztatás, importkiváltás, adóbevétel
- Hulladékkezelés és biomassza integráció lehetősége
- Völgyidőszaki villamos áram hasznosítása (atomerőmű, szélerőmű stb. áramával vízbontás H_2 előállítás) üzemanyagként vagy műtrágyaként való hasznosítása
- A világtendencia a szén nagyobb mértékű alkalmazása; az energetikai hasznosításnál a vegyipari alapanyagként való alkalmazás még erősebb ütemben növekszik
- A később várhatóan gazdaságossá váló CO_2 átalakítás hasonló célokat követhet (metanol gazdaság)
- Erőművek esetében megoldott az SO_2 , a szálló por és sok szennyezőanyag leválasztása



A szénár összehasonlítása a többi fosszilis energiahordozóéval(1 Euró 306 Ft, 1 USD 242 Ft)

	energiatartalom	Eredeti ár ca.	USD/GJ	1998 ban
1 hordó kőolaj	6,1 Gjoule	85 USD	13,93 3372 Ft	700 Ft/GJ
1000 m3 földgáz import	34 Gjoule	450 USD + és++	13,23 3202 Ft	600 Ft/GJ
1 t szén ARA*	25 Gjoule	72 USD	2,88 697 Ft** + 342 Ft szállítás	428 Ft/GJ

+ orosz importár a sajtó hírei alapján

* Amsterdam Rotterdam Antwerpen kikötők a szén európai tőzsdei jegyzésének paritása

** Szállítási költsége kb.28 Euro/tonna kb.313 Ft/Gjoule

++ 12,70 Euro/GJ azaz **45,73 Euró/MWh** árat jelent

Magyar közlések olajkövető orosz importár 120 000-130 000 Ft/m³

12,60 Euro/GJ- 13,65 Euro/GJ

Lakossági kevert ár nyugati import és hazai termelés 100 000 Ft/m³

10,50 Euro/GJ 37,80 Euro/MWh

Fogyasztói ár 80 000 - 100 000 Ft /m³

8,40 Euro/GJ 30,25 Euro/MWh

Fenti adatok elosztási költségek (ca.30% nélkül értendők)

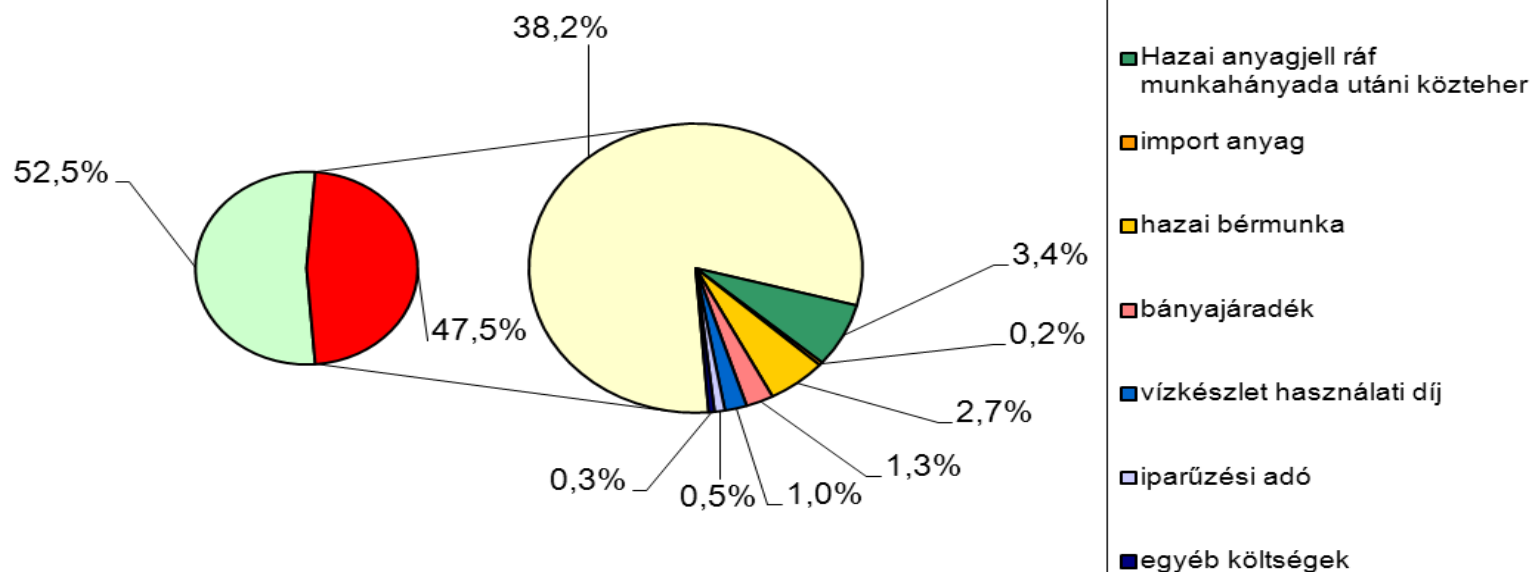
- Európai energiatőzsde azonnali gázárak **27,50 Euró/MWh**
- Német importár ennél is alacsonyabb
- **Energia mértékegység összehasonlításra szokták még használni**
 - ~ kőszén tonna egyenértéket (29,3 GJ) és a
 - ~ kőolaj tonna egyenértéket (41,86 GJ
- Az import szén Magyarországra leszállítva kb. 1200 Ft/GJ
- A Mecsekben a kitermelt szén önköltségi ára 1200 Ft/GJ alatt lesz a tervek szerint
- Bakonyi erőmű szénbányászati önköltsége 1998 ban kb 500 Ft/GJ volt



A hazai mélybányászat közvetlen élőmunka igényének költségvetési kapcsolata

Nemzetközi tapasztalati érték, hogy minden bányász munkahely kb. 4-5 másik munkahelyet generál

Hazai szén költségvetési közteher és adó tartalma



Hagyományos erőműi alkalmazások hatásfoknövelése

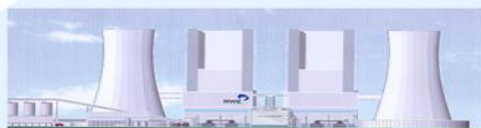
- olyan megoldások összessége amelyek növelik az alkalmazás hatásfokát és leválasztják a keletkező környezetre káros anyagokat (SO₂, koromrészecskék, nehézfémek stb. már jelenleg gyakorlat, CO₂ technológiailag lehetséges de gazdaságossága kérdéses) illetve a szén anyagában hasznosítják
- **Hatásfok növelése** elektromos energia előállítás/ erőművek esetében
(a magasabb hatásfok kevesebb CO₂ kibocsátással jár minden megtermelt MWh-ra)
Technológiai lehetőségek és gazdaságosság:
porszentüzelés(akár 1000 MW vagy feletti blokknagyság)
38% hatásfok érhető el kb. 250 at és 550 °C gőzparaméterű kazánokban szénacél szerkezetekkel
44% hatásfok érhető el kb. 250-300 at és 650 °C kazánokban krómötvözetekkel szuperkritikus kb.30-40%
felárral az első berendezések már üzemelnek a gyerekbetegségeket küzdik le
48% hatásfok 330 at és 720 °C kazánokban ultra szuperkritikus kb.+ 100 % felárral kutatás alatt
2020 után építhető, de gazdaságosság nem látható
fluidágy (oxyfuel) (lebegőágy oxigén befúvással)
44-48% hatásfok 200 mW de max 460 MW blokkméret kb + 40 %
ICGGT (szénből szintézisgáz majd ennek égetése gázturbinában) Gázturbina méret kb. 300 MW
55-60% de kb. 100% felárral
- A beruházási költség mérettől is függ
1000 MW blokk porszenes kb. 1300 €/kW
750 MW blokk kb. 1500 €/kW
300 MW blokk kb.1700 €/kW
Fluidágyas kb 1900-2300 €/kW
ICGGT kb 3000 €/kW
- **Megtérülés villamos energia előállítás**
folyamatos legalább 7000 órás teljes kapacitás átvétel esetében nagyobb blokkméretnél
70-80 €/MWh (Törökország),
Németországban nagyméretű lignittüzelésű blokkok folyamatos kihasználása esetében **50 €/MWh felett**

Szénerőmű és földgázerőmű beruházás és tüzelő anyagköltség 20 év távlatában

Energy flow is cash flow

€7.0 billion turnover for a 1,000 MW power plant over 20 years operating 7,000 hours/year at a base-load-price of € 50 /MWh

Coal power plant



plant costs: 2/3 share of turnover

fuel costs: 1/3 share of turnover



70 up to 100 % domestic added value

Gas power plant



plant costs: 25 % share of turnover

fuel costs: 75 % share of turnover



up to 100 % imported

Power generated from coal promotes growth in the EU

EURACOAL



Tervezett és építés alatt álló szenes erőművek Németországban

Németország beruház 11 133 MW szenes erőmű kapacitás ebből 1760 MW hazai barnaszén

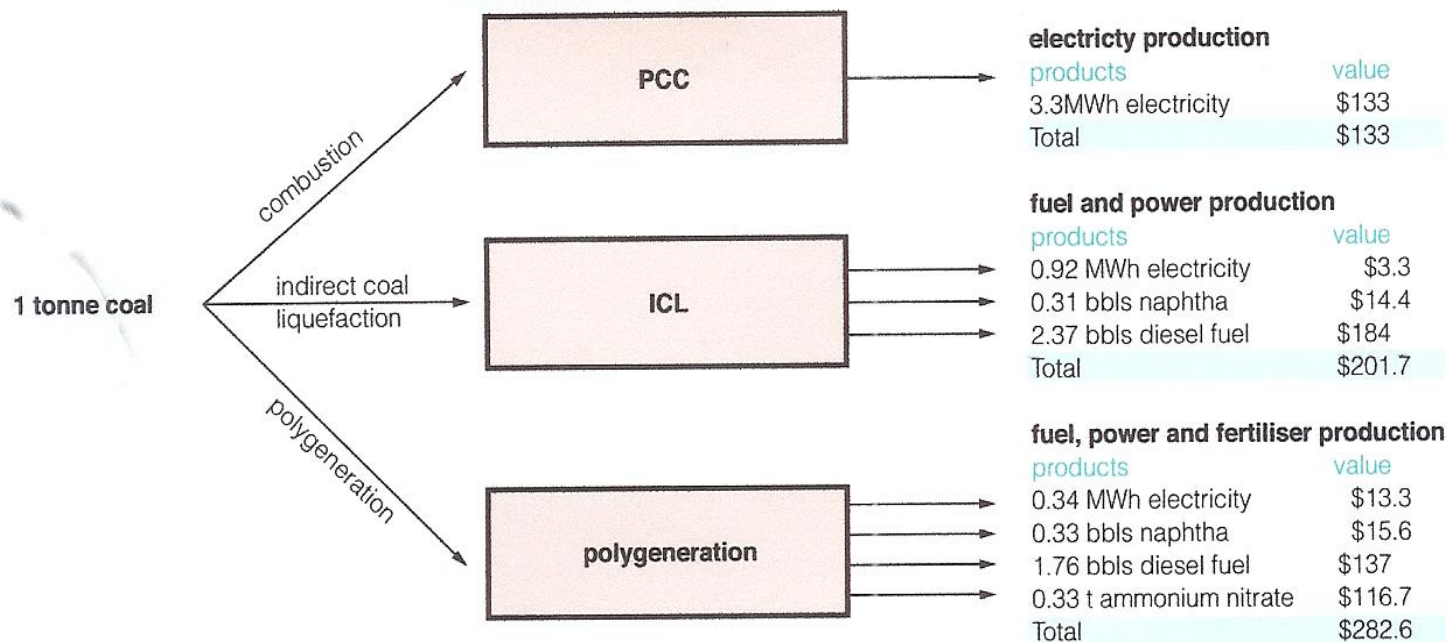
Liste geplanter Kohlekraftwerke in Deutschland

Die folgende Liste enthält geplante und in Bau befindliche Kohlekraftwerke (Braun- und Steinkohle) in Deutschland.^{[1][2]}

Standort	Bundesland	Energie- träger	Brutto- leistung in MW	CO ₂ -Ausstoß [Mio. t/a] (geschätzt)[1]	Antragsteller/ Betreiber	Inbetrieb- nahme (geplant)	Status
Datteln (Block 4)	NRW	Steinkohle	1110	8	E.ON	-	In Bau, Bebauungsplan nachträglich für ungültig erklärt.[4]
Duisburg-Walsum (Block 10)	NRW	Steinkohle	750	4,2	STEAG mit EVN	2013	In Bau (seit 2006)
Hamburg-Moorburg (Neubau an Stelle eines alten Gaskraftwerks)	Hamburg	Steinkohle	1640	9,2	Vattenfall	2014	In Bau (seit 2007, unter Auflagen)[5]
Hamm (Westfalen Block D+E)	NRW	Steinkohle	1600	9	RWE, DEW21 und Stadtwerke Hamm	2013 [6]	In Bau
Karlsruhe (Rheinhafen, Block B)	Baden-Württemberg	Steinkohle	912	4,6	EnBW	2013	In Bau (seit 2008)[7]
Lünen (Erweiterung/Umbau)	NRW	Steinkohle	750	4,2	Evonik	-	Planung ruht
Lünen, Stummhafen (Neubau)	NRW	Steinkohle	750	4,5	Trianel	2013	Großbauarbeiten abgeschlossen, Betriebsgenehmigung von OVG vorerst aufgehoben[8]
Mannheim (GKM, Block B)	Baden-Württemberg	Steinkohle	911	4,6	GKM	2015	In Bau (seit 2009), Inbetriebnahme voraussichtlich erst Ende 2015 (2 Jahre später als ursprünglich geplant)[9]
Profen (Neubau)	Sachsen-Anhalt	Braunkohle	660	5	MIBRAG	2020	In Planung
Stade (Neubau)	Niedersachsen	Steinkohle	900	5,6	Dow Chemical	?	In Planung
Niederaußem (Neubau)	NRW	Braunkohle	1100		RWE	-	In Planung [10]
Wilhelmshaven (Neubau)	Niedersachsen	Steinkohle	800	4,5	GDF SUEZ Energie Deutschland	2013	Großbauarbeiten abgeschlossen, Betriebsgenehmigung im Januar 2012 erteilt [11]

A szén értékteremtése a különböző feldolgozási utak során

(IEA CleanCoal Center 132/2008 sz. report)



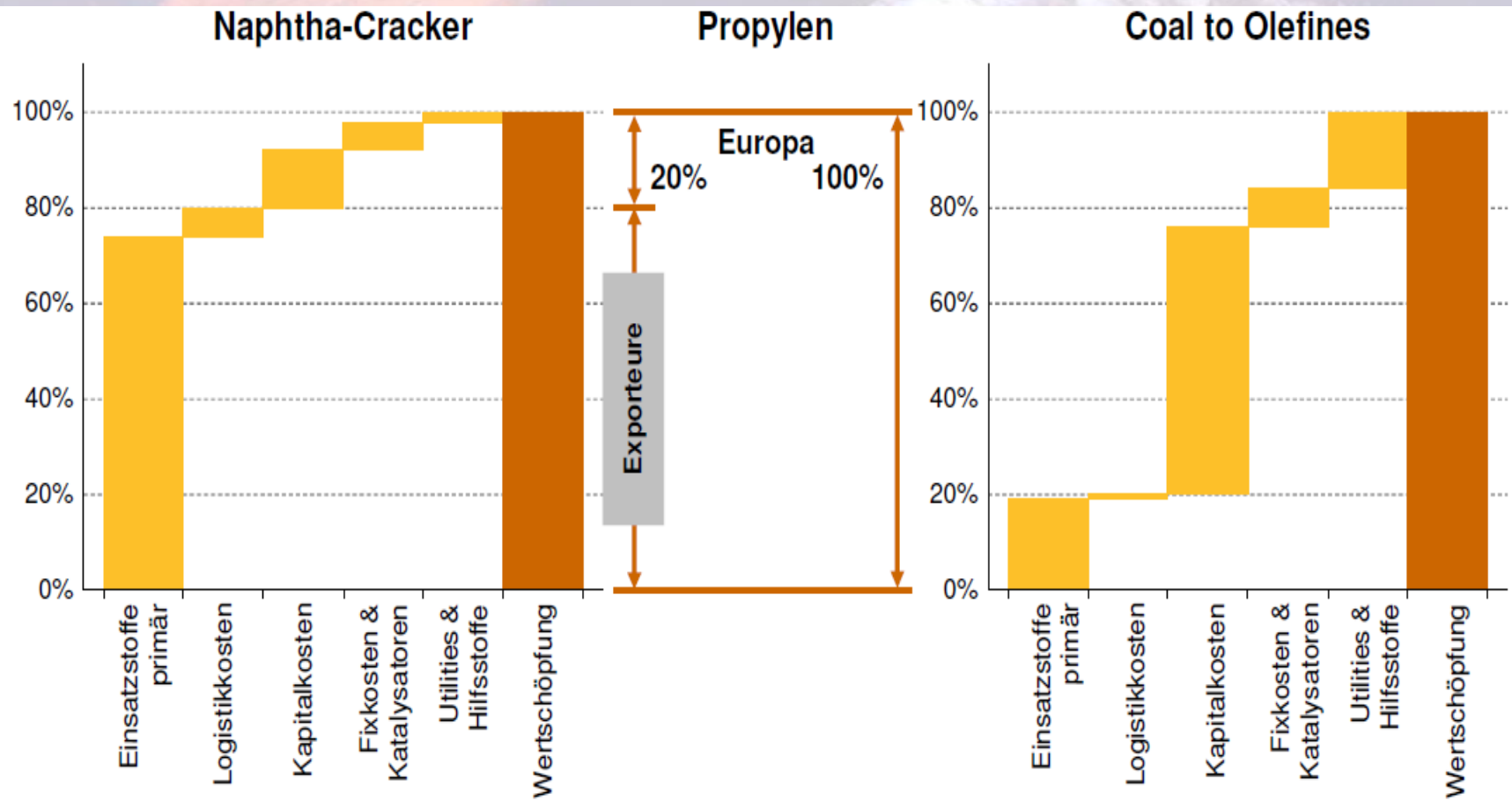
Maximising the value of coal (Tam and others, 2007)

IEA Clean Coal Centre Report 132 /2008



Szén vs. olajalapú értéktöbbletlánc összehasonlítása

(Forrás: Infraleuna IBI)



A gázosítási eljárás definíciója

Forrás: Gasification Technologies Council)

- Az elgázosítás rugalmas, megbízható , kereskedelmi technológia, amely egy sor alacsony értékű alapanyagot, magas értékű terméké tud átalakítani, csökkenti az ország kőolaj és földgáz importfüggőségét és a villamos alaperőművek a műtrágya az üzemanyag és a vegyipar alternatív és tiszta forrását jelenti.
- Ez egy technológiai eljárás amely bármely széntartalmú anyagból – mint a szén, a petrolkoksz, biomassza vagy hulladék - szintézisgázt állít elő . A szintézisgáz elégethető villamos energia előállítása céljából , vagy tovább feldolgozható vegyipari alapanyagok, műtrágya, cseppfolyós üzemanyag, szintetikus földgáz, vagy hidrogén gyártására.
- A gázosítási technológia kereskedelmi mértékben a finomítóknak a műtrágya és vegyiparban több mint 60 éve működik, míg a villamos energia előállításához több mint 35 éve használják.
- A világban jelenleg 269 elgázosító üzem működik 677 elgázosító egységgel. Jelenleg 74 üzem épül 238 elgázosító egységgel. 33 üzem működik az USA-ban
- A világ ammóniagyártásának 25 %-a, metanol előállításának 30%-a gázosítás alapú (10 éve ez az arány 10% volt) 2018 ra a világ gázosítási kapacitása a 2013 évi 100 000 MWth –ról 240-250 000 MWth ra nő
- Az egyre nagyobb üztemméretek mellett a kisebb moduláris egységek iránti igény is megnőtt



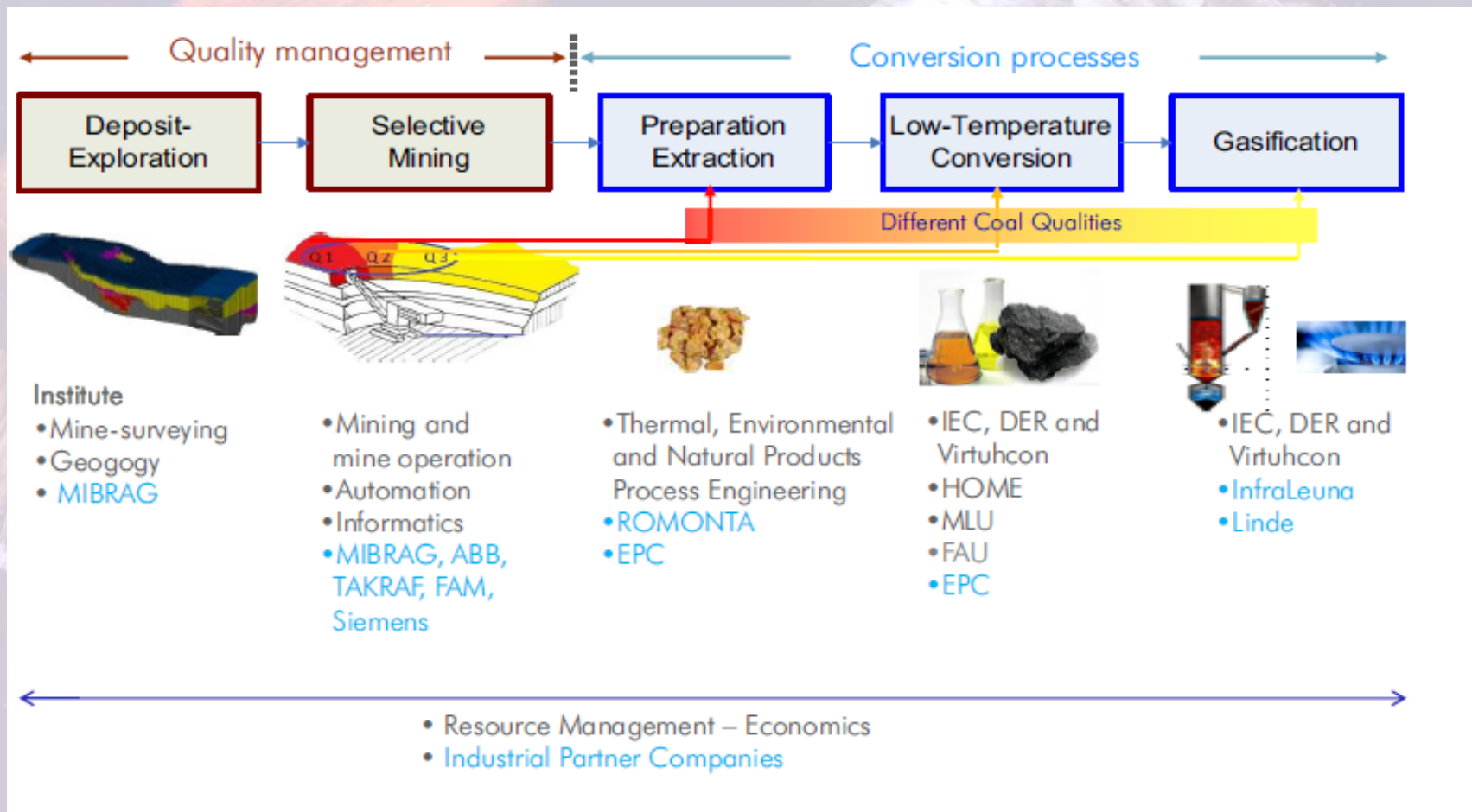
A szén anyagában való átalakításainak lehetőségei

- Szénből minden előállítható, ami a szénhidrogénekből, de mivel a beruházási költség kb. kétszerese a földgáz alapú beruházásoknak és fűtőérték re vetítve 20% -kal magasabb az alapanyag igény ezért a **szén ára a földgáz árának 40-50%-a lehet**
- A szakirodalom 3 fő feldolgozási célt jelöl meg: SNG (szintetikus földgáz),CTL szénből cseppfolyós üzemanyag CTC szénből vegyipari anyag
- Az alaptechnológia a szén elgázosítása , a szintézisgáz gyártása a forró szén és a bevitt vízgőz reakciójaként magas H₂ és CO tartalmú gáz keletkezik, ami tisztítás után további feldolgozásra kerül
- A technológia is nagy fejlődésen ment keresztül, így az átalakítási hatásfok a korábbi egylépcsős rendszerekkel szemben a többlépcsős ,tipikusan 3 hőmérsékleti lépcsős megoldással 40% -ról 60% körüli értékre nőtt
- Igen sok technológiai megoldás és gyártó van a piacon különböző állagú hamutartalmú és fűtőértékű szenekre
- Kína, USA, Dél-Korea, Japán a kutatás és beruházások Németország a kutatás és technológia területén jár az élen
- A szintézisgáz feldolgozásával , átalakításával pedig a világ vezető vegyipar cégei foglalkoznak
- A szintézis gázgyártás meghatározó elem , de a teljes vegyipari beruházás 10% a alatt van az értéke
- A vegyipari feldolgozás sokcélú lehet, metanol, etanol, műtrágya stb. stb.
- A szintézisgáz ugyan villamos energiatermelésre is használható, de a szén vegyipari alkalmazásának igazi gazdasági célja a **poligeneráció**, a szén értéke a poligenerációs alkalmazásban az erőművi égetéshez képest legalább háromszoros. A poligeneráció során több vegyipari termék mellett villamos és hőenergia is keletkezik (ilyen termékösszetétel lehet pl: ammónia, urea, benzin, dízel, metanol)

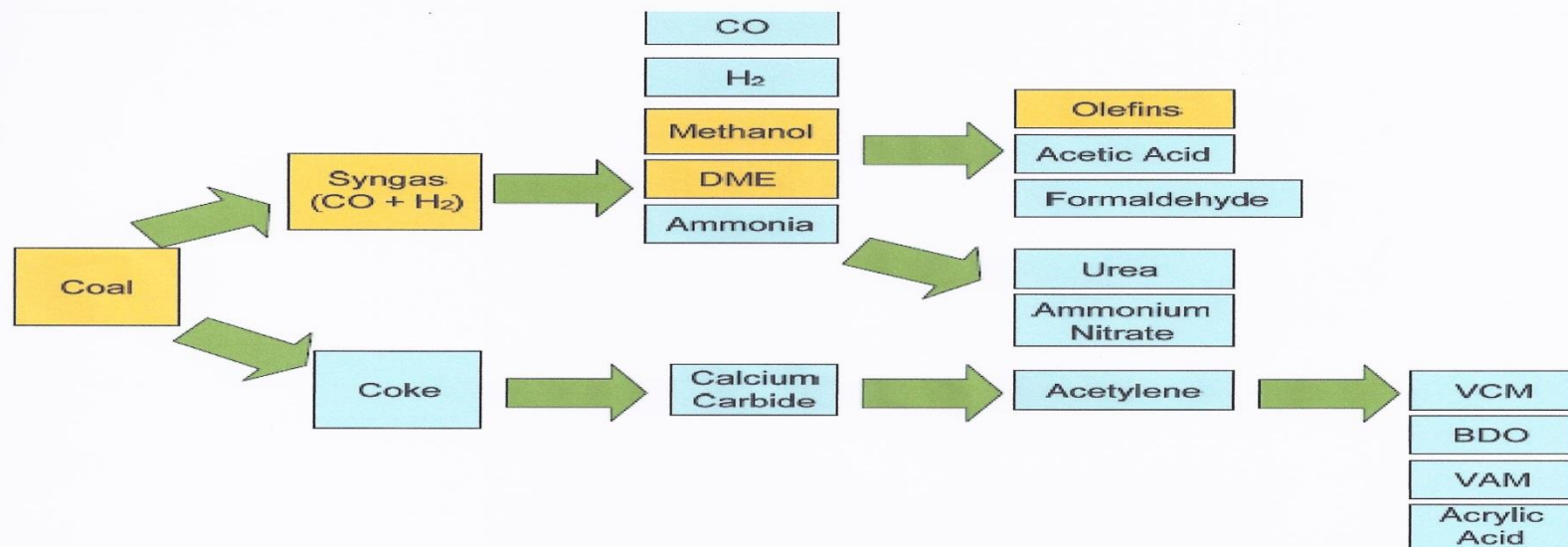


Elvi séma a szén anyagában való átalakítására

(Forrás: Bergakademie Freiberg IBI projekt)

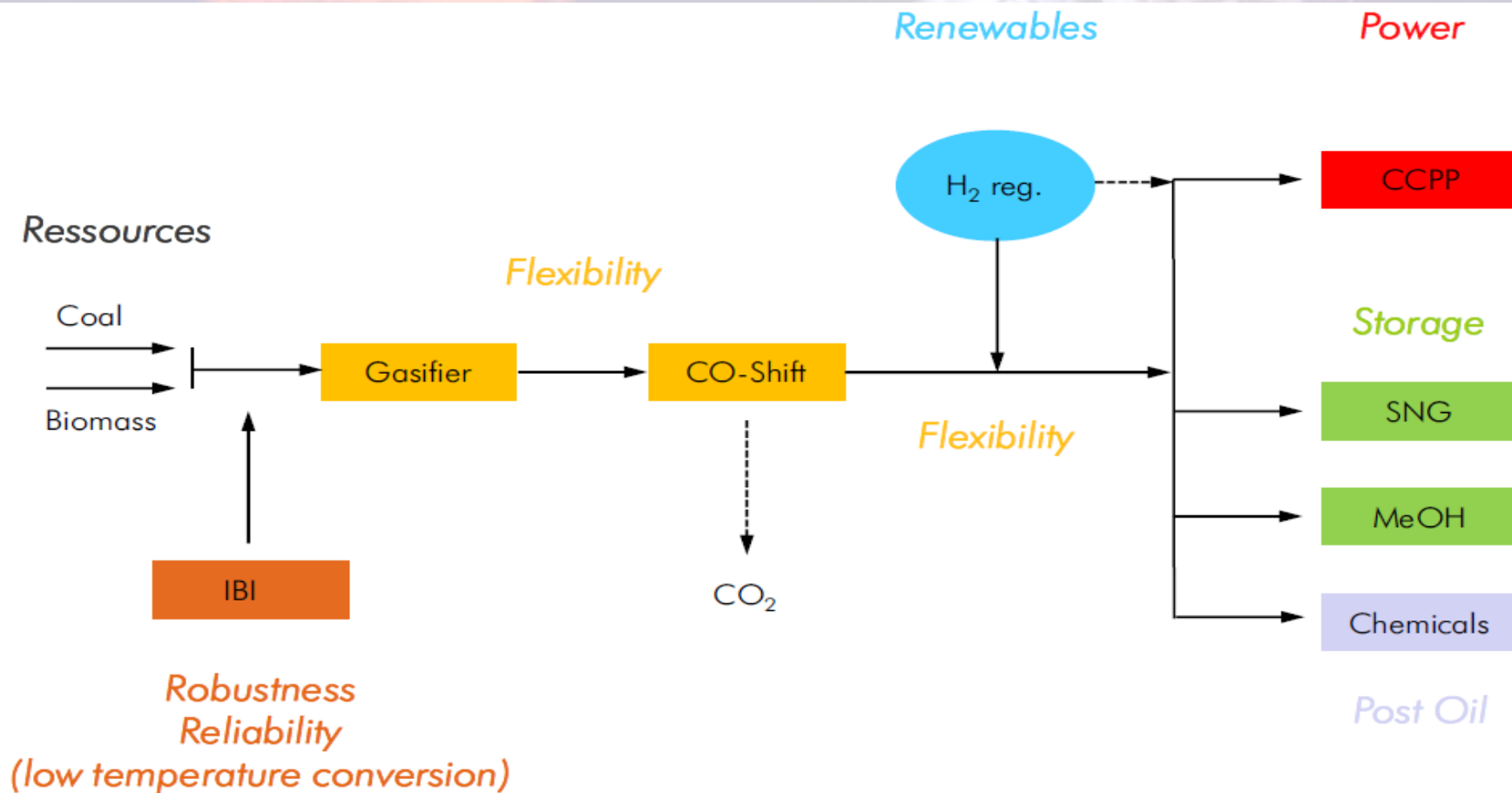


A szén anyagában való feldolgozása



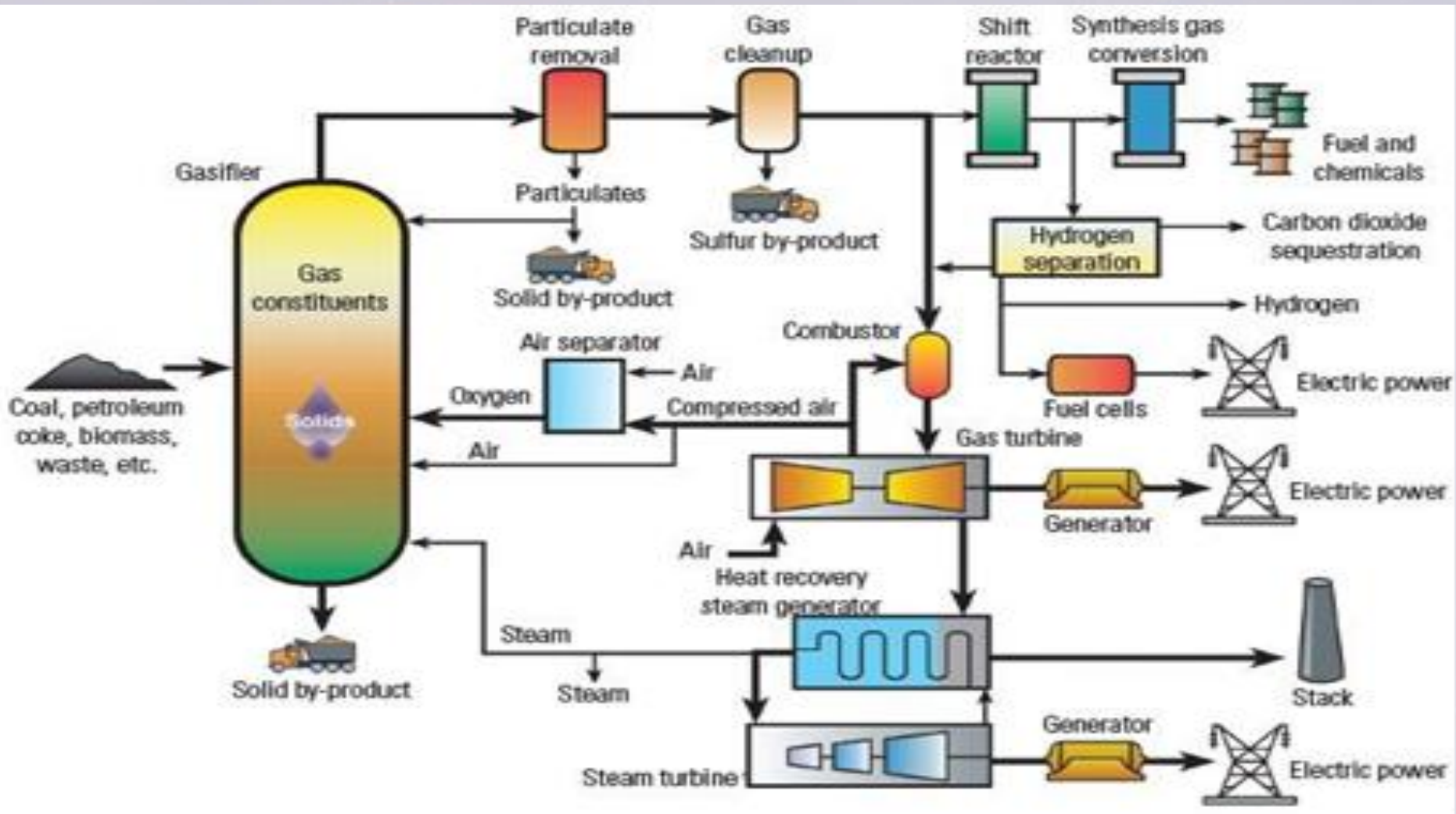
A szénfeldolgozás elvi vázlata és lehetséges céljai

(Forrás: Bergakademie Freiberg)



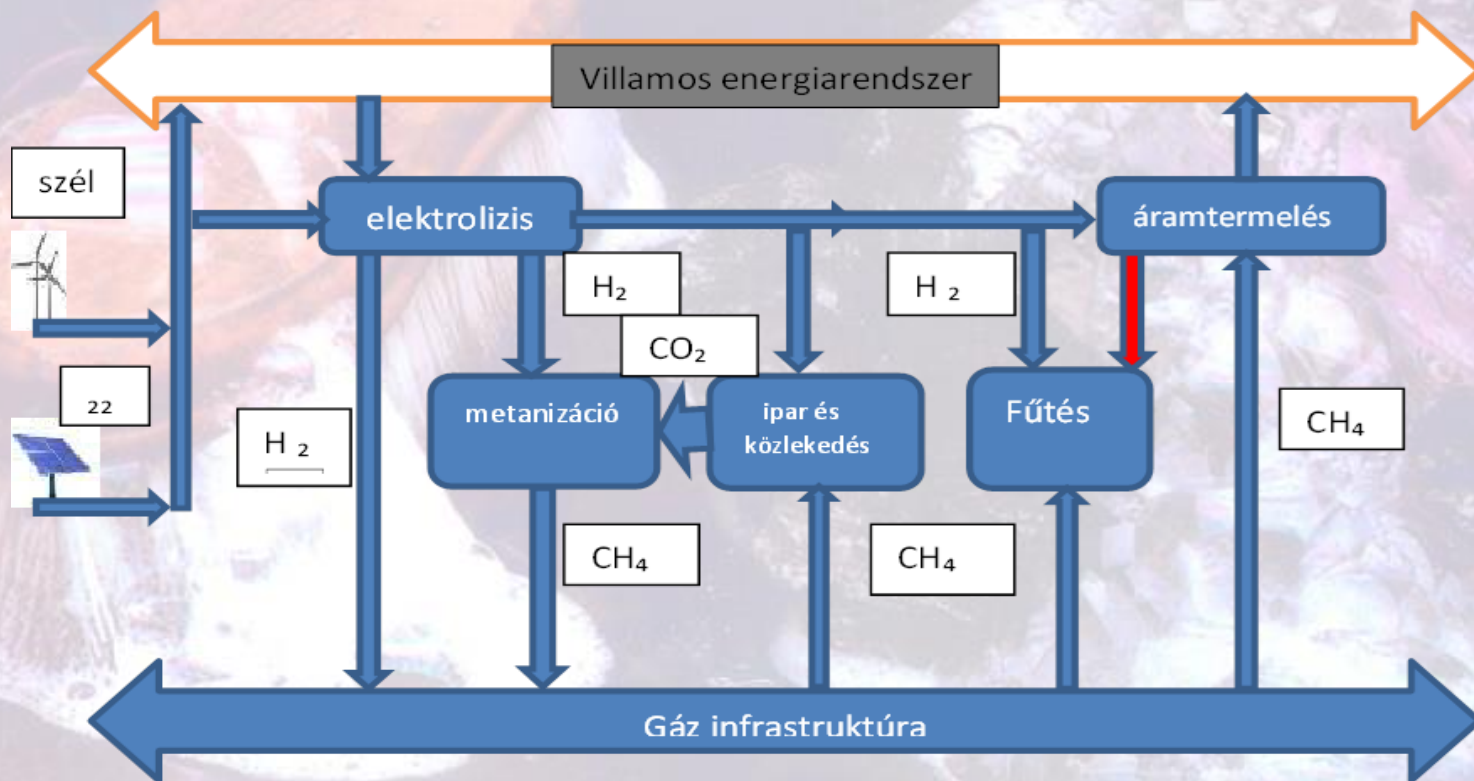
Poligeneráció elvi séma

Forrás: DOE-NETL



Villamos energia és Gáz infrastruktúra kapcsolata

Forrás: ESRI



Elgázosítási technológiák

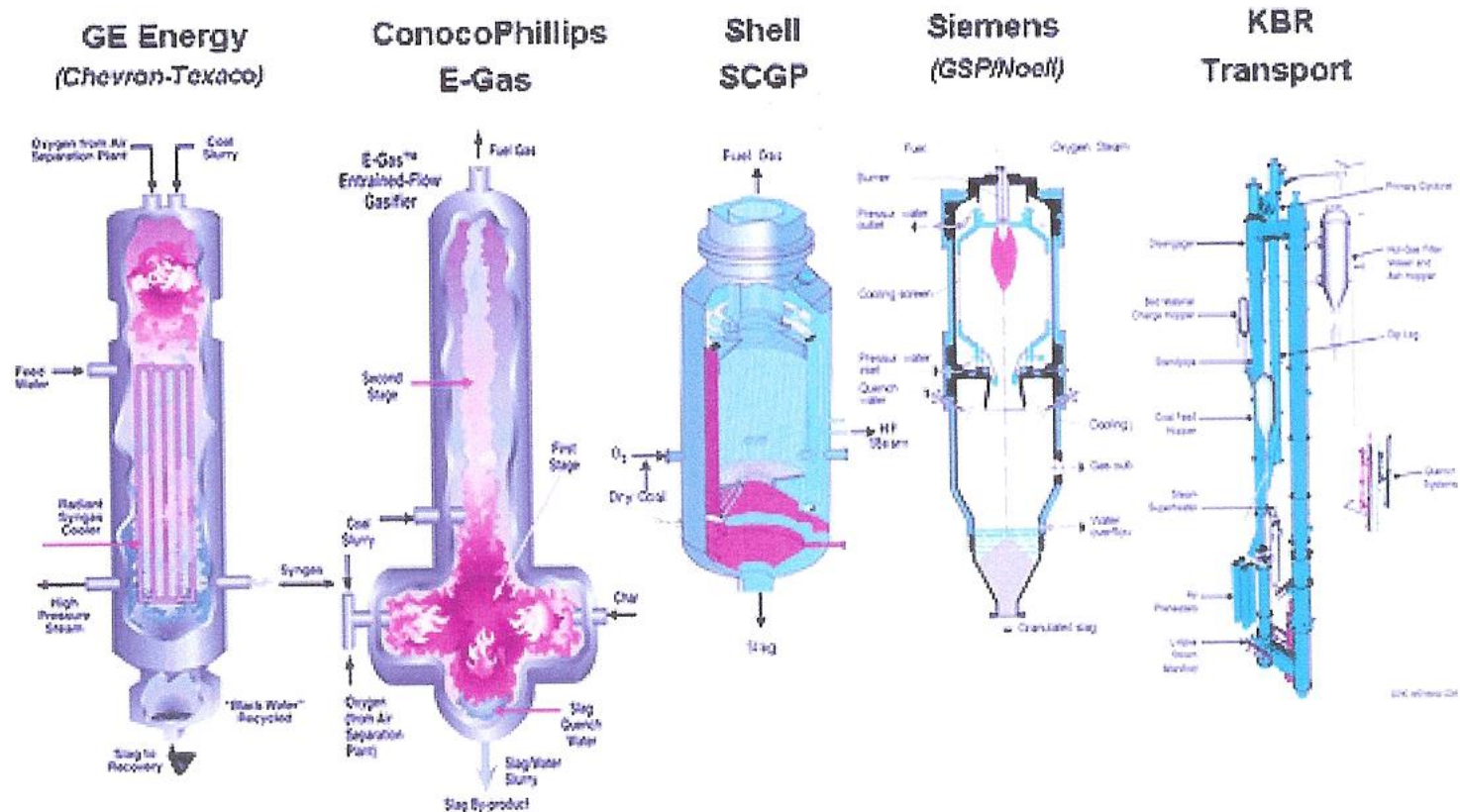
(forrás: Higman Consulting)

- A Gázosító felépítése szerint
- Kereskedelmi technológiák
 - Mozgóágyas technológiák
 - Fluidágyas technológiák
 - Folyamatos áramlású technológiák (befúvatás)
 - cseppfolyós anyagok technológiája
 - biomassza, hulladék és egyéb elgázosítók
- Ágy (mozgó, fluid. folyamatos)
- Áramlási irány (azonos /ellenáram, fel/le)
- Működési hőmérséklet (salakot olvaszt, nem olvaszt)
- Betáplált anyag (szemcseméret, száraz/ iszapos)
- Gázosítási lépcsők (egy/vagy kétlépcsős gázosító)
- Belső falazat (bélés, hűtőfal, tűzálló anyagok)
- Szintézisgáz hűtés (víz vagy gázhűtő)
- Oxidáló anyag (oxigén, vagy levegő)



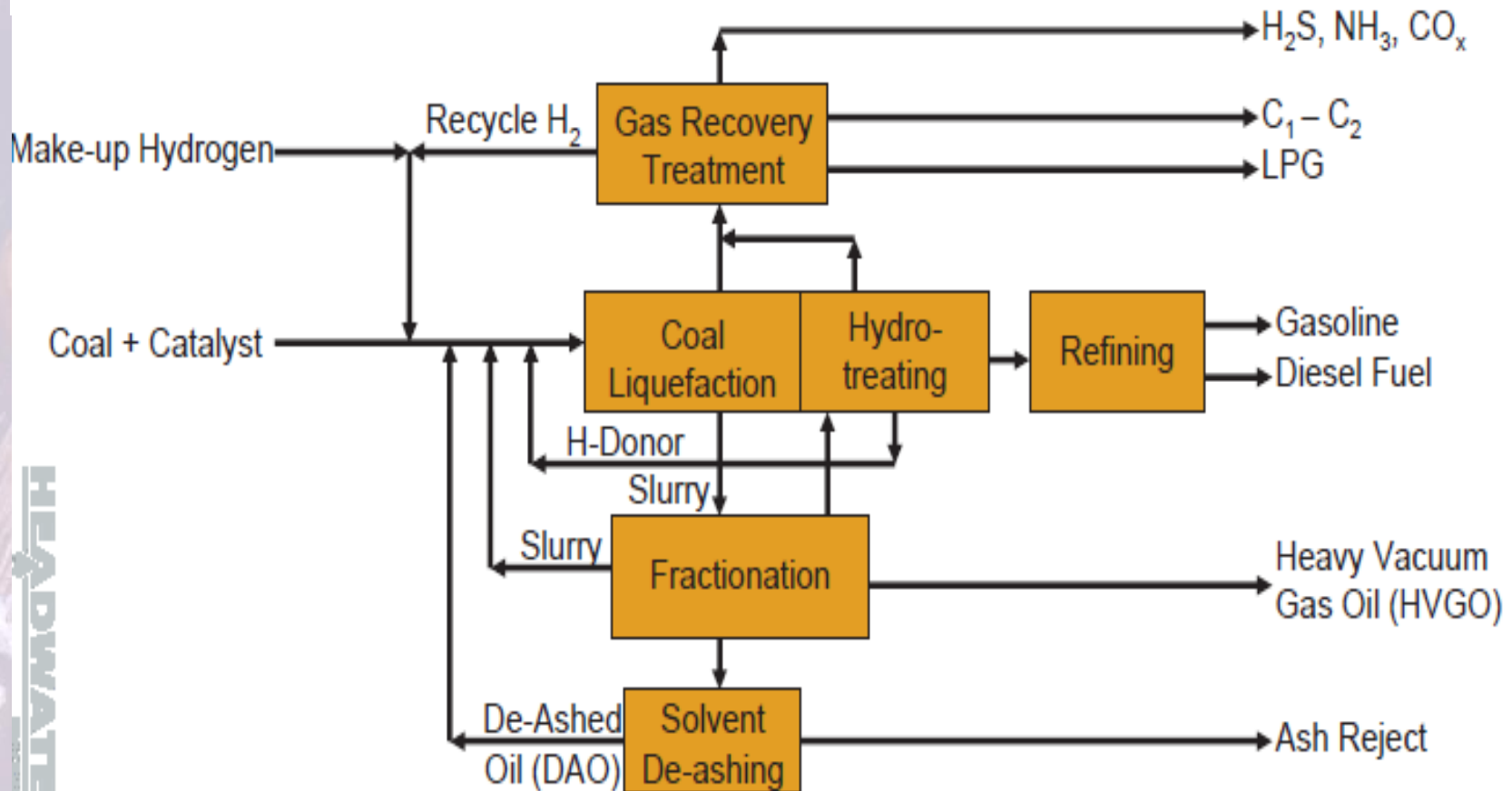
Néhány elgázosító rendszer

(Forrás netl. doe)



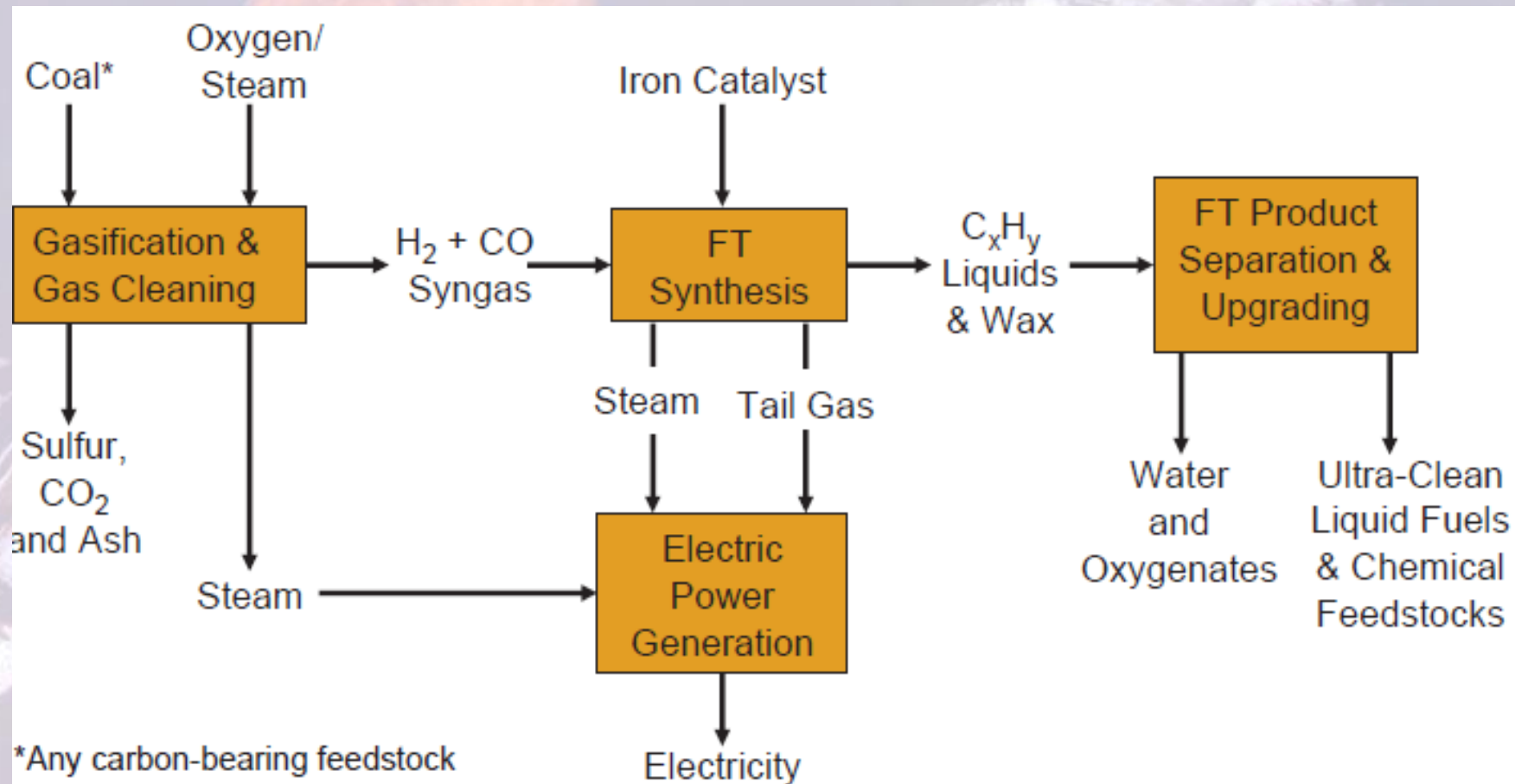
Közvetlen szénátalakítás

(Forrás:Headwaters)



Közvetett szénátalakítás (elgázosítás)

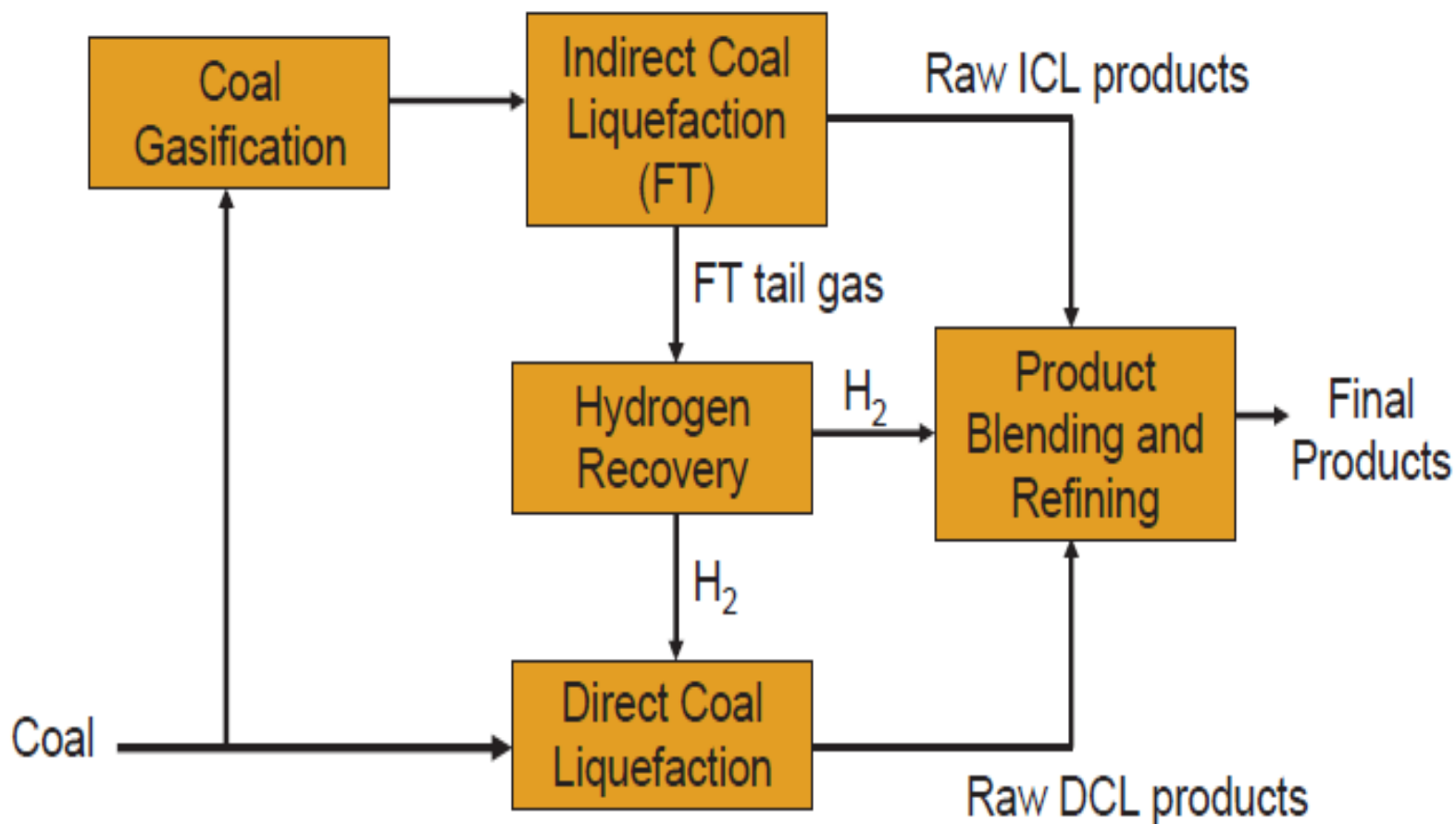
(Forrás:Headwaters)



Hibrid közvetlen és közvetett cseppfolyósítás elvi séma

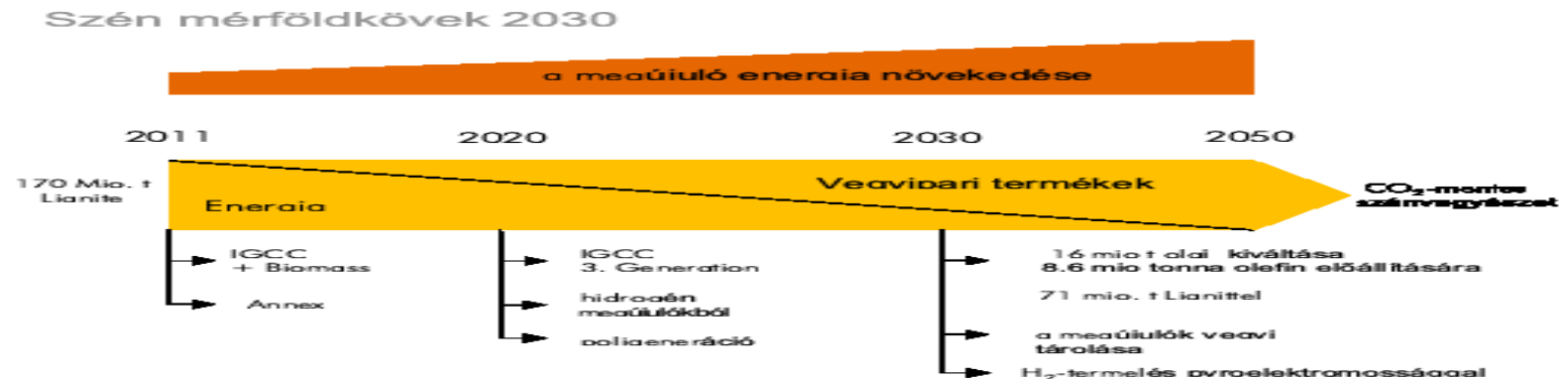
(Forrás:Headwaters)

a legjobb minőségű benzin, dízel és repülőbenzin gyártása minimális finomítási igénnyel



Szénalkalmazás mérföldkövei

Forrás: Bergakademie Freiberg



The University of Resources. Since 1765.

3



CO2 leválasztás módszerei és a fejlődés útjai

- Általánosan ismert a szénerőművek et már korábban ellátták SO_2 , por stb. leválasztási technológiákkal, amelyek a mindennapok szerves részei. A füstgázok esetében így már jelenleg is több leválasztási/mosási technológia működik.

A füstgázokból több különböző leválasztási technológia létezik (CC, Carbon Capture) de mindegyik számára előnyös kiindulás a nagyobb CO₂ sűrűség a füstgázokban ezért a tiszta oxigénben való égetés alkalmazása javasolt a levegővel szemben (ha levegővel égetünk akkor a füstgázban való leválasztás az opció(ezt égetés utáni leválasztásnak nevezzük

Ha oxigénnel (oxyfuel) akkor égetés előtti leválasztásnak
A széndioxid leválasztására egy sor módszer ismert

- **Fizikai és vegyi oldószerek**

pl. **Mosás aminosavakkal** jelenleg a legelterjedtebben alkalmazott módszer ma már 2,5- 3 GJ/t CO₂ alatt van a fajlagos érték, de ez kb. 10% feletti hatásfokromlást eredményez a villamos energia előállításakor

A **vizes mosás** majd a szódavíz alkohollá alakítás magyar elképzelés szintén kísérleti stádiumban van (Raisz Iván)

- A **membrános leválasztás** lehetőségét is kutatják (Jülich) ennek kereskedelmi alkalmazása kb. 10 évre tehető
 - **szilárd kötőanyagok** pl. zeolit, aktív szén, fémszivacs stb. **kőzet karbonizáció** rekuperációval vagy anélkül
 - **fagyasztásos eljárás** pl. fagyasztott ammonia -56,6 °C alá
 - Vannak más alternatívák pl. **algák**, üvegházak, **e-coli** való lekötés ezek már átvezetnek a tárolás és átalakítás fogalomkörébe, ilyen lehet az EOR a szénhidrogén kutakba való lesajtolás teljesítménynyfokozásra
- A CO₂ leválasztási költségeit a szakirodalom 40-50 €/t ra teszi de vannak alacsonyabb adatok is erre

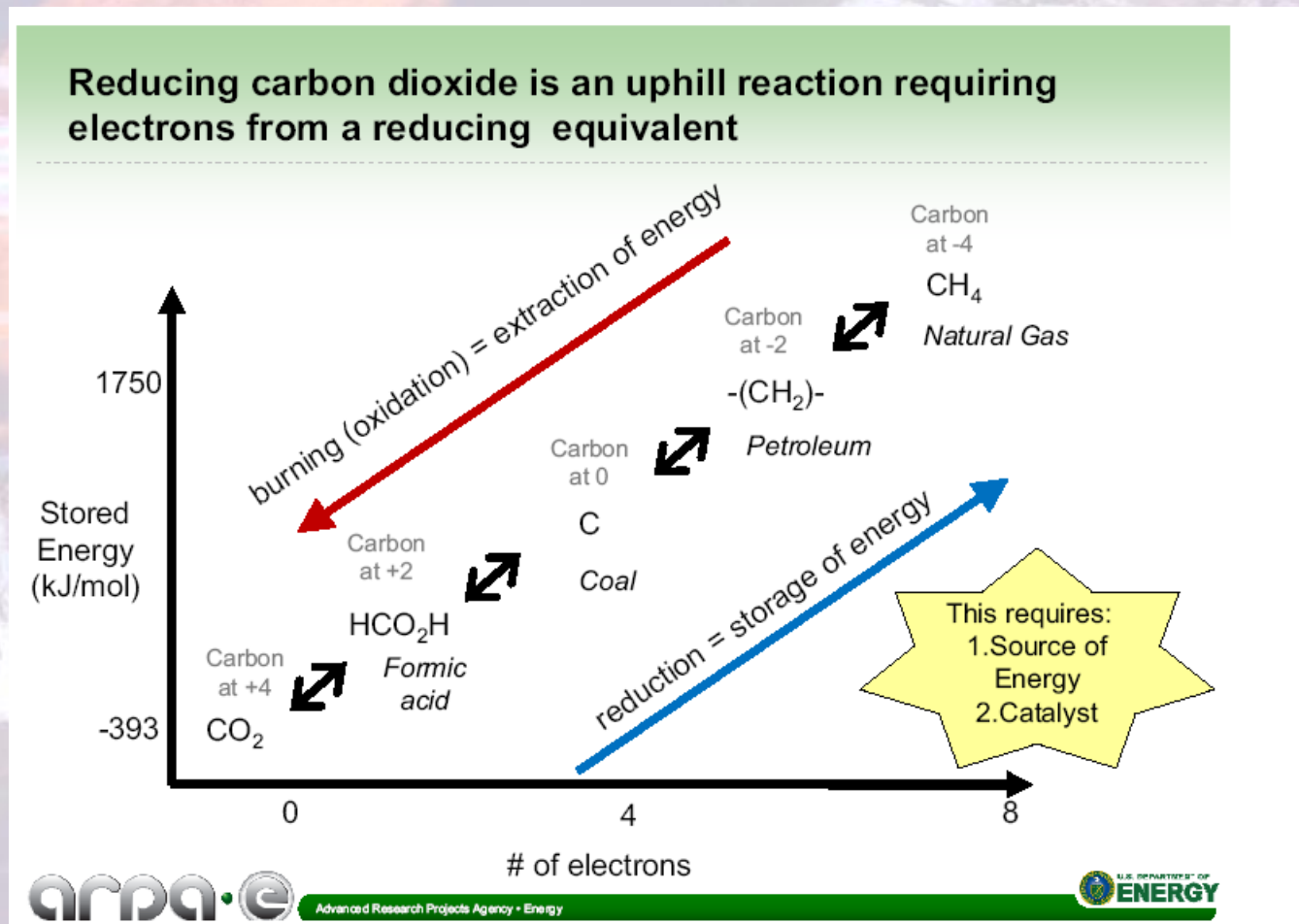
- A jelenleg széles körben propagált megoldás a CO₂ eltárolása (**Sequestration CCS**) Ennek során a leválasztott CO₂ a leválasztás helyéről csővezetékkel vagy tehergépkocsival elszállításra kerül és általában valamilyen geológiai formációba betárolják (kimerült szénhidrogén mező, mélyebb sós vizek, régi sóbánya stb.) Vita van ennek a törvényi hététréről, hogy lakott területen is megengedhető –e, vagy csak pl. az Északi tengeren (ld. Kivu tó CO₂ kitörés)
- A **CCS** technológia költségei a CO₂ leválasztáson túl a kompresszió és szállítás ca 10 €/t ra tehető költsége és a tárolás jelenleg nem is becsülhető költsége
- Már sok helyen működik a CO₂ vegyipari nyersanyagként való hasznosítása , azaz haszonanyaggá alakítása (**CCR/CCU**) Kiemelkedő Oláh Görgy magyar származású Nobel díjas kémikus a CO₂ metanollá való alakítása területén kifejtett tevékenysége és konkrét létesítményei (pl. Izland). Sok üzem épült Kínában, de a BASF is gyárt kísérletileg műszálat. Több elképzelés ismert a CO₂ újrahhasznosítására pl. napenergia segítségével CH₄ gyé alakítására, de a mesterséges fotószintézis kísérletek is ezt eredményezhetik. (Hollandiában üvegházakban nagy növekedést mutattak a növények az emelt CO₂ koncentrációban, az algás megkötésre már utaltam)
- **CCR** technológiáról ismert adat, hogy 10-12 GJ energia ráfordításával lehet 4,6 GJ energiatartalmú metanolt előállítani ami nagy energiatemető, ha egyébként másképpen nem hasznosítható energiaforrás nem áll rendelkezésre (éjszakai áram atom erőmű, szélenergia völgyidő, geotermikus energia, hulladékhőhasznosítások. Ez egyúttal energiatárolást is jelent meglévő infrastruktúrában (pl. Önálló hidrogéntárolás esetében nagy ráfordítással újat kell létesíteni).

A teljes életciklus kérdésének elemzése fontos, mivel az IPCC kizárólag az égetés helyére vonatkozó adatokkal operál.



A széndioxid átalakulása oxidáció vs. redukció

(Forrás: ARPA Toone Professzor előadása)



CO₂ kutatási program a következő 10 évben

(Forrás: CLAIRE IEED)

- Általános kérdések
 - CO₂ leválasztás
 - CO₂ tisztaság
 - nagy értékű termékek
- Közvetlen hasznosítások
 - EOR (olaj és gáztermelés)
 - mineralizáció
- Vegyészeti átalakítás
 - biogáz CO₂ és CH₄ száraz reformáció
- Biológiai utak
 - cyanobaktériumok és mikroalgák
- Foto-elektrokémia
 - H₂ előállítása vízből foto-elektrolízissel
 - CO₂ és H₂O közös fotóredukció

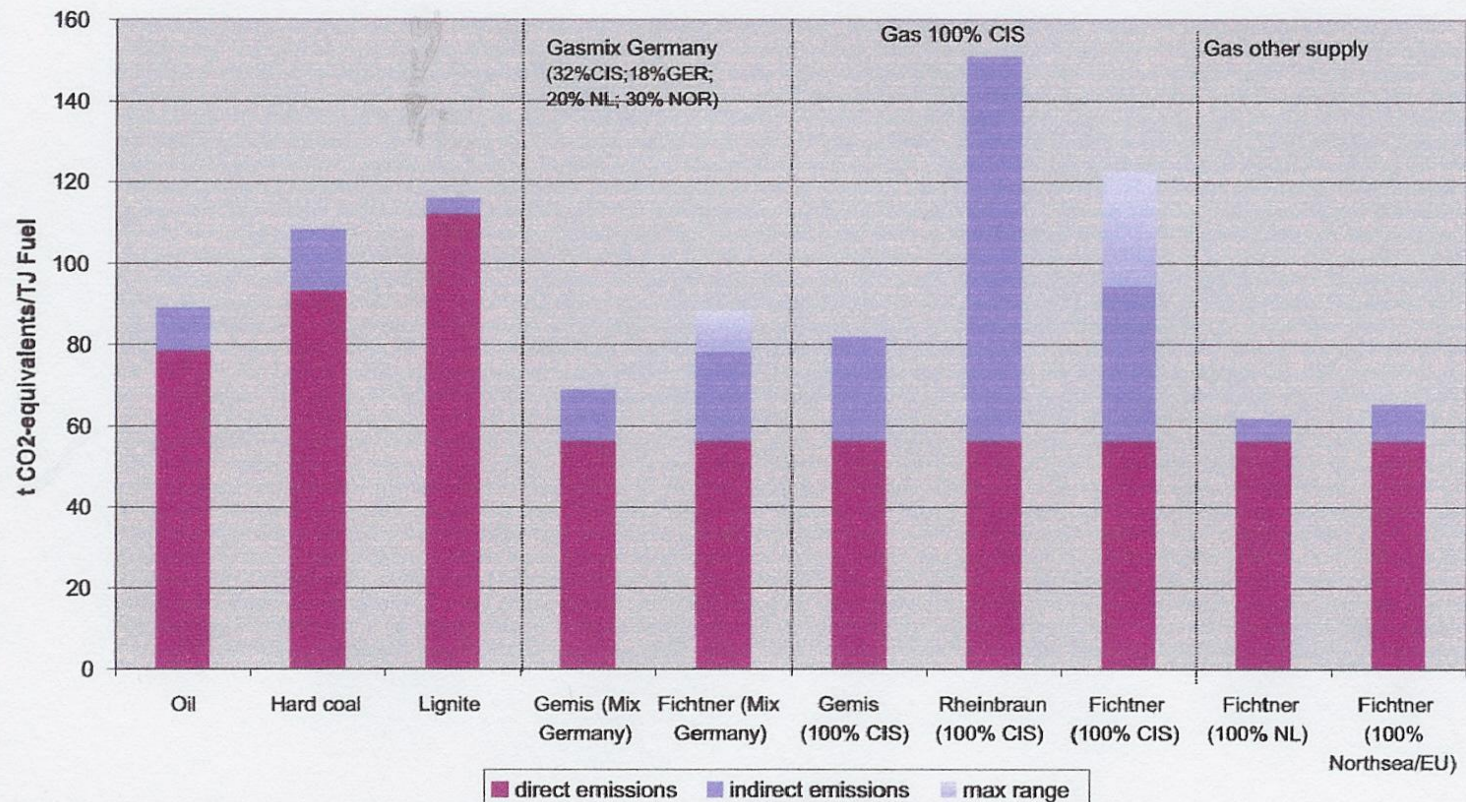
működő eljárások



jövőbeni vízió



A közvetlen és közvetett ÜHG kibocsátás az egyes fosszilis tüzelőanyagokra (forrás: RWE, GEMIS)



Source: own calculations according to GEMIS 4.13, Fichtner (2001), Rheinbraun (2001)

Fig. 2: Direct and indirect GHG-emissions (in CO₂.equivalents) of different fuel-types in comparison with the emissions from the natural gas life cycle under different assumptions and LCA's

A tiszta széntekológia Magyarországi lehetőségei

- Magyarország hatalmas kiaknázatlan szénkészlettel és nagy szénbányászati hagyományokkal rendelkezik és valamelyes szénkémiai tapasztalattal is (Veszprémi Egyetem szénkémiai tanszék stb.)
Péten 1929- ben már szénből benzin készült a városi gázgyártás széles körben folyt az erőműi tüzelésről nem beszélve Nehézvegyipari gyakorlat a mai napig fennmaradt
- Erőműi alkalmazás gazdaságosan nem lehetséges ,mert a magyar energetikai rendszerhez nem illeszkedik a gazdaságos blokkméret, a rendszer jelenlegi árait a külföldről importált ,környezetvédelmi előírásokkal nem terhelt valamint a hazai amortizációs/beruházási költséget nem számoló erőműi árak határozzák meg. A CO2 árak pedig nem fedezik a környezetvédelmi elvárások technológiai költségeit. Vannak előírások, de annak piaci fedezete nincs.
- Ha nem vennénk figyelembe a CO2 kibocsátás kérdését (EU 3000- 3100 TWhó elektromos energiatermelésből kb. 1000 Twhó szénalapú, Csehország 90 TWhóból 58 TWh, Németország 600 TWó-ból kb 270 TWhó, Magyarország 40 TWó ból 6,5TWó (gyakorlatilag a Mátrai erőmű és ez kb. 2500 ember munkájával évi kb. 500 mio USD energiainportot vált ki) akkor sem lenne gazdaságos a szénbázisú villamos energiatermelés új beruházásban a jelen körülmények között
- A CO2 kibocsátás kérdéséhez, azért is pragmatikusan kellene hozzáállni, mivel az IPCC előírások nem a teljes életciklus kibocsátást veszik figyelembe, hanem csak a határon belülit, így az importált energiahordozók alkalmazása nem járul hozzá az amúgy vita alatt lévő klímahatás mérsékléséhez , mert globális mértékben nem következik be csökkenés sőt. Németország 11 GW szenes erőművet épít ez a teljes magyar erőműi kapacitás majd duplája
- A vegyipar nagy beruházásokat igényel, de hosszú távú gazdaságossága látszik. 40-50 % szénár /szénhidrogénár kb.1330 Ft /GJ mélybányászati költségből kiindulva 3300 Ft/GJ határköltséget jelent (ez kőolajnál 20 130 Ft 89,50USD/hordó, 112 200 Ft azaz 498 USD/1000 m3 árat jelent) Egy másik közelítésben viszont 10€ /GJ az erőműbe érkező földgáz aktuális ára ami 3100 Ft (105 400 Ft/1000 m3)
Ha nem számolunk a szénhidrogének árának tartós csökkenésével akkor érdemes a munkahelyeket és beruházásokat jelentő szénbányák megnyitását a vegyiparra alapozni.
Végtermék a hazai mezőgazdaságban felhasználható műtrágya , üzemanyag lehet többek között. A bányászat pedig folyamatos szolgáltatás és iparfejlesztést generál a maga környékén
- a szén mint bányatermék vegyipari alapanyagként hasznosuljon és integrálja a biomassza és hulladékhasznosítás,(szilárd és cseppfolyós) feladatait valamint alkalmas az éjszakai és völgyidőszaki áramokkal termelt hidrogén megfelelő tárolására.





- K Ö S Z Ö N Ö M A F I G Y E L M E T !!!

- KALMÁR ISTVÁN

- Email: [kalmari at calamites.hu](mailto:kalmari@calamites.hu)







Korszerű szénerőművek helyzete a világban

Energetikai Szakkollégium előadás

Orosz Zoltán
2014.10.16.

Tartalomjegyzék

I Erőmű építések világszerte

II Emissziós kibocsátások / hatásfok előírások

III Európai példák modern blokkok építésére

IV Független ☺

V A megújuló energiák térnyerése a villamosenergia-termelésben

VI Oxy-fuel és CCS eljárások aktuális helyzete



A Mátrai Erőmű ZRt. vállalati profilja

Telephely

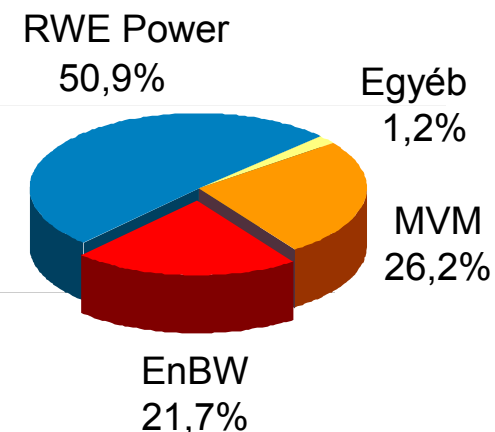


Mutatók

Beépített teljesítm.	950 MW
Értékesített vill. en.	5 403 GWh
Nettó árbevétel	92,3 mrd Ft
Eredmény	10,5 mrd Ft
Létszám	2 096

(2013. üzleti év)

Tulajdonosi struktúra



- > **Alaptevékenység:** Villamosenergia-termelés barnaszénből (2x100 MW; 1x220 MW; 2x232 MW), valamint gázból (2x33 MW) [90% szén; 8% biomassa; 2% gáz]
- > Kb. 17%-ban részesedik a magyar villamosenergia-termelésből
- > Széntermelés két saját tulajdonú bányában (Magyarország legnagyobb lignit-előfordulása)
- > A bánya- és erőmű teljesítményének megtartása retrofit-projektekkel
- > A jövőbeli erőműfejlesztések kidolgozás alatt
- > Az aktuális kihívásokat a CO₂-politika jelenti



Legjobb Munkahely 2011
Világgazdaság - Aon Hewitt



Az Erőmű főbb mutatószámai

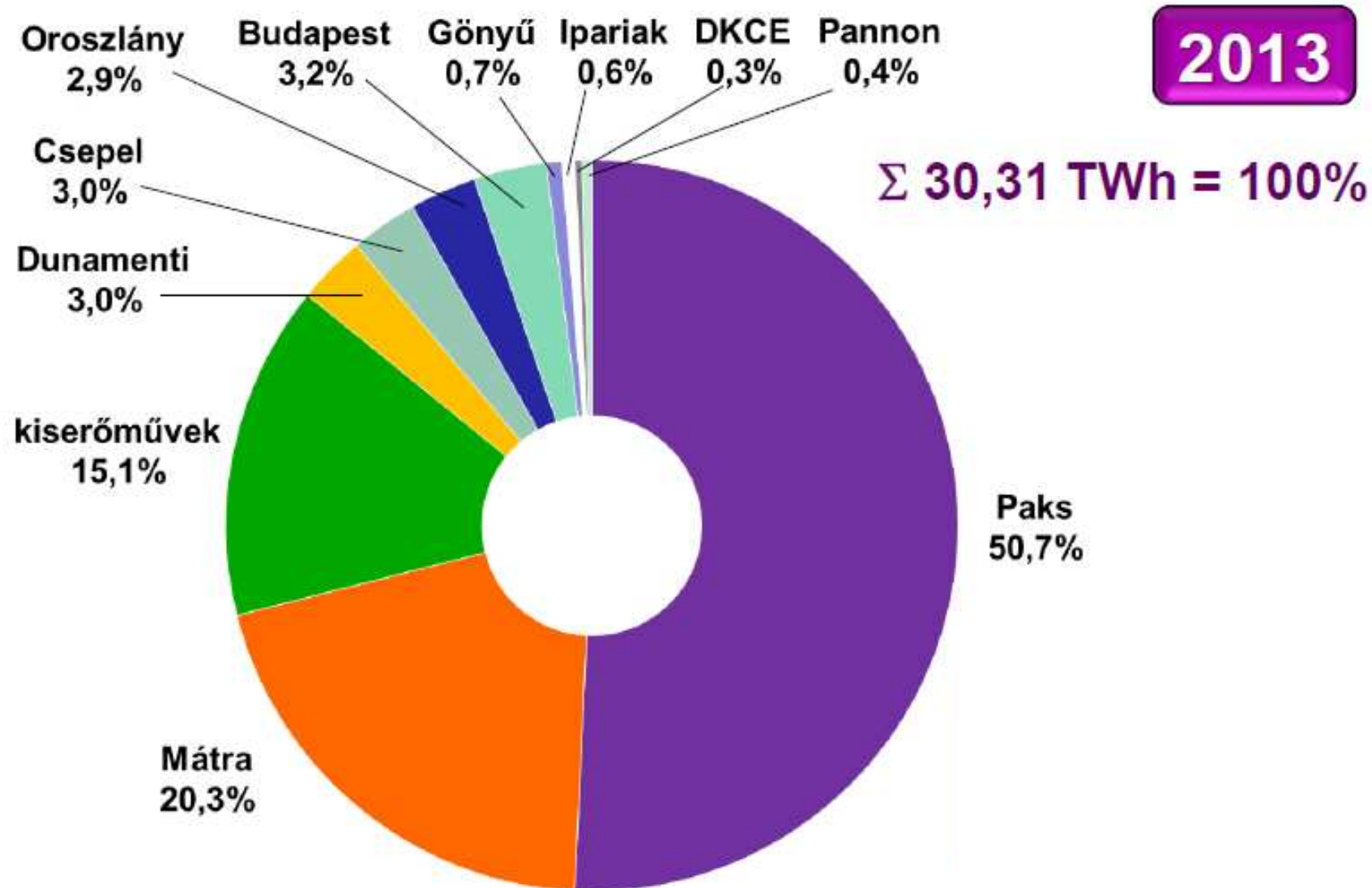


Termelés: 6.164 GWh_{bruttó}

Kapacitás:

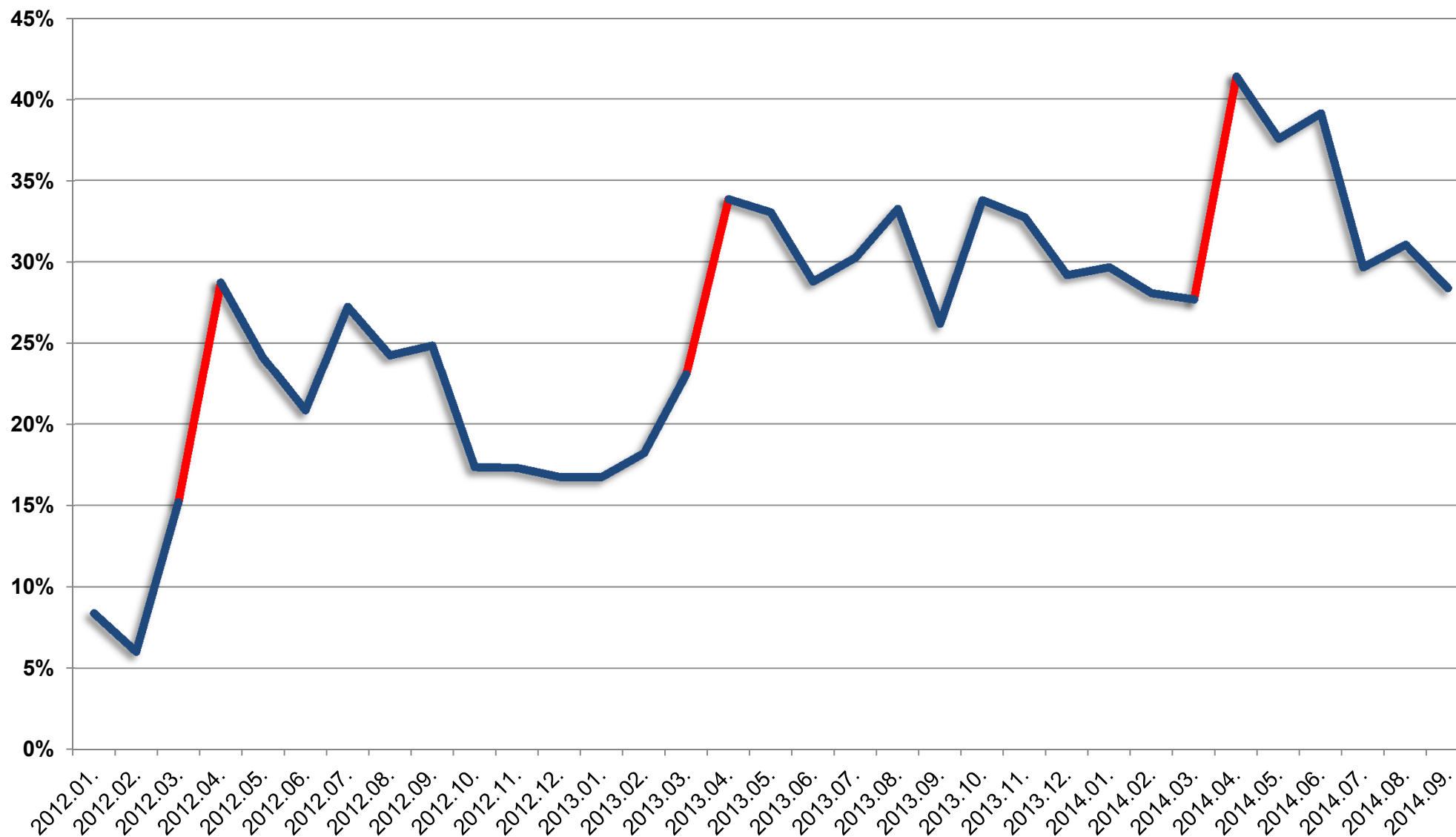
<i>Lignit/bio</i>	2 x 100 MW
<i>Lignit/bio</i>	1 x 220 MW
<i>Lignit/bio</i>	2 x 232 MW
<i>Gáz</i>	2 x 33 MW

Hazai termelés alakulása 2013-ban



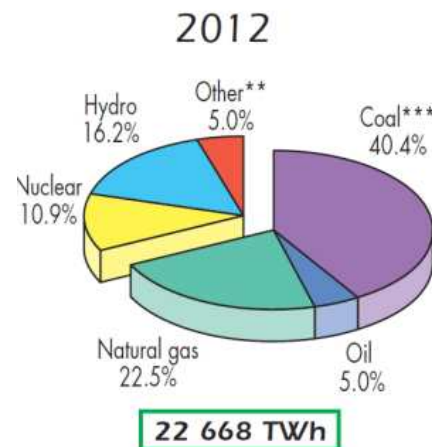
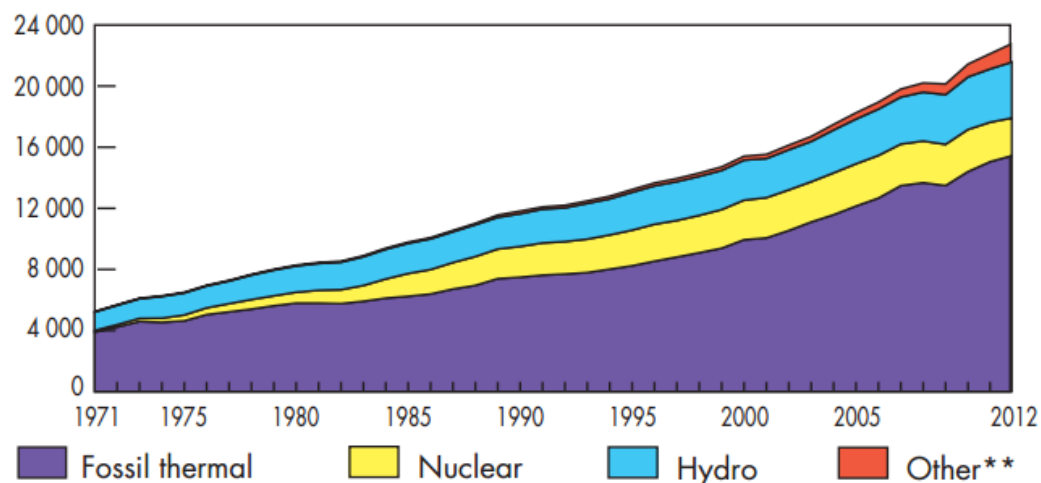
Az export-import szaldó alakulása 2012-től napjainkig

Export-Import Szaldó



Electricity Generation by Fuel

World electricity generation* from 1971 to 2012
by fuel (TWh)



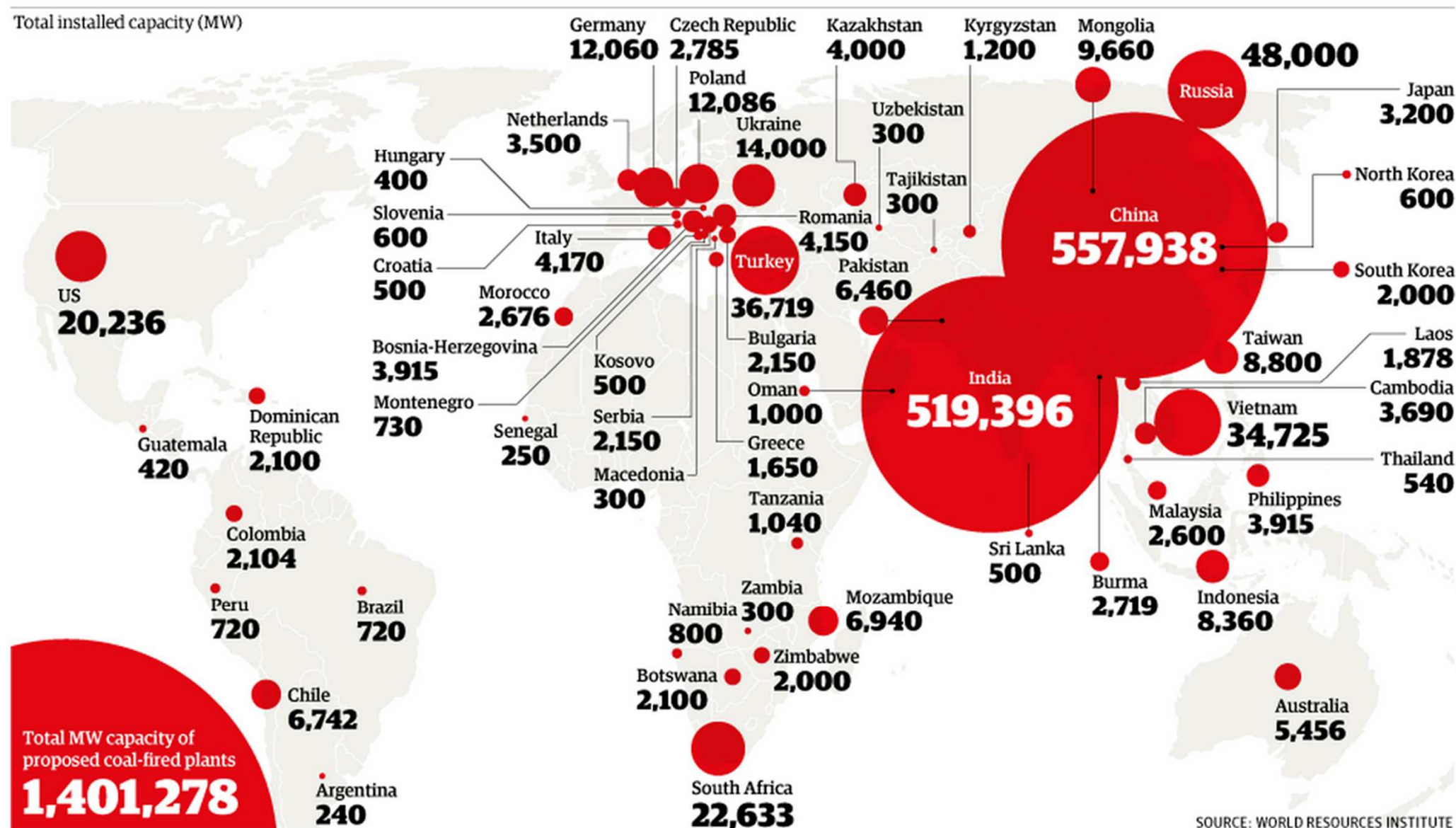
Coal*	TWh
People's Rep. of China	3 785
United States	1 643
India	801
Japan	303
Germany	287
Korea	239
South Africa	239
Australia	171
Russian Federation	169
United Kingdom	144
Rest of the world	1 387
World	9 168

2012 data

A 2012-ben globálisan tervezett széntüzelésű erőművi projektek

Proposed coal-fired plants

Total installed capacity (MW)



SOURCE: WORLD RESOURCES INSTITUTE

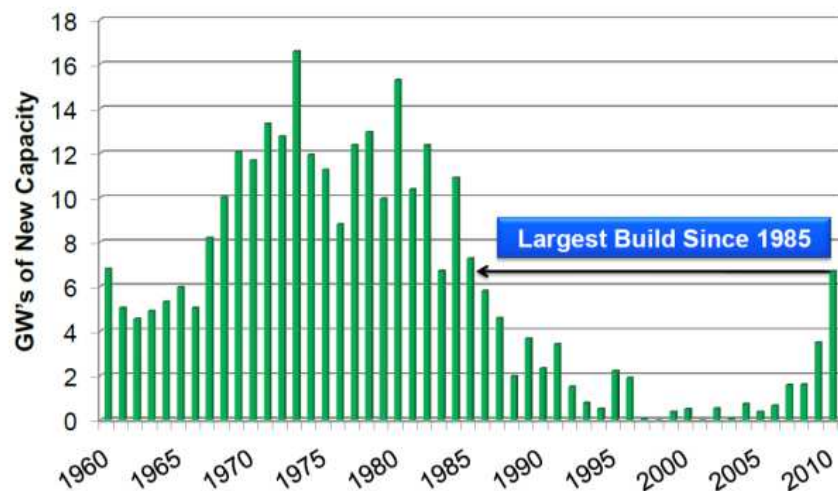
Széntüzelésű egységek életkora és hatásfoka



MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.

Last 50 Years of New Coal Capacity

Figure 4

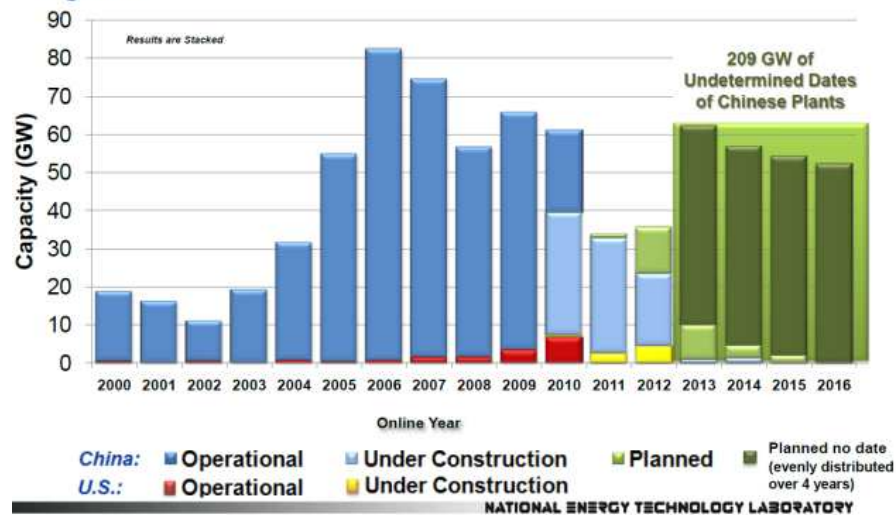


Source: Ventyx - Velocity Suite (12/13/2010)

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY

Coal-Fired Build Rate China and United States

Figure 10



Source: USA data - Ventyx - Velocity Suite (12/13/2010)

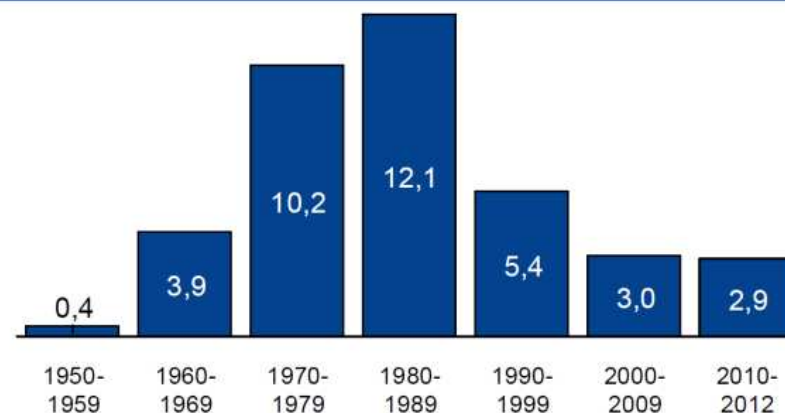
China data - Platts - UDI WEPPDB 2010

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY



OUTLOOK FOR NEW COAL-FIRED POWER STATIONS IN GERMANY, THE NETHERLANDS AND SPAIN

Figure 3 – Age structure of the existing coal and lignite fleet in Germany (GW)



Source: Bundesnetzagentur power plant list, 12 December 2012.

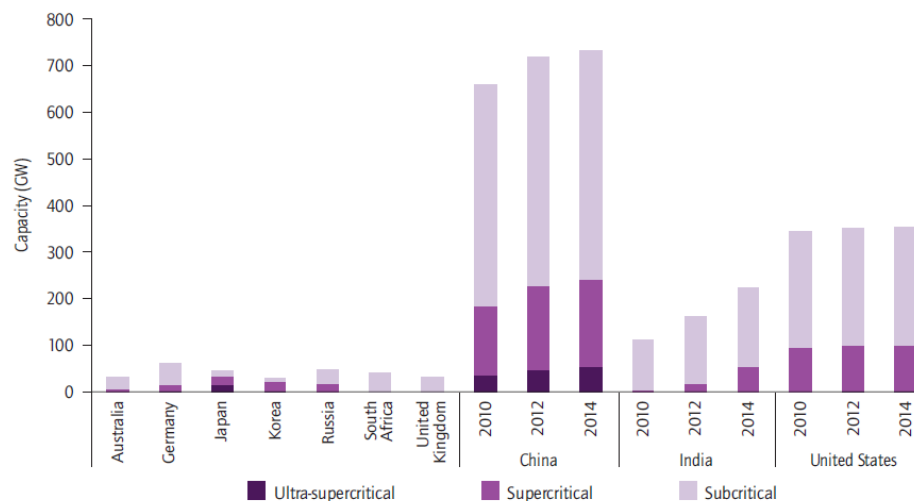
Note: This data does not include the category "several fuels" in the list, which explains the difference to the figures stated from BDEW in Section 2.1 and in the text above.

PÖRYR MANAGEMENT CONSULTING

April 2013

214_DECC_Coal fired power generation in Germany, the Netherlands and Spain_Final report_v4_0.docx

Figure 4: Capacity of supercritical and ultra-supercritical plant in major countries



Note: Refers to capacity in 2010 unless specified otherwise. Definitions of subcritical, supercritical (SC) and ultra-supercritical (USC) technology are described in Box 3.

Source: Platts, 2011.

IEA Publications, 9 rue de la Fédération, 75739 PARIS CEDEX 15
PRINTED IN FRANCE BY CORLET, OCTOBER 2012

Technology Roadmap

Kína széntüzelésű egységeinek létesítési terve



MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.

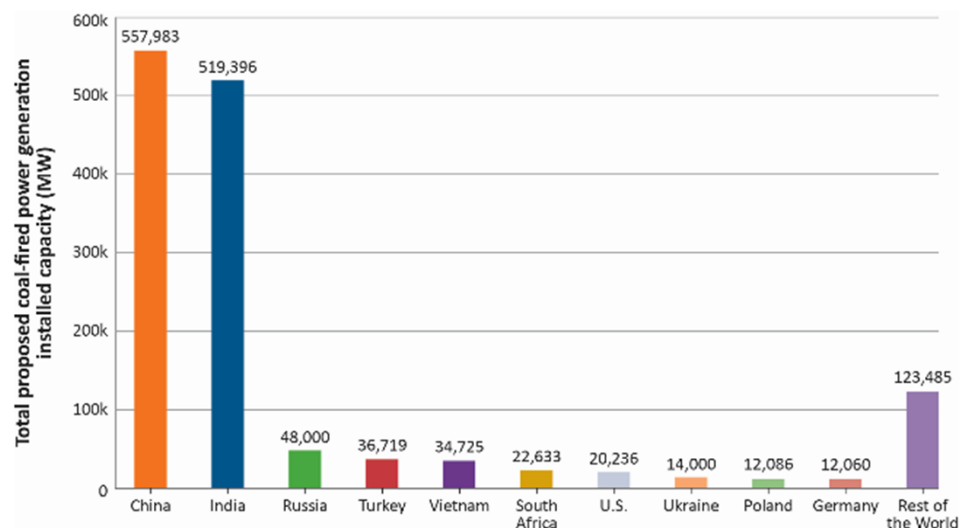


Figure 2. Global Proposed New Coal-fired Power Generation Capacity as of June 2012 (Source: WRI)

© OECD/IEA 2014

Emissions Reduction through Upgrade of Coal-Fired Power Plants Learning from Chinese Experience

Table 3 • Total installed capacity in China 2003-12 (GW_e)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total installed capacity	385	442	508	622	713	793	874	970	1 063	1 147
Coal	286 (74%)	320 (72%)	373 (74%)	467 (75%)	538 (76%)	583 (74%)	632 (73%)	660 (68%)	734 (69%)	783 (68%)
Natural gas	..	10 (2.4%)	11 (2%)	16 (3%)	16 (2.2%)	18 (2%)	20 (2%)	26 (3%)	34 (3%)	37 (3%)
Hydropower	92 (24%)	105 (24%)	117 (23%)	129 (21%)	145 (20%)	170 (21%)	197 (22%)	220 (23%)	233 (22%)	249 (22%)
Nuclear	6.2 (2%)	7.0 (2%)	7.0 (1%)	8.6 (1%)	8.9 (1%)	9.1 (1%)	9.1 (1%)	11 (1%)	12.6 (1%)	12.6 (1%)
Renewable power*	..	..	..	0.7 (0%)	4.7 (1%)	12.2 (2%)	16.1 (2%)	33.0 (3%)	48.3 (5%)	61.4 (5%)

* Comprises on-grid wind and solar power plus a small proportion of biomass-fired units.

Note: .. = value not available.

Sources: CEC (2013), *China Electricity Industry Annual Development Report*, CEC, Beijing; Mao, J. (2011), "Ultra-supercritical technology – The best practical and economic way to reduce CO₂ emissions from coal-fired power plants", presented at the 7th International Symposium on Coal Combustion, Harbin, China (18-20 July); Zhu, F., S. Wang and H. Li (2010), *The Current Status and Prospect of Air Pollution Control for Power Sector in China*, http://api.peru.com.pe/argentina/trabajos/ECC_241_ZHU_Fa_hua.pdf.

Table 2 • Annual power plant capacity and growth rate in China

Year	Installed capacity (GW _e)	Annual increase in capacity (GW _e)	Annual year-on-year growth rate (%)
2000	315	..	..
2001	338	23	7.3
2002	357	19	5.6
2003	385	28	7.8
2004	442	54	14.8
2005	508	66	14.9
2006	622	114*	22.4
2007	713	91*	14.6
2008	793	80*	11.2
2009	874	81*	10.2
2010	970	96*	11.0
2011	1 063	93*	9.6
2012	1 147	84*	7.9

* Net annual increase as some coal-fired plants close during each year.

Sources: Mao, J. (2011), "Ultra-supercritical technology – The best practical and economic way to reduce CO₂ emissions from coal-fired power plants", presented at the 7th International Symposium on Coal Combustion, Harbin, China (18-20 July); CEC (2013), *China Electricity Industry Annual Development Report*, CEC, Beijing.

Table 4 • Projection for China's total installed power generation capacity for 2015-50 (Gw_e)

	2011	2015	2020		2050	
		Target	4DS	2DS	4DS	2DS
Total installed power plant capacity	1 063	1 490	1 855	1 815	3 587	3 616
Coal	734 (69%)	960 (64%)	947 (51%)	882 (49%)	734 (20%)	530 (15%)
Natural gas	34 (3%)	56 (4%)	125 (7%)	128 (7%)	661 (18%)	365 (10%)
Oil	11 (1%)	x	15 (1%)	11 (1%)	7 (0%)	2 (0%)
Hydropower	233 (22%)	290 (19%)	372 (20%)	364 (20%)	462 (13%)	473 (13%)
Nuclear	13 (1%)	40 (3%)	62 (3%)	66 (4%)	184 (5%)	251 (7%)
Renewables	48 (5%)	148 (10%)	335 (18%)	364 (20%)	1 538 (43%)	1 996 (55%)

Notes: x = not applicable; the data for 2011 are from CEC's *China Electricity Industry Annual Development Report*, 2013; the data for 2015 represent the official goals of China's 12th Five-Year Plan (2011-15); the projections of China's total installed power capacity for both the medium term (2020) and the long term (2050) are from the IEA's *ETP 2014* analysis for the 4DS and 2DS.

Sources: CEC (2013), *China Electricity Industry Annual Development Report*, CEC, Beijing; NEA (2013), 12th Five-Year Plan for Energy, State Council, Beijing; IEA (2014b), *Energy Technology Perspectives 2012*, OECD/IEA, Paris.

Tartalomjegyzék

- I Erőmű építések világszerte**
- II Emissziós kibocsátások / hatásfok előírások**
- III Európai példák modern blokkok építésére**
- IV Független ☺**
- V A megújuló energiák térnyerése a villamosenergia-termelésben**
- VI Oxy-fuel és CCS eljárások aktuális helyzete**

Kína, az EU és az USA károsanyag-kibocsátási előírásai

CHINA, EU, AND U.S. COAL-FIRED POWER PLANT STANDARDS (All units mg/m³)

	China	European Union	United States	
NO_x New Plants	100	500 until 12/31/2015, then 200	117	
Existing Plants (defined in China as built 1/1/04-12/3/11) (defined in US as built after 2/28/05)	100	500 until 12/31/2015, then 200	117	
Existing Plants (defined in China as built before 1/1/04) (defined in US as built before 2/28/05)	200	500 until 12/31/2015, then 200	160 (built between 1997-2005)	640 (built between 1978-1996)
SO₂ New Plants	100	200	160 (built after 2005)	
Existing Plants (28 provinces) (four provinces with high sulfur coal) ⁷	200 400	400	160 (built between 1997-2005)	640 (built between 1978-1996)
Particulates New and Existing Plants	30	50, with an exception of 100 for low quality coal (eg lignite)	22.5	
Mercury New and Existing Plants	0.03	0.03 (A German standard only. No EU wide standard)	New: 0.001 (bituminous, gangue), 0.005 (lignite) Existing: 0.002 (bituminous, gangue), 0.006 (lignite)	

Az egyes országok és régiók emissziós- és hatásfok előírásai

Table 4: Key policies that influence coal plant performance in major countries

Country or region	Summary of policies	Impacts and goals of policy
Australia	- Generator efficiency standards defined best practice efficiency guidelines for new plants: hard coal plant (42%) and brown coal (31%). Both have higher heating value net output. - Emissions trading will begin in 2015. - Carbon tax introduced in 2012.	New plants are likely to be SC or USC technology.
China	11th Five-Year Plan (2006-10) mandated closure of small, inefficient coal-fired power generation units. 12th Five-Year Plan (2011-15) caps coal production at 3.9 billion tonnes by 2015; from 2006, all plants of 600 MW or higher must be SC or USC technology. - Stringent emissions control for SO₂, NO_x and particulates are mandated on new units from 2012. SO₂ = 50 mg/Nm³ NO_x = 100 mg/Nm³ PM = 20 mg/Nm³ New standards, including limits on mercury emissions, are applicable from 2014 for existing plants.	- From 2006-10, 70 GW of small, inefficient coal-fired power generation was shut down; in 2011, 8 GW were closed. 17% reduction (compared with 2010) in carbon intensity targeted by 2015 (across all power generation) and a 40% to 45% reduction by 2020.
European Union	- Power generation covered by the EU Emissions Trading Scheme (ETS). The first two phases saw over 90% of emissions credits "grandfathered" or allocated to power producers without cost, based on historical emissions. In the third phase, beginning in 2013, 100% of credits will be auctioned. - Emission limit values according to the Industrial Emission Directive 2010/75/EU for new power plants are: SO₂ 100-300 MWth = 200 mg/Nm³ > 300 MWth= 150 mg/Nm³ NO_x 100-300 MWth = 200 mg/Nm³ > 300 MWth= 150 mg/Nm³ PM 100-300 MWth = 20 mg/Nm³ > 300 MWth= 10 mg/Nm³	GHG emissions reduction of 21% compared with 2005 levels under the European Union Emissions Trading Scheme (EU ETS). Credit auctioning will provide further incentive to coal plants to cut emissions.

Table 4: Key policies that influence coal plant performance in major countries (continued)

India	12th Five-Year Plan (2012-17) states that 50% to 60% of additional new coal-fired capacity should be SC. In the Thirteenth Five-Year Plan (2017-22), all new coal plants should be at least SC; with energy audits at coal-fired power plants to monitor and improve energy efficiency. The government expects 15% of power to come from SC by 2018. A policy plan for all post-2017 units to be SC, with progression to higher steam parameters in the future. An R&D programme is under way to raise steam temperatures to 700°C and beyond. - IGCC is being pursued using both indigenous and international technology suppliers. - A system to monitor and control emissions from thermal power stations is in place.	The Twelfth and future Five-Year Plans will feature large increases in construction of SC and USC capacity.
Indonesia	Emissions monitoring system has been put in place.	
Russia	Unless action is taken, Russia's policy to increase indigenous coal use while exporting gas will inevitably lead to a rise in domestic CO₂ emissions.	Conflicts likely between security of power supply and the environment. A policy and energy strategy are needed to address this.
South Africa	- To address the electricity shortages anticipated in the short-to-medium term, installation of new capacity will continue. - Emission policies are not yet in place.	
United States	- The US EPA's GHG ruling recommends use of "maximum available control technology". - Stringent SO₂ regulation will lead to expansion of FGD installation. - Advanced USC (760°C) R&D has USD 50 million of funding from the Department of Energy. Plans are under way for a 600 MWe design by 2015, with plant operating by 2021. - The US power system will retire as much as 70 GW of fossil-fired capacity over period 2013-17.	- New plants are likely to deploy best-practice HELE technology. - Pending EPA regulation, combined with low natural gas prices, suggests limited coal capacity additions in the future.

Kína szigorú emissziós előírásai a széntüzelésű erőművek számára

Pollutant	Application	ELV, mg/m ³ except for opacity	Location of monitoring and emissions control
Particulate	all	30	stack and flue
SO ₂	new boilers	100	
		200 ^a	
	existing boilers	200	
		400 ^a	
NOx (as NO ₂)	all	100	
		200 ^b	
Mercury and mercury compounds	all	0.03	
Opacity (Ringelmann smoke chart)	all	1	stack vent
Notes:			
a. ELVs apply to plants in Guangxi Zhuang Autonomous Region, Chongqing Municipality, Sichuan Province and Guizhou Province.			
b. ELV applies to arch fired furnaces, existing CFB power generating boilers, and power generating boilers commissioned or received approval for construction before 31 December 2003.			

1.1 Air pollutants emissions control requirements

- From 1 July 2014, existing thermal power generating boilers should meet the emission limit values in Table 1 for particulate, sulphur dioxide, nitrogen oxides and opacity.
- From 1 January 2012, new thermal power generating boilers should meet the emission limit values in Table 1 for particulate, sulphur dioxide, nitrogen oxides and

Table 2 Special emission limit values for air pollutants from coal-fired thermal power generating boilers in key regions

Pollutant	Application	ELV, mg/m ³ except for opacity	Location of monitoring and emissions control
Particulate	all	20	stack and flue
SO ₂	all	50	
NOx (as NO ₂)	all	100	
Mercury and mercury compounds	all	0.03	
Opacity (Ringelmann smoke chart)	all	1	stack vent



Széntüzelésű erőművek lehetséges hatásfok-növelési lehetőségei

Power plant improvements	Potential efficiency increase (percentage points)
Air preheaters (optimise)	0.2 to 1.5
Ash removal system (replace)	0.1
Boiler (increase air heater surface)	2.1
Combustion system (optimise)	0.2 to 0.84
Condenser (optimise)	0.7 to 2.4
Cooling system performance (upgrade)	0.2 to 1.0
Feedwater heaters (optimise)	0.2 to 2.0
Flue gas moisture recovery	0.3 to 0.7
Flue gas heat recovery	0.3 to 1.5
Coal drying (installation)	0.1 to 1.7
Process controls (installation/improvement)	0.2 to 2.0
Reduction of slag and furnace fouling	0.4
Soot blower optimisation	0.1 to 0.7
Steam leaks (reduce)	1.1
Steam turbine (refurbish)	0.8 to 2.6

Source: NETL (2008), *Reducing CO₂ Emissions by Improving the Efficiency of the Existing Coal-Fired Power Plant Fleet*, DOE/NETL-2008/1329, NETL, Pittsburgh, PA, www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/CFPP%20Efficiency-FINAL.pdf.

Tartalomjegyzék

I Erőmű építések világszerte

II Emissziós kibocsátások / hatásfok előírások

III Európai példák modern blokkok építésére

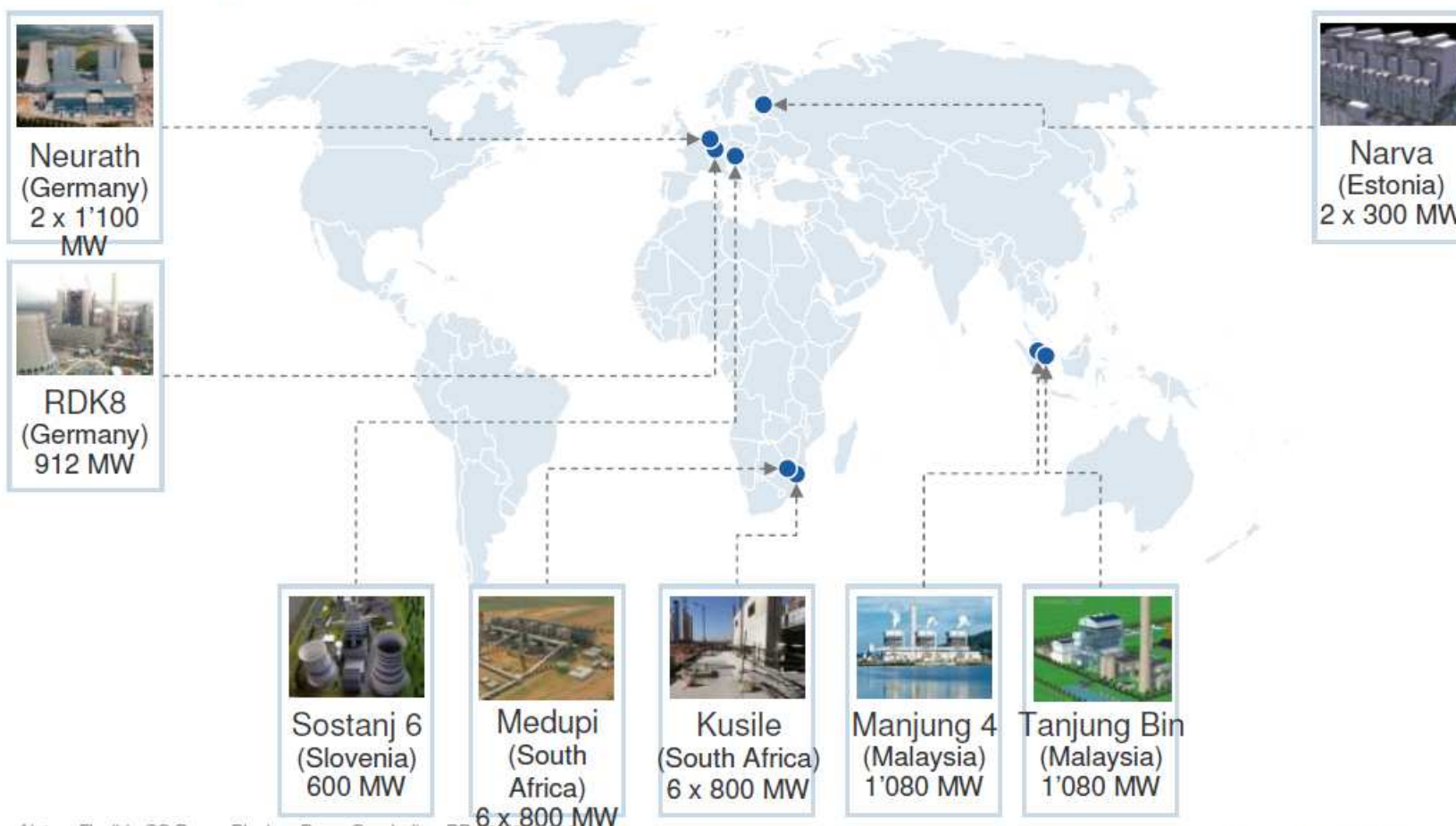
IV Függetlenség ☺

V A megújuló energiák térnyerése a villamosenergia-termelésben

VI Oxy-fuel és CCS eljárások aktuális helyzete

Steam Power Plant Experience Projects under Execution

8 plant projects – 16 GW under construction



Alstom Flexible SG Power Blocks - PowerGen India - RP - 21/04/2012

© ALSTOM 2012. All rights reserved. Information contained in this document is indicative only. No representation or warranty is given or should be relied on that it is complete or correct or will apply to any particular project. This will depend on the technical and commercial circumstances. It is provided without liability and is subject to change without notice. Reproduction, use or disclosure to third parties, without express written authority, is strictly prohibited.

Hitachi Power Europe – References (selection)

■ Power Plants (turnkey) ■ Power Trains ■ Steam Generators ■ FGDs

HITACHI
Inspire the Next

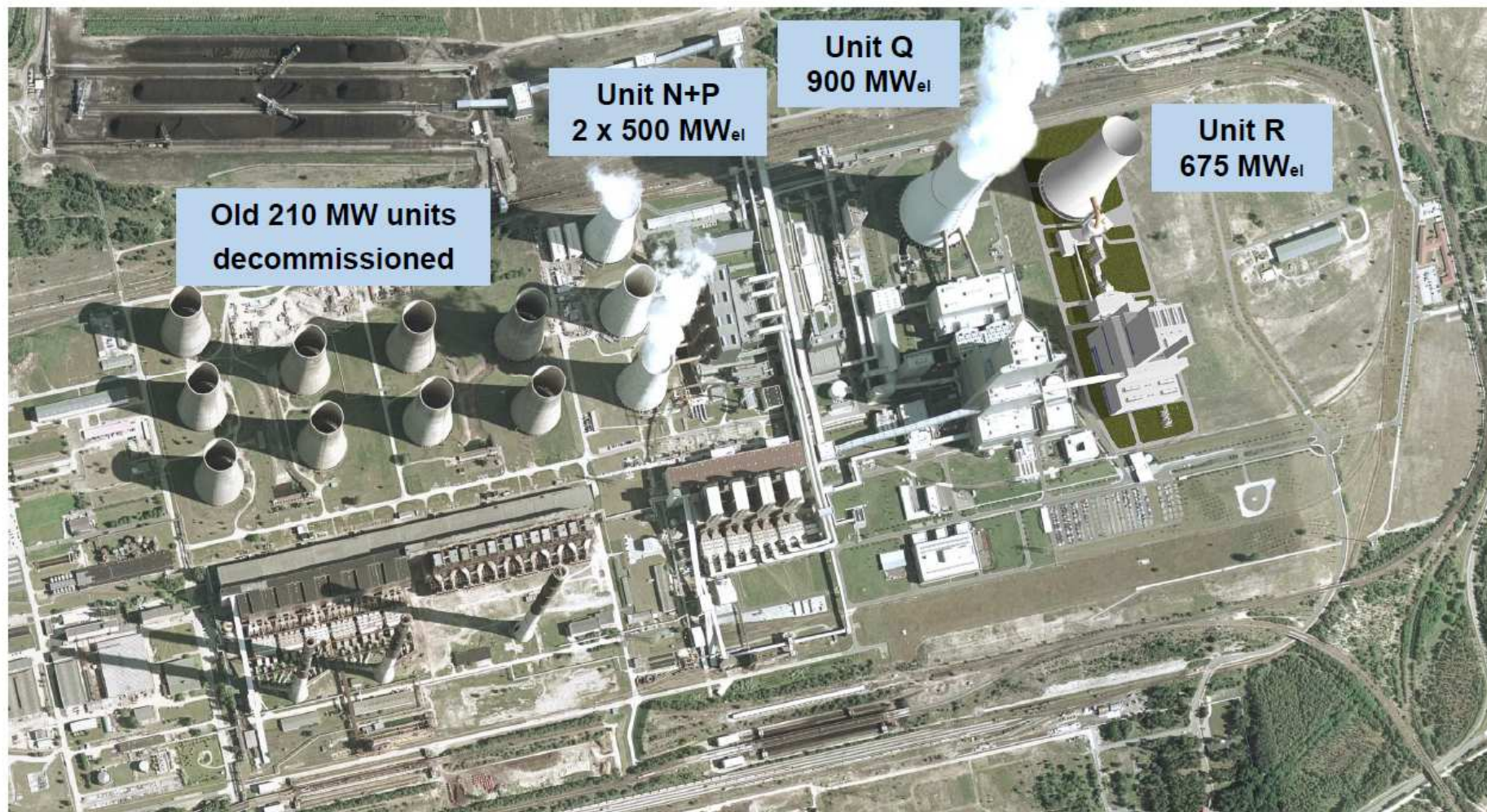


Die Neubaublöcke 800/ 900 MW

- **Standorte:**
 - Schwarze Pumpe – 2 x 800 MW_{el}, IBS 1998 / 1998
 - Boxberg – 907 MW_{el}, IBS 2000
 - Lippendorf – 2 x 920 MW_{el}, IBS 1999 / 2000
- **Brennstoff: Braunkohle**
 - Erstmals überkritische Dampfparameter für Braunkohle-Kraftwerksblöcke dieser Leistungsgröße
 - Erstmals Netto-Kraftwerkswirkungsgrade größer 42 % für Braunkohle-Kraftwerksblöcke dieser Leistungsgröße → Zunahme um ca. 5 %-Punkte gegenüber dem Stand der Technik
- **Werkstoff:**
 - Erstmals breite Anwendung des Werkstoffes P 91 für thermisch hoch beanspruchte Bauteile an Dampfkessel, Heißdampfleitungen und Turbosatz



Aerial view Boxberg site



A Vattenfall folyamatosan lévő projektjei



MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.

Neubau-Projekt Boxberg Block R

Dauerbetrieb	-	ab 2011
Betriebsart	-	Grundlast
Brennstoff	-	Braunkohle
Brutto-Leistung	MW	675
Netto-Wirkungsgrad	%	≈ 43,6
Frischdampf	°C / bar	600 / 286
HZÜ-Dampf	°C / bar	610 / 50
Abdampfdruck	mbar	32 / 39
Speisepumpe vorwärmung	Stufen	9
Speisepumpe Endtemperatur	°C	289
Wärmeabfuhr	-	Kühlturm mit RG-Ableit.
Rauchgas-Wärmenutzung	-	Kondensat- vorwärmung
Werkstoffe	-	HT: P92



29.11.2007 | Kraftwerks-Projekte bei VE-G | H. Mandel | VE-G, E-KT

9



Neubau-Projekt Moorburg Blöcke A+B

Dauerbetrieb	-	ab 2011/12
Betriebsart	-	Grundlast
Brennstoff	-	Steinkohle
Brutto-Leistung	MW	2 x 820
Netto-Wirkungsgrad	%	≈ 46,5 (52,8)
Wärmeabgabe je Block	MJ/s	bis 650
Frischdampf	°C / bar	600 / 276
HZÜ-Dampf	°C / bar	620 / 50
Abdampfdruck	mbar	25
Speisepumpe vorwärmung	Stufen	9
Speisepumpe Endtemperatur	°C	293
Wärmeabfuhr	-	Durchlauf- kühlung
Werkstoffe	-	HT: P92
ND-Endstufe	-	13 m² Ti



29.11.2007 | Kraftwerks-Projekte bei VE-G | H. Mandel | VE-G, E-KT

11



Parameter und Kennziffern

		Lippendorf	Boxberg	Moorburg
Leistungsgröße	MW	920	675	820
Brennstoff		Braunkohle	Braunkohle	Steinkohle
Frischdampftemp.	°C	554	600	600
Frischdampfdruck	bar	267	286	276
Zwischendampftemp.	°C	583	610	620
Kühlung		Kühlturm	Kühlturm	Flußwasser
Abdampfdruck	mbar	38	32/39	27
Netto- Wirkungsgrad	%	42,8	43,6	46,5
Brennstoffnutzung	%	42,8	43,6	52,8

29.11.2007 | Kraftwerks-Projekte bei VE-G | H. Mandel | VE-G, E-KT

13



Technische Neuerungen

- Optimierung der Wärmeschaltung für die Regenerativ-Vorwärmung
- Absenkung des Kondensatordruckes
- Einsatz eines Wärmeverschiebesystems im Rauchgasweg zur Nutzung der Rauchgaswärme bei Braunkohlekraftwerken
- Einsatz wirkungsgradoptimierter Beschaukelungen in den Dampfturbinen



- Verstärkter Einsatz von GfK – Material und Ableitung der RG über KT
- Einsatz hocheffektiver Nachbrennroste mit Rückstand < 1% an Unverbranntem
- Brennkammerreinigung mittels Wasserlanzenbläser

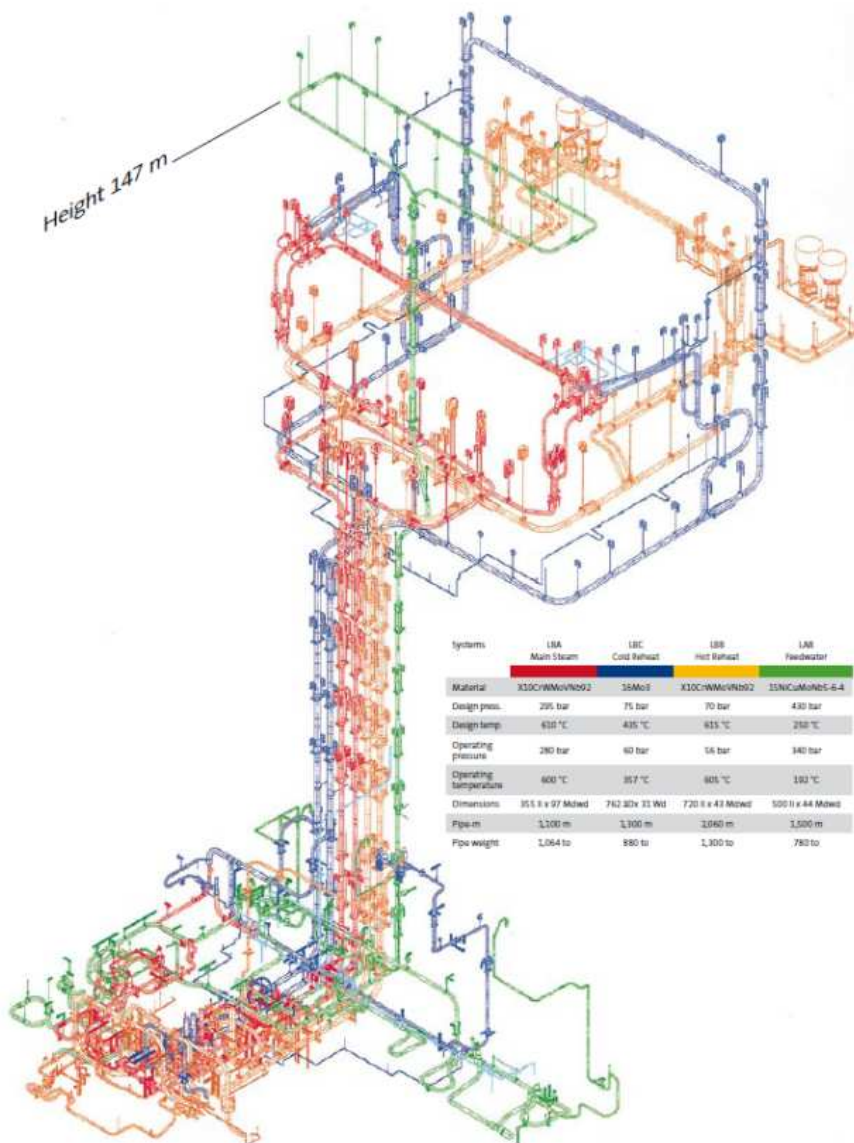
29.11.2007 | Kraftwerks-Projekte bei VE-G | H. Mandel | VE-G, E-KT

4

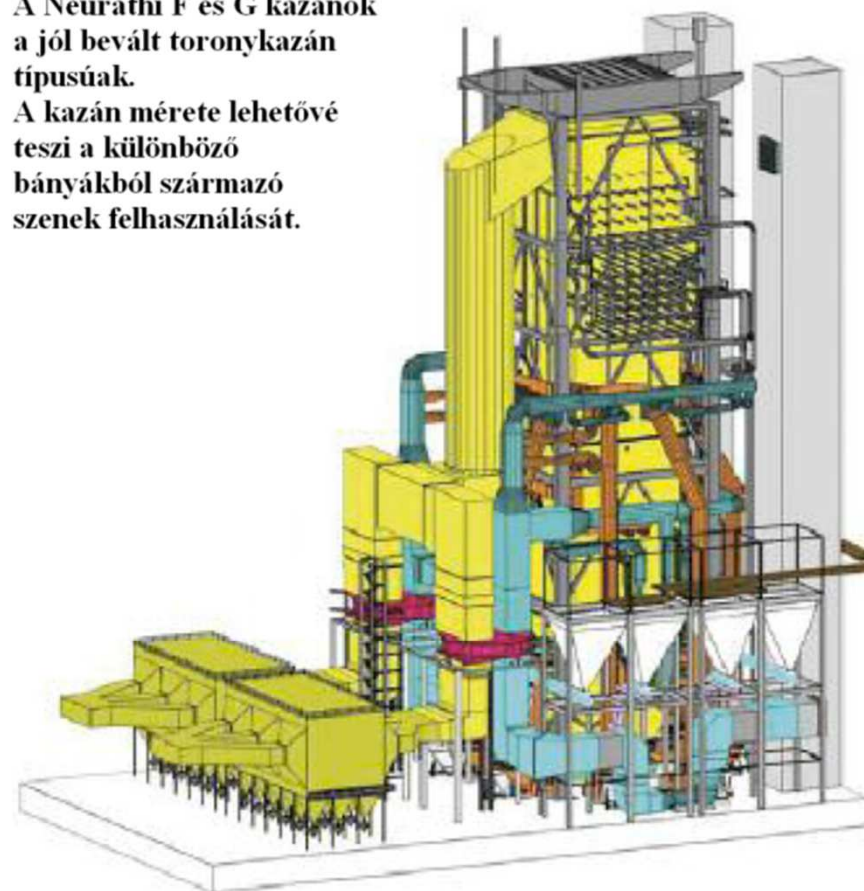


Kazán nagynyomású vezetékeinek optimalálása

The high pressure systems
for a unit



A Neurathi F és G kazánok
a jól bevált toronykazán
típusúak.
A kazán mérete lehetővé
teszi a különböző
bányákból származó
szén felhasználását.



Műszaki adatok

Termikus tüzelési kapacitás

Lignit igény

Főgőz paraméterek

Újrahevített gőz paraméterek

Befoglaló méretek

Kazán méretei

Fűtőfelületek

2392 MW (max. 2800)

820 t/h (max. 1300)

272 bar / 600°C

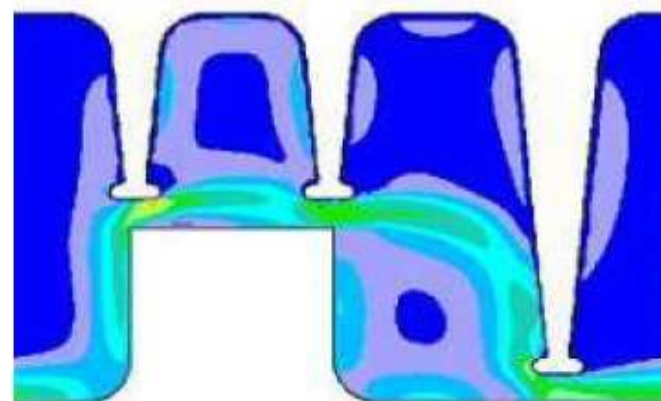
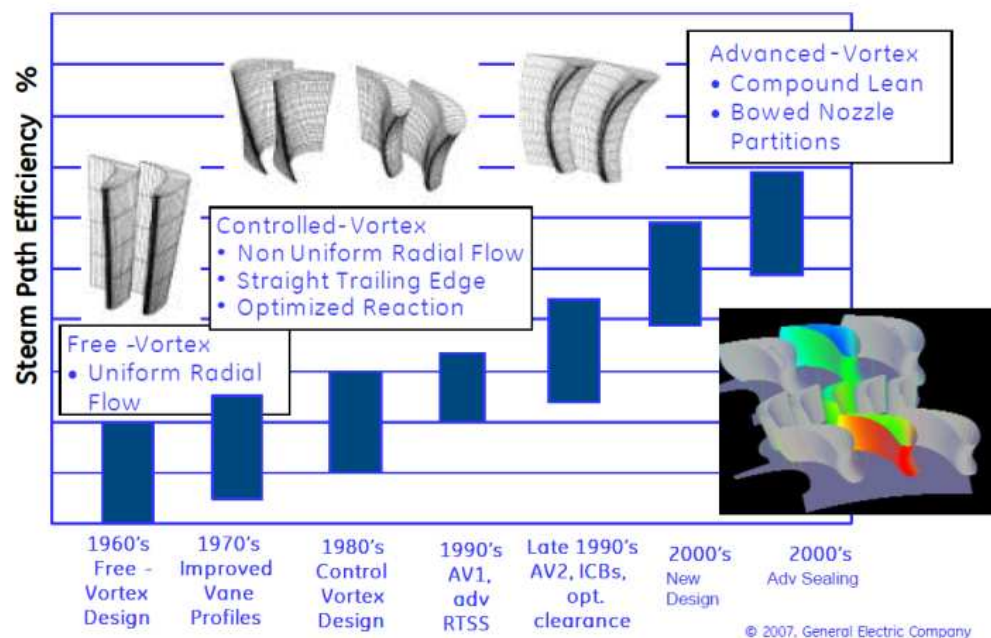
55 bar / 605°C

170 m x 100 m x 100 m

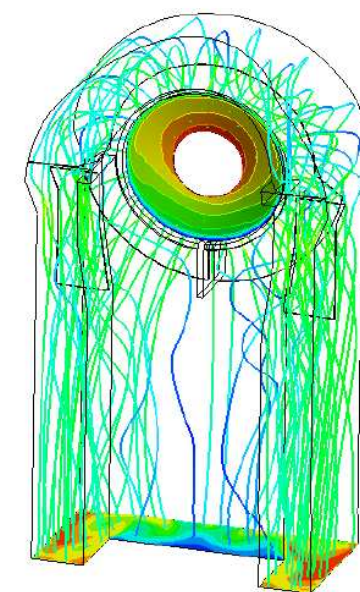
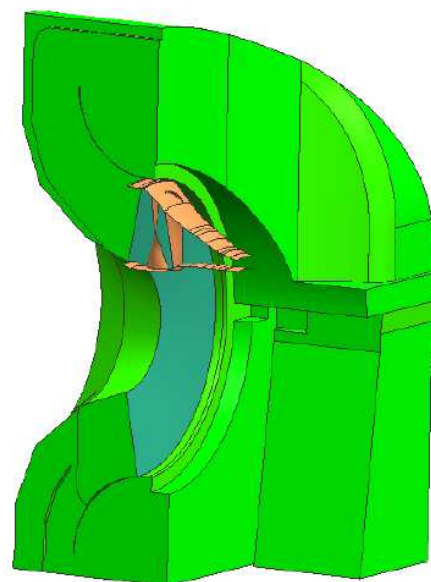
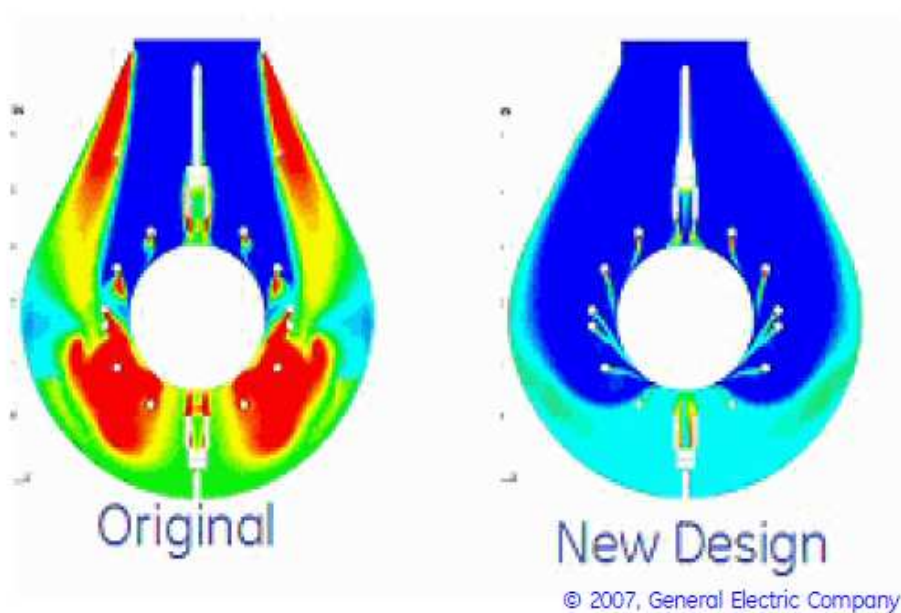
14 2m x 26 m x 26 m

146 000 m² (~15 ha)

Hatásfoknövelés a turbina részegységek 3D optimalizálásával

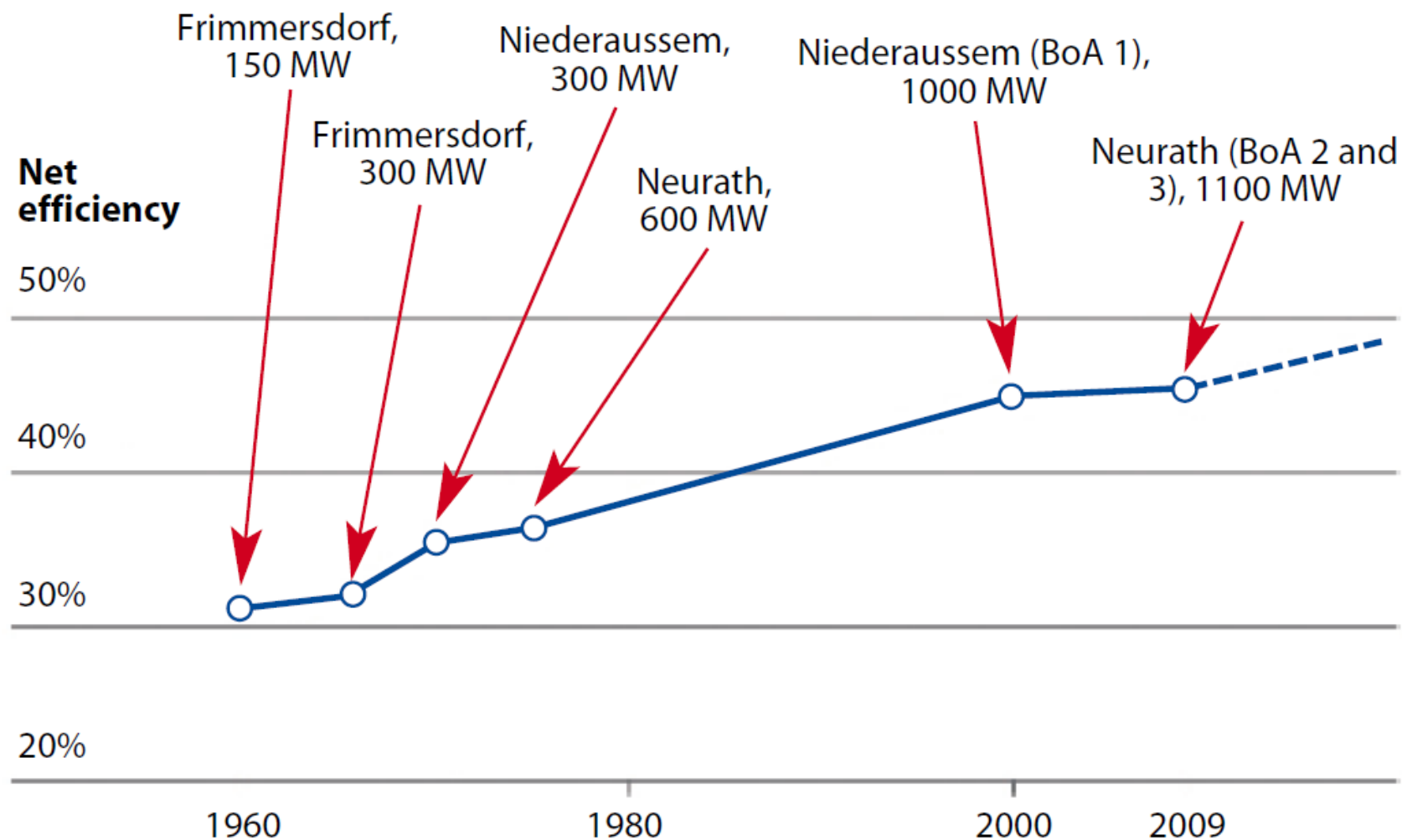


© 2007, General Electric Company



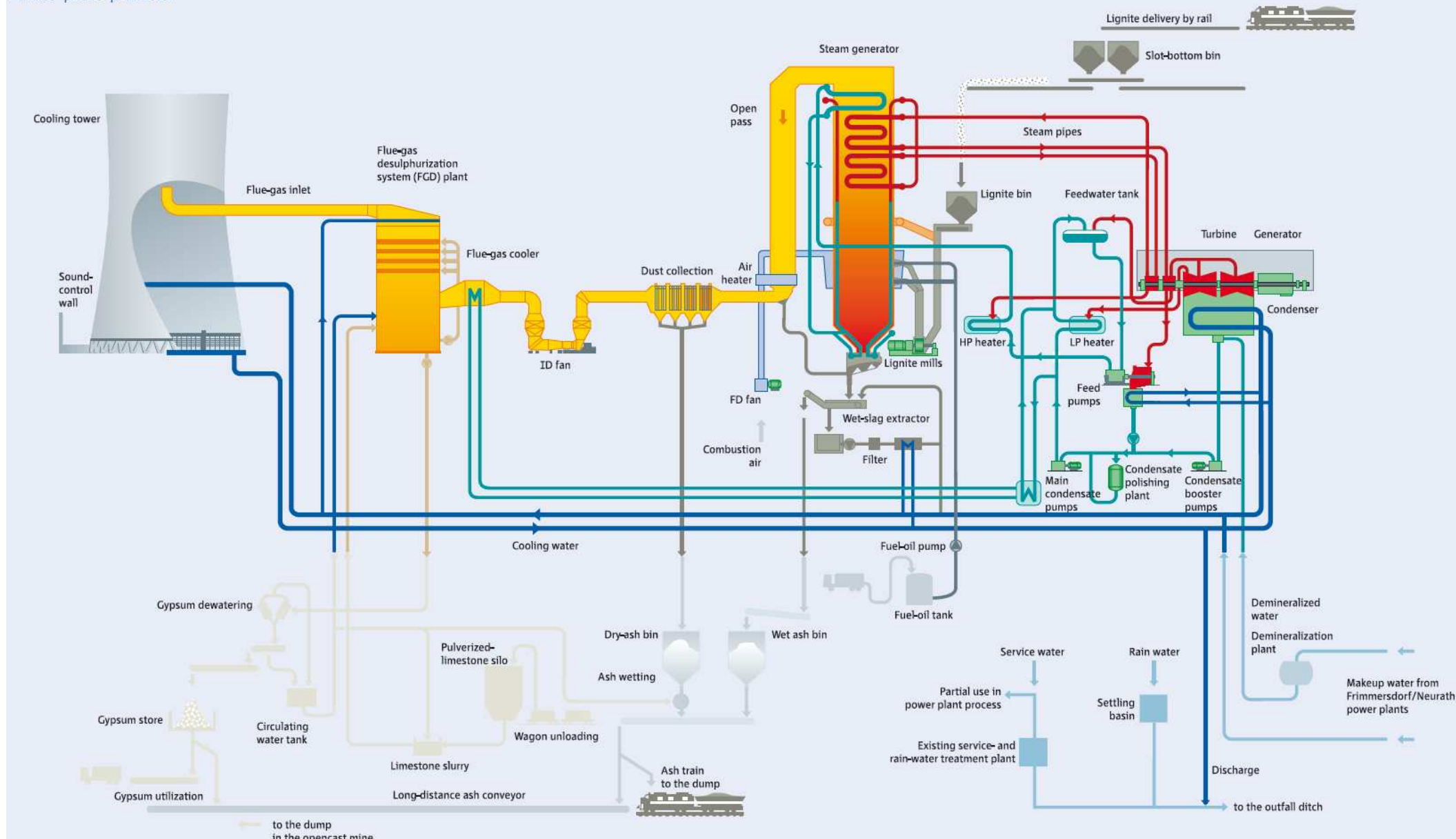
© 2007, General Electric Company

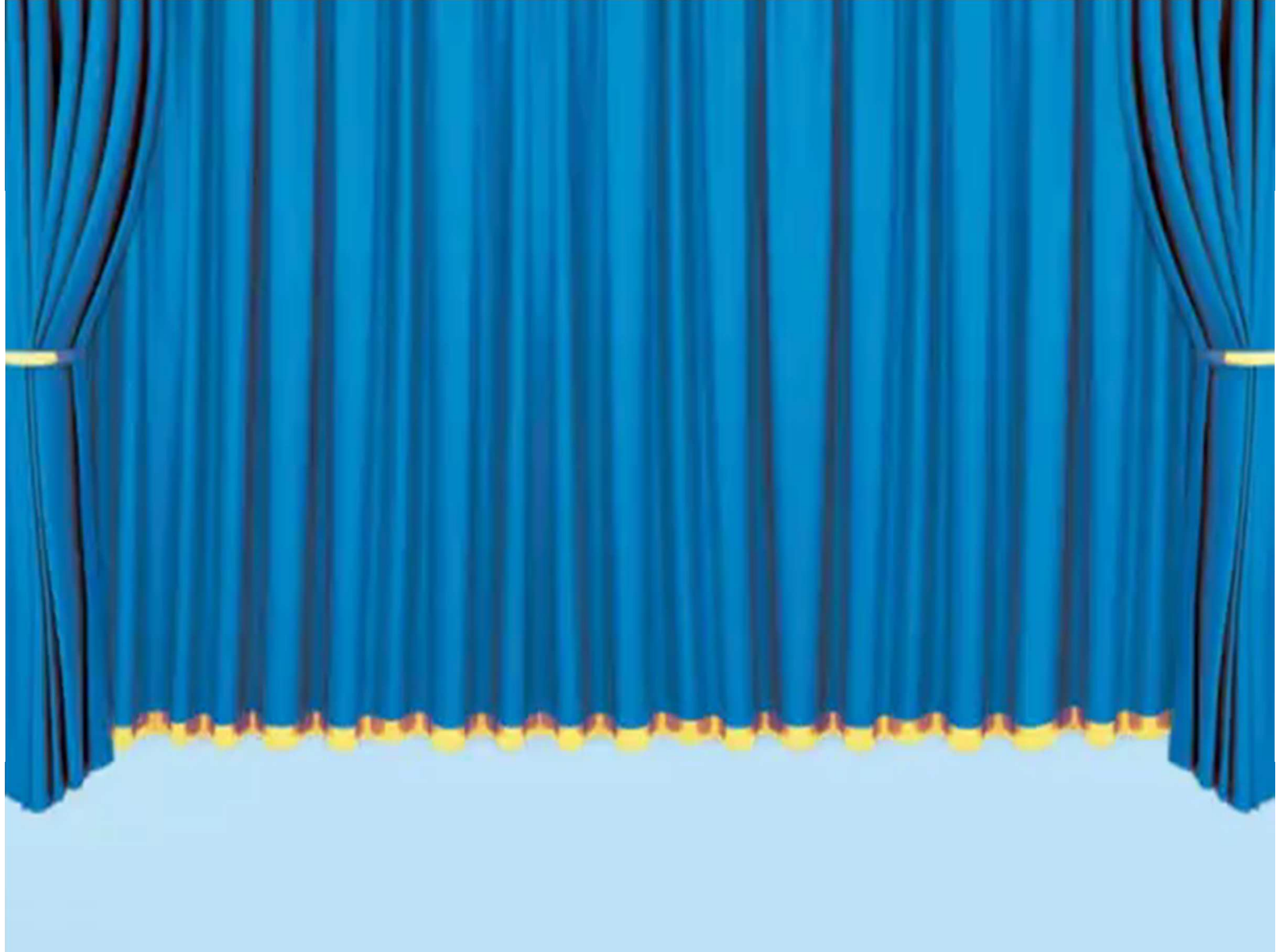
Efficiency improvements



Az RWE Neurath-i Boa 2&3 blokkjai

Power plant process





Tartalomjegyzék

- I Erőmű építések világszerte**
- II Emissziós kibocsátások / hatásfok előírások**
- III Európai példák modern blokkok építésére**
- IV Független ☺**
- V A megújuló energiaforrások térnyerése a villamosenergia-termelésben**
- VI Oxy-fuel és CCS eljárások aktuális helyzete**

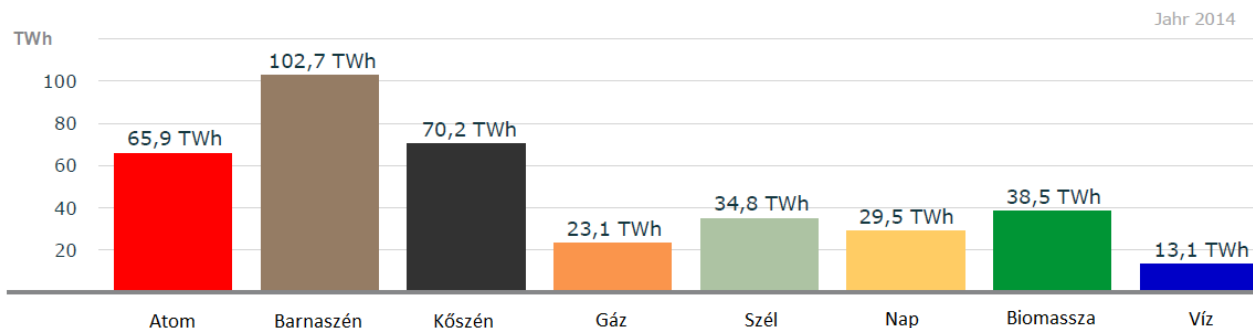
A németországi termelőkapacitások és termelés változása 2013-2014



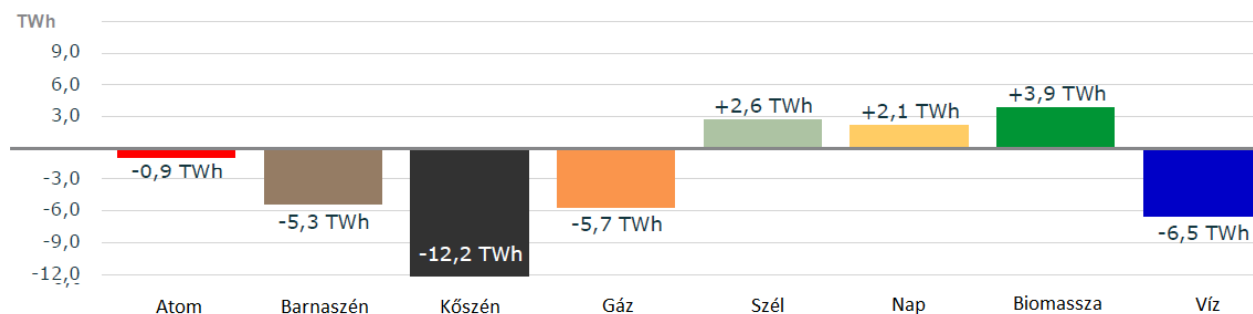
MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.

Beépített kapacitás

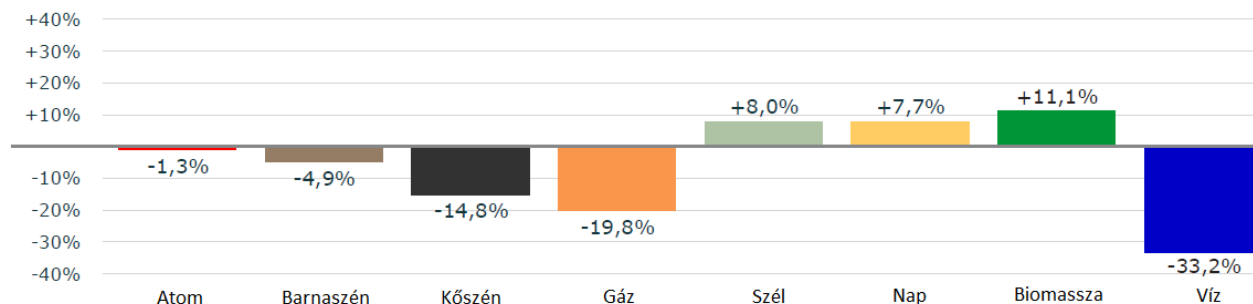
Fraunhofer ISE



Az áramtermelés változása: 2014. első kilenc hónapja 2013. első kilenc hónapjával szemben



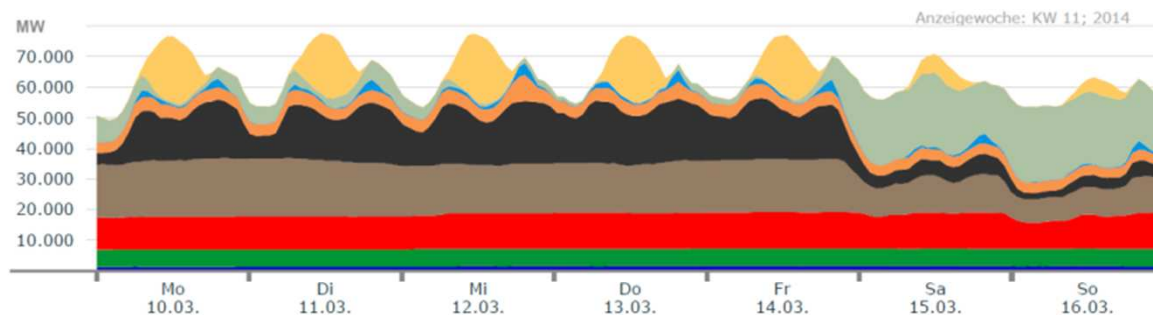
Az áramtermelés relatív változása: 2014. első kilenc hónapja 2013. első kilenc hónapjával szemben



Németországi termelési profil változása egy-egy kiválasztott héten

Tényleges termelés

Fraunhofer ISE

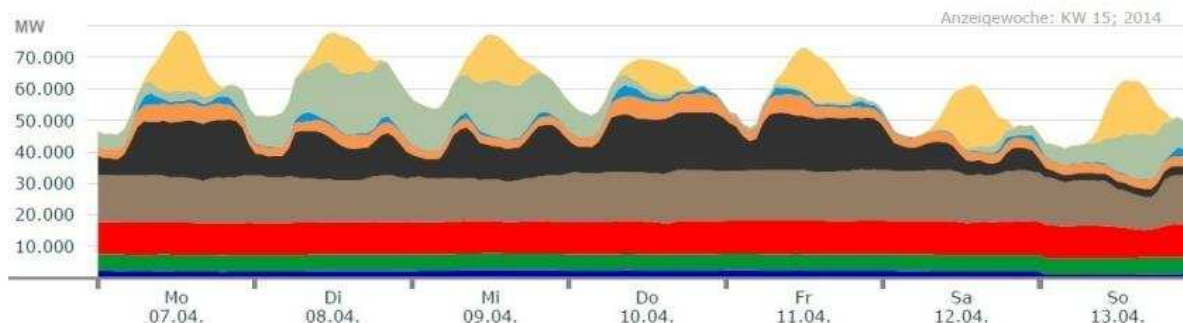


Jelmagyarázat: Víz Biomassza Atom Barnaszén Kőszén Gáz SZET Szél Nap

	WK	Bio	AKW	BK	SK	Gas	PSp	Wind	Solar
Min. teljesítmény (GW)	1,0		8,5	7,7	2,1	3,1	0	0,04	0
Max. teljesítmény (GW)	1,4		11,9	19,1	20,4	8,7	4,0	24,8	22,1
Heti energia (TWh)	0,2	1,0	1,9	2,5	2,1	0,7	0,1	1,4	0,8

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX

Tényleges termelés

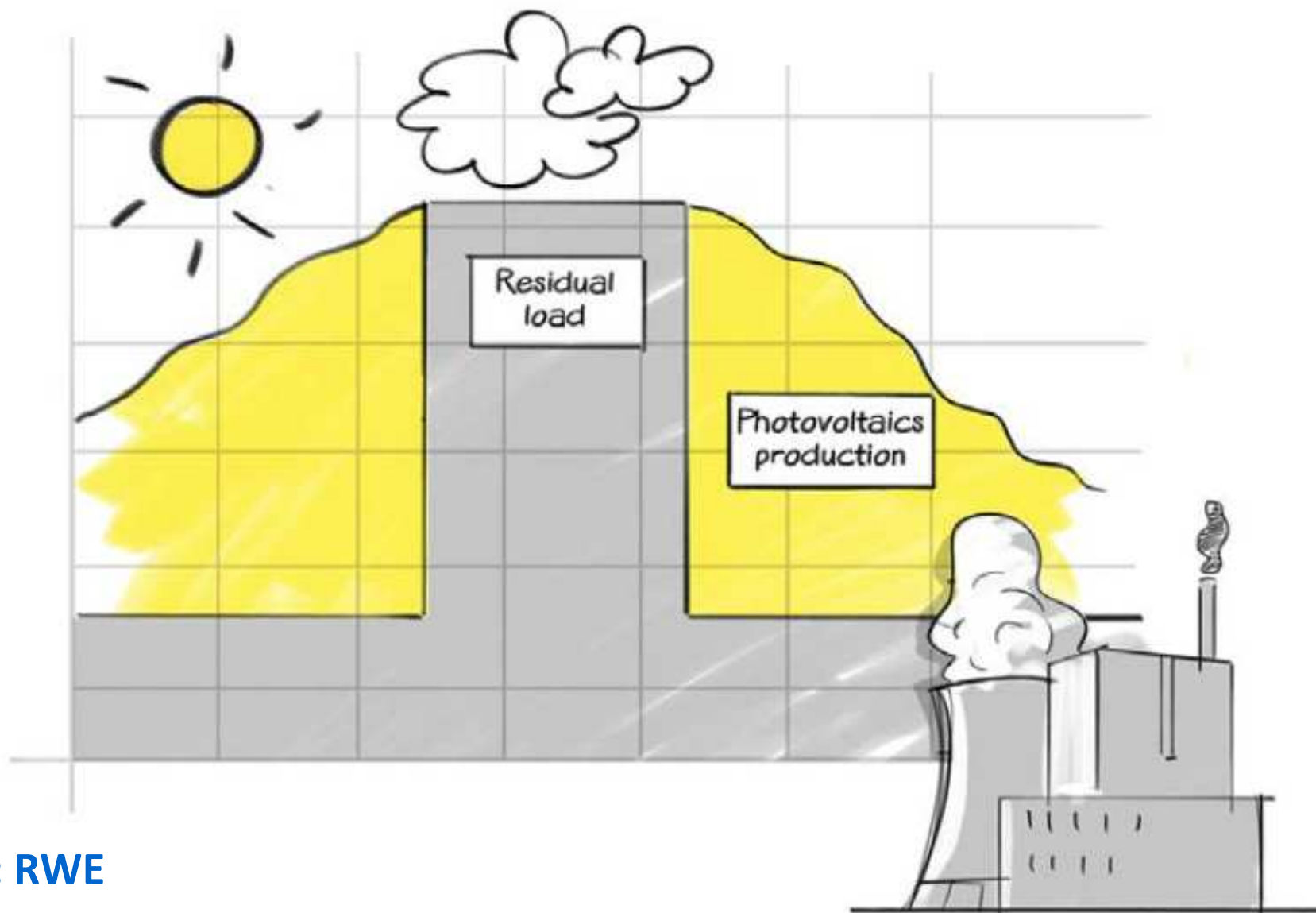


Jelmagyarázat: Víz Biomassza Atom Barnaszén Kőszén Gáz SZET Szél Nap

	WK	Bio	AKW	BK	SK	Gas	PSp	Wind	Solar
Min. teljesítmény (GW)	1,0		8,8	10,3	2,2	2,5	0	0,1	0
Max. teljesítmény (GW)	2,5		10,7	16,4	18,5	6,6	3,9	20,2	20,2
Heti energia (TWh)	0,3	0,9	1,7	2,5	1,9	0,6	0,1	1,1	0,8

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX

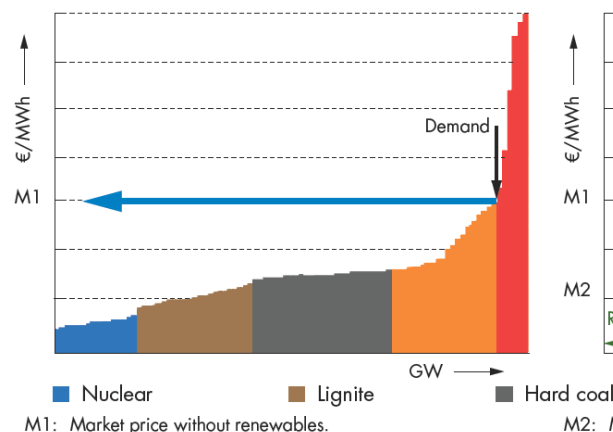
CONVENTIONAL POWER GENERATION



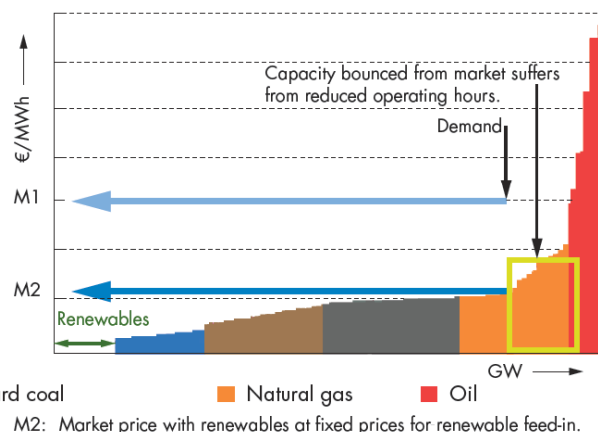
A német „Energiafordulat” kereskedelmi hatása

Example for the electricity market price development

Market without feed-in of renewables

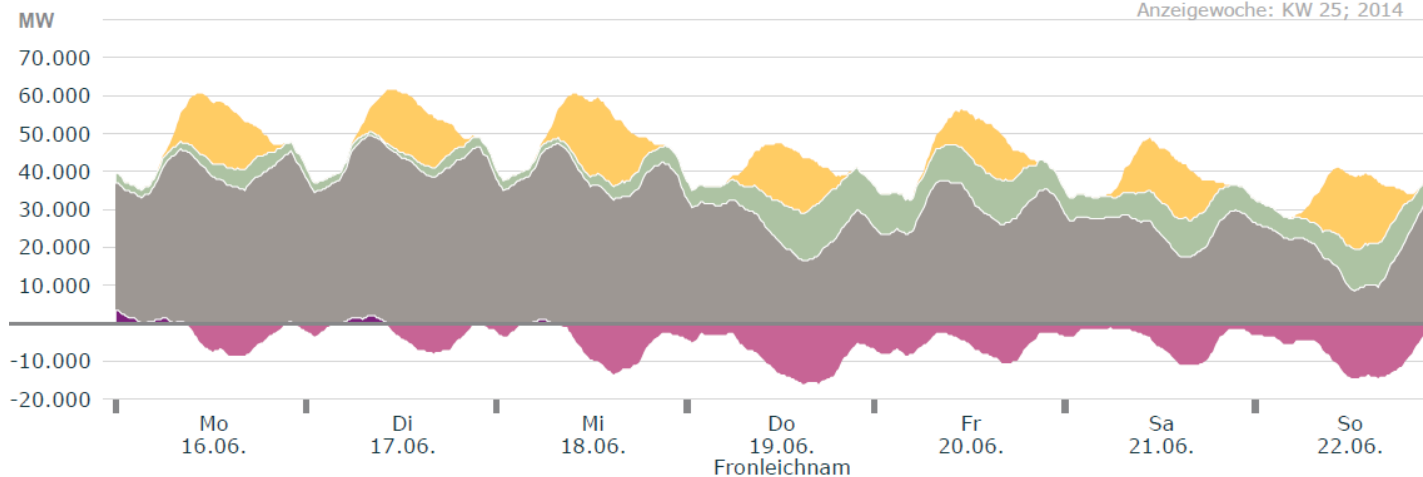


Market with feed-in of renewables at fixed prices for renewables.



Source: graphic EnBW, VGB

Anzeigewoche: KW 25; 2014



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX, Entso-e

Tartalomjegyzék

- I Erőmű építések világszerte**
- II Emissziós kibocsátások / hatásfok előírások**
- III Európai példák modern blokkok építésére**
- IV Független ☺**
- V A megújuló energiák térnyerése a villamosenergia-termelésben**
- VI Oxy-fuel és CCS eljárások aktuális helyzete**

Oxy-PC Pilot Testing - Optimized Integration with Boiler, AQCS, FGC, and GPU



ESP at Schwarze Pumpe
Oxy Pilot



Alstom NID™ Dry Flue
Gas Desulfurization



Alstom Wet Flue
Gas Desulfurization



Alstom Flue
Gas Condenser



Alstom Mobile Pilot
Gas Processing Unit

White Rose Large Scale Oxy-Demo project, UK

Largest Oxyfuel CCS Demo



Location:
Drax Power Station,
North Yorkshire, UK



- New ultra-supercritical 426MWe Gross Oxy-fuel Power Plant
- Clean power with entire flue gas treated to capture 2 M t/y CO₂
- Biomass co-firing option leading to zero (or negative!) CO₂ emissions
- Anchor project for National Grid's regional CO₂ transport & offshore storage network
- Project development on-going
 - Selected for award of FEED under the UK CCS competition (1 B£)

Project Promoters

Oxy-fuel Power Plant

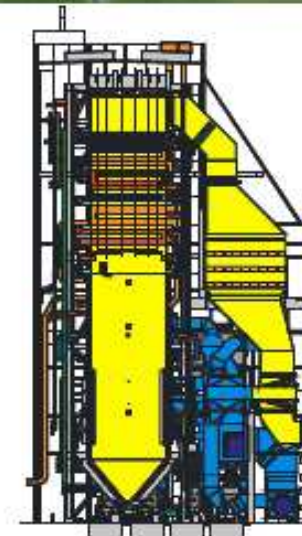
CO₂ Transport
& Storage

ALSTOM DRAX BOC-Linde NATIONAL GRID

Oxy T-Fired Boiler Designs

Oxy Reference Plant and Demonstration Designs

- Application of test results and design tools
- Development of reference oxy-fired design – 900 MWe gross USC bituminous coal
- Development of oxy-fired designs for demonstration – 400 MWe gross – Dual Air/Oxy - USC
- Optimization, detailed design, performance assessment and costing



Oxy-firing Integrated Approach

Reference concept with integration

DESIGN BASIS

- Oxy-Combustion Power Plant 900 MW class (90% CO₂ capture)
- Steam Cycle : 600°C / 620°C / 275 bara
- Bituminous Coal
- Direct cooling (power plant, ASU, GPU)
- CO₂ Specification for storage in a Saline Aquifer (CO₂ > 95% vol, O₂ < 3% vol)
- Base load operating regime
- Flexibility in oxy-mode down to 40%
- Grid code compliance: 5% primary response in 30s at 90% load

ESTIMATED PERFORMANCE

Conventional Air-Fired Plant (No Capture)
Oxy Capture Plant - Not Integrated
Oxy Capture Plant – Integrated

Net Plant Efficiency (LHV)

46.2%
34.5%
37.1%



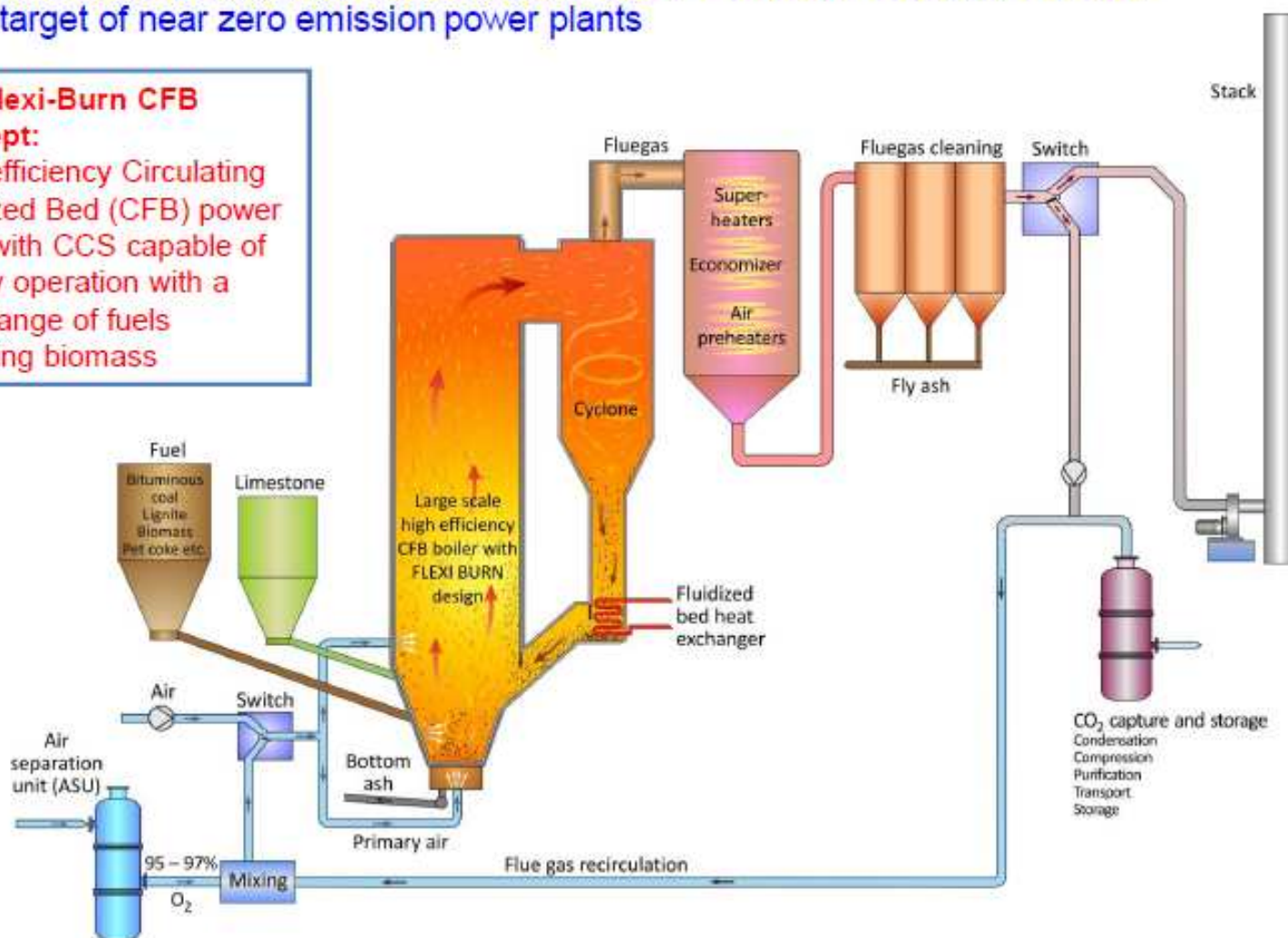
Project objective

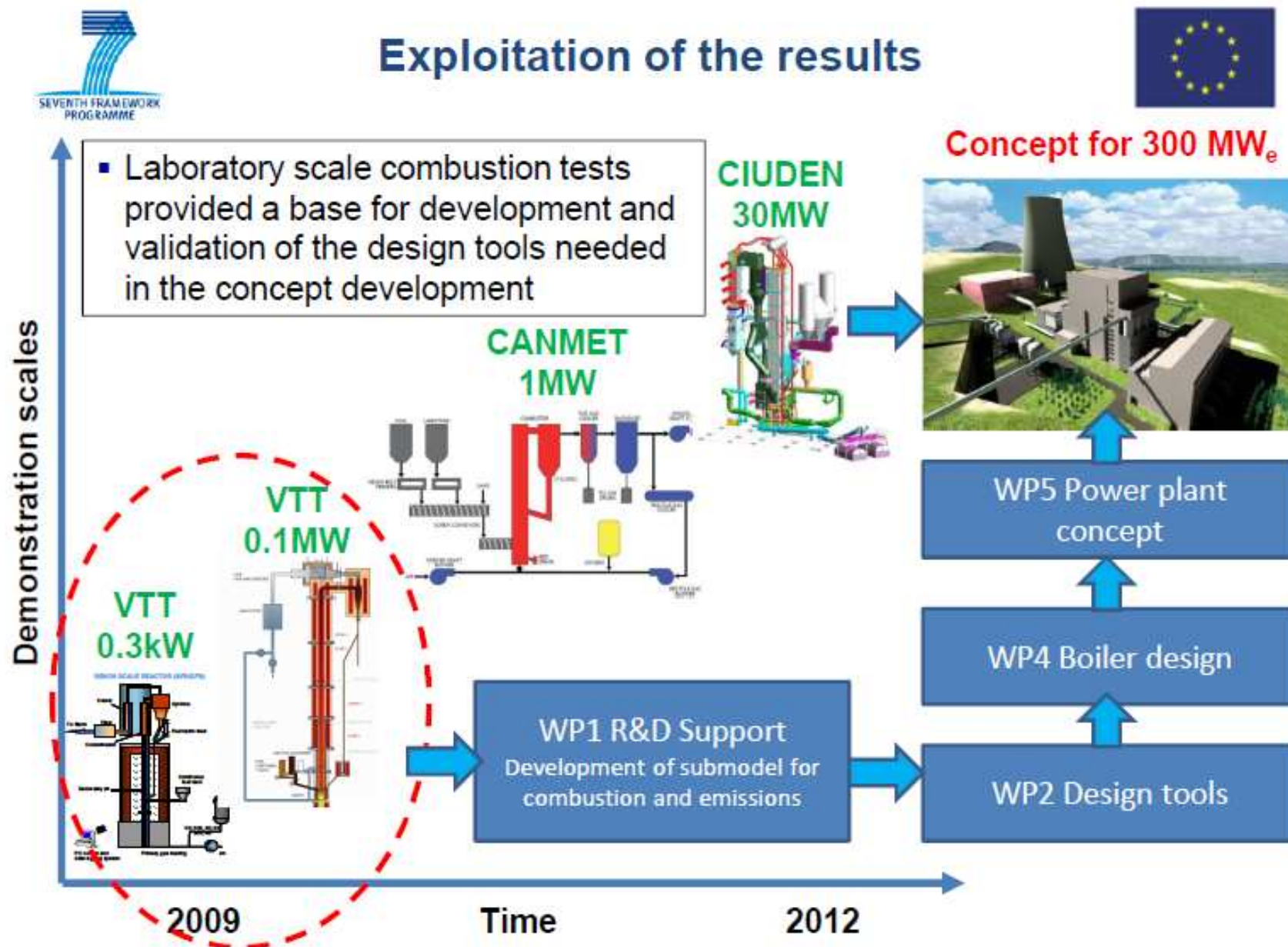


Aim : to develop and demonstrate Flexi-Burn CFB concept enabling to reach the target of near zero emission power plants

The Flexi-Burn CFB concept:

High efficiency Circulating Fluidized Bed (CFB) power plant with CCS capable of air/oxy operation with a wide range of fuels including biomass



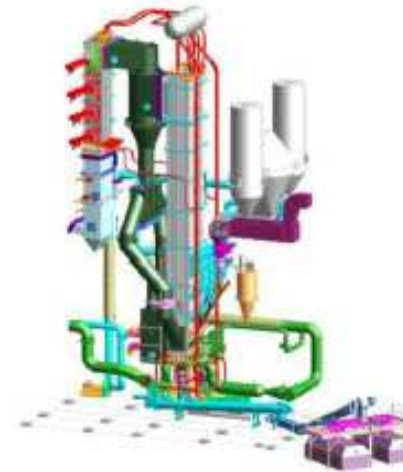




Successful demonstration of Flexi-Burn CFB concept at 30MW_{th} scale



- A successful demonstration test campaign was carried out to confirm that Flexi-Burn CFB concept is a reliable, controllable, and safe and feasible technology to address the CCS challenge.
- The demonstration tests at 30MW_{th} scale proved that a CFB boiler can be successfully operated in oxygen-firing mode.



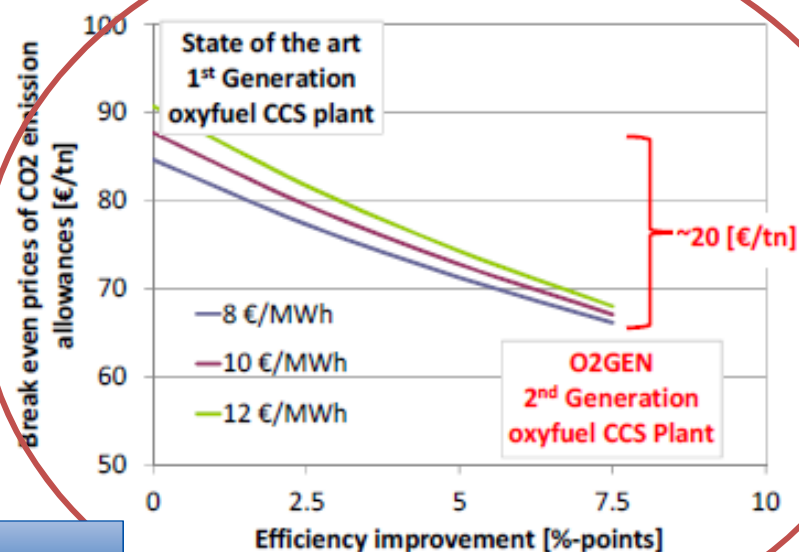


Continuation of OXYCFB development in FP7



- **Flexi-Burn CFB concept** represents **1st Generation Oxyfuel CFB** plant with CCS capable of air/oxy operation with a wide range of fuels including biomass.
- **The 2nd Generation oxyfuel CFB** plants are dedicated only to the Oxyfuel operation with CCS.
- Development of the 2nd Generation Oxyfuel CFB has been started in FP7 project called **O2GEN**: Optimization of oxygen-based CFBC technology with CO₂ capture.
- **FP7: O2GEN 2012-2015, coordinated by CIRCE**

O2GEN aims to demonstrate the concept of the **2nd Generation oxyfuel CFB** that reduces significantly (around 50%) the overall efficiency penalty of CO₂ capture in power plants



2014. 10. 01.



MÁTRAI ERŐMŰ ZRT.

Canada switches on world's first carbon capture power plant

Boundary Dam held up as first commercial-scale CCS plant and proof that coal-burning is compatible with cutting emissions

Suzanne Goldenberg

Follow @suzyji

Follow @GuardianUS

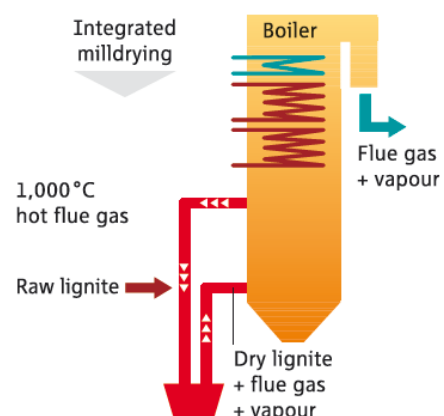
theguardian.com, Wednesday 1 October 2014 17.53 BST



Boundary Dam CCS power plant in Canada. Photograph: SaskPowerCCS

További hatásfok-növelési lehetőségek – WTA lignitszárítás és 700°C

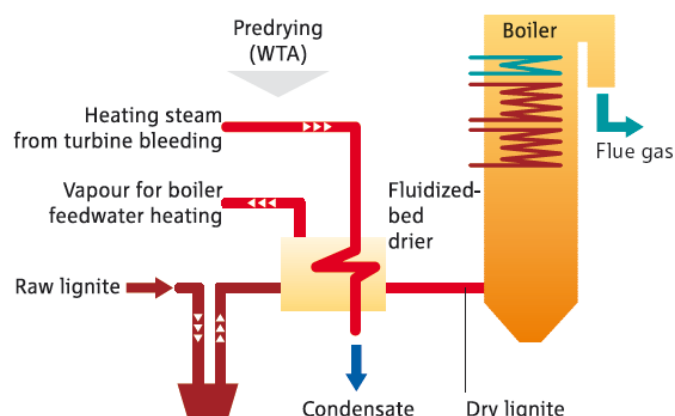
BoA concept



Energetic disadvantages:

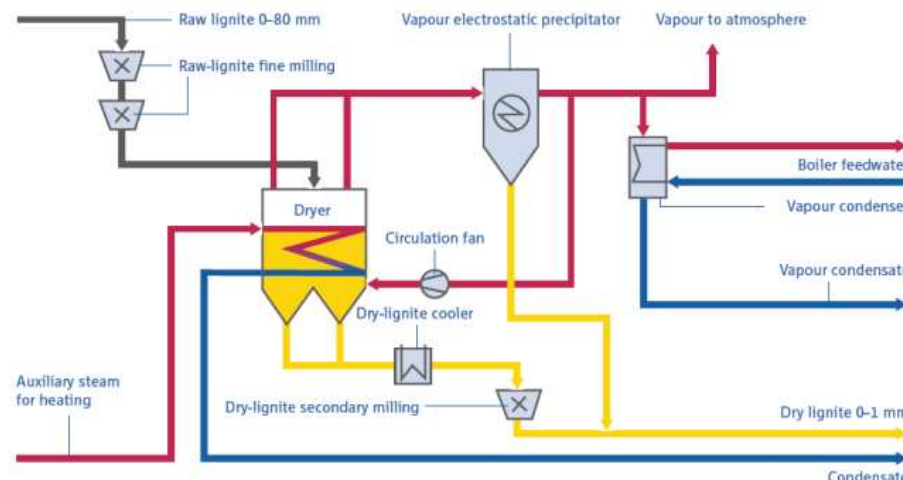
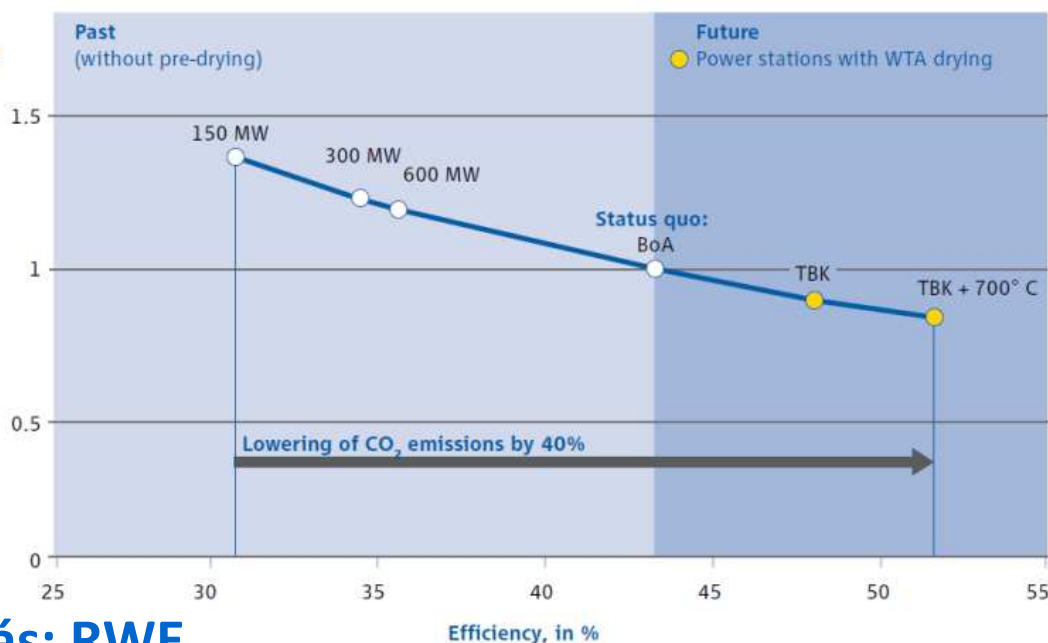
- > drying at very high exergy level
- > no use made of vapour energy

BoA concept with predried lignite (dry lignite-fired power plant)



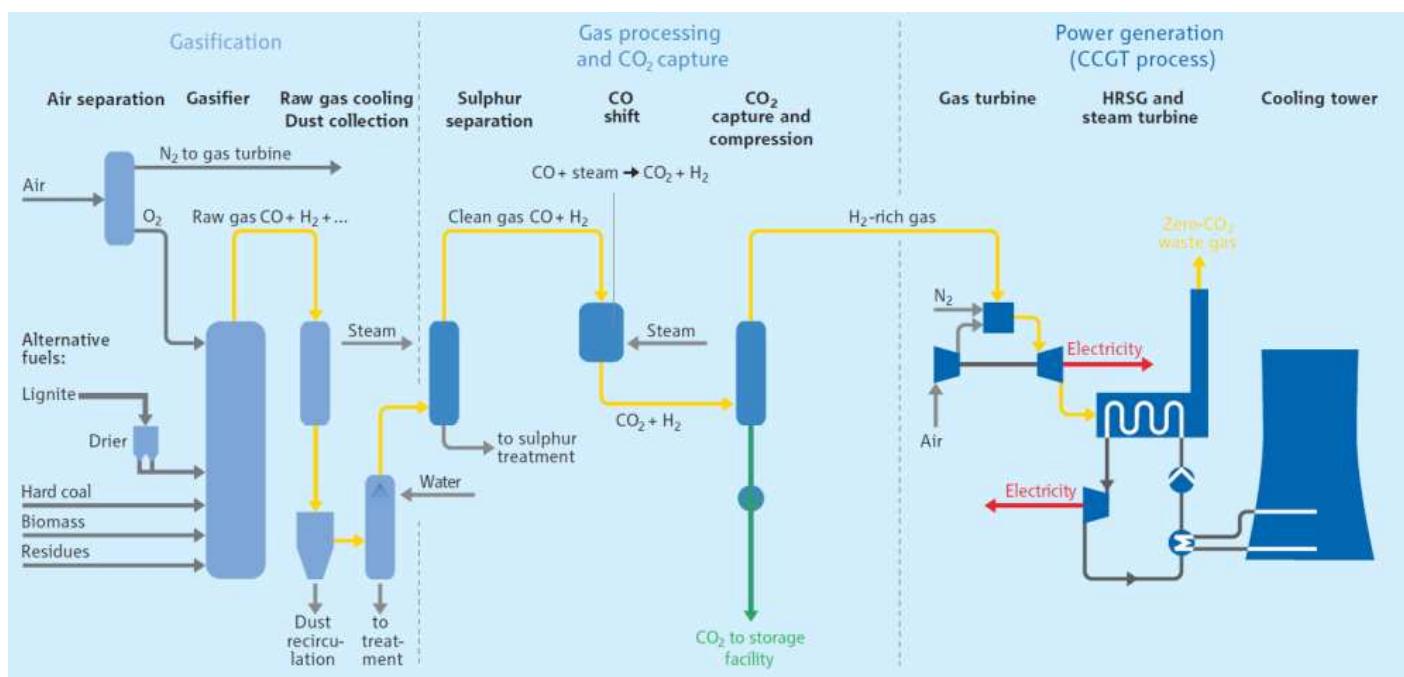
Energetic improvement:

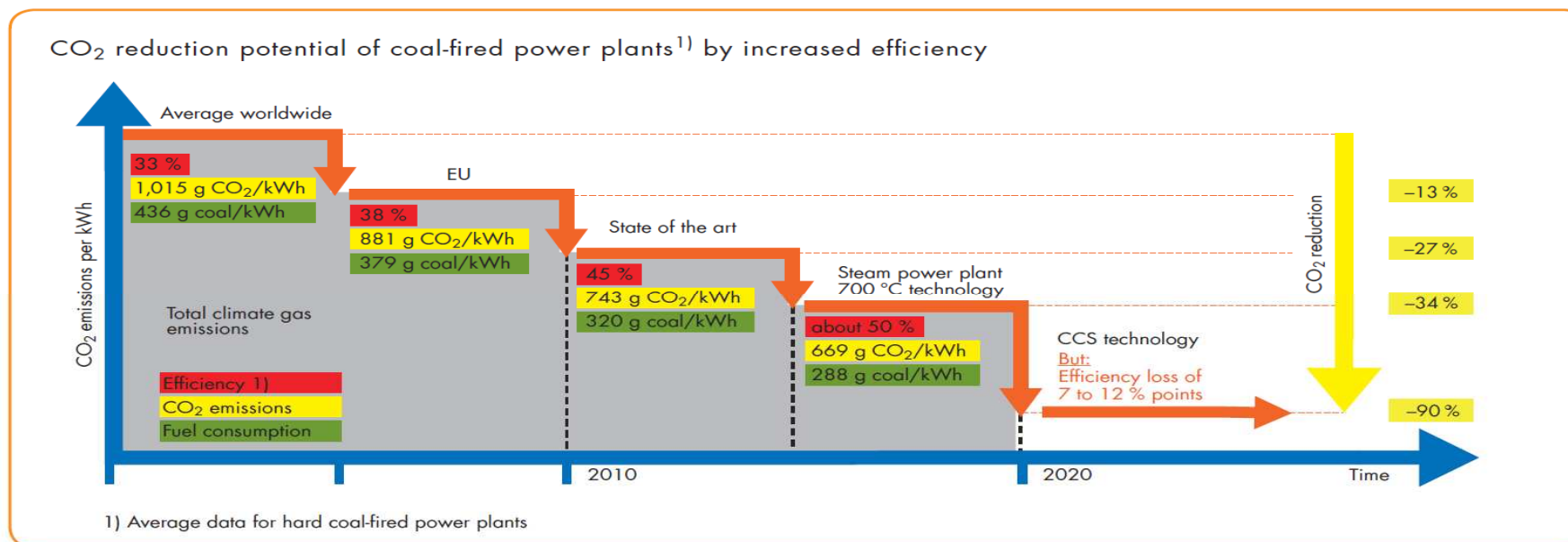
- > drying at low exergy level (low-pressure vapour)
- > use made of vapour energy


Spec. CO₂ emissions in t CO₂/MWh


WTA prototype plant for lignite-drying technology at Niederaussem

Az RWE IGCC - CCS koncepciója: integrált leválasztásos szénégázosítás





CCS: Carbon Capture and Storage. Source: VGB

- > A szénerőművek világszerte a villamosenergia-termelés stabil gerincét alkotják, jellemzően helyi, import független primer energiaforrásra alapozottan
- > Pótlásukról gondoskodni kell, a környezetvédelmi szempontok maximális betartása mellett
- > A megújuló energiaforrás alapú kapacitásokkal együtt tudnak működni és rendszerszabályzó funkcióikra hosszú távon is alapozni lehet
- > A CO₂ leválasztási és tárolási technológiák kifejlesztése nem teljesítette a jogalkotók elvárásait. Ezek jelenlegi alkalmazása gazdaságilag ellehetetleníti a szénalapú villamosenergia-termelést. Az elmúlt évtized fejlesztései révén azonban ezek nélkül is, blokkok cseréjével és pótlásával akár 40%-os CO₂ kibocsátás csökkentés érhető el, ugyanolyan szintű villamosenergia-termelés mellett
- > A szénerőművek építése és fenntartása többféle nemzetgazdasági előnnyel is jár

Köszönöm a figyelmet!

**Kérdések:
zoltan.orosz@mert.hu**



